

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

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



**“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DEL PAN
FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE MAÍZ
“CHUNCHO” (*Zea mays L.*) Y ADICIÓN DE HARINA DE
PLÁTANO (*Musa paradisíaca*) COMO FIBRA.”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

MADLINE SHIRLEY LUCERO PAREDES

Tingo María - Perú

2010



Q01

L92

Lucero Paredes, Madeline S.

Caracterización Físicoquímica y sensorial del Pan Francés con Sustitución Parcial de Harina de Maíz Chuncho (*Zea mays* L.) y Adición de Harina de Plátano (*Musa paradisiaca*) como Fibra. Tingo María 2010

53 h.; 18 cuadros; 11 fgrs.; 20 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Industrias Alimentarias) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

ZEA MAYS / MUSA PARADISIACA / CARACTERISTICAS FISIOQUIMICAS
/ EVALUACION SENSORIAL / SUSTITUCION PARCIAL / ADICION-HARINA
/ TINGO MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Av. Universitaria s/n. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156
Apart. Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 30 de Noviembre de 2009, a horas 5:00 p.m. en la Sala de Audiovisuales de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentado por la Bach. **LUCERO PAREDES, Madeline Shirley**, titulada:

“CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA Y SENSORIAL DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE MAÍZ “CHUNCHO” (*Zea mays* L.) Y ADICIÓN DE HARINA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) COMO FIBRA”

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran aprobado con el calificativo de *MUY BUENO...*, en consecuencia el Bachiller, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 51° y 52° del Estatuto Actualizado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 30 de Noviembre de 2009

.....
Ing. Mg. Jorge E. Castro Gracey
Presidente

.....
Ing. José A. Blas Matienzo
Miembro

.....
Ing. Williams V. Roldán Carbajal
Miembro

.....
Ing. Eduardo Cáceres Almenara
Asesor

DEDICATORIA

A Dios mi creador, mi amigo fiel, mi consejero espiritual, gracias por todo su amor incondicional.

A mi Madre: ELVIA, por su apoyo, su abnegado sacrificio y sabios consejos a lo largo de mi vida y formación profesional. A ella con todo amor, cariño, respeto mi eterno agradecimiento.

A mi padre ASUNCIÓN que sé que donde este siempre estará velando mi porvenir. A él con todo mi amor y respeto.

A mis hermanos, ROLANDO, ZOILA y LIZETH quienes me motivaron y brindaron todo su apoyo a lo largo de mi formación profesional y quienes fueron un ejemplo a seguir.

A mi tío: JORGE, quien es un padre para mí y quien me brindó todo su apoyo moral y supo motivarme y brindarme sus sabios consejos en todo momento.

A todos mis hermanos, hermanas, sobrinos, sobrinas y cuñados con el cariño y gratitud de siempre.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, Alma Mater, por la oportunidad que me dio de realizar uno de mis anhelados sueños: culminar mis estudios universitarios.

Al Ing. EDUARDO CÁCERES ALMENARA asesor del presente trabajo, por su constante apoyo y motivación en la redacción del presente trabajo de investigación.

Al Ing. CALEB LEANDRO LAGUNA, coasesor del presente trabajo, por su oportuna y acertada orientación en la ejecución del experimento.

Al Ing. CARMONA RUIZ ALFREDO, por su ayuda y orientación en la incentivación del presente trabajo de investigación.

Al Ing JAIME BASILIO ATENCIO y a la Microbióloga MARGARITA ALCEDO ROMERO por sus apoyos incondicionales en la culminación del presente trabajo de investigación.

A mi cuñado ALEX BERROSPI TRUJILLO quien supo incentivarme a lo largo de mi carrera profesional.

A mis amigas KAREN, TANIA Y LADY por su apoyo incondicional y voluntario así como por la motivación en la redacción y culminación del presente volumen de tesis.

A los laboratoristas Glelia, Lucas y Celedonio por su ayuda en la realización de los análisis del presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del trigo	3
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Clasificación Taxonómica.....	4
2.2. Generalidades de la harina de trigo	5
2.2.1. Harina de trigo.....	5
2.2.2. Composición de la harina de trigo.	5
2.2.3. Composición química de la harina de trigo.....	6
2.3. Generalidades del maíz	7
2.3.1. Origen.....	7
2.3.2. Clasificación Taxonómica.....	9
2.3.3. Valor nutritivo.	9
2.4. Generalidades del maíz “chuncho”.....	12
2.4.1. Origen y Distribución.	12
2.4.2. Descripción.....	12
2.4.3. Características.	13
2.5. Fibra	14
2.5.1. Definición de fibra.....	14

2.5.2. Componentes de la fibra.....	17
2.5.3. Fuentes de fibra.....	21
2.5.4. Clasificación y tipos de fibra.....	25
2.5.4.1. Fibras solubles.....	25
2.5.4.2. Fibras insolubles.....	28
2.5.5. Ventajas de las fibras.....	29
2.5.6. El plátano como componente dietético.....	30
2.5.6.1. Plátano.....	30
2.5.6.2. Composición del plátano.....	31
2.5.6.3. Harina de plátano.....	33
2.6. Componentes de la masa panaria.....	34
2.6.1. Harina de trigo.....	34
2.6.2. Azúcar.....	35
2.6.3. Grasas en panificación.....	36
2.6.4. Sal.....	37
2.6.5. Levadura.....	37
2.6.6. Mejorador de masa.....	38
2.6.7. Agua.....	38
2.7. Proceso de elaboración de pan francés.....	39
2.7.1. Mezclado o amasado.....	39
2.7.2. Fermentación.....	40
2.7.3. Horneado.....	40
2.8. Pan Francés.....	40
2.8.1. Descripción del Producto.....	40

2.8.2. Utilización del Producto.....	41
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	42
3.2. Materia prima e insumos	42
3.2.1. Materia Prima.	42
3.2.2. Insumos.....	43
3.3. Equipos, materiales y reactivos.....	43
3.3.1. Equipos de laboratorio.....	43
3.3.2. Materiales de laboratorio y proceso.	43
3.3.3. Reactivos y soluciones.....	44
3.4. Métodos de análisis.....	44
3.4.1. Análisis fisicoquímico y proximal.	44
3.4.2. Evaluación sensorial.....	45
3.5. Metodología experimental.....	45
3.5.1. Caracterización fisicoquímica de la materia prima y del producto final.....	45
3.5.2. Operaciones para el proceso de la elaboración del pan francés.	45
3.5.3. Formulación del producto.	49
3.5.4. Evaluación sensorial.....	51
IV. RESULTADOS	52
4.1. Características fisicoquímicas de las materias primas.....	52

4.2. Características fisicoquímicas de los panes obtenidos con los diferentes porcentajes de mezclas de harina de maíz “chuncho” y harina de plátano (fibra)	53
4.3. Características sensoriales del producto final	55
4.4. Balance de materia del producto terminado.....	63
V. DISCUSIÓN.....	65
5.1. Características fisicoquímica de las materias primas.....	65
5.2. Características fisicoquímicas de los panes obtenidos con los diferentes porcentajes de mezclas de harina de maíz “chuncho” y harina de plátano (fibra)	69
5.3. Características sensoriales del producto final	79
5.4. Balance de materia del producto terminado.....	97
VI. CONCLUSIONES	98
VII. RECOMENDACIONES.....	99
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	100
IX. ANEXOS.....	107

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Porcentaje de los constituyentes del trigo en las principales partes morfológicas	3
2. Comparativo de los aminoácidos del grano del trigo, con otros Alimentos (g aminoácido/100 g de proteína)	4
3. Composición química de la harina de trigo	6
4. Peso y composición de las distintas partes del grano de maíz	8
5. Composición nutricional de los granos de maíz, trigo y arroz por 100 g	11
6. Fibra dietética en frutas (g/100g peso seco)	24
7. Composición nutricional de plátano	32
8. Composición promedio de la harina de trigo	35
9. Composición química del pan francés	41
10. Cantidad requerida de ingredientes para elaborar el pan francés	46
11. Formulación experimental del pan	49
12. Análisis fisicoquímico* de la harina de maíz "chuncho"	52
13. Análisis fisicoquímico* de la harina de plátano	52
14. Resultados de las características fisicoquímica * del pan de la mezcla al 8,8% de harina de maíz "chuncho" con diversos porcentajes de harina de plátano(fibra)	53

15. Resultados de las características fisicoquímico * del pan de la mezcla al 12.1% de harina de maíz “chuncho” con diversos porcentajes de harina de plátano (fibra)	54
16. Resultados de las características fisicoquímico* del pan de la mezcla al 15.4% de harina de maíz “chuncho” con diversos porcentajes de harina de plátano (fibra)	54
17. Atributos sensoriales en relación a los niveles de sustitución de harina de maíz “chuncho” y harina de plátano (fibra)	55
18. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo ACEPTABILIDAD según porcentaje de harina de maíz “chuncho” adicionado	56
19. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo ACEPTABILIDAD según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado	56
20. Tratamientos y comparación múltiple de la prueba de Tukey análisis de varianza para el atributo ACEPTABILIDAD	57
21. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo COLOR según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.....	58
22. Comparación múltiple de la prueba de Tukey Análisis de varianza para el atributo COLOR.....	58
23. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo OLOR según porcentaje de harina de maíz “chuncho” adicionado	59
24. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo OLOR según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.....	59

25. Tratamientos y comparación múltiple de la prueba de Tukey análisis de varianza para el atributo OLOR	60
26. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo SABOR según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.....	60
27. Tratamientos y comparación múltiple de la prueba de Tukey análisis de varianza para el atributo SABOR.....	61
28. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo TEXTURA según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.....	61
29. Tratamientos y comparación múltiple de la prueba de Tukey análisis de varianza para el atributo TEXTURA.....	62
30. Balance de materia de la elaboración del pan francés al 12,1% de sustitución de harina de maíz “chuncho” y 1,2% de adición de harina de plátano (fibra)	64
31. Análisis de varianza para el atributo ACEPTABILIDAD	110
32. Análisis de varianza para el atributo ACEPTABILIDAD considerando un DBCA.....	110
33. Análisis de varianza para el atributo COLOR.....	111
34. Análisis de varianza para el atributo COLOR, considerando un DBCA	111
35. Análisis de varianza para atributo OLOR.....	112
36. Análisis de varianza para el atributo OLOR, considerando un DBCA.....	112
37. Análisis de Varianza para el atributo SABOR	113
38. Análisis de varianza para el atributo SABOR, considerando un DBCA.....	113
39. Análisis de varianza para el atributo TEXTURA.....	114
40. Análisis de varianza para el atributo TEXTURA, considerando un DBCA	114

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Componentes de la Fibra dietética.....	20
2. Diagrama de flujo para la elaboración del pan francés con harina de maíz "chuncho" y harina de plátano (fibra).....	48
3. Diagrama experimental para determinar el mejor tratamiento en base a la formulación	50
4. Diagrama de flujo para la elaboración del pan con harina de maíz "chuncho" y harina de plátano (fibra).....	63
5. Diagrama de medias para el atributo ACEPTABILIDAD según el porcentaje de harina de maíz "chuncho" adicionado durante la elaboración del pan francés.....	81
6. Diagrama de medias para el atributo ACEPTABILIDAD según el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado durante elaboración del pan francés.....	82
7. Diagrama de medias para el atributo ACEPTABILIDAD según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan francés.....	83
8. Diagrama de medias para el atributo COLOR según el porcentaje de harina de maíz "chuncho" adicionado durante la elaboración del pan francés.....	84
9. Diagrama de medias para el atributo COLOR según el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado durante la elaboración del pan	85

10. Diagrama de medias para el atributo COLOR según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan francés	86
11. Diagrama de medias para el atributo OLOR según el porcentaje de harina de maíz “chuncho” adicionado durante la elaboración del pan francés.....	87
12. Diagrama de medias para el atributo OLOR según el porcentaje de plátano (fibra) adicionado durante la elaboración del pan francés	88
13. Diagrama de medias para el atributo OLOR según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan francés	89
14. Diagrama de medias para el atributo SABOR según el porcentaje de harina de maíz “chuncho” adicionado durante la elaboración del pan francés.....	90
15. Diagrama de medias para el atributo SABOR según el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado durante la elaboración del pan francés	91
16. Diagrama de medias para el atributo SABOR según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan francés	92
17. Diagrama de medias para el atributo TEXTURA según el porcentaje de harina de maíz “chuncho” adicionado durante la elaboración del pan francés.....	93
18. Diagrama de medias para el atributo TEXTURA según el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado durante la elaboración del pan francés	94
19. Diagrama de medias para el atributo TEXTURA según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan francés	95

RESUMEN

Como un aporte a la nutrición / alimentación de la creciente población, se desarrollo el presente trabajo cuyo objetivo fue evaluar la calidad fisicoquímica y sensorial del pan preparado de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz "chuncho" y adición de harina de plátano como fibra. Se evaluaron sustituciones de 8,8; 12,1 y 15,4% de harina de trigo por harina de maíz "chuncho" y se evaluó la adición de 1,2; 2,4; 4,8; 9,6 % de harina de plátano como fibra en el pan. Se encontraron diferencias en la textura, color, sabor, olor, densidad y aceptabilidad. Se notaron efectos importantes en el manejo de las masas en particular con los de 12,1% de harina de maíz "chuncho"; 4,8; 9,6% de harina de plátano como fibra y de 15,4% de harina de maíz "chuncho"; 1,2; 2,4; 4,8; 9,6% de harina de plátano como fibra. Así mismo, a mayor nivel de harina de maíz "chuncho" y harina de plátano como fibra soluble, se encontró una textura dura. La calidad de la proteína del pan disminuyó con el nivel de adición de la harina de maíz "chuncho" y harina de plátano como fibra, ya que a mayor porcentaje de adición de la estas harinas este disminuía su valor proteico del pan, sin embargo la diferencia en calidad proteínica entre los diferentes porcentajes de sustitución de harina de maíz "chuncho" y adición de harina de plátano como fibra no alcanzó significancia estadística, para la calidad de la fibra del pan este incremento con el nivel de adición de las harinas de maíz "chuncho" y plátano como fibra en donde

se alcanzó una diferencia estadística. En base a un análisis estadístico de las características fisicoquímicas se seleccionó el pan con 12,1 y 15,4% de harina de maíz "chuncho" y 1,2 % de harina de plátano como fibra y a través de una prueba sensorial se seleccionó el pan con 12,1% de harina de maíz "chuncho" y 1,2% de harina de plátano como fibra como el más adecuado para los fines de estudio. Este pan francés es diferente al pan de trigo en varios parámetros nutricionales y en algunos superiores.

Palabras clave: Pan de maíz "chuncho"/plátano como fibra, características fisicoquímicas, sensoriales, sustitución parcial y adición de harinas.

I. INTRODUCCION

La Selva Peruana presenta un gran desafío al ingenio humano y se trata de una de las áreas de mayor diversidad biológica del planeta, cuyo potencial agroindustrial derivado de su gran riqueza es enorme. El desafío para los científicos y técnicos, para los gobiernos y empresarios privados, radica en la necesidad de dar un uso racional a la amazonía con criterios de autosostenibilidad, poniendo al alcance de los habitantes de esta región, recursos que tengan bondades alimenticias y que sean capaces de solucionar problemas nutricionales y generar la creación de industrias.

Los cambios registrados en los últimos años en el perfil de los consumidores y en sus hábitos alimenticios brindan importantes oportunidades de negocios a la industria alimenticia, además impulsa a la elaboración de productos fortificados y enriquecidos, destinados a satisfacer necesidades específicas de personas sanas, que tienen efectos benéficos sobre el organismo y evitan posibles enfermedades.

Los productos así denominados han sido modificados en su composición original, mediante la adición de nutrientes esenciales a fin de satisfacer necesidades particulares de alimentación de determinados grupos de la población.

Debido a los problemas de desnutrición de ciertos sectores de la población y las condiciones económicas actuales, se hace necesario introducir alimentos de bajo costo y alto nivel nutritivo.

La utilización de productos de la región como la harina de maíz “chuncho” y la harina de plátano por su aporte como fibra, son parte del consumo diario y de los hábitos alimenticios de los habitantes de la zona y estas, son las materias primas que se van a utilizar para la realización del presente estudio.

Los objetivos de la presente investigación realizada son los siguientes: evaluar el efecto de la adición de la sustitución parcial de los diferentes niveles de la harina de maíz “chuncho” y adición de fibra de harina de plátano sobre las características fisicoquímicas del pan francés, elaborado con estos insumos y determinar el contenido de la harina de maíz “chuncho” y de la fibra de la harina de plátano de esta sustitución y adición sobre los atributos sensoriales del pan francés.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del trigo

2.1.1 Origen

El trigo se cultiva en todo el mundo, desde los límites del Ártico hasta cerca del Ecuador. Es adaptable a condiciones diversas. Las variedades cultivadas que son de muy diferente genealogía y crecen bajo condiciones de suelo y clima muy variados, muestran características muy diversas. El mejor cultivo se consigue en terreno cargado de arcilla, aunque el rendimiento es satisfactorio en terrenos más ligeros (TAPIA, 2001).

Cuadro 1. Porcentaje de los constituyentes del trigo en las principales partes morfológicas.

	H de C	Proteína	Fibra	F. cruda	Lípidos	Mineral
Pericarpio y aleurona	0	20	70	93	30	67
Endospermo	100	72	27	4	50	23
Embrión y escutelo	0	8	3	3	20	10

H de C = Hidratos de carbono

Fuente: Buskens, (1982).

En el cuadro 2, se indica la diferencia del contenido de aminoácidos de diferentes alimentos en comparación con el grano de trigo

Cuadro 2. Comparativo de los aminoácidos del grano del trigo, con otros Alimentos (g aminoácido/100 g de proteína).

Aminoácido	Trigo	Maíz	Quinoa	Arroz	Frijol	Carne	Pescado	Leche	Patrón FAO
Arginina	4,5	4,2	6,8	6,9	6,2	6,4	5,1	3,7	5,0
Fenilalanina	4,8	4,7	4,0	5,0	5,4	4,1	37,0	1,4	6,0
Histidina	2,0	2,6	2,8	2,1	3,1	3,5	---	2,7	3,0
Isoleucina	4,2	4,0	7,1	4,1	4,5	5,2	5,1	10,0	4,0
Leucina	6,8	12,5	6,8	8,2	8,1	8,2	7,5	6,5	7,0
Lisina	2,6	2,9	7,4	3,8	7,0	8,7	8,8	7,9	5,5
Metionina	1,4	2,0	2,2	2,2	1,2	2,5	2,9	2,5	3,5
Treonina	2,8	3,8	4,5	3,8	3,9	4,4	4,3	4,7	4,0
Triptófano	1,2	0,7	1,3	1,1	1,1	1,2	1,0	1,4	1,0
Valina	4,4	5,0	3,4	6,1	5,0	5,5	5,0	7,0	5,0

Fuente: Tapia (2001).

2.1.2 Clasificación Taxonómica

Según REPO-CARRASCO (1998), el trigo presenta dos especies las cuales tienen la siguiente clasificación:

- Especies : *Triticum aestivum* (trigo común)
: *Triticum turgidum* (trigo durum)
- Familia : Gramíneas

2.2 Generalidades de la harina de trigo

2.2.1 Harina de trigo.

Es la materia prima esencial en el completo sentido de la palabra: formadora de la masa, en particular la harina de trigo *Triticum aestivum* (trigo común para panificación). La harina de trigo posee constituyentes aptos para la formación de masas (proteína – gluten), pues la harina y agua mezclados en determinadas proporciones, producen una masa consistente. Esta es una masa tenaz, con ligazón entre sí, que en nuestra mano ofrece una determinada resistencia, a la que puede darse la forma deseada, y que resiste la presión de los gases producidos por la fermentación (levado con levadura, leudado químico) para obtener el levantamiento de la masa y un adecuado desarrollo de volumen (BUSKENS, 1982).

2.2.2 Composición de la harina de trigo

La harina debe ser: suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños a rancio, moho, amargo o dulce. Debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, libre de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales (REPO-CARRASCO 1998).

En el Cuadro 3, se indica la composición de la harina de trigo.

Cuadro 3. Composición química de la harina de trigo.

Componente	Valor %
Glúcidos	74 - 76
Próticos.	9 - 11
Lípidos	1 - 2
Agua	11 - 14
Minerales	1 - 2

Fuente: Repo-Carrasco (1998).

2.2.3 Composición química de la harina de trigo

BUSKENS (1982), manifiesta que entre los componentes químicos de la harina de trigo tenemos:

- **Almidón:** es el elemento principal que se encuentra en todos los cereales. Es un glúcido que al transformar la levadura en gas carbónico permite la fermentación.
- **Gluten:** el gluten otorga elasticidad a las masas reteniendo la presión del gas carbónico producido por la levadura.
- **Azúcares:** están también presentes en la harina pero en un porcentaje mínimo, ayudan a la levadura a transformar el gas carbónico.
- **Materias grasas:** están localizadas en el germen y en las cáscaras del grano de trigo. Es importante destacar que parte de estas materias desaparecen durante el envejecimiento de las harinas y se convierten en ácidos grasos que alteran la calidad de la harina.

➤ **Materias minerales o cenizas:** para determinar el porcentaje de ellas es necesaria la incineración de las harinas. A menor proporción de cenizas mayor pureza de la harina (0000). La de 3 ceros es más oscura y absorbe más cantidad de agua.

➤ **Vitaminas:** contiene vitaminas B1, B2, PP y E.

SERNA (1995), indica que la harina de trigo es el vehículo más utilizado, debido a que en muchos países y sectores poblacionales constituye casi la mitad de la ingesta calórica diaria. En su estado natural, el grano de trigo contiene una buena fuente de vitamina B1 y B2, niacina, B6, E, hierro y zinc; sin embargo, más de la mitad de estos nutrientes se pierde en el proceso de molienda.

Según la FAO (1992), el contenido de fibra de la harina de trigo es de 0,50 g/100 g.

REPO – CARRASCO (1998), hace mención que el contenido de fibra dietética en el trigo es de 19,41 % en donde lo conforman con un 19,31 % la fibra insoluble y 0,10 % la fibra soluble.

2.3 Generalidades del maíz

2.3.1 Origen

Se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace entre 7 000 y 10 000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz

estimadas en más de 5 000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos (WILKES, 1979).

ZECEVICH (1984), indica que las características más resaltantes que hace que el maíz se haya expandido enormemente en el mundo, es su gran adaptabilidad a diferentes condiciones de clima y suelo, así:

- Las altitudes varían de por debajo del nivel del mar, hasta poco menos de 12,000 pies (Andes Peruanos).
- La precipitación pluvial varia de 10 pulgadas hasta 200 pulgadas.
- Es un cultivo que requiere menores gastos en semilla, mantenimiento, fertilizantes, etc.

Las distintas partes del grano de maíz se indican en el cuadro 4.

Cuadro 4. Peso y composición de las distintas partes del grano de maíz

Composición (%)	Endospermo	Embrión	Pericarpio	Escutelo
Almidón	87,6	8,3	7,3	5,3
Grasas	0,8	33,2	1,0	3,8
Proteínas	8,0	18,4	3,7	9,1
Cenizas	0,3	10,5	0,8	1,6
Azúcares	0,6	10,8	0,3	1,6
Resto	2,7	18,8	86,9	78,6
Materia seca	83,0	11,0	5,2	0,8

Fuente: FAO (1992).

2.3.2. Clasificación Taxonómica

ZECEVICH (1984), el maíz se encuentra clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea mays (L)*, y comprende a todas las variedades cultivadas, de las cuales cinco son las principales:

- Dentado (*Zea mays L, indentat*).
- Duro (*Zea mays L.*).
- Dulce (*Zea mays L. rugosa*).
- Reventón (*Zea mays L. praecox*).
- Rojo harinoso (*Zea mays L. erythrolipsis*)

2.3.3. Valor nutritivo

Según ZECEVICH (1984), el contenido de los elementos nutritivos en función de sus valores medios son:

➤ Hidratos de carbono: Casi el 73 % del grano está formado por hidratos de carbono bajo la forma de almidón, azúcar y fibra (celulosa). El almidón se encuentra principalmente en el endospermo; el azúcar en el germen y la fibra en el salvado. El recubrimiento fibroso esta compuesto de celulosa.

➤ Proteínas: El contenido medio de proteínas del maíz integral es de un 10 %, pero aproximadamente la mitad o las tres cuartas partes de las cantidades correspondientes se hallan en el "gluten córneo" y "almidón córneo". El germen si bien constituye solo aproximadamente el 1/10 del grano, encierra casi la quinta parte del total de proteínas. El maíz contiene tres tipos de proteínas prolamina, principalmente en forma de zeina, globulina y glutenina. La zeina es una proteína imperfecta, desprovista de una aminoácido muy

importante, la lisina, y asimismo es muy deficiente en triptófano. Si bien el maíz presenta este inconveniente también es cierto que la glutina y la mezcla de las proteínas que existen en el germen están relativamente bien provistas de todos los aminoácidos esenciales que tienden a compensar la deficiencia de la zeína.

➤ **Grasas:** El contenido de grasas del grano entero es de 4.5 %. Más del 80 % de esta cantidad se encuentra en el germen y el resto en la porción exterior (córnea) del endospermo. La lanolina del aceite de maíz constituye cerca del 50 % de las grasas totales, de forma que el aceite es una buena fuente de ácido linoleico, uno de los ácidos grasos esenciales no saturados que deben hallarse presentes en los alimentos ingeridos. Otro ácido graso que predomina en el maíz es el ácido oleico. De los otros dos ácidos esenciales el linolénico y el araquidónico, el maíz solo contiene cantidades insignificantes.

➤ **Sustancias minerales:** El maíz contiene aproximadamente 1.3 % de cenizas de las cuales las tres cuartas partes del total se encuentra en el germen y el resto en el endospermo exterior (córneo). El maíz es muy pobre en calcio. Pero rico en fósforo. Las cantidades presentes de magnesio, sodio y cloro son muy pequeñas. Por otro lado el maíz contiene importantes cantidades de hierro en todo el grano, constituyéndose de esta manera en una fuente muy importante de este mineral en la alimentación.

➤ **Vitaminas:** En el maíz las vitaminas están localizadas sobre todo en el germen y en la capa exterior del endospermo, donde se encuentra la aleurona. La porción restante del endospermo es más pobre en vitaminas que otras partes del grano. Esta distribución hace importante el efecto de la

molienda sobre el valor nutritivo del maíz. Entre las vitaminas presentes en el maíz encontramos a: tiamina, riboflavina, niacina, triptófano, ácido ascórbico, caroteno, vitamina E o tocoferol y vitamina D.

Cuadro 5. Composición nutricional de los granos de maíz, trigo y arroz por 100 g.

Contenido	Maíz, harina molida	Trigo, harina	Arroz, grano pulido
Agua %	12,00	12,00	13,00
Almidón, fibra g	1,00	0,50	0,20
Calcio mg	6,00	24,00	6,00
Calorías	362,00	359,00	360,00
Carbohidratos g	74,50	74,10	78,90
Cenizas g	1,10	0,65	0,60
Fósforo mg	178,00	191,00	140,00
Grasas g	3,40	1,30	0,70
Hierro mg	1,80	1,30	0,80
Niacina mg	1,90	2,00	—
Proteínas g	9,00	12,00	6,80
Riboflavina mg	0,08	0,07	0,03
Tiamina mg	0,30	0,26	0,12

Fuente: FAO (1992).

La FAO (1992), hace mención que el porcentaje de fibra en la harina de maíz (*Zea mays L.*) es de 1,00 g / 100 g.

REPO – CARRRASCO (1998), menciona que el porcentaje de fibra dietética del maíz amarillo es de 19.49 % tomando en cuenta que 17,65 % es fibra insoluble y 1,84 % es fibra soluble.

2.4. Generalidades del maíz “chuncho”

2.4.1. Origen y Distribución

El maíz “chuncho” se cultiva en el valle subtropical de la convención, norte de Macchu-Picchu en el río Urubamba. Esta y otras razas de maíz se cultivan en esa zona en laderas empinadas del valle, entre los 1,300 y los 1,800 msnm, porque las zonas bajas se reservan principalmente para los cultivos de caña de azúcar, cítricos, etc. En el departamento de Huánuco se han hallado colecciones semejantes a las del chuncho en altitudes que van de los 2,250 a los 2,700 msnm (SALHUANA, *et al.*, 2004).

El maíz “chuncho” tiene características fuertes variadas y coloridas parecidas a las especies típicos de las tierras bajas centrales americanas del sur. La información fue recogida en el valle de la convención, lo cual indico que durante el siglo IV, en que un senador peruano con activos agrarios en la región de la convención importó una especie de maíz que los nativos lo llaman o se refieren como “maíz nueva Granada”. Nueva Granada fue la designación española para el anterior virreinato de España que comprendió cuál es hoy en día Colombia, Venezuela y parte de Ecuador (GROBMAN, *et al.*, 1961).

A esta raza se le considera perteneciente al grupo Tuxpeño y fue introducida, posiblemente, de Venezuela o Colombia (MANRIQUE, 1989).

2.4.2. Descripción

Presenta plantas altas de 3,00m de altura, color rojo claro púrpura, con 15 hojas largas y anchas, tallos gruesos y abundantes raíces

adventicias; son tardías y florecan entre los 130 y 140 días. Las mazorcas son medianas y gruesas, cilindrocónicas, de 16 cm de longitud, con 7 cm de diámetro y 16 hileras irregulares. Los granos son medianos, chatos y dentados. Endospermo, amiláceo y de color blanco, raramente cristalino o amarillo. Pericarpio y tusa generalmente blancos, combinados con rojo claro. (MANRIQUE, 1989).

Las Plantas son muy altas y muy retardadas, haciendo un promedio de 181 días a mediados de fecha, cuando se ha plantado en la costa (estación invierno); el tamaño/longitud de las hojas miden 14,9cm, el área de la hoja es amplia y larga, incluido el índice del tallo de intermedio a grueso con el apoyo del tallo fuerte y desarrollado y el pelo del choclo pequeño, el color de la planta es sonrojado, relativamente alta y resistente para derrumbarse y al *Helminthosporium* (GROBMAN, *et al.*, 1961).

2.4.3. Características

Las características del maíz "chuncho" se asemejan mucho al grupo tuxpeño, y esta consideración, esta acoplado con la información histórica, la cual nos conduce hacia la conclusión que una especie de maíz tipo tuxpeño se implanto en los valles de la convención también se experimentó allí una extensiva especie de hibridación muy similar en características de la espiga de la planta del marañón.

La derivación de "chuncho" deriva del nombre quechua para los habitantes de las tierras bajas amazónicas, y para tales casos se guardó relación con ellos (GROBMAN, *et al.*, 1961).

2.5. Fibra

2.5.1. Definición de fibra

Se han considerado fibras dietéticas a los polisacáridos vegetales y la lignina, que son resistentes a la hidrólisis por los enzimas digestivos del ser humano.

Aún no existe una definición precisa y universal de la fibra. El término de fibra dietética se introdujo hace 50 años por Hipsley en 1953 y posteriormente resurgió por Trowell en el año de 1972, quien la describió como una mezcla heterogénea de sustancias orgánicas complejas que tiene propiedades físicas y químicas diferentes y se encuentran en las paredes celulares de las plantas. Posteriormente la definió como "plantix de polisacáridos y lignina, la cual es resistente a la hidrólisis de las enzimas digestivas de las personas". Las células del plantix se componen de celulosa, hemicelulosa, sustancias pécticas y lignina, la cual es el mayor componente. Sin embargo los mucílagos, gomas y polisacáridos sintéticos también son considerados fibra. La mayoría, excepto la lignina, son polisacáridos (TROWEL *et al.*, 1976).

En la actualidad se les hace saber a los consumidores que la fibra es de los principales componentes de los alimentos o bien el principal, que ayuda a tener una buena digestión y a prevenir y/o disminuir diversos desórdenes metabólicos y gastrointestinales (DREHER, 1987).

El término de "fibra cruda" hace referencia a lo que hoy se conoce como fibra dietética o alimentaria, la cual incluye pectinas, gomas y mucílagos, entre otras. La fibra se clasifica de acuerdo a sus propiedades físicas: la fibra

soluble (pectinas, gomas, mucílagos, algunas hemicelulosas) y la fibra insoluble (lignina, celulosa, la mayoría de las hemicelulosas). La soluble es altamente fermentable y se asocia con el metabolismo de carbohidratos y lípidos, mientras que la insoluble acelera el tránsito intestinal e influye en el número y clase de bacterias fecales. En el caso de la fibra no se puede hablar de cantidades que se deban ingerir diariamente, por lo que sólo se recomienda una dosis de 25-30 g diarios para adultos o bien 10 g por cada 1,000 Cal. En estudios realizados en la universidad de Cambridge en personas vegetarianas se determinó un rango de 6 a 87 g de fibra al día (GARCÍA, 1990).

La fibra es fermentada en el intestino grueso, produciendo hidrógeno, metano, dióxido de carbono y cadenas cortas de ácidos grasos. Estas últimas son rápidamente absorbidas por el tracto gastrointestinal y contribuyen al balance de energía del cuerpo. Interviene también en la velocidad y efectividad de adsorción de los nutrimentos en el intestino grueso. Muchos vegetales y la mayoría de las frutas contienen cantidades significantes de fibra en peso seco, pero también contienen una gran cantidad de agua, lo cual diluye el contenido de fibra. Por ejemplo, el nivel de fibra dietética para el durazno seco es de 9,6 %, mientras que en durazno fresco es de 1,9 % únicamente. Existe una amplia variedad de alimentos con fibra dietética; los niveles y composición de éstos son muy amplios, varían desde 89 % de fibra dietética total en el salvado de trigo, hasta 0,3 % en la sandía (DREHER, 1987).

La fibra dietética como muchas otras no es digerida por las enzimas digestivas y es considerada como una fuente de fibra soluble que

presenta numerosas propiedades nutricionales como es el proveer efectos prebióticos demostrados en estudios in vitro e in vivo. El añadir la fibra soluble a un alimento permitirá compensar la deficiencia de ésta en la dieta del ser humano, además de ser un alimento no calórico, ya que proporciona menos de 2 Kcal/g, no da a los alimentos viscosidad y es inodora y con sabor neutro, por lo tanto no afecta las propiedades sensoriales de los productos (LÓPEZ Y MINGO, 2003).

La fibra dietética se compone de fibra soluble e insoluble y proporciona numerosos y grandes beneficios a la salud. Permite la proliferación de flora bacteriana, como son las bacterias bífidas, bacterias ácido lácticas y bacilos en el colon, aumenta la tolerancia gastrointestinal, disminuye el nivel de colesterol, favorece la formación de ácidos grasos de cadena corta, regula el tránsito en el tracto digestivo y mejora la adsorción de micronutrientes como hierro y calcio. Para personas con problemas de obesidad es recomendada debido a que calma el hambre, a mayor volumen de fibra ingerida da la sensación de saciedad y disminuye un poco la energía aprovechada (menos de 100 Kcal), en parte debido a que aumentan la excreción de grasa en las heces, y a la vez, tienen un efecto controlante en la presión arterial (GARCÍA, 1990).

El estreñimiento crónico se debe en parte a la falta de consumo de fibra. Ya hemos dicho que la fibra dietética regula el tránsito intestinal, pero además facilita y aumenta el volumen y peso de las heces, lo cual sirve de estímulo al intestino. El mayor peso de las heces se debe a la capacidad de absorber agua que tiene la fibra y al gran número de bacterias que se

desarrolla en ella. Estudios recientes muestran que la fibra dietética juega el papel protector contra el cáncer de colon al acelerar el tránsito digestivo y disminuir así el tiempo de contacto de las posibles sustancias cancerígenas que llevan los alimentos con la mucosa intestinal (LÓPEZ Y MINGO, 2003).

La fibra dietética comprende una alta variedad de materiales complejos y es, por tanto difícil de conceptualizar. No existe una definición aceptada intencionalmente, pero varios autores han tratado de definirla desde mediados del siglo pasado. Hipsley en 1953 fue el primer científico que reflejo por escrito el término de fibra dietética, definiéndolo como "los constituyentes no digeribles que se encuentran en la pared de la célula vegetal", haciendo sinónimo el término de fibra vegetal con el de fibra dietética"

En esta época diversos estudios epidemiológicos encuentran una correlación entre el consumo de determinados alimentos no digeribles y la disminución de ciertas patologías, como el estreñimiento, la obesidad, la diabetes, la enfermedad coronaria, e incluso determinados tipos de cáncer, proponiendo la conocida "hipótesis de la fibra dietética". El motivo para incluir estos nuevos componentes de las plantas se basaba en las propiedades fisiológicas atribuidas a la fibra dietética, pero no necesariamente a su similitud química o a su situación en la pared celular (OSCAR DE HARO Y VELÁSQUEZ DE CASTRO, 2007).

2.5.2. Componentes de la fibra

Los principales componentes de la fibra dietética se derivan de las paredes celulares de vegetales presentes en la dieta y comprenden celulosa, hemicelulosas y pectina (los polisacáridos no-almidón). La lignina, un

componente no-hidrato de carbono de la pared celular, también se incluye a menudo como tal. Actualmente no hay un consenso sobre qué hidratos de carbono deberían incluirse como fibra dietética y diferentes autores han incluido polisacáridos no-almidón y almidón resistente. Más recientemente se ha sugerido que oligosacáridos no digeribles también se deberían incluir en el término (FAO, 1998).

CASTAÑO (2004), menciona que entre los constituyentes más comunes de la fibra se encuentran la celulosa, hemicelulosas, lignina, suberina, cutina, pectinas, almidones resistentes a la digestión, oligosacáridos no digeribles, y también se pueden hallar pequeñas cantidades de proteínas y glucoproteínas.

➤ **Celulosa:** Se presenta en forma de micro fibrillas de diámetros variables (3-10 nm) dependiendo de la especie y tipo de planta. Las paredes de las células de la mayoría de frutas y verduras contienen entre 30 - 40 % de celulosa, mientras que algunos granos de cereales contienen únicamente 2 - 4 % de celulosa.

➤ **Hemicelulosa.** En este grupo se incluyen los componentes de las paredes de las células vegetales que se extraen con álcali, como los xiloglucanos, beta-glucanos y arabinosilanos que escasean en frutas y verduras, pero abundan en cereales (grano de trigo).

➤ **Lignina.** Es un polímero de alcoholes aromáticos que se encuentra en las paredes celulares de las plantas, cuya cantidad se incrementa con la madurez de la planta; abunda en el brócoli, en el tallo de los espárragos y en las células escleróticas de las peras.

➤ **Suberina.** Es similar a la lignina, pero con un segundo dominio hidrofóbico poliéster. Se encuentra asociada con las ceras en las células de corcho que forman la piel de las raíces de muchas verduras y tubérculos, incluyendo la papa.

➤ **Cutina.** Poliéster que, junto con la cera, forma la cutícula que recubre externa o internamente las hojas y frutas.

➤ **Pectina:** Consiste principalmente de cadenas lineares de ácido galacturónico, algunos de los cuales pueden estar metilados; también pueden tener ramnosa a la que se unen oligosacáridos ricos en arabinosa y galactosa. Es un componente de la mayoría de las frutas, sobre todo los cítricos y manzanas; abunda en verduras y es escaso en cereales

➤ **Almidones resistentes.** La mayoría de almidones son digeribles en el intestino delgado, solo tres tipos escapan a esta digestión: a) Los gránulos de almidón empotrados en los vegetales, como en los cereales molidos; b) Gránulos de almidón naturales, altamente resistentes a la digestión, presentes en la papa cruda; y c) polímeros retrógrados formados cuando el almidón es enfriado después de que está siendo gelatinizado, como en el pan y en la cocción de las papas. Ciclos repetidos de calentar y enfriar incrementan este tipo de almidón

➤ **Oligosacáridos no digeribles.** Como la inulina (presente en la cebolla y en la soya). Se usan en los aditivos alimenticios, son solubles en etanol al 80 %. La fibra dietaria se comporta dentro del tracto gastrointestinal como una matriz orgánica con propiedades fisicoquímicas variables e inconstantes (susceptibilidad a la fermentación bacteriana, capacidad de

retener agua, intercambio catiónico y funciones adsorptivas), dependiendo en últimas de la estructura e interacción entre sus componentes.

Los componentes de la fibra dietética se muestran en la figura 1.

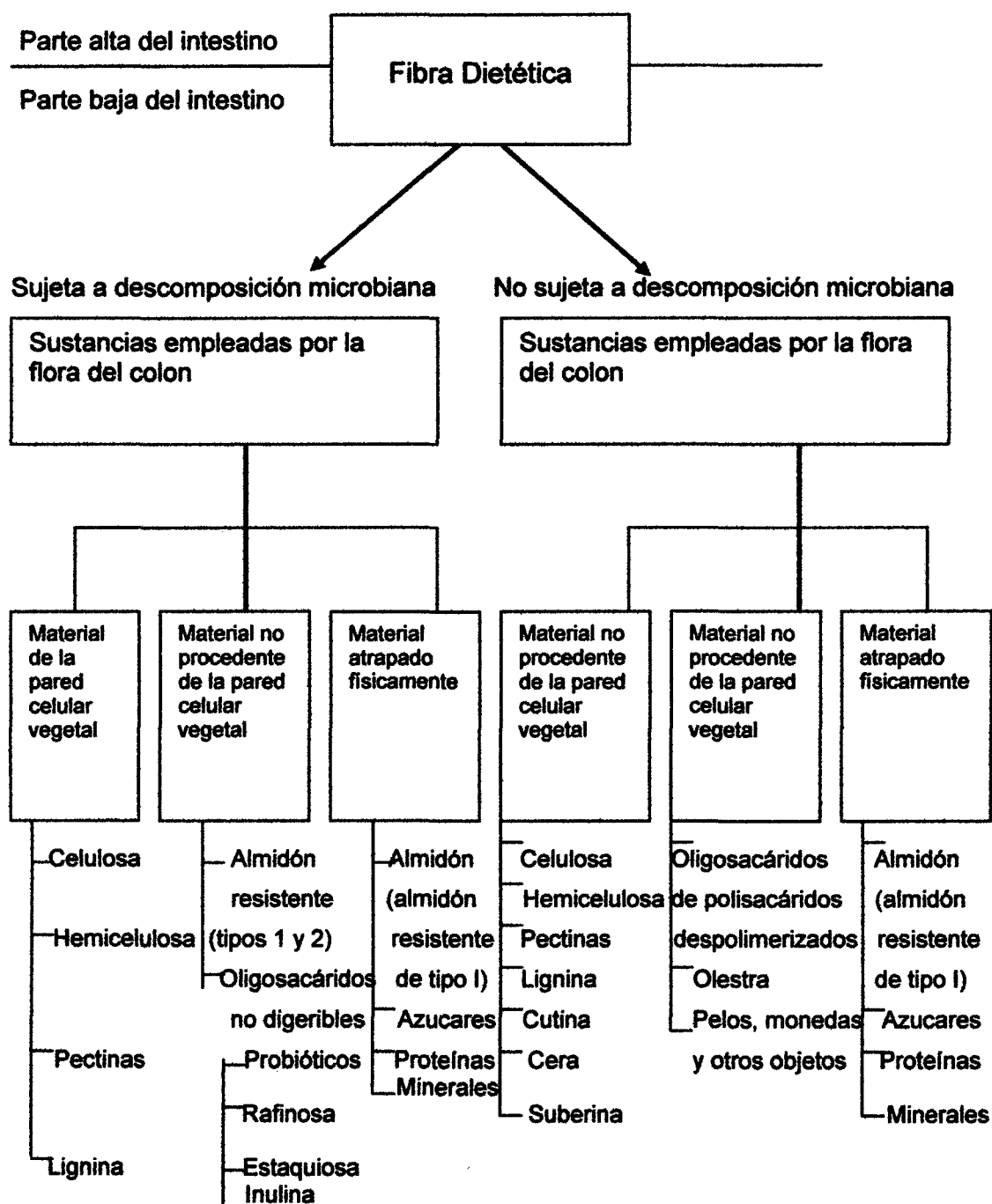


Figura 1. Componentes de la Fibra dietética.

Fuente: Escudero A., Gonzales S. (2006).

2.5.3. Fuentes de fibra

Según CASTAÑO (2004), más del 95 % de la fibra se halla en las paredes de las células parenquimáticas vegetales, entre las cuáles se destacan la celulosa, hemicelulosas, pectinas. A menudo las paredes de otras células vegetales contienen componentes no polisacáridos como la lignina, la suberina, la cutina y una cantidad de componentes fenólicos de bajo peso molecular; así como también pueden estar presentes pequeñas cantidades de proteínas, glicoproteínas, sílice y saponinas.

Los salvados de los diferentes cereales difieren en composición, en el de avena y en la cebada predomina la fibra soluble; mientras que en el de trigo y maíz tiene más de un 50 % de fibra soluble y pocos almidones. Sin embargo, la composición y propiedades físicas, aún de las mismas especies de cereales pueden variar. Se ha encontrado que el salvado de trigo y otros vegetales contienen un número de fotoquímicos con conocidas propiedades anticancerígenos y quizás a estos compuestos se deban las diferentes propiedades antineoplásicas de estos vegetales. Los vegetales, además de la fibras, también tienen otras sustancias con potenciales anticancerígenos como el α -caroteno, las vitaminas C, E, y selenio, los cuales tienen acción antioxidante; varios fotoquímicos no nutritivos como los isotiocianatos, flavonoides, índoles y terpenos; que en los estudios oscurecen la interpretación de los resultados favorables obtenidos con la fibra.

Estos componentes pueden complementar o interactuar con los mecanismos ejercidos por la fibra dietaria. Además, se debe tener en cuenta que existe un polimorfismo genético asociado con las enzimas que participan

en los mecanismos detoxificadores, los cuales pueden generar mayor o menor cantidad de especies nocivas que pueden ser retenidas en mayor o menor grado por las fibras dietarias.

Por el papel global que tiene la fibra en la disminución del riesgo de cáncer, la FAO, OMS y las asociaciones relacionadas con la nutrición, están promoviendo, el consumo de entre 20 a 35 gramos de fibra diariamente incrementando el consumo de vegetales, frutas y granos enteros, para promover una buena salud en los adultos; pero no basta con incrementar la cantidad, sino tener en cuenta que la calidad de la fibra y otros factores ambientales, demográficos y genéticos, están incidiendo sobre la fibra, y esta a su vez sobre el estado de salud.

Según RIVAS (2006), nos indica que existen alimentos con alto, bajo y exentos de fibra entre los cuales menciona:

➤ Alimentos con alto contenido en fibra (>2 g/100 g de alimento): alcachofa, apio, brócoli, col de bruselas, coliflor, hinojo, pimiento verde, cebolla, remolacha, zanahoria, tubérculos, legumbres, aceitunas, albaricoque, aguacate, ciruelas, fresa, higo, kiwi, limón, manzana, moras, naranja, pera, plátano, frutos secos, frutas desecadas, all brans (salvado), arroz integral, pan integral, pastas integrales.

➤ Alimentos con bajo contenido en fibra (<2 g/100 g de alimento): acelga, berro, champiñones, espinaca, lechuga, berenjena,

calabacín, pepino, pimiento rojo, tomates, mandarina, melocotón, melón, piña, uva, arroz blanco, pastas cocidas.

➤ Alimentos exentos de fibra: huevos, carnes, azúcar, grasas, condimentos.

El contenido de fibra en algunos alimentos comunes en nuestra dieta, se indica en el cuadro 6.

Cuadro 6. Fibra dietética en frutas (g/100g peso seco).

Frutas	Fibra dietética g/100g peso seco	Fibra Insoluble (%)	Fibra Soluble (%)
Caqui	14,1	90,4	9,6
Chirimoya	14,2	61,8	38,2
Ciruela var. El Dorado	14,3	61,8	38,2
Ciruela var. Laroda	17,6	57,2	42,8
Ciruela var. Sta. Rosa	6,2	76,3	23,7
Damasco	12,7	64,4	35,6
Durazno:			
- nectarino var. Independence	19,3	56,7	43,3
- nectarino var. Sungrand	15,3	59,5	40,5
- var. Fortuna	9,0	60,4	39,6
- var. Red Haven	19,0	63,5	36,5
- var. Summertime	14,6	62,8	37,2
- var. Suncreest	16,4	67,3	32,7
Frutilla	28,3	79,1	20,9
Guinda	12,3	75,0	25,0
Higo	31,0	59,8	40,2
Limón jugo	4,8	40,5	59,5
Manzana verde	18,9	72,3	27,7
Manzana roja	14,6	77,4	22,6
Melón calameño	12,9	82,0	18,0
Melón tuna	9,0	62,7	37,3
Naranja var. Valencia	18,1	53,1	46,9
Naranja var. Washington	16,7	54,6	45,4
Níspero	17,4	60,0	40,0
Papaya	38,8	66,1	33,9
Pepino	9,2	68,3	31,7
Pera var. Winter Neli	20,6	72,9	27,1
Plátano	11,1	82,2	17,8
Pomelo	26,1	76,4	23,6
Kiwi	19,6	69,2	30,8
Sandía	2,3	76,7	23,3
Uva:	8,0	80,0	20,0
- red seedless:			
- rosada ruby seedless	4,8	87,6	12,4
- rosada flame seedless	5,1	81,0	19,0
- perlette seedless	6,0	96,0	4,0
- blanca Thomson seedless	4,9	69,7	30,3
- egra Ribier	10,3	81,6	18,4
- negra rosada Emperor	17,9	80,8	19,2
- rosada Tokay	11,9	86,8	13,2

Fuente: PACK (2003).

2.5.4. Clasificación y tipos de fibra

Según la solubilidad existen dos amplias categorías de fibras, las solubles y las insolubles.

2.5.4.1. Fibras solubles. Son solubles en agua o en soluciones tampones, forman gel de manera natural, son degradadas y fermentables en el intestino grueso. Entre ellas están las pectinas, gomas, algunas hemicelulosas y celulosas químicamente modificadas como la carboximetilcelulosa. También se incluyen las gomas provenientes de microorganismos.

En general este tipo de fibras son ampliamente utilizadas como aditivos alimenticios (espesantes, estabilizadores, agentes gelificantes); estimulan el crecimiento de la flora intestinal, lo que a su vez incrementa la producción de ácidos grasos de cadena corta, que reducen el pH del colon (HARRIS Y FERGUSON, 1993 Y 1999; GREENWALD, 2001).

La fibra soluble tiene como objetivo promover el aumento de la hormona GLP-1 en el intestino, para mejorar las funciones pancreática y hepática (PATRONE, 2001).

Según PATRONE (2001), menciona que existen diversos tipos de fibra soluble entre los cuales tenemos:

➤ **Glucomanan.** Es una fibra vegetal no digerible que se extrae del tubérculo de una planta asiática llamada *Amorphophallus konjac*, originaria de India y que se cultiva desde hace siglos en Japón para producir "konjac" una tradicional comida japonesa. Al estar en contacto con las enzimas propias del estómago, incrementa hasta 100 veces su volumen original convirtiéndose en un gel que absorbe las grasas y los azúcares impidiendo su absorción por el

organismo.” Disminuye la sensación de estómago vacío y por consiguiente, el apetito”. Asimismo, aumenta el volumen de las heces y consigue regular la función intestinal y evitar el estreñimiento actuando como un laxante suave.

Por otro lado, estudios experimentales y clínicos han demostrado que contribuye a reducir los niveles de colesterol LDL”. Glucomanan, absorbe en su paso por el intestino, colesterol, triglicéridos y otros lípidos, así como ácidos biliares. “Esta acción es importante por cuanto ayuda a reducir los niveles de colesterol, triglicéridos y lípidos.

➤ **Beta – Glucano.** El beta glucano es un azúcar complejo tipo fibra (polisacárido), que se encuentra en la pared celular de la levadura, la avena y la fibra de cebada, así como en muchos hongos medicinales. El beta glucano se encuentra en la pared celular de muchas levaduras y fibras de cereales, como la avena, el trigo y la cebada. Se lo puede comprar como suplemento dietario.

➤ **Galatomanano o goma de Tara.** Obtenido a partir del endospermo de la semilla del árbol de tara. Actúa como un espesante natural de alta viscosidad en bajas concentraciones, tiene buena sinergia para combinarse con otros agentes naturales y sintéticos. Se lo compra como suplemento dietario. No hay que confundirlo con el galactomanano que es un derivado de un hongo.

➤ **Pectina.** Forma parte de la pared celular de las plantas, especialmente en la piel o en las semillas, tiene la capacidad de formar un gel cuando se combina con azúcar o ácidos son ricos en pectina: las manzanas,

los cítricos, las zanahorias, berenjenas, calabaza, plátano, higos, peras y ciruelas.

➤ **Inulina.** La inulina es una sustancia encuadrada dentro del grupo de los oligosacáridos y su composición es la de un hidrato de carbono de cadena larga. Químicamente se trata de una cadena lineal de moléculas de fructosa (de 20 a 60), con una molécula de fructosa terminal. Como suplemento nutricional suele extraerse de la achicoria, tras evaporar el jugo de la raíz, y se encuentra en algunos alimentos vegetales como la alcachofa (donde abunda tanto como la achicoria), el ajo, la cebolla, el espárrago, el puerro, el trigo y el plátano. Presenta numerosas propiedades protectoras de la salud.

La inulina no se predigiere en la boca por acción de la saliva y atraviesa casi intacta el estómago y el intestino delgado. En el intestino grueso alimenta la flora bacteriana beneficiosa, en especial las bifidobacterias y las bacterias lácticas, e inhibe el crecimiento de numerosas bacterias patógenas. En diversos experimentos se ha comprobado cómo la ingestión regular de inulina (unos pocos gramos al día repartidos en varias tomas), mejora sensiblemente la composición de la flora intestinal. Ayuda a tener una mayor fijación de calcio y magnesio.

Actualmente se comercializa en España la miel de ágave (originario de México y con un 12 % de inulina) y también de esta planta se extrae la inulina en polvo pura.

➤ **Mucílagos.** Es un tipo de fibra soluble de naturaleza viscosa, está presente en ciertas semillas como: la algarroba, el lino, el plántago, la

mostaza; y en frutos como: Los higos; en plantas como la borraja, o la verdolaga; en legumbres como las judías verdes; algas como el agar agar.

➤ **Gomas.** La goma es un tipo de fibra soluble que sirve de protección a la planta, se encuentran en la maderas y las semillas, la más conocida es la goma arábiga que se extrae de la acacia senegal. Se lo utiliza en la industria como espesante.

2.5.4.2. Fibras insolubles. Estas no son solubles en agua, son más lentas y menos completamente degradadas y fermentadas. Entre ellas están la celulosa, lignina, algunas hemicelulosas. Afectan la función intestinal incrementando el bolo fecal mediante la absorción de agua y disminuyendo el tiempo de tránsito intestinal. La fermentación puede además, modificar la estructura y propiedades de las fibras in vivo (HARRIS Y FERGUSON, 1999).

Las fibras insolubles o poco solubles son capaces de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal. Es la base para utilizar la fibra insoluble en el tratamiento y prevención de la constipación crónica. Por otra parte también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon (ESCUADERO *et al.*, 2006).

Según PATRONE (2001), menciona que existen diversos tipos de fibra insoluble entre los cuales tenemos:

➤ **Celulosa,** ayuda a darle estabilidad a las paredes y estructura de las plantas; se encuentra en el salvado, cereales integrales, frutas y

verduras. Es un polímero de glucosa, pero la unión entre las glucosas es la opuesta que en el almidón y no puede ser digerida por las enzimas humanas. Insoluble en agua.

➤ Hemicelulosas, presente en verduras, frutas, nueces y cereales. Es un polisacárido que acompaña a la celulosa en las partes más duras de los vegetales. Abundante en cereales e insoluble en agua.

➤ Lignina, sustancia dura que se encuentra principalmente en el salvado, cáscaras de fruta, nueces y cereales.

2.5.5. Ventajas de las fibras

Los alimentos ricos en fibra en general, aumentan el valor de saciedad, es decir, hacen que la persona se sienta "llena" y que el tiempo de vaciado gástrico sea mayor, por lo que se retrasa la sensación de hambre tras la comida (PACK, 2003)

La fibra va a jugar un papel en todas las funciones del sistema digestivo desde la masticación hasta la evacuación de las heces. Las dietas con un contenido en fibra elevado requieren más tiempo de masticación por lo que enlentecen la velocidad de deglución y esto implica una mayor salivación que va a repercutir en la mejora de la higiene bucal. La absorción de determinados minerales como el calcio, hierro, cobre y zinc pueden disminuir si se ingieren dietas muy ricas en fibra. Más del 50 por ciento de la fibra consumida es degradada en el colon, el resto es eliminado con las heces. Todos los tipos de fibra, a excepción de la lignina, pueden ser fermentadas por las bacterias intestinales, aunque en general las solubles lo son en mayor cantidad que las insolubles (ESCUADERO, *et al.*, 2006).

La mezcla de fibras proporciona a la composición enteral buenas propiedades mecánicas y buenas propiedades nutricionales y biológicas. Las propiedades mecánicas comprenden la reducción de la duración del tránsito gastrointestinal. Las propiedades nutricionales y biológicas incluyen la liberación de ácidos grasos de cadena corta para mantener el equilibrio bacteriano en la mucosa intestinal y para evitar el crecimiento y desarrollo de bacterias patógenas. La mezcla de fibras puede actuar sobre todo el sistema gastrointestinal, al nivel del estómago, el intestino delgado y el colon. Además, puede obtenerse un equilibrio entre las fibras solubles e insolubles sin que la composición enteral resulte demasiado viscosa (OSCAR DE HARO Y VELÁSQUEZ DE CASTRO, 2007).

2.5.6. El plátano como componente dietético

2.5.6.1 Plátano

Según VILLANUEVA Y BARDALES (2006), el plátano es una fruta que tiene un gran valor nutritivo. Se recomienda su consumo a deportistas, mujeres embarazadas o madres lactantes y adultos mayores. Sin embargo, muchos desconocen estas propiedades. El plátano es una fruta con alto contenido de potasio, magnesio, ácido fólico, lo cual ayuda a elevar la masa muscular de quienes la consumen. Según los especialistas, cada uno de estos componentes tiene bondades distintas. El potasio es necesario para equilibrar el agua del cuerpo y contrarrestar el sodio, por eso es recomendable para las personas que desean perder peso. Asimismo, permite mantener el corazón y el sistema nervioso en buenas condiciones. El magnesio interviene en el adecuado funcionamiento del intestino, ayuda al fortalecimiento de los

huesos y dientes, además de poseer un suave efecto laxante. El ácido fólico que contiene esta fruta interviene en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y la formación de anticuerpos en el sistema inmunológico.

2.5.6.2 Composición del plátano

Según CHAMPION (1968), la composición del plátano para 100 g de pulpa esta dado por:

Cuadro 7. Composición nutricional del plátano.

Componente	Valores
Agua g	58,00 - 80,00
Fibra g	0,30 - 3,40
Almidón g	3,00
Azúcar g (sucrosa 66 %, glucosa 20 % y fructosa 14 %)	15,10 - 22,40
Acidez total meq	2,90 - 9,10
Ceniza g	0,60 - 1,80
Grasa g	Trazas - 0,40
Proteínas g	1,10 - 2,70
Calorías gr	77,00 - 116,00
Ac. ascórbico (Vit.C) mg	0.31
Carotenos	0,04 - 0,06
Tiamina (B ₁) mg	0,02 - 0,06
Riboflavina (B ₂) mg	0,02 - 0,08
Niacina mg	0,04 - 0,08
Ácido fólico (pp) mg	10,00
Piridoxina mg	0,50
Vitamina A ₁ UT	90,00
Calcio mg	7,22
Hierro mg	0,40 - 1,60
Potasio mg	370,00
Sodio mg	1,00
Fósforo mg	29,00

Fuente: Champion (1968).

2.5.6.3 Harina de plátano

IPN (2009), Informó que una fracción de este almidón es resistente (no es degradada por las enzimas digestivas del hombre) y junto con la fibra soluble del fruto, contribuyen a bajar los niveles de colesterol e índice glicémico (cantidad de glucosa en la sangre después de la comida), previniendo el riesgo de diabetes y enfermedades cardiovasculares, además de mejorar el tránsito intestinal y reducir el riesgo de enfermedades del colon.

El plátano es importante por su alto valor energético 1 g/ Kcal, posee bajo nivel de fibra cruda es apto para el consumo, además contiene alto contenido de potasio. El plátano comparado con otros alimentos es bajo en agua pero alto en fibra, almidón, azúcar, cenizas y proteínas aunque bajo en grasa y vitamina C, B₁ y niacina (CHAMPION, 1968).

Los almidones de musáceas muestran una alta resistencia a la digestión tanto "in vitro" como "in vivo". Estudios previos en ratas indican que la ingesta de harina de plátano verde (17 % de almidón resistente) puede reducir los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre. Esta resistencia a la hidrólisis puede ser explicada por varios factores como grado y tipo de cristalinidad, contenido de amilosa, morfología del granulo del almidón y proceso calórico. En la actualidad los almidones resistentes han generado un amplio interés en el ámbito mundial tanto por sus beneficios potenciales en la salud como por sus propiedades funcionales. Los estudios clínicos iniciales demuestran que los almidones resistentes tienen propiedades fisiológicas beneficiosas en humanos, pudiendo prevenir enfermedades. El almidón

resistente puede ser considerado como un ingrediente funcional que aumenta la calidad de los alimentos (PACHECO DE DELAHAYE, 2001).

2.6. Componentes de la masa panaria

2.6.1. Harina de trigo

La harina de trigo viene a ser el producto de la molienda del endospermo del grano de trigo limpio e industrialmente puro cuya composición química puede variar de acuerdo a muchos factores, ejemplo: variedad del trigo, tipo de extracción de la harina. Se conoce que para una harina del 75-76 % de extracción su composición química es humedad: 14-16 %; materias nitrogenadas: 8-12 % (un 7-10 % es gluten); materias minerales: 0,45-0,60 %; materias grasas 1,2-1,4 %; acidez: 0,02 - 0,05 %; azúcares: 1-2 %; almidón: 60-72 %; materias celulósicas: trazas; diastاسas: varias (siendo la beta amilasa la más importante) y vitaminas: grupo B-PP y E (CLAVER, 1983).

Bennion (1982), citado por ALFARO (1993), refiere a que la harina es el ingrediente primordial en la panificación, debido a que su gluten proporciona a la masa propiedades de plasticidad y elasticidad mayores que ninguna otra harina de cereales. La calidad de la harina es de mucha importancia, la cual esta dada por su composición química dependiendo de la materia prima, es decir del trigo que es sometido a molienda y blanqueado. Un mal manejo de esta etapa repercutirá en el producto final; por ello es necesario realizar diferentes análisis de índole químico, físico y de panificación.

Según MADRID y MADRID (2001), la harina de trigo para panadería debe ser suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños de rancidez, moho, acidez, amargor o dulzor; debe presentar una apariencia uniforme, sin puntos negros, libre de cualquier defecto, de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales, teniendo las siguientes características:

- Color blanco-amarillento.
- No debe tener mohos.
- No debe tener olores anormales.
- Que sea suave al tacto.
- Que no tenga acidez, amargor o dulzor.

La composición promedio de la harina de trigo se indica en el cuadro 8.

Cuadro 8. Composición promedio de la harina de trigo.

Compuestos	Porcentaje (%)
Humedad	11,0 - 14,0
Hidratos de carbono	74,0 - 76,0
Proteínas	9,0 - 11,0
Grasas	1,0 - 2,0
Sales	1,5 - 2,0

Fuente: Madrid y Madrid (2001).

2.6.2. Azúcar

Según QUAGLIA (1991), los azúcares y otros agentes edulcorantes que se admiten en panificación son la sacarosa (azúcar común), la glucosa (o dextrosa) y la maltosa.

El azúcar común se obtiene casi exclusivamente de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera, se adquiere al estado puro en forma de cristales blancos o en forma de azúcar líquido.

El azúcar moreno varía de color y tamaño de partícula, el color es debido a la cantidad y calidad del jarabe que baña los cristales; este jarabe es el que comunica un sabor fuerte al azúcar, el cual procede de una parte del líquido madre del refinado (DUNCAN, 1989).

2.6.3. Grasas en panificación

CALAVERAS (2004), menciona que los aceites y grasas comestibles, son aquellos productos que mediante modernos procesos industriales como la refinación, hidrogenación o endurecimiento, esterificación o la transesterificación; han sido preparados para su transformación y aplicación en distintos usos.

Su clasificación se determina según tengan agua o no, así tenemos:

➤ **Con agua**

Margarinas: Es una emulsión de agua en materia grasa, que tiene características físicas similares a la mantequilla.

Mantequilla: Extracto obtenido de la leche.

➤ **Sin agua:**

Sólidas: Que pueden tener textura plástica o dura.

Semilíquidas: A temperatura ambiente aspecto pastoso.

Aceites: Materias grasas líquidas a temperatura ambiente.

Las grasas proporcionan las siguientes características:

- Ayudan a dar sabor al pan.
- Aumentan el volumen del pan.
- Aumentan la extensibilidad de la masa.
- Produce cortezas más finas.

- Aumenta la flexibilidad del pan con lo que se conserva mejor.
- Aumenta el valor nutritivo.
- Aumento de calorías.

2.6.4. Sal

CALAVERAS (2004), menciona que la principal característica es saborizar la masa, la dosis recomendada oscila entre 18-120 gramos por cada kilo de harina, al añadir la dosis correcta favoreceremos:

- El sabor del pan.
- La absorción de agua.
- La conservación del pan ya que lo mantiene más fresco debido al aumento de agua en las proteínas, que favorece su incorporación.

La sal mejora las características plásticas de la masa: consistencia y tenacidad, permitiendo de esta manera aumentar ligeramente el agregado de agua, también obra sobre la actividad fermentativa, frenándola un poco y actuando en este sentido como reguladora del proceso; influye igualmente durante la cocción, favoreciendo la coloración de la corteza; aumenta también la higroscopicidad del pan, lo que es muy molesto en tiempo húmedo y lo más importante mejora el sabor del pan (CLAVER, 1983).

2.6.5. Levadura

CALLEJO (2002), menciona que la función de las levaduras en panificación, es producir una transformación de la masa, que pasa de ser un cuerpo poco activo a ser un cuerpo fermentativo. Se produce la fermentación alcohólica (retención del CO₂) por el gluten, provocando el incremento del

volumen de los panes elaborados a partir de harina de trigo. Por otro lado, la fermentación de la levadura conduce a la formación de un gran número de compuestos volátiles que aportan características distintivas asociadas al flavor del pan.

Las levaduras de *Saccharomyces cerevisiae*, constituidas por células redondas u ovals que tienen un diámetro medio de 1/100 mm, presentan una estructura formada por una membrana delgada con un protoplasma incoloro ligeramente granulado y son los que provocan la fermentación y transforman los azúcares en alcohol y gas carbónico (MUNTAÑOLA, 1998).

2.6.6. Mejorador de masa

La composición de los mejoradores que se utiliza varía ampliamente, aunque los más normales son el ácido ascórbico, los extractos con actividad enzimática y los emulsionantes (CAUVAIN y YOUNG, 2002).

Según BENNION (1982), la finalidad de los mejoradores es corregir fallas de la masa en proceso, mejorando así las características panaderas por acondicionamiento del gluten.

2.6.7. Agua

El agua que debe ser potable es el que hidrata la harina, hincha los gránulos de almidón y favorece el ablandamiento y alargamiento del gluten dando a la masa las características de plasticidad que permite su desarrollo y manejo; y forma el medio húmedo indispensable para la creación y desarrollo de la fermentación alcohólica (CLAVER, 1983).

Según FENNIPAN (1996), el agua cumple las siguientes funciones:

- Hace posible la formación del gluten y el acondicionamiento de los almidones.
- Conduce y controla la temperatura de la masa y de los tiempos de fermentación.
- Facilita las funciones de la levadura, permitiendo el desarrollo del trabajo de las enzimas.
- Permite mantener la humedad en los hoyos y evita el secado de los panes.
- Sirve como elemento de limpieza e higiene.
- Fija las mayores ganancias del panadero.
- Determina la consistencia de la masa.

2.7. Proceso de elaboración de pan francés

2.7.1 Mezclado o amasado

OTHON (1996), durante la etapa de mezclado, la harina primeramente absorbe el agua adquiriendo una textura rugosa granular, conforme avanza la acción mecánica, la masa empieza a adquirir propiedades elásticas cohesivas. El punto óptimo de mezclado, también llamado tiempo de desarrollo, es cuando el gluten adquiere su mayor fuerza elástica y de tenacidad. En este punto la masa tiene una textura lisa y brillante, tiende a retener la mayor cantidad de gas producido durante la fermentación, lo que se traduce en un buen volumen de pan.

2.7.2 Fermentación

BENEDETTI (1969), el proceso fermentativo comienza desde el momento de la incorporación de la levadura en la masa, prolongándose hasta el instante en que se inicia la cocción de los panes. Al momento de la cocción se paraliza el proceso fermentativo como consecuencia de la destrucción de las células vivas de la levadura, que vienen actuando sobre los azúcares y/o almidones, por acción del calentamiento energético.

2.7.3 Horneado

OTHON (1996), durante las etapas iniciales del horneado, la masa incrementa su volumen y la altura dado que la levadura todavía produce gas ya que el bióxido de carbono se expande por el notable incremento de la temperatura, a este fenómeno se le denomina industrialmente Resorteo de la masa en el horno. Las células de levadura en el sistema masa - pan mueren aproximadamente ocho minutos después de introducir la masa en el horno, el gluten se desnaturaliza perdiendo su capacidad de retención de agua de agua y adquiriendo características rígidas.

2.8. Pan Francés

2.8.1. Descripción del Producto

El pan francés es un producto salado, blando de apariencia crocante, de olor característico, cuyos ingredientes característicos le dan la apariencia agradable, estos productos son obtenidos según los siguientes

pasos: Recepción, pesado, mezclado, refinado, dividido, moldeado, fermentado, horneado 190°C/20-30 min., enfriado, envasado, y comercializado.

2.8.2. Utilización del Producto

Los panes son productos utilizados para diferentes ocasiones y se expenden en diferentes lugares de ventas, en panaderías, bodegas, producto directo a consumir.

En el cuadro 9, se muestra la composición del pan francés elaborado con harina de trigo, por 100 g de muestra.

Cuadro 9. Composición química del pan francés

Componente	Valores
Agua g	27,0
Proteína g	8,4
Grasa g	1,7
Carbohidratos g	49,7
Azúcar g	1,8
Almidones y dextrinas g	45,9
Fibra dietaria g	2,7
Energía (Kcal/g)	290,0

Fuente: Agapito (1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Análisis de Alimentos, Análisis Sensorial, Nutrición Animal y Planta Panificadora de la Universidad Nacional Agraria de la Selva ubicada en la Av. Universitaria s/n Km 1,5; ubicada en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Región Andrés Bello, situada a 660 m.s.n.m con una humedad relativa de 84% promedio anual y temperatura promedio anual de 24°C. El presente trabajo de investigación comprendió desde el mes de Abril a Noviembre del 2009.

3.2. Materia prima e insumos

3.2.1. Materia Prima

La materia prima usada para este trabajo de investigación la harina de trigo que se adquirió en las tiendas comerciales de la localidad teniendo en cuenta que sea una harina de buena calidad y que no haya sido almacenado por mucho tiempo, la otra materia prima es la harina de maíz "chuncho", el cual también al igual que la harina de trigo se adquirió en el mercado de la localidad en aquellos puestos de venta donde se expenden productos alimenticios de la selva peruana.

3.2.2. Insumos

Harina de plátano (fibra), manteca, agua, sal, levadura, azúcar y mejorador.

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Equipos de laboratorio

Balanza analítica digital, capacidad de 210g, marca H.W.Kessel S.A., con 1 mg de sensibilidad; balanza granulométrica, capacidad de 6000g, marca Ohaus; horno panificador, capacidad de 18 latas marca Anlin Panalin S.A. T° 400°C; mezcladora de panes, marca Díaz S.A.; sobadora de panes marca Díaz S.A.; desecador marca Fisher Scientific.; reloj marca Fisher Scientific.; cocina modelo CORNING PC-100.; mufla marca CIMATEC SAC. para temperatura regulable de 0 a 1200°C.; equipo de digestor de proteínas semimicroKjeldahl modelo BUCHI k-438 marca CIMATEC SAC.; equipo de destilación de proteínas semimicroKjeldahl, modelo BUCHI K-350 marca CIMATEC SAC.; equipo extractor Soxhlet marca Gerhardt; equipo de reflujo para determinación de fibra cruda modelo 30001, 30002 marca LABCONCO.; equipo de determinación de energía bruta marca PARR.; peletizador marca Pellet Press modelo IL USA.; estufa de aire a 105+-2°C.

3.3.2. Materiales de laboratorio y proceso

Balones de vidrio, cap 250 mL; pipetas, cap 1, 25,50 mL; vasos de precipitación, cap 50, 100, 250, 500,4000 mL; vasos para fibra cruda 600 mL; campanas de desecación; pesafiltros; probetas, cap. 50, 100 y 500 mL; papel

filtro wattman N° 42, papel de filtración rápida, y papel filtro sin ceniza N°42; capsula magnética; crisoles de porcelana; pinzas metálicas; embudo de vidrio; levadura (*Saccharomyces cerevisiae*); mejorador de masa.

3.3.3. Reactivos y soluciones

Ácido bórico al 4 %; indicador rojo de metilo + verde bromo cresol; ácido sulfúrico al 98 % y 1,25 %; hidróxido de sodio al 1,25 %, y 32 % al 0,1N; carbonato de sodio al 0,1 N; indicador anaranjado de metilo al 0,1 %; alcohol al 96 %; hexano, capacidad vol. 2,51; marca Merck Peruana S.A.; éter de petróleo, capacidad vol. 5,01; solución catalizadora (sulfato de sodio, sulfato de cobre y óxido de selenio).

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Análisis fisicoquímico y proximal

- Humedad, método recomendado por la AOAC 930.04 (1997).
- Cenizas totales, método recomendado por la AOAC 930.05 (1997).
- Grasa, método recomendado por la AOAC 930.09 (1997).
- Energía, método recomendado por la AOAC 930.06 (1997).
- Proteínas, método recomendado por la AOAC 930.07 (1975).
- Fibra cruda, método F-3 según LEES (1982).
- Carbohidratos totales por diferencia descrito por PEARSON (1986).
- Densidad aparente

3.4.2. Evaluación sensorial

Método 7.2.1 de Friedman citado por UREÑA *et al.*, (1999), donde los atributos considerados fueron aceptabilidad, color, olor, sabor y textura.

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Caracterización fisicoquímica de la materia prima y del producto final

Para la caracterización fisicoquímica y proximal se tomó la materia prima y se evaluó humedad, proteína, cenizas, grasa, fibra, carbohidratos, energía y en el producto final densidad y volumen, en cada análisis se realizaron 3 repeticiones.

3.5.2. Operaciones para el proceso de la elaboración del pan francés

Para la preparación de la masa se utilizó los siguientes ingredientes: Harina de trigo, agua potable, levadura, azúcar, sal, mejorador de masa, manteca, harina de maíz "chuncho", harina de plátano (fibra)

La cantidad constante sin sustitución, ni harina de plátano (fibra) de los ingredientes se muestra en la Cuadro 10 a partir del cual se efectuará la sustitución de la harina de trigo por la harina de maíz "chuncho" y adición de fibra de la harina de plátano.

Cuadro 10. Cantidad requerida de ingredientes para elaborar el pan francés.

Ingredientes	Formulación del pan francés
Harina de trigo	50 kg
Levadura	1 kg
Azúcar	1,250 kg
Sal	1 kg
Mejorador de masa	0,5 kg
Manteca	2 kg
Agua	25 L

Se elaboraron las muestras siguiendo los pasos esenciales que se siguen en la elaboración del pan francés por el método de masa directa según Bennion (1967) y Araujo (1968), citado por ZECEVICH (1984), como se muestra en la figura 2.

Las operaciones realizadas son:

➤ **Pesado.**

Se pesan todos los ingredientes.

➤ **Mezclado I**

Se coloca la harina de trigo en la mezcladora, se agrega la harina de maíz chuncho y la fibra (harina de plátano), finalmente se le agrega el mejorador de masa.

➤ **Mezclado II**

Seguido a ello se agrega la levadura, sal, azúcar y poco a poco el agua para facilitar la disolución de los ingredientes y se amasa por espacio de 5 minutos.

➤ **Amasado**

Una vez obtenida una masa homogénea se añade la manteca y se vuelve a amasar por espacio aproximado de 10 minutos.

➤ **Boleado**

Concluido el amasado, se bolea la masa en la rola hasta que se logre una masa elástica y flexible.

➤ **Primer fermentado**

Se deja fermentar la masa sobre la mesa por espacio de media hora cuidándose en todo momento que permanezca tapado con plástico de color oscuro con la finalidad de evitar la evaporación del agua, cuya temperatura es de 26°C y cuya HR fue de 82 %.

➤ **Cortado y moldeado**

Concluida la primera fermentación, se procede a cortar en pequeñas bolitas utilizando para ello una máquina divisora y se formaran bollos de pan a los que se les hará una raya al centro y se dejará fermentar por espacio de 20 minutos.

➤ **Segundo fermentado**

Se "enharina" las latas para hornear y se coloca los panes con la raya hacia abajo dejándose fermentar por espacio aproximado de 3-4 horas (dependiendo de la actividad de la levadura).

➤ **Horneado**

Finalmente se hornea los panes a una temperatura aproximada de 180 -200°C por espacio de 10-15 minutos.

➤ **Enfriado**

Posteriormente se deja enfriar por espacio de 1/2 a 1 hora a temperatura ambiente y seguido a ello se procede a tomar 12 panes de manera aleatoria (de cada tratamiento) de cada una de las latas. Estas muestras se

llevan al laboratorio para sus respectivos análisis y el resto de panes se utilizará para realizar las pruebas de aceptabilidad.

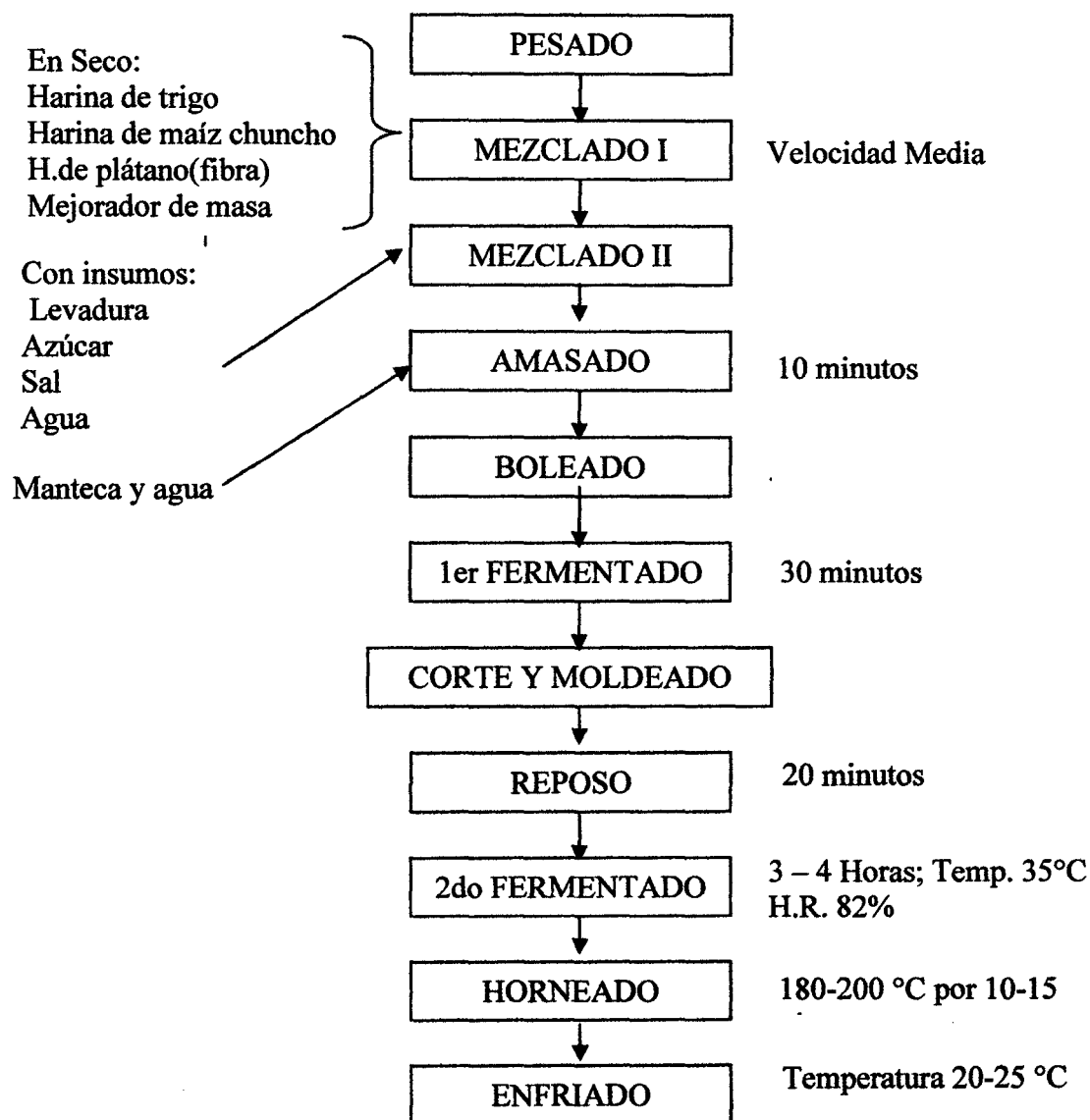


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración del pan francés con harina de maíz "chuncho" y harina de plátano (fibra).

3.5.3. Formulación del producto

Se elaboró muestras de pan francés con las composiciones porcentuales de harina de maíz “chuncho” y harina de plátano (fibra) como se indica en el cuadro siguiente.

Cuadro 11. Formulación experimental del pan.

Formulación	% de Harina de maíz	% Harina de plátano(Fibra)
1ª. Formulación	8,8	1,2
2ª. Formulación	8,8	2,4
3ª. Formulación	8,8	4,8
4ª. Formulación	8,8	9,6
5ª. Formulación	12,1	1,2
6ª. Formulación	12,1	2,4
7ª. Formulación	12,1	4,8
8ª. Formulación	12,1	9,6
9ª. Formulación	15,4	1,2
10ª. Formulación	15,4	2,4
11ª. Formulación	15,4	4,8
12ª. Formulación	15,4	9,6

De estos 12 tratamientos tenemos que encontrar el mejor en base a las pruebas organolépticas que serán realizadas por 20 jueces semi entrenados y cuyo método a utilizarse es mediante una prueba hedónica de 9 puntos para observar la preferencia de las doce muestras, incluyendo los controles. En ésta prueba se evaluara el color, olor, textura, sabor y aceptabilidad general para determinar el mejor tratamiento.

El formato de la hoja de evaluación se muestra en el anexo 1 y los resultados de ésta se realizaron mediante un ANVA y un factorial de 3x4.

Todas las evaluaciones del pan se harán con tres repeticiones y se obtendrán la media y desviación estándar de cada una.

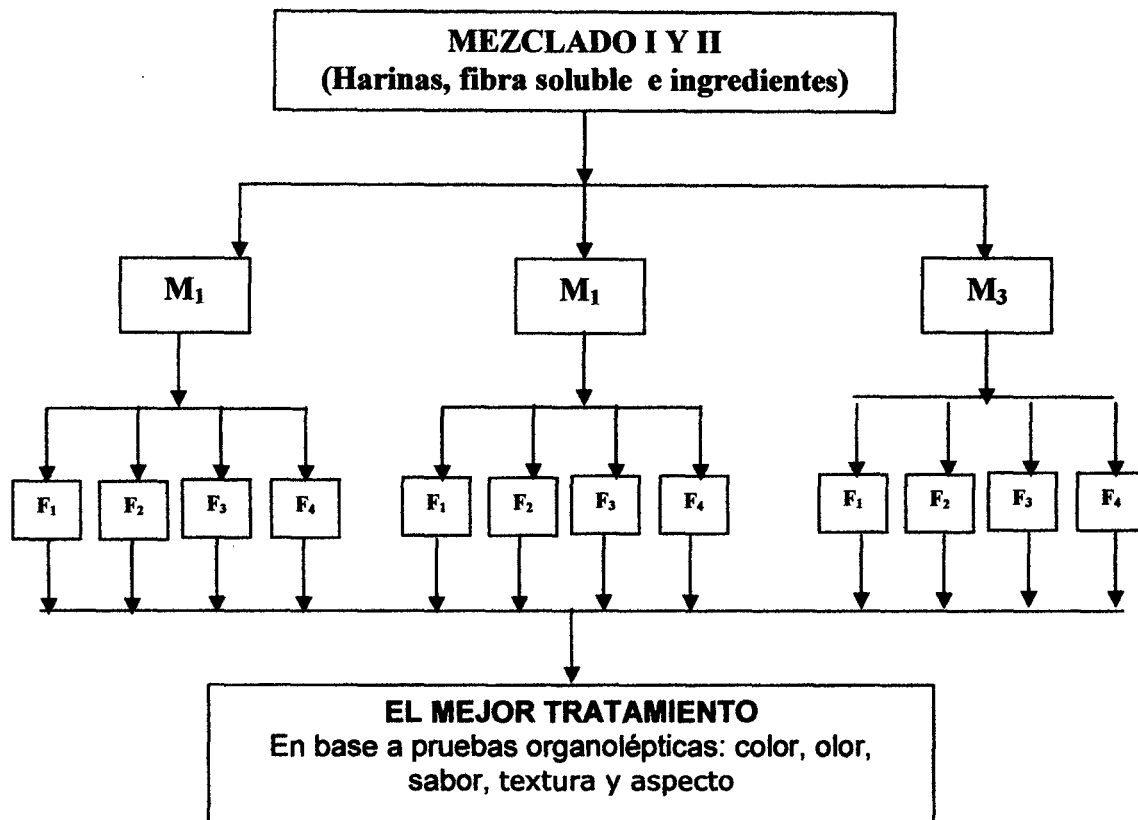


Figura 3. Diagrama experimental para determinar el mejor tratamiento en base a la formulación.

En la figura se tiene:

M₁: % de sustitución con Harina de maíz chuncho = 8,8 %.

M₂: % de sustitución con Harina de maíz chuncho = 12,1 %

M₃: % de sustitución con Harina de maíz chuncho = 15,4 %

F₁: % Harina de plátano (fibra) = 1,2 %.

F₂: % Harina de plátano (fibra) = 2,4 %.

F₃: % Harina de plátano (fibra) = 4,8 %.

F₄: % Harina de plátano (fibra) = 9,6 %.

3.5.4. Evaluación sensorial.

Para la evaluación sensorial se tomaron las muestras de pan francés con los respectivos tratamientos (sustitución parcial de harina de maíz “chuncho” y adición de harina de plátano (fibra)) y se evaluó mediante la prueba sensorial de comparaciones múltiples de Friedman los atributos de color, sabor, olor, textura y aceptabilidad general, lo cual se utilizó una escala hedónica de 9 puntos (Anexo-I), habiendo intervenido 20 panelistas semientrenados. Los resultados obtenidos se analizarán estadísticamente, mediante un DBCA y un factorial de 3*4, los cálculos fueron reportados $P > 0,01-0,05$. Las evaluaciones sensoriales para cada tratamiento se realizaron cada día.

La escala de puntuación de la prueba hedónica se muestra a continuación.

Prueba Hedónica de 9 puntos

Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta moderadamente	7
Me gusta poco	6
No me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta poco	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

IV. RESULTADOS

4.1. Características fisicoquímicas de las materias primas

La caracterización fisicoquímico de la harina de maíz "chuncho" y harina de plátano (fibra), se muestran en los cuadros 12 y 13 a continuación.

Cuadro 12. Análisis fisicoquímico* de la harina de maíz "chuncho".

Componente	Valores
Humedad	2,75 %
Ceniza	1,48 %
Proteína (Nx6,25)	5,25 %
Extracto Etéreo(grasa)	5,10 %
Fibra	1,62 %
Energía	4122,52 Kcal/g
Carbohidratos (por diferencia)	83,80 %

* Los valores representan promedios de 3 repeticiones para cada análisis.

Cuadro 13. Análisis fisicoquímico * de la harina de plátano.

Componente	Valores
Humedad	4,30 %
Ceniza	2,74 %
Proteína (Nx6,25)	3,50 %
Extracto Etéreo(grasa)	0,45 %
Fibra	1,15 %
Energía	3706,84 Kcal/g
Carbohidratos(por diferencia)	88,32 %

* Los valores representan promedios de 3 repeticiones para cada análisis.

4.2. Características fisicoquímicas de los panes obtenidos con los diferentes porcentajes de mezclas de harina de maíz "chuncho" y harina de plátano (fibra)

En los cuadros 14, 15 y 16 se muestra la caracterización fisicoquímica del pan francés con la sustitución parcial de harina de maíz "chuncho" y adición de harina de plátano (fibra)

Cuadro 14. Resultados de las características fisicoquímicas* del pan de la mezcla al 8.8 % de harina de maíz "chuncho" con diversos porcentajes de harina de plátano (fibra).

	1,2% H. plátano*	2,4%H.plátano*	4,8% H.plátano*	9,6%H.plátano*
Humedad (%)	3,738 ± 0,049	4,775 ± 0,057	4,802 ± 0,081	4,869 ± 0,015
Ceniza (%)	2,473 ± 0,044	2,487±0,014	2,512 ± 0,023	2,580 ± 0,023
Proteína (%)	13,748 ± 0,054	13,742 ± 0,059	13,676 ± 0,057	13,157 ± 0,055
Grasa (%)	3,818 ± 0,007	3,471± 0,006	3,414 ± 0,011	3,196 ± 0,026
Fibra (%)	0,551 ± 0,027	0,570 ± 0,018	0,599 ± 0,024	0,625 ±0,018
Energía(Kcal/g)	4153,559 ± 15,390	4238,747 ± 6.441	4238,939 ± 29,348	4243,173 ± 9,447
CHOS (%)*	74,930 ± 0,021	75,251 ± 0,064	75,563 ± 0,074	76,354 ± 0,018
Densidad(g/cm ³)	0,186 ± 0.013	0,231 ± 0.019	0,260 ± 0.016	0,264 ± 0.011

* Los valores representan promedios de tres repeticiones para cada análisis.

* Harina de plátano (fibra).

* CHOS: Carbohidratos.

Cuadro 15. Resultados de las características fisicoquímicas* del pan de la mezcla al 12,1 % de harina de maíz "chuncho" con diversos porcentajes de harina de plátano (fibra).

	1,2% H.plátano*	2,4% H.plátano*	4,8% H.plátano*	9,6% H.plátano*
Humedad (%)	4,279 ± 0,025	4,279 ± 0,052	4,377 ± 0,027	4,793 ± 0,035
Ceniza (%)	1,905 ± 0,051	1,948 ± 0,0126	1,958 ± 0,023	2,045±0,015
Proteína (%)	14,033 ± 0,058	13,967 ± 0,058	13,157 ± 0,055	13,093 ± 0,055
Grasa (%)	1,658 ± 0,028	1,600 ± 0,031	1,503 ± 0,021	1,103 ± 0,054
Fibra (%)	0,728 ± 0,024	0,754 ± 0,025	0,753 ± 0,033	0,828 ± 0,019
Energía(Kcal/g)	4071,118 ± 24,232	4042,614 ± 9,049	4056,071 ± 15,620	4033,783±9,597
CHOS (%)	77,185 ± 0,021	77,368 ± 0,053	78,172 ± 0,042	78,191 ± 0,021
Densidad(g/cm ³)	0,234 ± 0,008	0,252 ± 0,020	0,276 ± 0,020	0,290 ± 0,031

* Los valores representan promedios de tres repeticiones para cada análisis.

* Harina de plátano (fibra).

* CHOS: Carbohidratos

Cuadro 16. Resultados de las características fisicoquímicas* del pan de la mezcla al 15,4 % de harina de maíz "chuncho" con diversos porcentajes de harina de plátano (fibra).

	1,2%H.plátano*	2,4%H.plátano*	4,8%H.plátano*	9,6%H.plátano*
Humedad (%)	4,722 ± 0,094	4,761 ± 0,082	4,773 ± 0,085	4,991 ± 0,083
Ceniza (%)	1,763 ± 0,053	1,788 ± 0,063	1,817 ± 0,010	1,903 ± 0,028
Proteína (%)	13,093 ± 0,055	13,093 ± 0,055	12,866 ± 0,056	12,608 ± 0,115
Grasa (%)	1,550 ± 0,050	1,487 ± 0,032	1,329 ± 0,050	1,242 ± 0,063
Fibra (%)	0,723 ± 0,031	0,727 ± 0,037	0,744 ± 0,033	0,839 ± 0,022
Energía(Kcal/g)	3983,379 ± 7,708	4131,190 ± 7,131	4056,595 ± 16,898	4030,413 ± 20,228
CHOS (%)	78,023 ± 0,016	78,063 ± 0,004	78,686 ± 0,141	78,892 ± 0,143
Densidad(g/cm ³)	0,223 ± 0,020	0,275 ± 0,026	0,258 ± 0,012	0,304 ± 0,028

* Los valores representan promedios de tres repeticiones para cada análisis

* Harina de plátano (fibra).

* CHOS: Carbohidratos

4.3. Características sensoriales del producto final

En el cuadro 17 se presenta el resultado de los atributos sensoriales en relación a los niveles de sustitución de harina de maíz “chuncho” y harina de plátano (fibra).

En los resultados se consideró tres repeticiones para cada tratamiento.

Cuadro 17. Atributos sensoriales en relación a los niveles de sustitución de harina de maíz “chuncho” y harina de plátano (fibra).

TRAT*	COLOR*	OLOR*	TEXTURA*	SABOR*	ACEPTABILIDAD*
T1*	7,00 ± 0,8584	6,90 ± 0,7881	7,15 ± 0,8127	6,85 ± 0,7452	7,00 ± 0,7947
T2*	6,70 ± 0,9234	6,25 ± 1,0195	6,65 ± 0,8751	6,70 ± 1,0311	6,65 ± 0,8127
T3*	6,25 ± 1,0699	6,25 ± 1,3717	6,20 ± 0,9515	6,55 ± 0,8256	6,80 ± 0,7678
T4*	5,30 ± 1,1743	5,70 ± 1,3018	5,80 ± 1,2814	6,25 ± 1,2513	6,30 ± 1,1743
T5*	7,35 ± 0,9333	7,00 ± 0,8584	7,30 ± 0,6569	7,25 ± 0,7164	7,50 ± 0,7609
T6*	7,15 ± 0,8127	6,85 ± 0,8751	6,95 ± 0,8870	7,00 ± 0,6489	7,00 ± 0,5620
T7*	6,30 ± 0,9787	6,55 ± 0,8870	6,40 ± 1,0954	6,90 ± 1,0712	6,70 ± 0,8645
T8*	5,05 ± 1,2344	6,05 ± 1,1459	5,30 ± 1,7800	6,00 ± 1,0260	5,75 ± 1,2513
T9*	6,95 ± 0,8256	7,05 ± 0,6048	7,00 ± 0,5620	6,75 ± 0,5501	6,80 ± 0,7678
T10*	6,65 ± 1,0894	6,70 ± 0,8645	6,55 ± 0,9987	6,40 ± 1,1877	6,35 ± 1,1821
T11*	6,05 ± 1,0990	6,60 ± 0,9403	6,50 ± 1,1471	6,45 ± 1,0990	6,15 ± 1,1821
T12*	5,70 ± 1,2607	6,40 ± 1,1877	6,00 ± 1,3377	6,35 ± 1,4244	5,90 ± 1,3338

* Los valores representan promedios de tres repeticiones para cada análisis.

* Leyenda: *T1, T2, T3, T4 representan la sustitución del 8,8% de harina de maíz “chuncho” y 1,2; 2,4; 4,8; 9,6 de harina de plátano (fibra) respectivamente.

*T5, T6, T7, T8 representan la sustitución del 12,1% de harina de maíz “chuncho” y 1,2; 2,4; 4,8; 9,6 de harina de plátano (fibra) respectivamente.

*T9, T10, T11, T12 representan la sustitución del 15,4% de harina de maíz “chuncho” y 1,2; 2,4; 4,8; 9,6 de harina de plátano (fibra) respectivamente.

En el cuadro 18, se presenta el resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el atributo aceptabilidad según el porcentaje adicionado de harina de maíz "chuncho".

Cuadro 18. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo ACEPTABILIDAD según porcentaje de harina de maíz "chuncho" adicionado.

HARINA MAIZ	Media	Homogeneidad
15,4% de harina de maíz "chuncho"(03)	6,31	a
12,1% de harina de maíz "chuncho"(01)	6,69	b
8,8% de harina de maíz "chuncho"(02)	6,74	b

En el cuadro 19, se presenta el resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el atributo aceptabilidad según el porcentaje adicionado de harina de plátano (fibra).

Cuadro 19. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo ACEPTABILIDAD según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.

HARINA DE PLÁTANO	Media	Homogeneidad
9,6% de Harina de Plátano	5,98	a
4,8% de Harina de Plátano	6,55	b
2,4% de Harina de Plátano	6,68	b
1,2% de Harina de Plátano	7,11	c

Con el fin de establecer la diferenciación entre los promedios de cada tratamiento se realizó la prueba de Tukey a un nivel de 1% de probabilidad, específicamente a la interacción AxB (nivel de sustitución de harina de maíz

“chuncho” por harina de plátano (fibra)) correspondiente a las 12 observaciones, la comparación múltiple de medias se muestra en el cuadro 20.

Cuadro 20. Tratamientos y comparación múltiple de la prueba de Tukey, análisis de varianza para el atributo ACEPTABILIDAD.

Tratamiento	Media	Homogeneidad
T08:Maíz chuncho12,1% y Harina de plátano9,6%	5,75	a
T12:Maíz chuncho15,4% y Harina de plátano9,6%	5,90	a b
T11:Maíz chuncho15,4% y Harina de plátano4,8%	6,15	a b c
T04:Maíz chuncho 8,8% y Harina de plátano 9,6%	6,30	a b c
T10:Maíz chuncho15,4% y Harina de plátano2,4%	6,35	a b c
T02:Maíz chuncho 8,8% y Harina de plátano 2,4%	6,65	a b c d
T07:Maíz chuncho12,1% y Harina de plátano4,8%	6,70	b c d
T09:Maíz chuncho15,4% y Harina de plátano1,2%	6,80	b c d
T03:Maíz chuncho 8,8% y Harina de plátano 4,8%	6,80	b c d
T01:Maíz chuncho 8,8% y Harina de plátano 1,2%	7,00	c d
T06:Maíz chuncho12,1% y Harina de plátano2,4%	7,00	c d
T05:Maíz chuncho12,1% y Harina de plátano1,2%	7,50	d

En el cuadro 21, se presenta el resultado de la comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo color según el porcentaje adicionado de harina de plátano (fibra).

Cuadro 21. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo COLOR según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.

HARINA DE PLÁTANO	Media	Homogeneidad
9,6% de Harina de Plátano	5,35	a
4,8% de Harina de Plátano	6,20	b
2,4% de Harina de Plátano	6,83	c
1,2% de Harina de Plátano	7,12	c

Con el fin de establecer la diferenciación entre los promedios de cada tratamiento se realizó la prueba de Tukey a un nivel de 1% de probabilidad, específicamente a la interacción AxB (nivel de sustitución de harina de maíz chuncho por harina de plátano (fibra)) correspondiente a las 12 observaciones, la comparación múltiple de medias se muestra en el cuadro 22.

Cuadro 22. Tratamientos y comparación múltiple de la prueba de Tukey, análisis de varianza para el atributo COLOR.

Tratamiento	Media	Homogeneidad
T08:Maíz chuncho12,1% y Harina de plátano9,6%	5,05	a
T04:Maíz chuncho 8,8% y Harina de plátano 9,6%	5,30	a b
T12:Maíz chuncho15,4% y Harina de plátano9,6%	5,70	a b c
T11:Maíz chuncho15,4% y Harina de plátano4,8%	6,05	b c d
T03:Maíz chuncho 8,8% y Harina de plátano 4,8%	6,25	c d e
T07:Maíz chuncho12,1% y Harina de plátano4,8%	6,30	c d e
T10:Maíz chuncho15,4% y Harina de plátano2,4%	6,65	d e f
T02:Maíz chuncho 8,8% y Harina de plátano 2,4%	6,70	d e f
T09:Maíz chuncho15,4% y Harina de plátano1,2%	6,95	d e f
T01:Maíz chuncho 8.8% y Harina de plátano 1,2%	7,00	e f
T06:Maíz chuncho12,1% y Harina de plátano2,4%	7,15	e f
T05:Maíz chuncho12,1% y Harina de plátano1,2%	7,35	f

En el cuadro 23, se presenta el resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el atributo olor según el porcentaje adicionado de harina de maíz "chuncho".

Cuadro 23. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo OLOR según porcentaje de harina de maíz "chuncho" adicionado.

HARINA MAIZ	Media	Homogeneidad
8,8% de harina de maíz "chuncho"(01)	6.28	a
12,1% de harina de maíz "chuncho"(02)	6.61	b
15,4% de harina de maíz "chuncho"(03)	6.69	b

En el cuadro 24, se presenta el resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el atributo olor según el porcentaje adicionado de harina de plátano (fibra).

Cuadro 24. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo OLOR según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.

HARINA DE PLÁTANO	Media	Homogeneidad
9,6% de Harina de Plátano	6.05	a
4,8% de Harina de Plátano	6.47	b
2,4% de Harina de Plátano	6.61	b c
1,2% de Harina de Plátano	6.99	c

En el cuadro 25, se presenta el resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el atributo olor.

Cuadro 25. Tratamiento y comparación múltiple de la prueba de Tukey, análisis de varianza para el atributo OLOR.

Tratamiento	Media	Homogeneidad
T04:8,8% Maíz chuncho y Harina de plátano 9,6%	5,70	a
T08:12,1%Maíz chuncho yHarina de plátano 9,6%	6,05	a b
T02:8,8% Maíz chuncho y Harina de plátano 2,4%	6,25	a b c
T03:8,8% Maíz chuncho y Harina de plátano 4,8%	6,25	a b c
T12:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano9,6%	6,40	a b c
T07:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano4,8%	6,55	a b c
T11:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano4,8%	6,60	a b c
T10:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano2,4%	6,70	b c
T06:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano2,4%	6,85	b c
T01: 8,8%Maíz chuncho y Harina de plátano 1,2%	6,90	b c
T05:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano1,2%	7,00	c
T09:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano1,2%	7.05	c

En el cuadro 26, se presenta el resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el atributo sabor según el porcentaje adicionado de harina de plátano (fibra).

Cuadro 26. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo SABOR según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.

HARINA DE PLÁTANO	Media	Homogeneidad
9,6% de Harina de Plátano	6,20	a
4,8% de Harina de Plátano	6,63	a b
2,4% de Harina de Plátano	6,71	b
1,2% de Harina de Plátano	6,95	b

En el cuadro 27, se presenta el resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el atributo sabor.

Cuadro 27. Tratamiento y comparación múltiple de la prueba de Tukey, análisis de varianza para el atributo SABOR.

Tratamiento	Media	Homogeneidad
T08:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano9,6%	6,00	a
T04:8,8% Maíz chuncho y Harina de plátano 9,6%	6,25	a b
T12:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano9,6%	6,35	a b c
T10:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano2,4%	6,40	a b c
T11:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano4,8%	6,45	a b c
T03:8,8% Maíz chuncho y Harina de plátano 4,8%	6,55	a b c
T02:8,8% Maíz chuncho y Harina de plátano 2,4%	6,70	a b c
T09:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano1,2%	6,75	a b c
T01:8,8% Maíz chuncho y Harina de plátano 1,2%	6,85	a b c
T07:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano4,8%	6,90	a b c
T06:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano2,4%	7,00	b c
T05:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano1,2%	7,25	c

En el cuadro 28, se presenta el resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el atributo textura según el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.

Cuadro 28. Comparación múltiple de la prueba de Tukey para el atributo TEXTURA según porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado.

HARINA DE PLÁTANO	Media	Homogeneidad
9,6% de Harina de Plátano	5,70	a
4,8% de Harina de Plátano	6,37	b
2,4% de Harina de Plátano	6,72	b c
1,2% de Harina de Plátano	7,16	c

En el cuadro 29, se presenta el resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el atributo textura.

Cuadro 29. Tratamiento y comparación múltiple de la prueba de Tukey, análisis de varianza para el atributo TEXTURA.

Tratamiento	Media	Homogeneidad
T08:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano9,6%	5,30	a
T04 :8,8%Maíz chuncho y Harina de plátano 9,6%	5,80	a b
T12:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano9,6%	6,00	a b c
T03: 8,8%Maíz chuncho y Harina de plátano 4,8%	6,20	a b c d
T07:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano4,8%	6,40	b c d e
T11:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano4,8%	6,50	b c d e
T10:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano2,4%	6,55	b c d e
T02: 8,8%Maíz chuncho y Harina de plátano 2,4%	6,65	b c d e
T06:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano2,4%	6,95	c d e
T09:15,4%Maíz chuncho y Harina de plátano1,2%	7,00	d e
T01: 8,8%Maíz chuncho y Harina de plátano 1,2%	7,15	d e
T05:12,1%Maíz chuncho y Harina de plátano1,2%	7,30	e

4.4. Balance de materia del producto terminado.

En el cuadro 30 figura 4 indica el proceso de la operación de entrada y salida de la materia prima al igual que los insumos empleados en la elaboración del pan francés con la sustitución parcial de 12,1 % de harina de maíz "chuncho" por harina de trigo y adición de 1,2 % de harina de plátano (fibra).

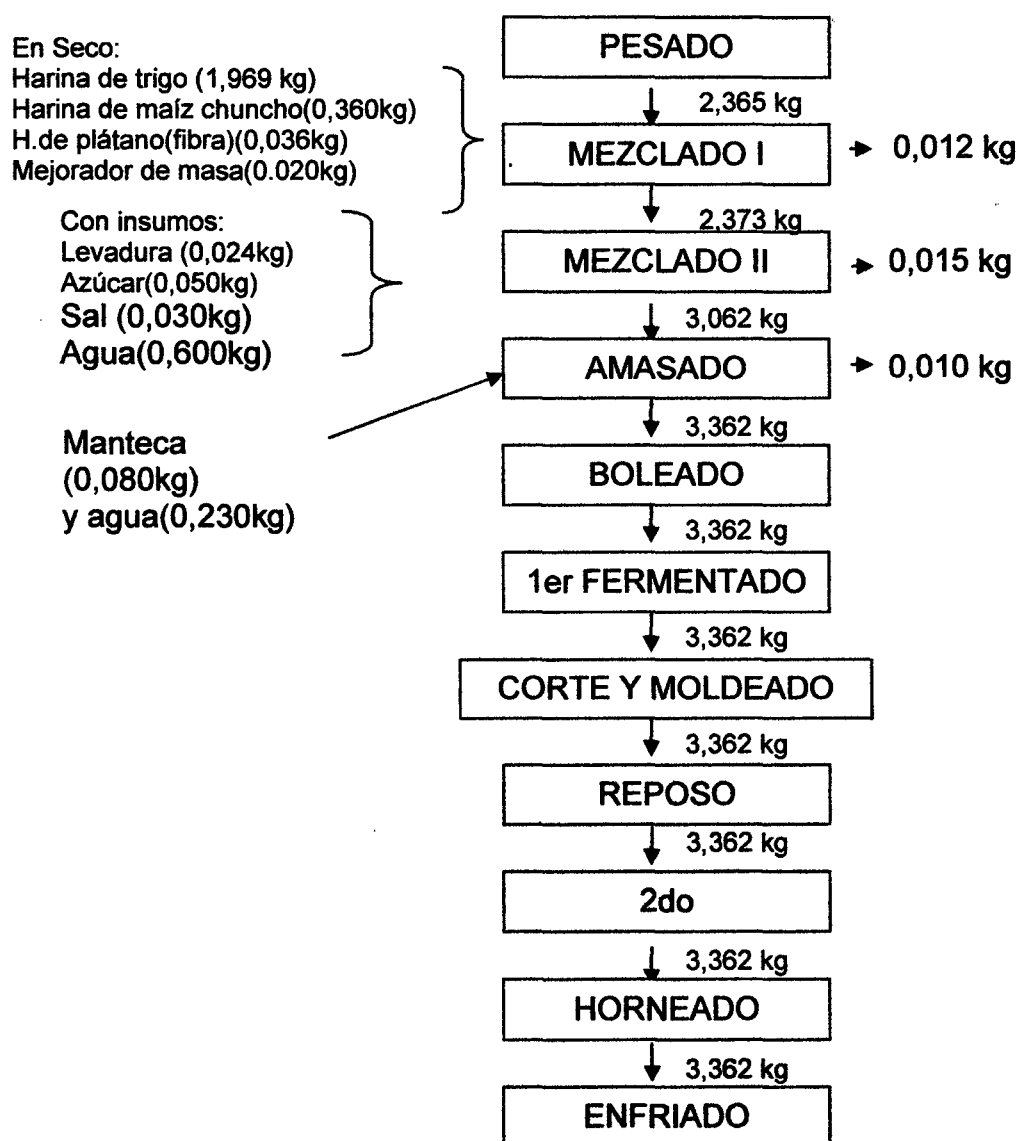


Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración del pan francés con harina de maíz "chuncho" y harina de plátano (fibra).

Cuadro 30. Balance de materia del pan francés al 12,1 % de sustitución de harina de maíz "chuncho" y 1,2 % de adición de harina de plátano (fibra).

Operación	Entra (Kg.)	Sale (Kg.)	Continua (Kg.)	Rendimiento x Operación (%)	Rendimiento x Producción (%)
Pesado (M.P)	2.365		2,365	100,00	100,00
Mezclado I	2,365 + 0,020*	0,012	2,373	100,34	100,34
Mezclado II	2,373 + 0,704**	0,015	3,062	129,01	129,46
Amasado	3,062 + 0,310***	0,010	3,362	109,81	142,15
Boleado	3,362	-	3,362	100,00	142,15
1º Fermentado	3,362	-	3,362	100,00	142,15
Corte y moldeado	3,362	-	3,362	100,00	142,15
2º Fermentado	3,362	-	3,362	100,00	142,15
Horneado	3,362	-	3,362	100,00	142,15
Enfriado	3,362	-	3,362	100,00	142,15

Mejorador de masa = 0,020

** Levadura+ azúcar+ sal + agua (0,600Kg)=0,704

*** Manteca + agua (0,230kg)=0,310

*

V. DISCUSIÓN

5.1. Características fisicoquímica de las materias primas

En el cuadro 12 se observa que en los resultados obtenidos de los porcentajes de harina de maíz "chuncho" en cuanto a humedad (2,75) y proteína (1,48) es menor al porcentaje de la harina de trigo (12,0), (12,0) que se muestra en el cuadro 5, esto se debe a que la harina de trigo posee un mayor porcentaje de humedad y de proteínas esto es debido a sus propiedades reológicas, como menciona Richardson (1985), citado por SAHUA (1995), quien dice que en este caso, los métodos reológicas 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. En las proteínas de los cereales se encuentran 18 diferentes aminoácidos. La proporción en que se encuentran y su orden en las cadenas dan las características particulares de las proteínas tal como lo menciona REPO-CARRASCO (1998), según la FAO (1992), hace mención que el maíz presenta un valor de 9,00 g en cuanto a su valor proteico. Uno de los factores que determina la calidad panadera de un trigo u harina, lo constituye la determinación de proteínas, variedades con mayor cantidad de proteínas son las que dan mejores resultados en la elaboración del pan Reynoso (1972), citado por ALFARO (1993).

Podemos mencionar que la harina de maíz "chuncho" al contener en su composición un porcentaje menor de humedad al de la harina de trigo, este estaría menos expuesto a los ataques por microorganismos, arácnidos e insectos.

El porcentaje de ceniza, grasa, fibra, energía y carbohidratos de la harina de maíz "chuncho" (1,48), (5,10), (1,62), (4122,52 kcal/g) y (83,80) que se muestran en el cuadro 12 son mayores al porcentaje del de la harina de trigo (0,65), (1,30), (0,50), (359,00) y (74,10), que se muestra en el cuadro 5 esto se debe a que la harina de maíz "chuncho" posee en sus composición nutricional mayor ventaja a la de la harina de trigo ya que se puede observar que presenta mayor valor nutritivo, y por lo tanto se puede obtener un producto final de buena calidad. Pomeranz (1971) citado por SAHUA (1995), indica que un alto porcentaje de cenizas indicará que se ha obtenido una harina con alta extracción. Los carbohidratos son, cuantitativamente, los componentes más importantes, formando 77-87 % del total de la materia seca, sin embargo, las variedades seleccionadas de maíz, ricas en amilasa, llegan a contener hasta 85% de ésta REPO CARRASCO (1998). Las harinas con alto grado de extracción son ricas en fibras, considerando como elemento esencial para el normal funcionamiento del intestino Mancilla (1982), citado por ALFARO (1993).

KIRK, *et al.*, (2000), menciona que el valor nutricional del cereal se afecta en forma importante por los métodos culinarios empleados en su preparación.

La cantidad de fibra en la composición nutricional de los granos de maíz según la FAO (1992) reporta un valor de 0,50 g que es mucho menor al valor

de la fibra del maíz “chuncho” 1,62 % como se muestra en el cuadro 12, y por lo tanto este tipo de harina de maíz es muy ventajoso ya que por contener un mayor porcentaje de fibra este va ayudar a tener una buena digestión y a prevenir y/o disminuir diversos desórdenes metabólicos y gastrointestinales como lo menciona DREHER (1987).

Podemos indicar que la harina de maíz “chuncho” al contener en su composición nutricional porcentajes mayores de ceniza, grasa, fibra, energía y carbohidratos al de la harina de trigo es adecuado para mejorar las propiedades nutritivas del producto elaborado con este tipo de materia prima.

En el cuadro 13, que muestra los resultados obtenidos para la harina de plátano a comparación de los resultados de la harina de trigo que se muestra en el cuadro 5 se observa que los porcentajes de humedad, proteína y grasa son menores, esto se debe a que los cereales poseen mayor nivel de estos nutrientes en su composición química. Bennion (1982), citado por ALFARO (1993), menciona que la calidad de la harina es de mucha importancia, la cual está dado por su composición química dependiendo de la materia prima.

Podemos mencionar también que el plátano posee en su composición nutricional menor proporción de agua que el grano de trigo es por eso que la harina de trigo tiene mayor porcentaje de humedad comparado con la de la harina de plátano esto también se puede deber a las condiciones de almacenamiento de dichas harinas.

Para los porcentajes de ceniza, fibra, energía y carbohidratos de la harina de plátano que se muestra en el cuadro 13, podemos observar que son más altos que los porcentajes de la harina de trigo que se muestra en el cuadro 5, lo

cual se debe a que el plátano posee un alto valor energético 1g/Kcal, alto contenido de fibra, por su contenido de glúcidos (almidón y azúcar), vitaminas y minerales como lo indica CHAMPION (1968), y por lo tanto sería una buena alternativa de utilización en la elaboración de productos alimenticios

De los análisis de la harina de plátano (fibra) que se muestra en el cuadro 13, se encontró valores de ceniza, proteína, grasa y fibra que son muy cercanas a los reportados por COLLAZOS (1993), quien reportó valores de 2,00; 3,10; 0,40; 1,10 % respectivamente. Asimismo, en carbohidratos reporta 78,50 %, notándose una diferencia debido al bajo contenido de humedad de la harina (14,90%) puesto que la harina de plátano contiene en los carbohidratos almidones que son muy digeribles y fácilmente asimilables que es utilizado especialmente mezclado para la preparación de especialidades alimenticias ya que sus propiedades curativas en el caso de afección enterogástrica son conocidos desde hace mucho tal manifiesta ARANA (1973).

En el cuadro 13 se observa que en los resultados obtenidos de los porcentajes de ceniza, proteína, grasa, fibra, y carbohidratos 2,74; 3,50; 0,45; 1,15; 88,32 se asemejan en a los resultados encontrados por ARANA (1973), quien reporta para la harina de plátano valores para ceniza 2,00 %, proteínas 3,10 %, grasa 0,40 %, fibra 1,10 % y carbohidratos 78,50 %, existiendo una pequeña diferencia en cuanto a los carbohidratos y una mayor diferencia al porcentaje de humedad ya que reporta porcentaje de 14,9 a comparación del porcentaje encontrado 4,30; en donde se podría mencionar que la harina de plátano es muy beneficiosa por sus propiedades nutricionales ya que es un producto con alto contenido de carbohidratos, así como su bajo contenido de

grasa que no afecta la salud en cuanto a la absorción de este nutriente en el organismo además por contener otros compuestos como son las vitaminas y minerales como se detalla en el cuadro 7, por lo expuesto la harina de plátano sería una buena alternativa en el empleo de la elaboración de nuevos productos alimenticios. El porcentaje de fibra cruda en la harina de trigo varía de 0,1 (harina blanca, 72 % de extracción) hasta aproximadamente 2 (harina integral) KIRK, *et al.*, (2000). Las harinas con alto grado de extracción son ricas en fibras, considerando como elemento esencial para el normal funcionamiento del intestino. Mancilla (1982), citado por ALFARO (1993),

Es de interés discutir el efecto complementario nutricional del maíz “chuncho”, como fuente de proteína a las proteínas de la harina de plátano ya que el porcentaje de proteína de la harina de maíz “chuncho” con la de la harina de plátano es más elevado ya que aporta mayores niveles nutricionales en la ingesta de productos elaborados con estos tipos de harinas además que la harina de plátano poseen es su composición nutricional fibra (soluble e insoluble) que puede ser beneficiosa para tratar y evitar algunos trastornos gastrointestinales benignos y el cáncer del colon, y puede disminuir en grado moderado la cantidad de colesterol LDL.

5.2. Características fisicoquímicas de los panes obtenidos con los diferentes porcentajes de mezclas de harina de maíz “chuncho” y harina de plátano (fibra)

Estos valores que se muestran en los cuadros 14, 15 y 16 representan a los diferentes tratamientos empleados en el proceso.

Para los valores reportados de humedad; Zeceovich (1984), menciona que mediante la sustitución parcial óptima del 15 % de harina de maíz variedad cuban yellow, se reporta un 21,1 % de humedad, en donde se puede apreciar en los cuadros 14, 15 y 16 que los valores encontrados y comparados respectivamente son menores al reportado por Zeceovich ya que el máximo valor hallado en el presente trabajo de investigación es de $4,869 \pm 0,015$ que corresponde al cuadro 14, esto podría ser debido a los bajos porcentajes de humedad que contiene la harina de maíz "chuncho" y la harina de plátano. Lovatón (1999), indica 6,35 % de humedad en la sustitución parcial del 20 % de harina de yuca, este resultado al ser comparado con los cuadros 14, 15 y 16 respectivamente, se observa que existe una pequeña diferencia del valor encontrado en el presente estudio, ya que el máximo valor hallado es de $4,869 \pm 0,015$ que corresponde a la mezcla de sustitución de 8,8 % de harina de maíz "chuncho" y adición de 9,6 % de harina de plátano, en comparación al porcentaje de sustitución utilizado por Lovatón este es mayor. Reyes, A., *et al.*, (2004), reporta un $31,03 \% \pm 0,32$ de humedad en la sustitución parcial del 30 % de harina de arroz, este valor difiere bastante a los valores reportados en el análisis realizado al 8,8 %, 12,1 % y 15,4 % de sustitución parcial de harina de maíz "chuncho" y 1,2 %, 2,4 %, 4,8 % y 9,6 % de adición de harina de plátano (fibra) tal como se muestran en los cuadros 14, 15 y 16 ya que el valor reportado por Reyes es más alto que los valores reportados por los otros autores esto podría ser por el porcentaje de sustitución de harina de arroz que utilizó.

En los estudios realizados por Lovatón y Reyes *et al.*, en la sustitución parcial del porcentaje de sus harinas estas fueron mayores que la sustitución realizada en el presente estudio, a excepción de Zecevich que presentó un porcentaje de sustitución menor al 15,4 %. En donde podríamos mencionar que los diferentes porcentajes empleados en la elaboración del presente trabajo de investigación hace recalcar que es factible la mezcla de estas dos tipos de harinas hasta un porcentaje de 12,1 y 1,2 de harina de maíz "chuncho" y harina de plátano (fibra) respectivamente, para poder aumentar el valor nutritivo del pan francés a elaborar puesto que este tratamiento fue el que tuvo mayor aceptación ante el consumidor.

Haciendo un análisis comparativo de los cuadros 14, 15 y 16 para el porcentaje de humedad se observa que existe una mínima diferencia significativa ya que los valores se asemejan entre sí para los diferentes porcentajes de sustitución de harina de maíz "chuncho" y adición de harina de plátano (fibra), también se observa que los valores de humedad aumentan a medida que se sustituye los porcentajes de harina de trigo por harina de maíz "chuncho" lo cual esta sustitución influye en los valores encontrados para el pan; la adición de los porcentajes de la harina de plátano (fibra) va influenciar de manera notoria en el porcentaje de humedad del pan ya que estos valores van a ir en aumento a medida en que se adicionen los porcentajes de harina de plátano como se observa en los cuadros 14, 15 y 16 respectivamente.

Según BENEDETTI (1969), la presencia del agua mantiene la humedad del pan, así una masa con poca cantidad de agua daría un producto seco y quebradizo. Los almidones hidratados al ser horneados se hacen más

digeribles, el agua retenida en el pan afecta el rendimiento obtenido notablemente; desde el punto de vista comercial es ventajosa la retención de la mayor cantidad de humedad.

La estabilidad de un alimento esta dado por la mayor o menor cantidad de agua que contenga. Así, se ha demostrado que este elemento favorece la acción enzimática, retarda o acelera la oxidación de lípidos y favorece el desarrollo de microorganismos. (ROJAS, 1980).

Reyes, A., *et al.*, (2004) y Zecevich (1984), reportan valores de $1,98\% \pm 0,03$; $2,0\%$ para las cenizas, observándose que estos valores se acercan a los valores reportados en el presente trabajo (cuadro 15), ya que a mayor porcentaje de sustitución de harina de maíz "chuncho" y adición de harina de plátano estos van a aumentar el contenido de ceniza en el pan, como se observa en los cuadros 14 , 15 y 16 respectivamente, observándose que los valores encontrados y mostrados en el cuadro 16 del presente estudio, se observa que los valores encontrados para la ceniza es menor al reportado por Reyes y Zecevich, esto podría ser que debido a que se utilizaron diversas proporciones en cuanto al los porcentajes de sustitución que se emplearon para la elaboración del pan. Lovatón, (1999), reporta un valor de $0,82\%$; en donde al ser comparado con los cuadros 14, 15 y 16 del presente trabajo de investigación los valores encontrados son significativamente más altos, esto se deberá a que se sustituyó un porcentaje mayor de harina de yuca (20%) por harina de trigo y comparado con el presente trabajo de investigación el máximo valor sustituido de harina de maíz "chuncho" por harina de trigo es de $15,4\%$.

Comparando los cuadros 14, 15 y 16 del presente trabajo se observa, que hay un leve aumento del contenido de ceniza con respecto a los diversos porcentajes de harina de plátano (fibra) en el pan, esto se deberá por la adición de estas dos harinas que difieren en su composición nutricional a la de la harina de trigo en donde habrá una compensación del equilibrio de este componente que al ser sustituido (harina de trigo por harina de maíz "chuncho") equilibrando el contenido de ceniza en el pan. En los cuadros 14, 15 y 16 se observa que existe correlación en los porcentajes de sustitución de harina de maíz "chuncho" y adición de harina de plátano (fibra) ya que estos valores se van incrementando a medida que se adiciona los diferentes porcentajes de las harinas empleadas.

Donde se podría señalar que estos panes elaborados con los diferentes porcentajes de sustitución de harina de maíz "chuncho" y adición de harina de plátano (fibra) es una buena alternativa de consumo por su contenido de cenizas (minerales).

En cuanto a los valores reportados para las proteínas Zeceovich (1984), indica un 9,5 %, que es mucho menor que los valores encontrados en el presente trabajo (cuadro 14, 15 y 16), ya que al utilizarse dos tipos de harinas estos aumentan su valor proteico conjuntamente pero al ser sustituido la harina de trigo por la harina de maíz "chuncho" estas harinas disminuirán el valor proteico de la harina de trigo obteniéndose un pan con un bajo valor proteico ya que se empleó mayor porcentaje de harina de trigo que porcentajes de las dos harinas (maíz "chuncho" y harina de plátano(fibra)) conjuntas. Lovatón (1999), reporta 10,30 %; estos valores difieren significativamente a los reportados en el

presente trabajo (cuadros 14, 15 y 16), ya que a mayor porcentaje de sustitución de harina de maíz "chuncho" y adición de harina de plátano (fibra) estos van a ser que disminuya el valor proteico del pan, cabe recalcar que el valor reportado por Lovatón con sustitución de harina de yuca (20 %) por harina de trigo es mayor, al mayor porcentaje utilizado en el presente trabajo de investigación. Para las proteínas Reyes, A., *et al.*, (2004), reporta $11,36 \% \pm 0,36$ que en comparación a los cuadros 14, 15 y 16 este valor se acerca al mínimo valor reportado en el presente estudio (cuadro16).

Comparando los cuadros 14, 15 y 16 se observa que hay una disminución de su valor proteico en lo que respecta a los cuadros 14, 15 y 16, esto se deberá porque se utilizó un porcentaje mayor al 10 % de sustitución de harina de maíz "chuncho" por harina de trigo, para el proceso de elaboración del pan francés.

Para las grasa Reyes, A., *et al.*, (2004), indica un $4,48 \% \pm 0,11$, el cual esta próximo al valor reportado en el cuadro 14 ($3,818 \% \pm 0,007$) del presente estudio, este valor cercano al de Reyes se deberá al alto contenido de grasa que contiene la harina de maíz "chuncho" (cuadro 12). Zeceovich, (1984), indica un 0,4 % y Lovatón, (1999), reporta 7,32 %; estos valores reportados por estos autores y comparados por los diferentes análisis mostrados en los cuadros 14,15 y 16 nos indican que existe una gran diferencia en los valores reportados para las grasas ya que van a diferir notoriamente por el porcentaje de sustitución de la harina de trigo ya que Zeceovich sustituye un 15 % de harina de trigo por harina de maíz variedad cubam yellow y Lovatón sustituye un 20 % de

harina de trigo por harina de yuca que son porcentajes de sustitución diferentes a los empleados en el presente trabajo de investigación.

En cuanto a la fibra Lovatón, (1999), reporta 1,9 %; Zeceovich (1984), indica 1,8 % y referente a la fibra dietética total Reyes, A., *et al.*, (2004) reporta 2,89 %, todos estos valores difieren significativamente a los valores encontrados en los cuadros 14, 15 y 16 ya que existe una gran diferencia con los valores reportados, además se observa que los porcentajes de las harinas sustituidas son diferentes a los utilizados en el presente estudio. Siendo el máximo valor de fibra encontrada en la muestra de pan el que figura en el cuadro 16 ($0,839 \pm 0,022$) que corresponde a la mezcla de 15,4 % de harina de maíz "chuncho" y 9,6 % de harina de plátano (fibra) como bien se sabe la fibra interviene en la disminución del riesgo de cáncer, la FAO, OMS y las asociaciones relacionadas con la nutrición, están promoviendo, el consumo de entre 20 a 35 gramos de fibra diariamente incrementando el consumo de vegetales, frutas y granos enteros, para promover una buena salud en los adultos; pero no basta con incrementar la cantidad, sino tener en cuenta que la calidad de la fibra y otros factores ambientales, demográficos y genéticos, están incidiendo sobre la fibra, y esta a su vez sobre el estado de salud (CASTAÑO, 2004). Al utilizarse la harina de plátano este fruto que contiene fibra y comparado con otros alimentos es bajo en agua pero alto en fibra, almidón, azúcar, cenizas y proteínas aunque bajo en grasa y vitamina C, B₁ y niacina (CHAMPION, 1968), el plátano es un alimento que contiene >2 g/100 g de alimento de fibra (RIVAS, 2006).

En los cuadros 14, 15 y 16 se reportó valores encontrados de energía que haciendo una comparación entre los cuadros se observa que en el cuadro 14 los valores de energía van aumentando esto se debe a que el porcentaje de sustitución empleado en la elaboración del pan del presente estudio es menor al 10 %, por lo que se podría indicar que a menor sustitución del 10 % este aumentaría los niveles de energía del producto, notándose que en los cuadros 15 y 16, en comparación con el cuadro 14 existe una notoria diferencia puesto que los valores encontrados en el presente trabajo de investigación para la energía disminuyen, esto se deberá por el porcentaje de sustitución utilizada que fue mayor al 10 %.

Zecevich (1984), menciona que mediante la sustitución parcial del 15 % de harina de maíz variedad cuban yellow, se reporta un 65,3 % de carbohidratos, que en comparación a los cuadros 14, 15 y 16 es menor ya que en el presente estudio se utilizó la mezcla de dos diferentes tipos de harinas (harina de maíz "chuncho" y harina de plátano(fibra)). Lovatón (1999), indica 73,3 % de carbohidratos en la sustitución parcial del 20 % de harina de yuca y Reyes, A., *et al.*, (2004), reporta un 51,65 % \pm 0.39 de carbohidratos en la sustitución parcial del 30% de harina de arroz, estos valores referidos por los autores mencionados y comparados con los resultados mostrados en los cuadros 14, 15 y 16, nos indican que existe una gran diferencia que podría deberse por la utilización de diferentes fuentes y los porcentajes de mezclas que se utilizaron para los diferentes estudios realizados de investigación; en comparación a nuestro estudio donde, se reportan valores desde 74,930 % \pm 0,021 hasta 78,892 % \pm 0,143, como se muestran en los cuadros 14 y 16.

Kent (1971), citado por ZECEVICH (1984), informa que el volumen de pan depende más de la calidad de las proteínas que su cantidad, pues para una buena extensión del anhídrido carbónico formado en la fermentación de la masa es esencial la existencia de cierta cantidad de grupos sulfhídricos que están presentes especialmente en el gluten del trigo.

En cuanto a la densidad aparente que se indica en los cuadros 14, 15 Y 16 observamos que difieren en una proporción mínima en cuanto a los valores de los diferentes tratamientos ya que el porcentaje de sustitución del 15,4 % de harina de maíz "chuncho" y 9,6 % de harina de plátano (fibra) es el que presenta mayor valor ($0,304 \text{ g/cm}^3 \pm 0,028$) y el porcentaje de sustitución del 8,8 % de harina de maíz chuncho y 9,6% de harina de plátano es el que presenta menor valor ($0,186 \text{ g/cm}^3 \pm 0.013$) esto se debe a que el pan es afectado por varios factores ligado a la calidad de los ingredientes usado en la formulación de la masa, especialmente de la harina y los tratamientos usados durante el procedimiento tal como manifiesta ALFARO(1993).

Según SALHUANA (2004), en el Perú, el maíz también es usado en la panificación. Los resultados de estudios experimentales con maíces comerciales de diferentes texturas de endospermo, ofrecen una buena alternativa panadera en sustituciones del 15 y 16 % de harina de maíz. En la panificación se ha llegado a determinar la posible sustitución de un porcentaje de la harina de trigo por la de maíz hasta en un 20 %, sin que modifique su calidad panadera.

CASTAÑO (2004), hace mención que los diferentes cereales difieren en composición, así tenemos que en la avena y la cebada predominando la fibra soluble; mientras que en el de trigo y maíz tiene más de un 50 % de fibra soluble y pocos almidones.

Según **RIVAS (2006)**, indica que el plátano es un alimento que contiene alto contenido de fibra (>2 g/100g de alimento).

IPN (2009), indica que la fibra soluble del plátano contribuye a bajar los niveles de colesterol e índice glicérico (cantidad de glucosa en la sangre después de la comida, previniendo el riesgo de diabetes y enfermedades cardiovasculares, además de mejorar el tránsito intestinal y reducir el riesgo de enfermedades del colon.

KIRK (2000), manifiesta que las harinas para la fabricación del pan de mezcla deben constar entre un 25 y 50 % de harina de trigo.

Comparando el valor encontrado del mejor tratamiento (12,1 % de harina de maíz "chuncho" y 1,2 % de harina de plátano) del presente trabajo de investigación que se muestra en el cuadro 15 con el cuadro 9 de la composición del pan francés podemos observar que los valores de proteína, energía y carbohidratos son mayores a los valores reportados en el cuadro 9, esto se debe a la que se utilizó como sustituto de la harina de trigo a la harina de maíz "chuncho" y se adicionó la harina de plátano aumentando así el valor proteico del pan así como los carbohidratos y energía obteniéndose un pan altamente nutritivo, en el caso de la humedad, grasa y fibra los valores

reportados en el cuadro 9 son mayores a los valores encontrados del presente trabajo de investigación esto se debe a que solo se utilizó en su elaboración un solo tipo de harina en donde BENNION (1982), manifiesta que para el caso de panificación, el valor panadero de la harina de trigo depende de la calidad y la cantidad de gluten, harina que tiene gran proporción de gluten de buena calidad poseen la aptitud de absorber gran cantidad de agua y producen una masa suficientemente tenaz y elástica.

Araujo (1968), citado por ZECEVICH (1984), manifiesta que la calidad de un pan guarda relación directa con el procedimiento empleado en su elaboración, de esta manera depende de los siguientes factores: buena calidad de los ingredientes, formula balanceada, de un mezclado y amasado rápido y de una fermentación correcta en función al tiempo y temperatura.

La calidad de un pan es un concepto relativo y es fijado por los hábitos de consumo de las personas Araujo (1968) citado por ZECEVICH (1984), al respecto manifiesta que los expertos de la Fleischmann afirman que no existe un tipo de pan "estándar" por lo tanto es sumamente difícil establecer bases o criterios uniformes internacionalmente.

5.3. Características sensoriales del producto final

En el cuadro 17 que muestra la comprobación de las diferencias al 1 y 5% de probabilidad entre todos los promedios de los tratamientos en estudio, se realizó el cálculo del ANVA para el atributo aceptabilidad tal como se muestra en el cuadro 31, (Anexo - II). De acuerdo a estos resultados del ANVA y al nivel del 1 y 5 % de probabilidad; las características organolépticas de los panes en

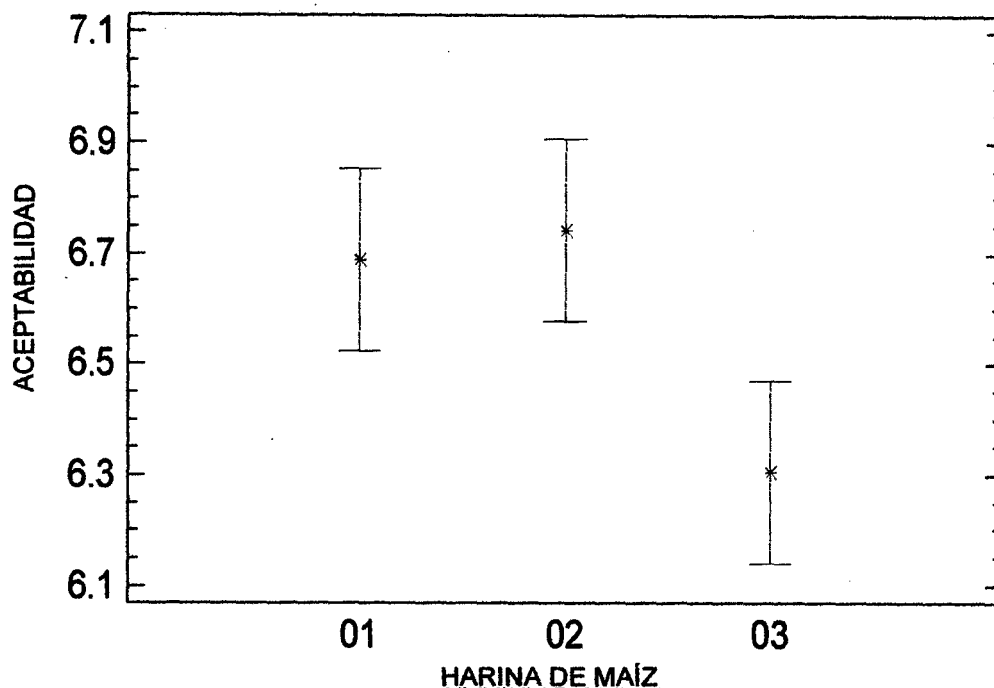
estudio difieren entre sí observándose que no hay efecto de la interacción, por lo que sólo influyen los efectos principales.

El porcentaje de harina de maíz "chuncho" agregado durante la elaboración del pan francés ejerce un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$) en la aceptabilidad, del mismo modo lo hace el porcentaje de harina de plátano (fibra) ($P_v < 0,01$).

Esto indica realizar la comparación múltiple de medias, la cual se muestra en los cuadros 18 y 19.

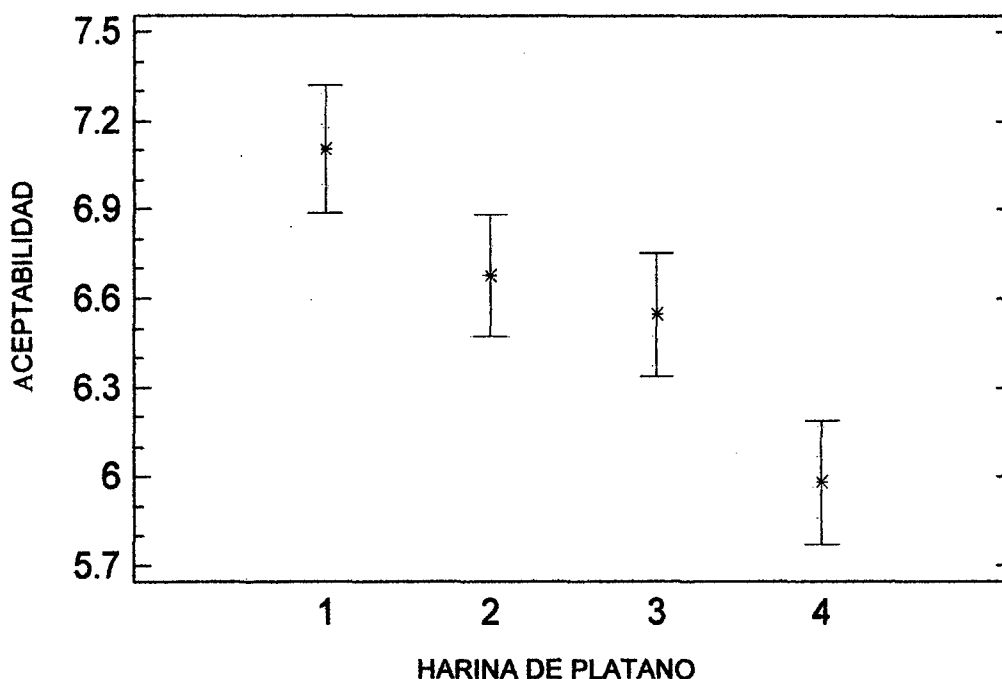
Según la prueba de Tukey, que se presenta en el cuadro 18, se observa que los porcentajes sustituidos de harina de maíz "chuncho" al 12,1 % y 8,8 % en la elaboración de pan francés no difieren significativamente en cuanto al atributo aceptabilidad, mientras que el porcentaje del 15,4 % es diferente a los dos anteriores, tal como se muestra en la figura 5, esto se debe al porcentaje de sustitución que se empleo de este tipo de harina (maíz "chuncho") que según ZECEVICH (1984) un optimo porcentaje de sustitución de harina de maíz por harina de trigo es de 15 %.

Figura 5. Diagrama de medias para el atributo ACEPTABILIDAD según el porcentaje de harina de maíz "chuncho" adicionado durante la elaboración del pan francés.



Según la prueba de Tukey realizado en el cuadro 19 y figura 6, se observa que los porcentajes de harina de plátano (fibra) adicionados 2,4 % y 4,8 %, no difieren significativamente en cuanto al atributo aceptabilidad en la elaboración del pan francés. El porcentaje de 9,6 %, corresponde al más bajo nivel de aceptabilidad; mientras que el porcentaje de 1,2 % representan las muestras de pan que obtuvieron la mayor aceptabilidad, esto se debe a que la harina de plátano al ser sometido en el proceso de horneado sus azúcares se caramelizan obteniéndose así un pan con un color oscuro.

Figura 6. Diagrama de medias para el atributo ACEPTABILIDAD según el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado durante la elaboración del pan francés.

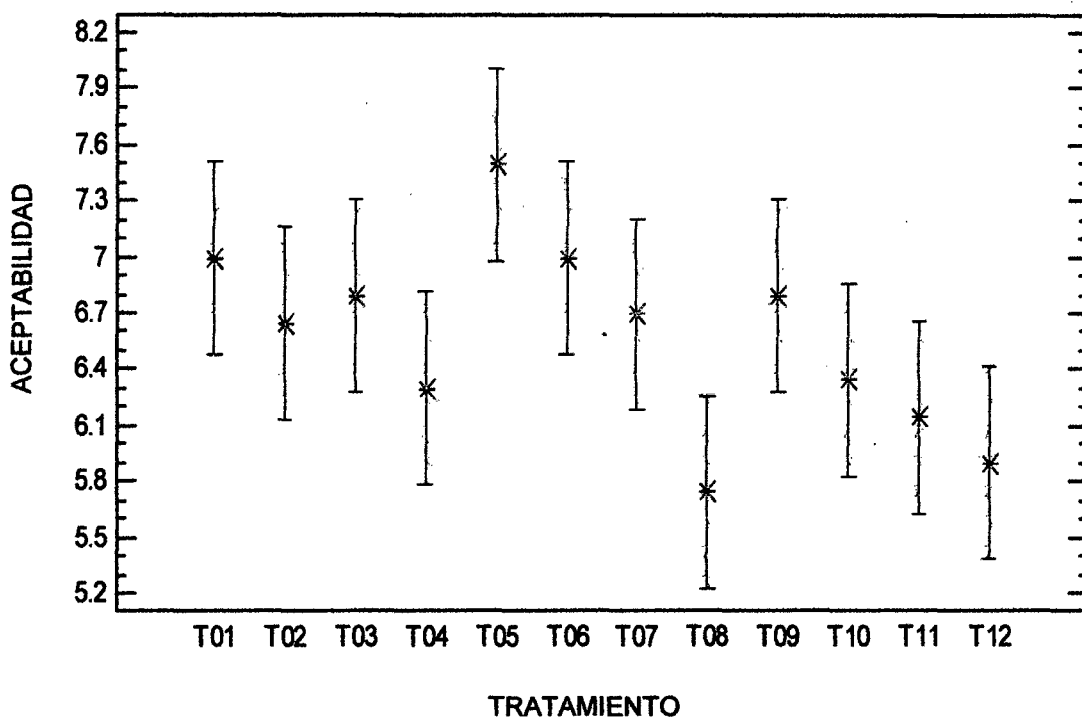


Del ANVA realizado que se muestra en el cuadro 32, (Anexo-II), se observa que los tratamientos, ejercen un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$) sobre la aceptabilidad del pan francés esto se debe a que dichos porcentajes de sustitución y adición de las harinas empleadas en los tratamientos fueron aceptados.

Según la prueba de Tukey en el cuadro 20 y figura 7, se observa que el tratamiento 08 (harina de maíz "chuncho" 12,1 % y harina de plátano (fibra) 9,6 %) presenta menor nivel de aceptabilidad, esto se debe a que se adicionó mayor porcentaje de harina de plátano (fibra) en la elaboración del pan francés. Sin embargo, el tratamiento 05 (harina de maíz "chuncho" 12,1 % y harina de

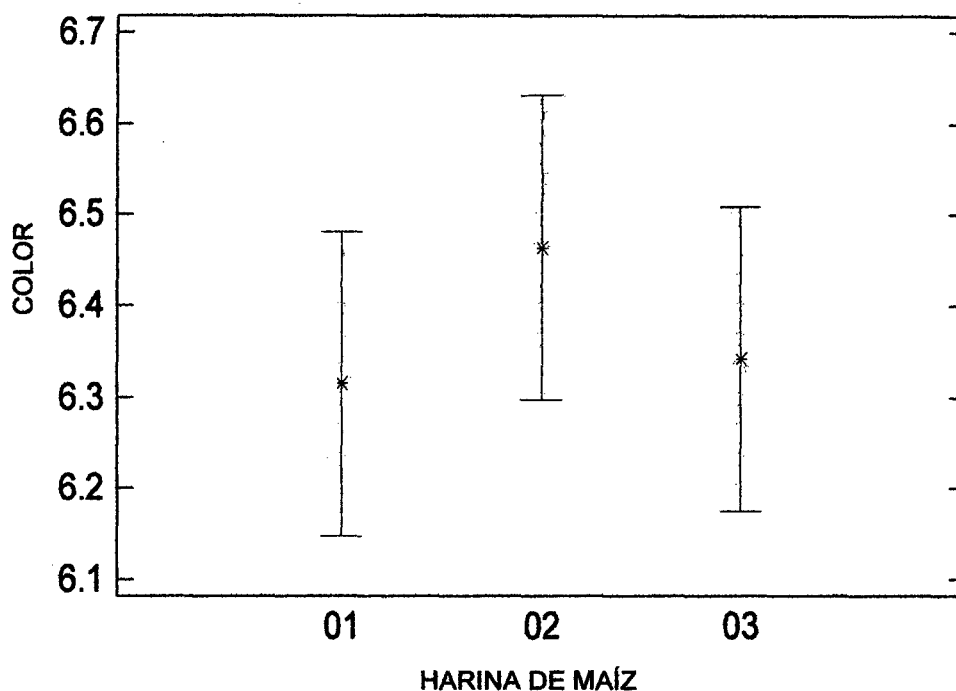
plátano (fibra) 1,2 %) reporta mayor aceptabilidad por contener bajo porcentaje de harina de plátano y mayor porcentaje de harina de maíz "chuncho".

Figura 7. Diagrama de medias para el atributo ACEPTABILIDAD según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan



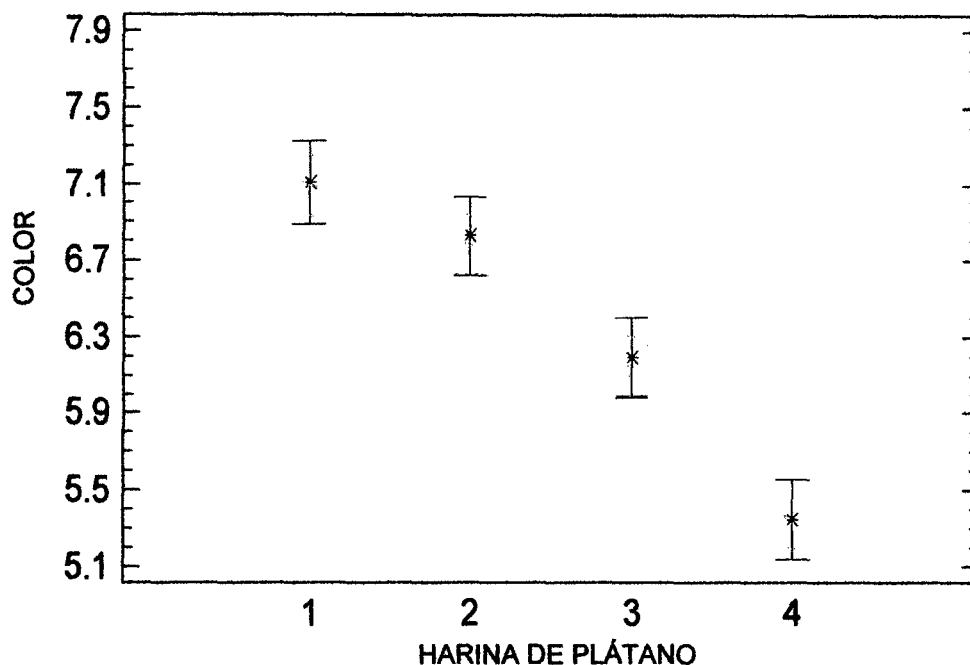
En el cuadro 33 del ANVA del color (Anexo-II), al nivel de 1 y 5 % de probabilidad; se observa que no hay efecto de la interacción, por lo que sólo influyen los efectos principales. El porcentaje de harina de maíz "chuncho" agregado durante la elaboración del pan francés ejerce un efecto no significativo en el color ($P_v > 0,05$), lo que se observa en la figura 8; el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado ejerce un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$). Esto nos lleva a realizar la comparación múltiple de medias, la cual se muestra en el cuadro 21, y figura 9.

Figura 8. Diagrama de medias para el atributo COLOR según el porcentaje de harina de maíz "chuncho" adicionado durante la elaboración del pan francés.



Según la prueba de Tukey realizado que se indica en el cuadro 21 y figura 9, observamos que los niveles de adición de 1,2 % y 2,4 % de harina de plátano (fibra) adicionado en la elaboración de pan francés no difieren significativamente en cuanto al atributo color. El nivel de adición de harina de plátano (fibra) al 9,6 % corresponde el nivel más bajo de aceptabilidad del color; mientras que el nivel de adición al 4,8 % corresponde al nivel medio de aceptabilidad del color; y por lo tanto los tratamientos de 1,2 % y 2,4 % representan las muestras de pan que obtuvieron la mayor aceptabilidad en el color.

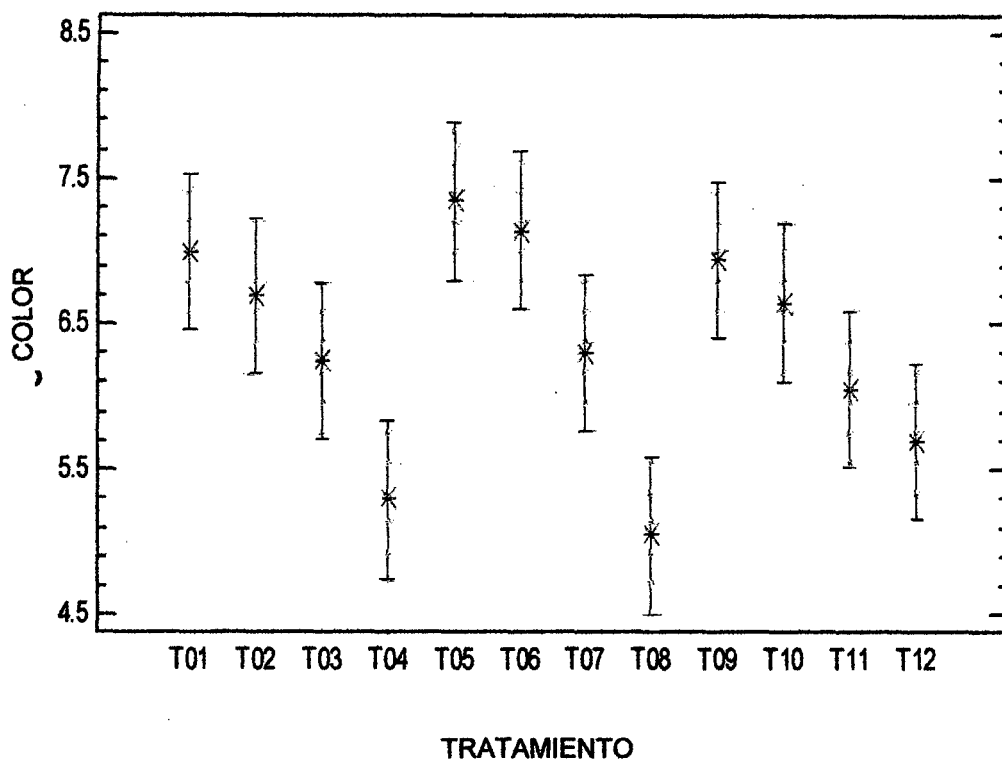
Figura 9. Diagrama de medias para el atributo COLOR según el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado durante la elaboración del pan francés.



Del ANVA realizado para el color, que se muestra en el cuadro 34 (Anexo-II), observamos que los tratamientos, ejercen un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$) sobre el color del pan francés.

Según la prueba de Tukey que se muestra en el cuadro 22, y figura 10, se observa que el tratamiento 08 (harina de maíz "chuncho" 12,1 % y harina de plátano (fibra) 9,6 %) reporta menor nivel de aceptación del color. Sin embargo, el tratamiento 05 (harina de maíz "chuncho" 12,1 % y harina de plátano (fibra) 1,2 %) reporta mayor aceptación del color esto es porque se adicionó mayor porcentaje de harina de plátano en la elaboración del pan ya que dicha harina al ser de color oscuro va a dar una apariencia de color al pan un tanto oscura.

Figura 10. Diagrama de medias para el atributo COLOR según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan francés.

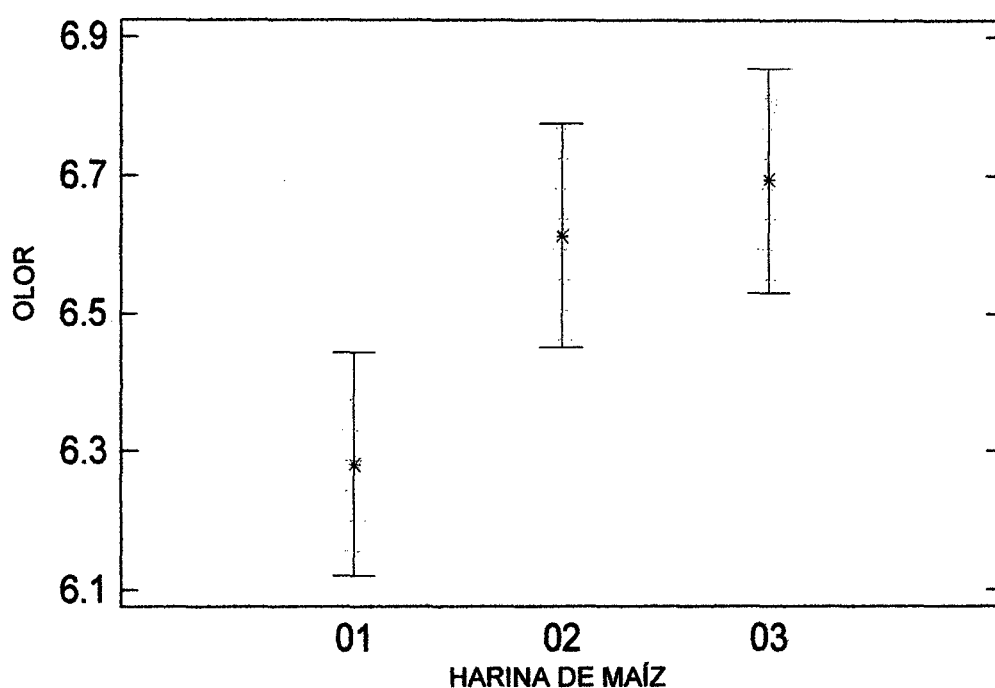


En el cuadro 35, (Anexo-II), del ANVA del olor realizado, podemos ver que no hay efecto de la interacción, por lo que sólo influyen los efectos principales. El porcentaje de harina de maíz "chuncho" agregado durante la elaboración del pan francés ejerce un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$) en el olor, del mismo modo lo hace el porcentaje de harina de plátano (fibra) ($P_v < 0,01$). Esto nos lleva a realizar la comparación múltiple de medias, que se muestra en los cuadros 23 y 24.

En el cuadro 23 de la prueba de Tukey, se observa que los porcentajes adicionados de harina de maíz "chuncho" al 12,1 % y 15,4 %, no difieren significativamente en cuanto al atributo olor en la elaboración de pan francés; mientras que el porcentaje adicionado de harina de maíz "chuncho" al 8,8 %, es

diferente a los dos anteriores, como se observa en la figura 11, ya que el pan al contener mayor porcentaje de harina de maíz "chuncho" este va a interactuar con el olor de la harina de trigo y la harina de plátano.

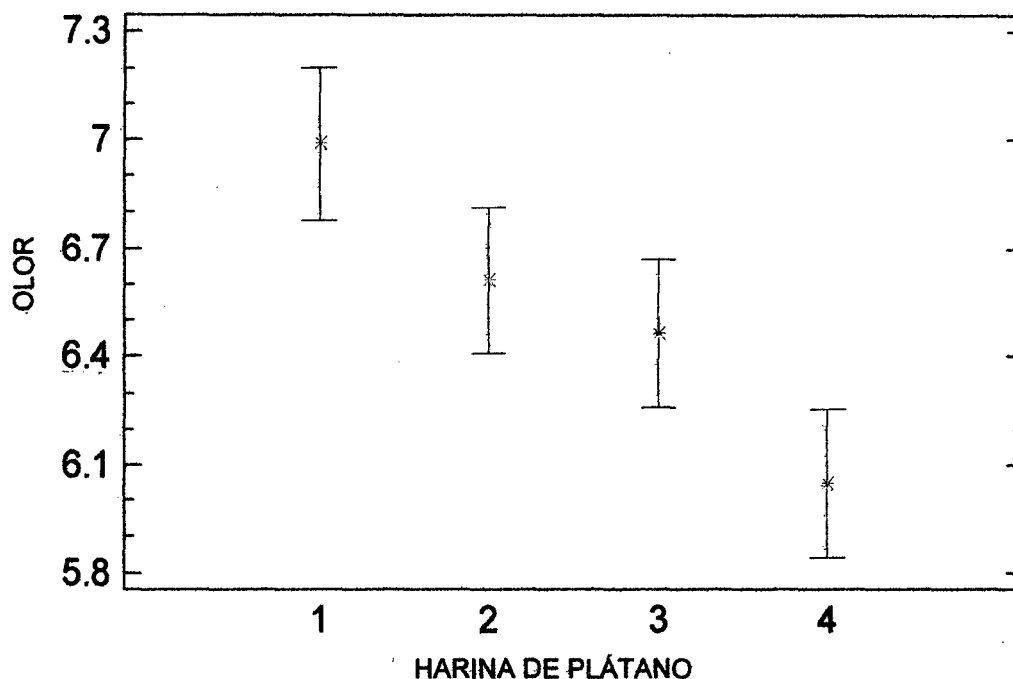
Figura 11. Diagrama de medias para el atributo OLOR según el porcentaje de harina de maíz chuncho adicionado durante la elaboración del pan francés



En el cuadro 24 y figura 12, de la prueba de Tukey realizada se observa que en los porcentajes adicionados de harina de plátano (fibra) existe una pequeña diferencia significativa en cuanto al atributo olor en la elaboración de pan francés. El porcentaje de 9,6 % de harina de plátano (fibra) corresponde al nivel más bajo de aceptabilidad del olor; mientras que los porcentajes al 1,2 % y 2,4 %, de harina de plátano (fibra) representa las muestras de pan que

obtuvieron la mayor aceptabilidad del olor, esto se debe al olor que desprende la harina de plátano al ser sometido a un proceso de horneado.

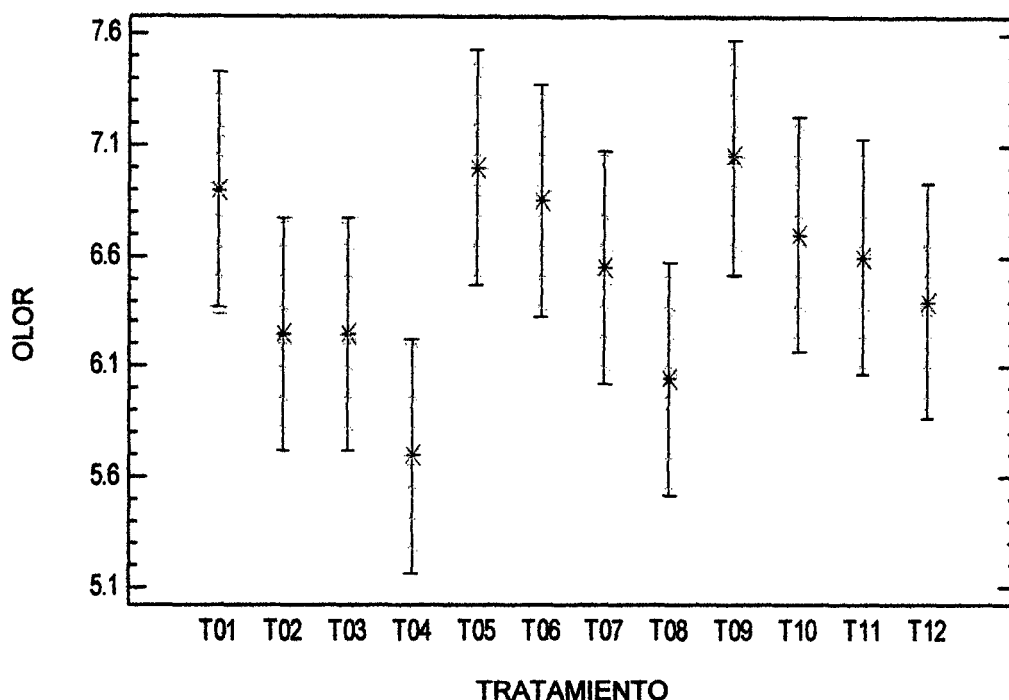
Figura 12. Diagrama de medias para el atributo OLOR según el porcentaje de plátano (fibra) adicionado durante la elaboración del pan francés.



En el cuadro 36, (Anexo-II) del ANVA realizado para el olor observamos que los tratamientos, ejercen un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$) sobre el olor del pan francés. En la comparación múltiple de medias de la prueba de Tukey que se muestra en el cuadro 25 y figura 13 observamos que el tratamiento 04 (harina de maíz "chuncho" 8,8 % y harina de plátano (fibra) 9,6 %) reporta menor nivel de aceptabilidad del olor. Sin embargo, el tratamiento 09 (harina de maíz chuncho 15,4 % y harina de plátano (fibra) 1,2 %) reporta mayor aceptabilidad del olor esto es debido a que se utilizaron diferentes proporciones de harina de maíz "chuncho" en donde cabe mencionar que los

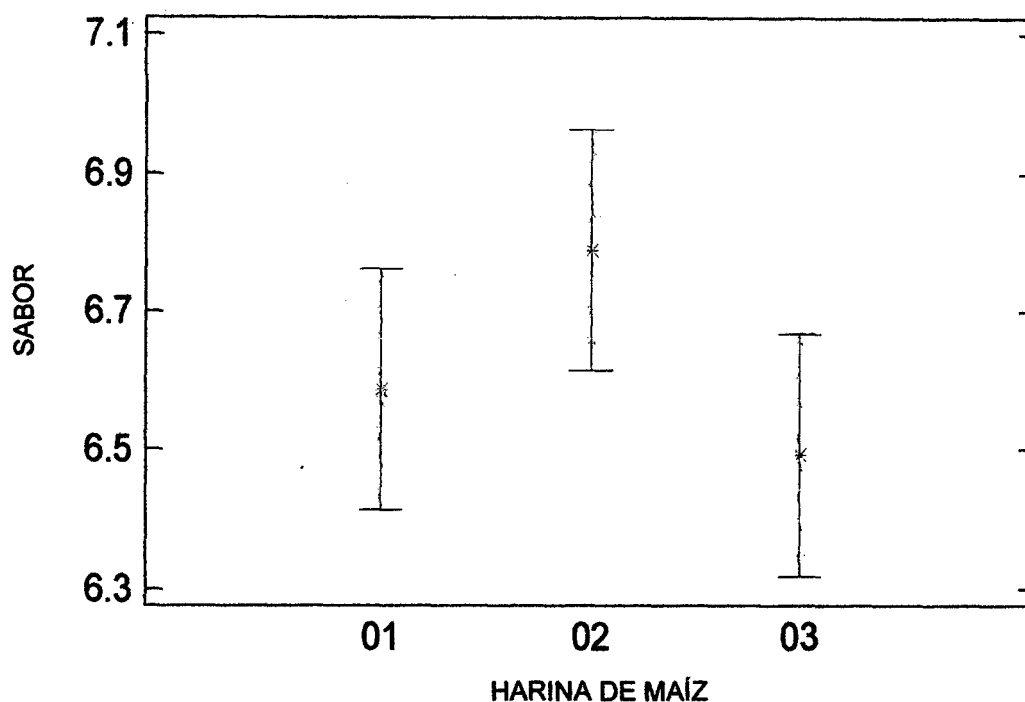
porcentajes empleados van a intervenir de manera notoria en la elaboración del pan además que el maíz posee un olor agradable al olfato.

Figura 13. Diagrama de medias para el atributo OLOR según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan francés.



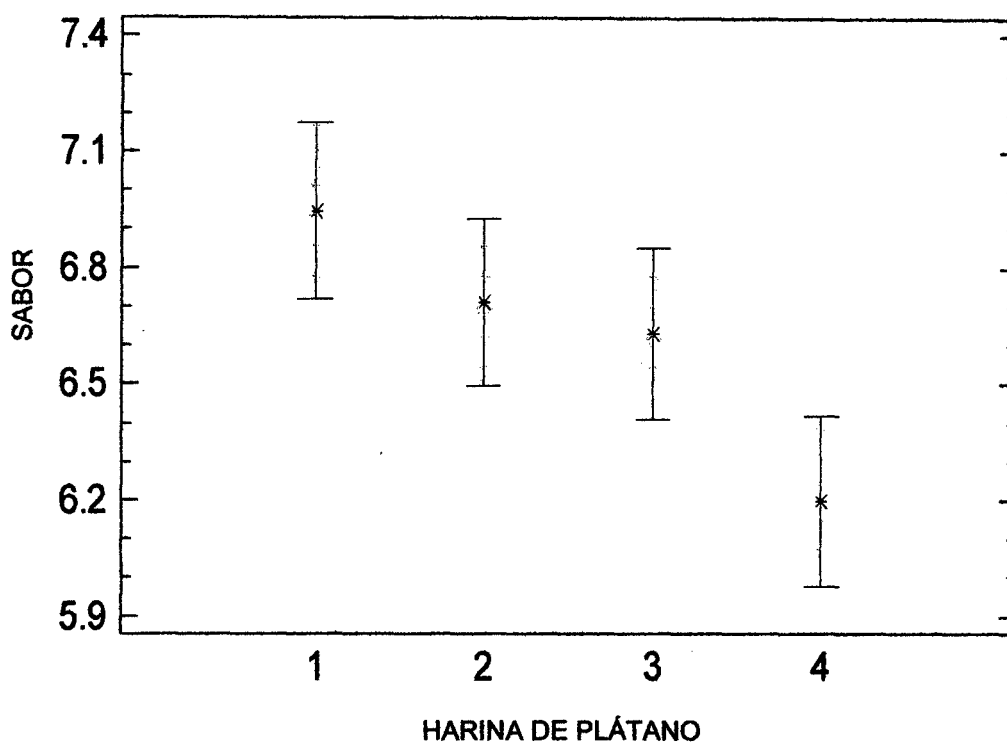
En el cuadro 37,(Anexo-II), del ANVA del sabor realizado observamos que no hay efecto de la interacción, por lo que sólo influyen los efectos principales. El porcentaje de harina de maíz "chuncho" agregado durante la elaboración del pan francés ejerce un efecto no significativo en el sabor ($P_v > 0,05$), verificándose en la figura 14; mientras que el porcentaje de harina de plátano (fibra) ejerce un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$). Esto nos lleva realizar la comparación múltiple de medias, el cual se muestra en el cuadro 26 y figura 15.

Figura 14. Diagrama de medias para el atributo SABOR según el porcentaje de harina de maíz "chuncho" adicionado durante la elaboración del pan francés.



Según la prueba de Tukey realizado observamos que los porcentajes de harina de plátano (fibra) adicionado al 1,2 % y 2,4 % de adición; no difieren significativamente en cuanto al atributo SABOR en la elaboración de pan francés. Mientras que el porcentaje de harina de plátano (fibra) al 9,6 % corresponde al más bajo nivel de aceptabilidad; por tanto los porcentajes de harina de plátano (fibra) de 1,2 % y 2.4 % representa las muestras de pan que obtuvieron la mayor aceptabilidad, tal como se muestra en la figura 15, esto es debido a que los al incrementarse el porcentaje de esta harina cambio el sabor del pan al interactuar con las otras harinas (maíz "chuncho" y trigo) haciéndolo más desagradable al paladar.

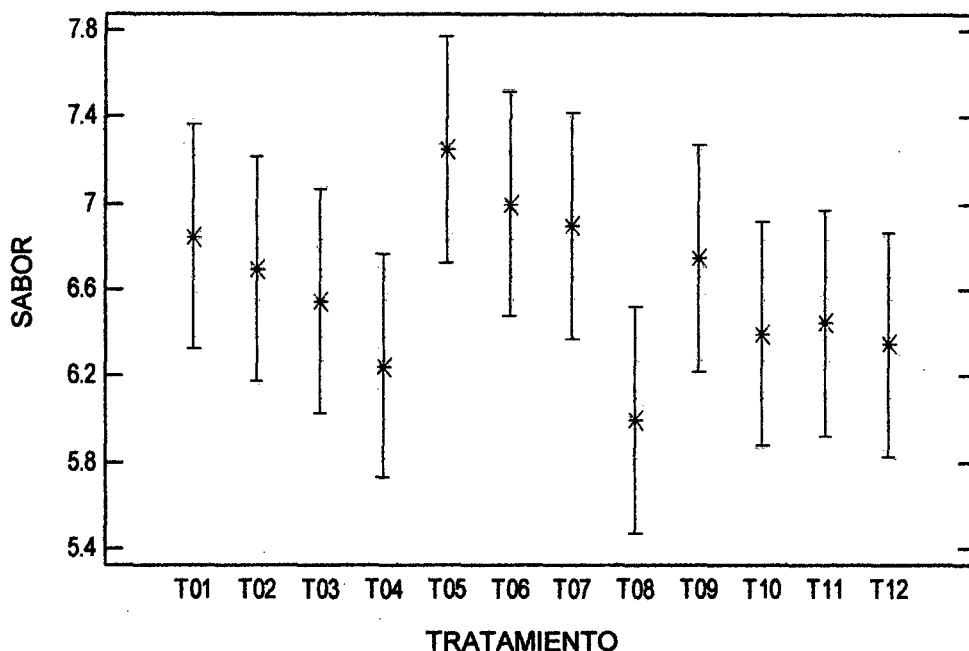
Figura 15. Diagrama de medias para el atributo SABOR según el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado durante la elaboración del pan francés.



Del ANVA realizado tal como se muestra en el cuadro 38, (Anexo-II) observamos los tratamientos, que ejercen un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$) sobre la aceptabilidad del pan francés.

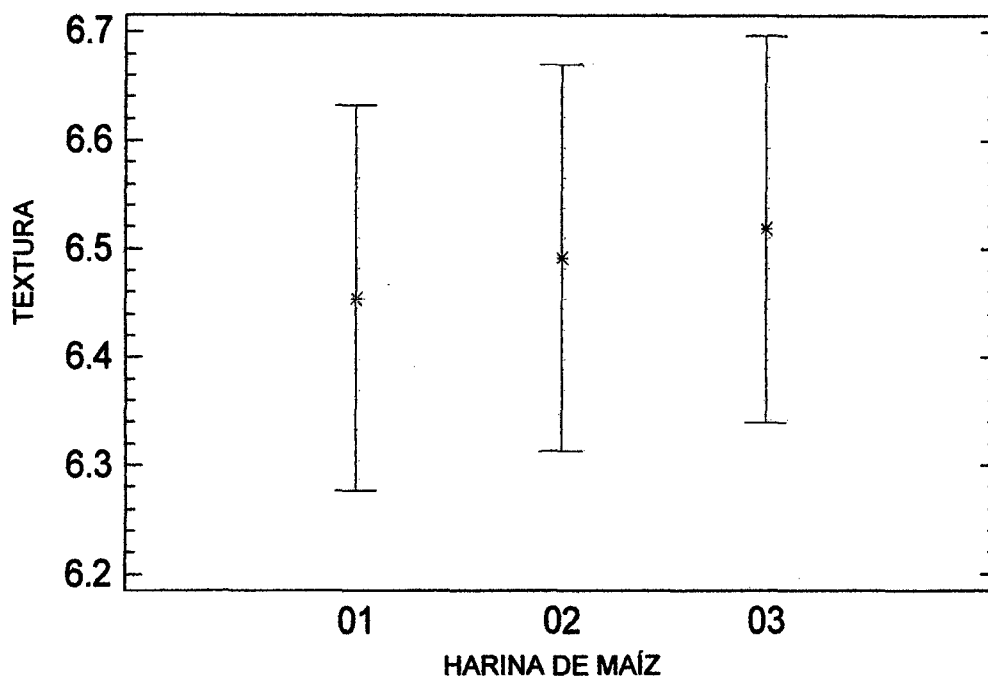
En el cuadro 27 y figura 16, de la prueba de Tukey realizado observamos que el tratamiento 08 (harina de maíz "chuncho" 12,1 % y harina de plátano (fibra) 9,6 %) reporta menor nivel de aceptabilidad del sabor. Sin embargo, el tratamiento 05 (harina de maíz "chuncho" 12,1 % y harina de plátano (fibra) 1,2 %) reporta mayor aceptabilidad.

Figura 16. Diagrama de medias para el atributo SABOR según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan francés.



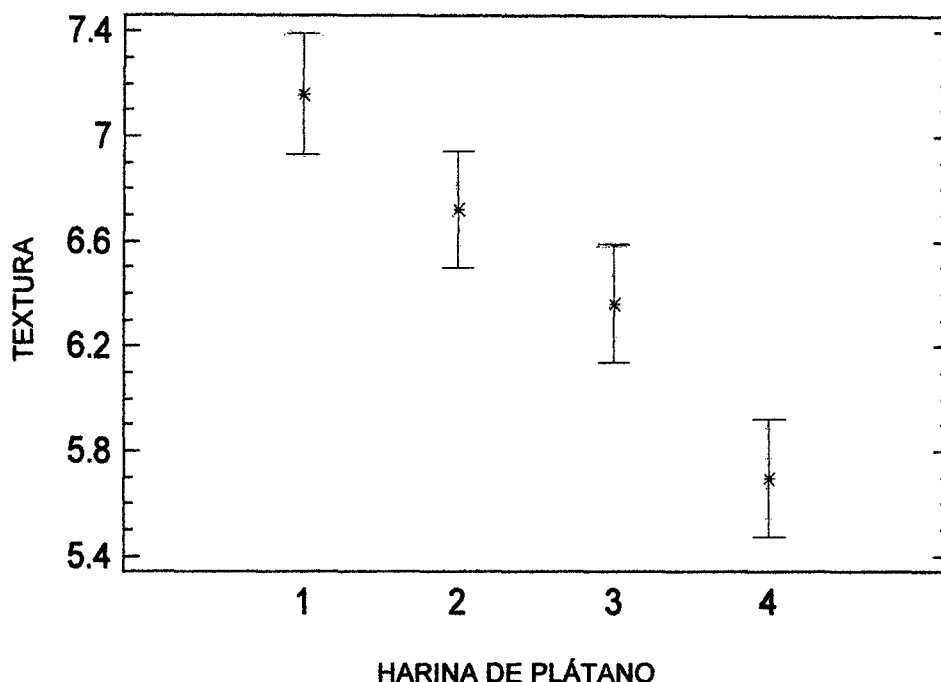
En el cuadro 39, (Anexo-II), del ANVA realizado observamos que no hay efecto de la interacción, por lo que sólo influyen los efectos principales. El porcentaje de harina de maíz "chuncho" agregado durante la elaboración del pan francés ejerce un efecto no significativo en la textura ($P_v > 0,05$), verificándose en la figura 16; el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado ejerce un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$). Esto nos lleva a realizar la comparación múltiple de medias, el cual se muestra en los cuadros 28 y figura 17.

Figura 17. Diagrama de medias para el atributo TEXTURA según el porcentaje de harina de maíz "chuncho" adicionado durante la elaboración del pan francés.



En el cuadro 28 y figura 18, de la prueba de Tukey realizado observamos que en los porcentajes de harina de plátano (fibra) adicionados al 2,4 % y 4,8 %, existe una pequeña diferencia significativa en cuanto al atributo textura en la elaboración de pan francés. El porcentaje de harina de plátano (fibra) al 9,6 % corresponde al más bajo nivel de aceptabilidad; mientras que el porcentaje de harina de plátano (fibra) de 1,2 % de adición representa la muestra de pan que obtuvo la mayor aceptabilidad en cuanto a su textura, esto se debe que al incrementarse el porcentaje de adición de esta harina va a ocasionar que el pan adquiera una textura un poco más dura.

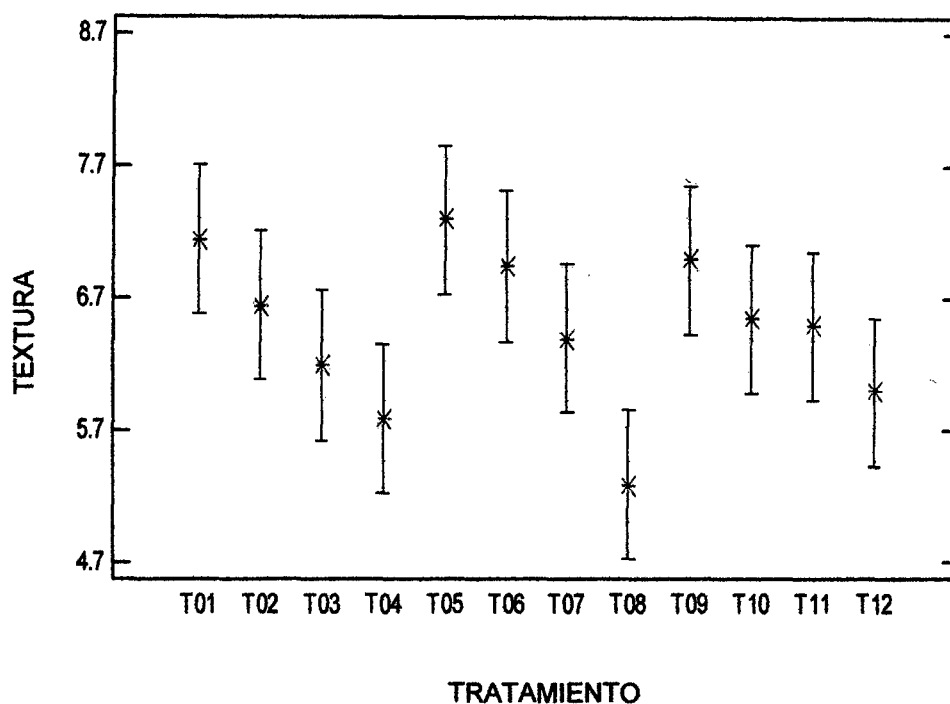
Figura 18. Diagrama de medias para el atributo TEXTURA según el porcentaje de harina de plátano (fibra) adicionado durante la elaboración del pan francés.



En el cuadro 40 del ANVA realizado (Anexo-II) observamos que los tratamientos, ejercen un efecto altamente significativo ($P_v < 0,01$) sobre la aceptabilidad del pan francés.

Según la prueba de Tukey mostrado en el cuadro 29, y figura 19, se observa que el tratamiento 08 (harina de maíz "chuncho" 12,1 % y harina de plátano (fibra) 9,6 %) reporta menor nivel de aceptabilidad. Sin embargo, el tratamiento 05 (harina de maíz "chuncho" 12,1 % y harina de plátano (fibra) 1,2 %) reporta mayor aceptabilidad.

Figura 19. Diagrama de medias para el atributo TEXTURA según el porcentaje de los tratamientos durante la elaboración del pan francés.



En cuanto a los atributos sensoriales el que presentó el mejor tratamiento en cuanto al color, olor, textura, sabor y aceptabilidad general fue el T5, como se muestra en el cuadro 17, ya que este tratamiento fue el que mejor aceptación tuvo entre los panelistas.

Según LÓPEZ Y MINGO (2003), hace referencia que al añadir la fibra soluble a un alimento permitirá compensar la deficiencia de ésta en la dieta del ser humano, además de ser un alimento no calórico, ya que proporciona menos de 2 Kcal/g, no da a los alimentos viscosidad y es inodora y con sabor neutro, por lo tanto no afecta las propiedades sensoriales de los productos.

Araujo (1968), citado por ZECEVICH (1984), menciona que la calidad de un pan guarda relación directa con el procedimiento empleado en su elaboración, de esta manera depende de los siguientes factores: buena calidad de los ingredientes, fórmula balanceada, de un mezclado y amasado rápido y de una fermentación correcta en función al tiempo y temperatura.

La fermentación correcta quiere decir hacer fermentar la masa hasta que el gluten y la acidez se desarrollen en forma óptima y el gas se produzca al punto que se obtenga un pan de buen volumen, color, textura, granulación, y sabor ideal.

Según mancilla (1982), citado por ALFARO (1993), la característica de la textura es determinada a través del sentido del tacto presionando los dedos levemente contra la superficie recién cortada de miga. La miga ideal de pan debe ser suave, siendo considerado indeseable una textura desigual, gruesa y gomosa. El pan debe tener un aroma delicado y típico de los productos de la panificación exenta de olores extraños tales como rancios, acidez, mohos u otros. El sabor del pan tiene usualmente un gusto levemente dulce y ácido, debiendo ser exento de sabores extraños. La falta de sal puede tornar a un pan muy insípido en cuanto que el exceso de fermentación tiende a dar un sabor ácido.

El pan, desde que sale del horno, empieza a sufrir alteraciones indeseables conocidas con el nombre de "envejecimiento". El envejecimiento incluye cambios tanto en la corteza como en la miga, la pérdida de sabor y la disminución de almidón soluble REPO-CARRASCO (1998).

5.4. Balance de materia del producto terminado

En el cuadro 30 y figura 4 se muestra que en cuanto a las operaciones de rendimiento de operación (%) no hay pérdida y para el rendimiento por producción (%) existe una pequeña ganancia.

La calidad de un pan es un concepto relativo y es fijado por los hábitos de consumo de las personas. Araujo (1968), citado por ZECEVICH (1984), al respecto manifiesta que los expertos de la Fleischmann afirman que no existe un tipo de pan "standard" por lo tanto es sumamente difícil establecer bases o criterios uniformes internacionalmente. Bennion (1969), citado por ZECEVICH (1984), por otro lado reporta que en los Estados Unidos de Norte América y en el Canadá existe un sistema de calificación basado en características externas e internas del pan, y son las siguientes:

- Características externas (30 puntos): volumen, color de la corteza, simetría de forma, uniformidad de cocción, fallas en la corteza y pestañas y rebordes.
- Características "internas" (70 puntos): color de la miga, textura de la miga, granulación, sabor y aroma.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio se puede establecer las siguientes conclusiones:

➤ De acuerdo a las evaluaciones sensoriales realizadas al pan francés, el que presentó mayor aceptabilidad entre los tratamientos en estudio fue el del 12,1 % de harina de maíz "chuncho" (*Zea mays L.*) y 1,2 % de harina de plátano (fibra) (*Musa paradisiaca*). La adición de la harina de maíz "chuncho" (*Zea mays L.*) y la harina de plátano (fibra) (*Musa paradisiaca*) como fibra en la elaboración de pan francés muestran una buena aceptabilidad en la mayoría de los atributos sensoriales de sabor, olor, color, textura y aceptabilidad.

➤ En cuanto a las características fisicoquímicas y nutricionales se puede apreciar que existe una diferencia en los resultados de los diferentes porcentajes utilizados en la elaboración del pan francés esto se debe a que se utilizaron diferentes niveles de sustituciones además de mejorar su composición química de la cual el mejor tratamiento tiene una humedad de 4.279 % \pm 0,025, ceniza 1,905 % \pm 0,051, proteína 14,033 % \pm 0,058, extracto etéreo 1,658 % \pm 0,028, fibra 0,728 % \pm 0,024, energía 4071,118 Kcal/g \pm 24,232, carbohidratos 77,185 % \pm 0,021 y densidad 0,234 % \pm 0,008.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios en la elaboración de pan de diferentes tipos con la sustitución de otras mezclas y adición de aditivos como enzimas, biogluten y otros complementos panarios.

- Realizar trabajos de investigación sobre el aislamiento de la fibra soluble de la harina de plátano para posteriores usos industriales.

- Evaluar la vida útil durante el almacenamiento y proceso de envejecimiento de los panes sustituidos por harina de maíz "chuncho" y harina de plátano.

- Se aconseja a toda la población el consumo habitual de la harina de plátano, y especialmente a personas con problemas de estreñimiento, problemas del colon y problemas de colesterol ya que este producto al contener fibra soluble en sus propiedades reduce el colesterol de la sangre, mejora la digestión y previene el estreñimiento. El pan desarrollado es una excelente opción para aumentar el consumo del plátano en las personas con efectos positivos en su salud.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ALFARO, C. 1993. Sustitución parcial de la harina de trigo por puré de yuca (*Manihot Esculenta,C*) para su uso en panificación. Tesis Ing.Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.96 p

ARANA, A. 1973. Sustitución de harina de maíz por harina de plátano en la alimentación de pollos parrilleros. Tesis Ing.Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.112 p

ASSOCIATION OF. AGRICULTURAL CHEMIST (A.O.A.C.). 1997. Official methods of analysis, 17 th Ed. Wash D.C. U.S.A.

1975. Official methods of analysis, 17 th Ed. Wash D.C. USA.

BENEDETTI. I. J. 1969. Como hacer mejor pan y a mejor Costo. 3^{ra} ed. 95 p.

BENNION E. 1982. Fabricación de pan. Ed. Acribia. Zaragoza. España. 404 p.

BÜSKENS, H. 1982. Libro Curso Profesional de Repostería Alemana, Ver para Saber, La Gran Enciclopedia para la civilización de la imagen, 4^{to} fascículo. Hyspamérica S.A. 380 p

CALAVERAS, J. 2004. Tratado de panificación y bollería. 2^{da} ed. Madrid, España. Mundi Prensa Libros S.A. 622 p.

CALLEJO, G. 2002. Industrias de cereales y derivados. Madrid, España. Mundi Prensa Libros S. A. 337 p.

- CASTAÑO, M. 2004. El mayor consumo de fibra no significa siempre mejorar la salud. Universidad de Caldas 17-25 p. Antioquia [En línea]:
(http://promocionsalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista%209_3.pdf, documentos, 17 de jun.2009)
- CAUVAIN, S., YOUNG, L. 2002. Fabricación de pan, Zaragoza, España. Acribia S.A. 419 p.
- CLAVER, R. 1983. La panadería moderna. Argentina. América. 58p.
- COLLAZOS, CH.; WHITE, P.L; WHITE, S. 1993. La composición de los alimentos peruanos. Ministerio de la Salud Pública. Lima, Perú, 36p
- CHAMPION, J. 1968. "El plátano". Ed. Blume. Barcelona – España. 247p
- CHERBUT, C. 2000. State of research on nutritional aspects of Acacia gum and recent clinical studies. Colloides Naturels International. Francia.
- DREHER M., L. 1987. Handbook or Dietary Fiber. Marcel Dekker Inc. Nueva York.
- DUNCAN, R. 1989. Tecnología de la industria galletera. Zaragoza, España. Acribia S.A. 483 p.
- ESCUADERO A., GONZALES S. 2006 La fibra dietética. España, Madrid. [En línea]: (<http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>., documentos, 25 de may 2009).
- FAO 1992. El maíz en los Trópicos. [En línea]:
(<http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s08.htm#TopOfPage>, documentos 25 de may 2009).
- 1998. Carbohydrates in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper 66 Roma.

- FENNIPAN. 1995, 1996, 1998. Revista de Panadería y Pastelería. Lima -Perú.
- GARCÍA, R. 1990. "Alimentación Humana. Errores y sus consecuencias."
Madrid, España Mundi-Prensa.121, 243-245 p
- GROBMAN, A., SALHUANA, W., SEVILLA, R., MANGELSDORF, P. 1961.
Races of maize in Peru their origins, evolution and classification.
Publication 915. National academy of sciences- National research
council. Washington, D.C..
- GREENWALD, P. 2001. Dietary Fiber. Cancer Prevention: Diet and Risk
Reduction. (Cancer Principles & Practice Oncology, 6a. ed. Vincent T.,
DeVita, Jr, Hellman S.,(Edts): 568-575 p.
- HARRIS, PJ. FERGURSON, LR. 1993. Dietary Fibre: its composition and role
in protection against colorectal cancer. Mutat. Res., 290-297 p.
- 1999. Dietary Fibres may protect or enhance
carcinogenesis. Mutat. Res., 95-110 p.
- INSTITUTO PERUANO DE NUTRICION (IPN) 2009. Harina de plátano macho
para mejorar calidad nutricional de la población [En línea]:
([http://Alfa Editores Técnicos - Elabora IPN harina de plátano macho
para mejorar calidad nutricional de la población.htm](http://Alfa Editores Técnicos - Elabora IPN harina de plátano macho para mejorar calidad nutricional de la población.htm), documentos, 15 de
jul 2009)
- KIRK, R; SAWYER, R; EGAN, H. 2000. Composición y análisis de alimentos de
Pearson .2da ed. México D.F. Edit. Continental.
- LEES L. 1982. Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y control de
calidad. 2 ed. Zaragoza, España .Acribia S.A. 60-62p
- LÓPEZ S., y MINGO, T. 2003. A la Salud del Cliente. Énfasis Alimentación.

14-28 p.

- LOVATÓN, A. 1999. Elaboración de un producto expandido por explosión sustituyendo parcialmente harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta* C.). Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 108 p.
- MADRID, A., MADRID, I. 2001. Nuevo manual de industrias alimentarias. 3^{ra} ed. Madrid, España, AMV. 608 p.
- MANRIQUE, CH. 1989. El maíz en el Perú. Lima, Perú, Edigraf, Talleres gráficos S.A. 365 p.
- MUNTAÑOLA, M. 1998. Guía de los hongos microscópicos. Barcelona, España. Omega. S.A.
- OTHÓN, S. 1996. Química, Almacenamiento e Industrialización de los Cereales 1^{ra} ed. México.
- PACHECO DE DELAHAYE, E. 2001. Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano. Digestibilidad in vitro del almidón. Universidad Central de Venezuela. Maracay Edo. Aragua, Venezuela. 278 - 282p. [En línea]: (<http://acta.ivic.ve/52-4/articulo6.pdf>. documentos, 15 de nov 2009).
- PACK, N. 2003. Fibra dietética en frutas cultivada en Chile. Archivos latinoamericanos de nutrición. Universidad de Chile, Santiago de Chile. [En línea]: (http://www.nutricionemexico.org.mx/alan/2003_4_12.pdf., documentos, 25 de agos 2009)

- PATRONE, S. 2001. Prevención y tratamiento de la Diabetes. [En línea]:
(www.ministeriodelagrabación.com., documentos, 22 de agos 2009)
- PEARSON, D. 1986. Técnicas de laboratorio para el análisis de los alimentos.
Zaragoza, España. Acribia S.A.
- OSCAR DE HARO Y VELÁSQUEZ DE CASTRO 2007. Tesis doctoral Efecto
de la fibra en un modelo de colitis experimental en rata. Papel de los
ácidos grasos de cadena corta. Universidad de granada. España. 20-41p
[En línea]: (<http://hera.ugr.es/tesisugr/16787869.pdf> , documentos, 12 de
jul 2009)
- QUAGLIA, G. 1991. Ciencia y tecnología de la panificación. 2^{da} ed. Zaragoza,
España. Acribia S.A. 485 p.
- REPO CARRASCO, R. 1998. Introducción a la Ciencia y Tecnología de
Cereales y de Granos Andinos. Lima, Perú. 133 p.
- 1998. Elaboración de panes nutritivos empleando
productos andinos. Sem. Inter. Alimentos funcionales en panificación
industrial. Lima, Perú. 98p
- REYES, A.; PALOMO, B.; BRESSANI, R. 2004. Desarrollo de un producto de
panificación para el adulto mayor a base de harina de trigo y harina de
arroz. Universidad del Valle de Guatemala. 16 p. [En línea] :([http://
www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci) , documentos, 16 de may 2009))
- RIVAS, R. 2006. Recomendaciones nutricionales para pacientes con
estreñimiento. [En línea]:
(<http://www.gastromerida.com/pdf/gastro/dietas/constipation.pdf>.,
documentos 22 de jul 2009)

- ROJAS, H. 1994. La fibra dietética., editor. Los carbohidratos en nutrición humana. Madrid. Aula Médica. 121-137 p.
- SAHUA, E. 1995. Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de pituca. Tesis Ing.Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.50 p
- SALHUANA, W., VALDEZ, A., SCHEUCH, F., DAVELOUIS, J., 2004. Programa cooperativa de investigación en maíz. UNA.LA MOLINA, Lima-Perú 132-133 p
- SERNA, S. 1995. Química, Almacenamiento e Industrialización de los Cereales. Ed. México D.F. 30-85 p.
- TAPIA, M. 2001. Agronomía de los cultivos andinos. Cultivos andinos subexplotados. FAO. Santiago de Chile.
- TROWELL, H., BURKITT, D. y HEATON, K. 1976. Definitions of dietary fibre and fibre-depleted foods. En "Handbook or Dietary Fiber" Dreher, M. L. 1987. Marcel Dekker Inc. Nueva York, Nueva York.
- UREÑA, M., D'ARRIGO, M. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos: Aplicación Didáctica. Lima, Perú, Agraria. 197 p.
- VILLANUEVA, Q., BARDALES, V. 2006. Industrialización del plátano: diversificación del producto y mejoras de salud. [En línea]: <http://San Marcos al Día - Noticias UNMSM.htm> , documentos, 29 de agos 2009)

WILKES, H. 1979. México and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. *Crop Improv.*, 6(1): 1-18 p.

-----1985. Teosinte: the closest relative of maize revisited. *Maydica*, 209-223 p.

ZÉCEVICH, T. 1984. Estudio Tecnológico de Obtención de harina de maíz (*Zea Mays L.*) variedad cuban yellow. Efectos de su preparación y niveles de sustitución en la elaboración de pan. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 138 p

IX. ANEXOS

Anexo - I Cartilla de evaluación sensorial para el atributo de color, olor, textura, sabor y aceptabilidad en pan francés con sustitución parcial de harina de maíz “chuncho” y harina de plátano (fibra).

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

MUESTRA :

FECHA:

NOMBRE:

FACULTAD:

Pruebe por favor la muestra e indique su nivel de agrado marcando el punto, en la escala que mejor describe su reacción para cada uno de los atributos

ATRIBUTO: COLOR

MUESTRA A*				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

ATRIBUTO: OLOR

MUESTRA A*				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

ATRIBUTO: TEXTURA

MUESTRA A*				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

ATRIBUTO: SABOR

MUESTRA A*				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

ATRIBUTO: ACEPTABILIDAD

MUESTRA A*				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

* = Muestras diferentes de los tres tratamientos evaluadas cada día.

Anexo-II Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de pan francés con sustitución parcial de harina de maíz “chuncho” y harina de plátano (fibra)

Cuadro 31. Análisis de varianza para el atributo ACEPTABILIDAD.

Fuente	SC	GL	CM	FC	PV	SIG
Harina de Maíz chuncho	9,08	2	4,54	5,81	0,00	**
Harina de Plátano	37,73	3	12,58	16,10	0,00	**
H. Maíz*H. Plátano	8,67	6	1,45	1,85	0,09	NS
Panelista	58,57	19	3,08	3,95	0,00	
Residuos	163,25	209	0,78			
Total	276,65	239				

** = Altamente significativo.

NS= No significativo.

Cuadro 32. Análisis de varianza para el atributo ACEPTABILIDAD, considerando un DBCA.

Fuente	SC	GL	CM	FC	PV	SIG
Tratamiento	55,65	11	5,06	6,48	0,00	**
Panelista	57,82	19	3,04	3,90	0,00	
Residuos	163,18	209	0,78			
Total (corregido)	276,65	239				

** = Altamente significativo.

Cuadro 33. Análisis de varianza para el atributo COLOR.

Fuente	SC	GL	CM	FC	PV	SIG
Harina de Maíz chuncho	1,01	2	0,50	0,63	0,53	NS
Harina de Plátano	109,23	3	36,41	45,44	0,00	**
H. Maíz*H. Plátano	9,19	6	1,53	1,91	0,08	NS
Panelista	75,84	19	3,99	4,98	0,00	
Residuos	167,46	209	0,80			
Total	361,00	239				

** = Altamente significativo.

NS= No significativo.

Cuadro 34. Análisis de varianza para el atributo COLOR, considerando un DBCA.

Fuente	SC	GL	CM	FC	PV	SIG
Tratamiento	55,65	11	5,06	6,48	0,00	**
Panelista	57,82	19	3,04	3,90	0,00	
Residuos	163,18	209	0,78			
Total (corregido)	276,65	239				

** = Altamente significativo.

Cuadro 35. Análisis de varianza para atributo OLOR.

Fuente	SC	GL	CM	FC	PV	SIG
Harina de Maíz chuncho	7,61	2	3,81	5,05	0,01	**
Harina de Plátano	26,45	3	8,82	11,70	0,00	**
H. Maíz*H. Plátano	2,74	6	0,46	0,60	0,73	NS
Panelista	76,27	19	4,01	5,32	0,00	
Residuos	157,58	209	0,75			
Total	269,85	239				

** = Altamente significativo.

NS= No significativo.

Cuadro 36. Análisis de varianza para el atributo OLOR, considerando un DBCA.

Fuente	SC	GL	CM	FC	PV	SIG
Tratamiento	55,65	11	5,06	6,48	0,00	**
Panelista	57,82	19	3,04	3,90	0,00	
Residuos	163,18	209	0,78			
Total (corregido)	276,65	239				

** = Altamente significativo.

Cuadro 37. Análisis de Varianza para el atributo SABOR

Fuente	SC	GL	CM	FC	PV	SIG
Harina de Maíz chuncho	3,67	2	1,84	2,10	0,13	NS
Harina de Plátano	17,25	3	5,75	6,56	0,00	**
H. Maíz*H. Plátano	6,74	6	1,12	1,28	0,27	NS
Panelista	44,00	19	2,32	2,64	0,00	
Residuos	183,19	209	0,88			
Total	254,50	239				

** = Altamente significativo.

NS= No significativo

Cuadro 38. Análisis de varianza para el atributo SABOR, considerando un DBCA.

Fuente	SC	GL	CM	FC	PV	SIG
Tratamiento	55,65	11	5,06	6,48	0,00	**
Panelista	57,82	19	3,04	3,90	0,00	
Residuos	163,18	209	0,78			
Total (corregido)	276,65	239				

** = Altamente significativo.

Cuadro 39. Análisis de varianza para el atributo TEXTURA

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Pv	SIG
Harina de Maíz chuncho	0,17	2	0,08	0,09	0,91	NS
Harina de Plátano	67,59	3	22,53	24,85	0,00	**
H. Maíz*H. Plátano	8,65	6	1,44	1,59	0,15	NS
Panelista	76,28	19	4,01	4,43	0,00	
Residuos	189,44	209	0,91			
Total	341,93	239				

** = Altamente significativo.

NS= No significativo.

Cuadro 40. Análisis de varianza para el atributo TEXTURA, considerando un DBCA.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Pv	SIG
Tratamiento	55.65	11	5.05909	6.48	0.0000	**
Panelista	57.8167	19	3.04298	3.90	0.0000	
Residuos	163.183	209	0.780781			
Total (corregido)	276.65	239				

** = Altamente significativo.