

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



**“ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL Y ACEPTABILIDAD DE
HARINA DE BANANO EN TORTILLAS,
PAN DULCE Y ATOL”**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR
ALBA CAROLINA JIMÉNEZ MARROQUIN
SILVIA CRISTINA LARIOS MINERO

16 DE FEBRERO
PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

MAYO, 2003

SAN SALVADOR

EL SALVADOR

CENTROAMÉRICA



© 2001, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rectora

Dra. Maria Isabel Rodríguez

Secretaría General

Lic. Lidia Margarita Muñoz Vela

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

Decana

Lic. Maria Isabel Ramos de Rodas

Secretaria

Lic. Ana Arely Cáceres Magaña

ASESORES

Lic. Julio César Valle Valdez
Lic. Mercedes Gómez de Díaz

JURADO CALIFICADOR

Lic. Dinorah del Carmen Rodríguez de Láinez
Lic. Catalina Inés Aguirre de Aguirre
Lic. María Cristina Seoane de Rodríguez

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	3
1. Banano	3
1.1 Generalidades	3
1.2 Composición química y valor nutritivo	7
1.3 Usos Alimenticios	11
2. Maíz, harina y tortillas	11
2.1 Generalidades	11
2.2 Composición química del maíz, harina y tortillas	13
3. Trigo, harina y pan	16
3.1 Generalidades	16
3.2 Composición química del trigo y harina	19
4. Pruebas sensoriales	22
4.1 Generalidades	22
4.2 Prueba hedónica	23
4.3 Panel de Degustadores	23
4.4 Presentación de la muestra	23
CAPITULO II	
PARTE EXPERIMENTAL	25
1. Obtención de harina de banano	26
1.1 Selección del banano	26
1.2 Peso de materia prima	26
1.3 Limpieza y pelado	26
1.4 Fraccionado y secado	26

1.5	Molienda	26
1.6	Tamizado	26
1.7	Análisis químico proximal	26
2.	Preparación de mezcla	26
3.	Elaboración de productos alimenticios	27
3.1	Tortillas	27
3.2	Pan dulce	29
3.3	Atol	30
4.	Método de análisis	31
4.1	Humedad	32
4.2	Extracto etéreo (grasa)	33
4.3	Proteína (Método Microkjeldahl)	34
4.4	Fibra cruda	35
4.5	Ceniza	37
4.6	Carbohidratos	39
4.7	Corrección de valores	39
5.	Análisis Sensorial	39

CAPITULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS 42

1.	Resultados de análisis químico proximal en harinas de trigo suave, maíz y banano	42
1.1	Corrección de resultados	43
1.2	Análisis de Resultados	43
1.2.1	Proteína	43
1.2.2	Grasas	43
1.2.3	Carbohidratos	44
1.2.4	Fibra cruda	45
1.2.5	Cenizas	45
1.2.6	Humedad	46

2.	Resultados del Análisis Químico Proximal de Productos Patrón y en Estudio	47
2.1	Corrección de Resultados	47
2.2	Análisis de Resultados	48
2.2.1	Proteína	48
2.2.2	Grasa	49
2.2.3	Carbohidratos	49
2.2.4	Fibra cruda	50
2.2.5	Cenizas	51
2.2.6	Humedad	51
3.	Análisis Sensorial	52
3.1	Tortillas	52
3.2	Pan dulce	54
3.3	Atol	57
CAPITULO IV		
CONCLUSIONES		61
CAPITULO V		
RECOMENDACIONES		63
GLOSARIO		65
BIBLIOGRAFÍA		66

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS	70
Anexo N° 1. Material, equipo y reactivos	71
Anexo N° 2. Formulario de evaluación sensorial	73
Anexo N° 3. Análisis estadístico de muestras de tortillas	74
Anexo N° 4. Análisis estadístico de muestras de pan dulce	77
Anexo N° 5. Análisis estadístico de muestras de atol patrón y atol base leche	79
Anexo N° 6. Análisis estadístico de muestra del atol patrón y atol base agua	82
Anexo N° 7. Análisis estadístico de muestra de atol base agua y atol base leche	83
Anexo N° 8. Valores críticos de chi-cuadrado	85

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1	7
Valor alimenticio por 100 g de porción comestible de banano y harina	
Cuadro N° 2	7
Principales aminoácidos presentes en el banano y harina de banano en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 3	8
Aminoácidos esenciales presentes en el banano y su harina (gaa/gN) (gramos de aminoácidos / gramos de proteína o nitrógeno)	
Cuadro N° 4	9
Valores de ácidos grasos presentes en banano y su harina en 100 g de porción comestible.	
Cuadro N° 5	9
Principales minerales presentes en el banano y su harina en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 6	10
Vitaminas presentes en el banano y su harina en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 7	13
Valor químico promedio del maíz, su harina y tortillas en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 8	13
Principales aminoácidos presentes en el maíz, su harina y tortillas en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 9	14
Valores de ácidos grasos del maíz, su harina y tortillas en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 10	15
Principales minerales presentes en el maíz, su harina y tortillas en 100g de porción comestible	

Cuadro N°11	15
Principales vitaminas presentes en el maíz, su harina y tortilla en 100g de porción comestible	
Cuadro N° 12	19
Valor químico promedio del trigo y su harina en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 13	19
Principales aminoácidos presentes en el trigo y su harina en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 14	20
Valores de ácidos grasos del trigo y su harina en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 15	21
Principales minerales presentes en el trigo y su harina en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 16	21
Principales vitaminas presentes en el trigo y su harina en 100 g de porción comestible	
Cuadro N° 17	27
Mezclas de harinas	
Cuadro N°18	40
Código de productos sometidos a pruebas sensorial	
Cuadro N° 19	42
Resultados de análisis químico proximal de harina de trigo suave, de maíz y de banano	
Cuadro N° 20	43
Resultados de análisis químico proximal de harina de trigo suave, de maíz y de banano, corregidos a base húmeda 14 %	
Cuadro N° 21	47
Resultados de análisis químico proximal de productos patrón y estudio, sin corregir humedad	

Cuadro N° 22	48
Resultados del análisis químico proximal del producto patrón y estudio a base húmeda común	
Cuadro N° 23	52
Aceptación de sabor de la tortilla patrón y en estudio	
Cuadro N° 24	53
Aceptación del aroma en las muestras de tortilla patrón y en estudio	
Cuadro N° 25	54
Aceptación del color en las muestras de tortilla patrón y en estudio	
Cuadro N° 26	54
Aceptación del sabor del pan dulce patrón y en estudio	
Cuadro N° 27	55
Aceptación del aroma en las muestras de pan dulce patrón y en estudio	
Cuadro N° 28	56
Aceptación de color en las muestras de pan dulce y en estudio	
Cuadro N° 29	57
Aceptabilidad de sabor de muestras de Atol	
Cuadro N° 30	58
Aceptabilidad del aroma en las muestras de Atol	
Cuadro N° 31	58
Aceptabilidad del color en las muestras de Atol	

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	5
Planta de banano	
Figura N° 2	5
Fruto del banano	
Figura N° 3	6
Estructura de la planta de banano	
Figura N° 4	17
Transformación del trigo en harina	
Figura N° 5	18
Pan Integral	
Figura N° 6	18
Proteínas del Trigo	
Figura N° 7	25
Tipos de banano según su grado de madurez	
Figura N° 8	32
Equipo para la determinación de humedad	
Figura N° 9	33
Equipo para la determinación de grasa	
Figura N° 10	34
Equipos utilizados en la determinación de proteína	
Figura N° 11	36
Equipo para la determinación de fibra cruda	
Figura N° 12	38
Equipo para la determinación de cenizas	

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1	43
Porcentaje de proteínas en las diferentes harinas corregidas a base húmeda 14 %	
Gráfico N° 2	44
Porcentaje de grasa en las diferentes harinas corregida a base húmeda 14%	
Gráfico N° 3	44
Porcentaje de carbohidratos en las diferentes harinas corregidas a base húmeda 14 %	
Gráfico N° 4	45
Porcentaje de fibra cruda en las diferentes harinas corregido a base húmeda 14%	
Gráfico N° 5	45
Porcentaje de cenizas en las diferentes harinas corregidas a base húmeda 14 %	
Gráfico N° 6	46
Porcentaje de humedad en las diferentes harinas	
Gráfico N° 7	48
Porcentaje de Proteína en los diferentes productos elaborados corregido a base húmeda común	
Gráfico N° 8	49
Porcentaje de grasa en los productos elaborados corregidos a base húmeda común	
Gráfico N° 9	50
Porcentaje de carbohidratos en los diferentes productos elaborados corregido a base húmeda común	
Gráfico N° 10	50
Porcentaje de fibra cruda en los diferentes productos elaborados corregidos a base húmeda común	

Gráfico N° 11	51
Porcentaje de ceniza en los diferentes productos elaborados corregidos a base húmeda común	
Gráfico N° 12	52
Porcentaje de humedad en los diferentes productos elaborados	
Gráfico N° 13	53
Aceptabilidad del sabor en las muestras de tortillas patrón y en estudio	
Gráfico N° 14	53
Aceptabilidad del aroma en las muestras de tortilla patrón y en estudio	
Gráfico N° 15	54
Aceptabilidad del color en las muestras de tortilla patrón y en estudio	
Gráfico N° 16	55
Aceptabilidad del sabor en las muestras de pan dulce patrón y en estudio	
Gráfico N° 17	55
Aceptabilidad de aroma en las muestras de pan dulce patrón y en estudio	
Gráfico N° 18	56
Aceptabilidad de color en las muestras de pan dulce patrón y en estudio	
Gráfico N° 19	57
Aceptabilidad del sabor en las muestras de Atol	
Gráfico N° 20	58
Aceptabilidad del aroma en las muestras de Atol	
Gráfico N° 21	59
Aceptabilidad del color en las muestras de Atol	

INDICE DE ESQUEMAS

Esquema N° 1	26
Proceso experimental de obtención de harina de banano	
Esquema N° 2	28
Proceso de selección, análisis químico proximal y evaluación sensorial de tortillas	
Esquema N° 3	30
Proceso de selección, análisis químico proximal y evaluación sensorial del pan dulce	
Esquema N° 4	31
Análisis químico proximal y evaluación sensorial del atol	
Esquema No. 5	32
Procedimiento para la determinación de la humedad	
Esquema N° 6	33
Procedimiento para la determinación del extracto etéreo	
Esquema N° 7	35
Procedimiento para la determinación de la proteína cruda	
Esquema No. 8	37
Procedimiento para la determinación de la fibra cruda	
Esquema N° 9	38
Procedimiento para la determinación de ceniza	

OBJETIVOS

1. Objetivo general

Realizar la evaluación química proximal y de aceptabilidad sensorial de la harina de banano en tortillas, pan dulce y atol.

2. Objetivos específicos

- 2.1 Elaborar harina de banano utilizando una técnica alternativa que permita la conservación del subproducto y disponer así de los nutrientes del banano en el período de no cosecha de éste.
- 2.2 Realizar el análisis químico proximal a la harina de banano.
- 2.3 Elaborar productos alimenticios tales como tortillas, pan dulce y atol a partir de harina de banano.
- 2.4 Realizar el análisis químico proximal a las tortillas, pan dulce y atol.
- 2.5 Determinar la aceptabilidad sensorial de los productos tortillas, pan dulce y atol, a través de pruebas sensoriales.
- 2.6 Presentar los resultados al Ministerio de Educación para su implementación en el Proyecto Escuela Saludable.

RESUMEN

Existen diferentes formas de elaboración de pan dulce y atol a base de harinas de trigo suave y fécula de maíz que son muy conocidas en el mercado por su sabor característico y porque satisfacen los gustos de la población.

En cuanto a la tortilla existe un patrón cultural (tortilla a base de harina de maíz), por lo que es más difícil llegar al consumidor y presentarle un producto con diferente formulación (mezclas de harina) la cual le da una apariencia diferente a la ya existente, aunque estas mezclas le proporcionen un olor y sabor agradable.

En este estudio se evaluó la posibilidad del aprovechamiento de la harina de banano que es considerado como una fuente de alimento tanto por su contenido energético como por la calidad de su proteína.

Para determinar el contenido de proteínas, grasa, ceniza, fibra cruda, carbohidratos y humedad se realizaron mezclas de harinas (trigo- banano, maíz- banano) en las proporciones 80:20, porque los productos elaborados con esta mezcla tenían características similares a los productos patrón (harina 100% trigo, maíz).

Los productos elaborados se sometieron a una evaluación sensorial con un panel de degustadores teniendo como base un producto patrón. Esta evaluación reveló que existe diferencia de aceptabilidad, porque el porcentaje de aceptación fue menor en los productos en estudio.

Los resultados obtenidos demuestran que es necesario implementar la fortificación de la harina de banano con harinas que presentan niveles nutricionales altos.

INTRODUCCIÓN

El banano se cultiva en muchos lugares con clima tropical y subtropical. En Centroamérica el país que mayor cantidad de banano produce y exporta es Honduras, seguido por Guatemala y Costa Rica. En el caso de El Salvador existe una producción local, pero el mayor porcentaje de banano se importa.

Este fruto es altamente energético y fácilmente asimilable, constituido principalmente por agua y carbohidratos, conteniendo cantidades menores de proteínas y grasas, es rico en vitaminas y minerales, contribuyendo así al mejoramiento de la dieta alimenticia.

El aprovechamiento inadecuado de recursos agrícolas y la deficiente alimentación de nuestra población han conducido a un alto nivel de desnutrición de la mayoría, lo que afecta no solo la salud de las personas sino la calidad de vida de los mismo; por lo que es necesario realizar estudios para introducir en la dieta nuevos elementos.

El propósito que se persigue con esta investigación, es proporcionar un alimento fácil de adquirir y que pueda satisfacer las necesidades alimenticias de la población a partir de una harina obtenida del banano, para la preparación de tortillas, pan dulce, y atol y que afecte en lo mínimo posible las características nutritivas de la fruta, tomando en cuenta que es una de las frutas más populares y de mayor consumo de nuestro país. Se evaluarán dichos productos mediante el análisis químico proximal, que comprenden, humedad, grasa (extracto etéreo), proteína, fibra cruda, cenizas y carbohidratos. De esta manera pretendemos conocer los valores o porcentajes nutricionales que les proporcionen al consumidor. Además se realizará pruebas sensoriales para determinar la aceptabilidad de los productos alimenticios elaborados.

CAPITULO I

2CAPITULO II02CAPITULO IIFUNDAMENTOS

TEÓRICOS

CAPITULO I
2CAPITULO II02CAPITULO IIFUNDAMENTOS
TEÓRICOS

Banano

Generalidades

De los cultivos tropicales, el banano es una de las frutas más populares y de mayor consumo en el mundo y forma parte importante en la dieta alimenticia de muchos países.

En América Central, el cultivo del banano es una actividad de gran importancia, además de proporcionar trabajo a un gran número de personas y constituir una fuente de divisas para los países productores.

El género Musa, comprende una gran cantidad de especies comestibles las cuales se han clasificado en 3 principales tipos conocidos como plátanos, guineo de seda y guineos majonchos. Estos tipos a su vez se han clasificado en variedades las que son más recomendadas en el país.

Tipo plátano:

- Hembra: Es una variedad cuya altura promedio es de 2 metros 70 centímetros, entre los plátanos esta variedad produce los racimos más grandes y son frutos medianos. Generalmente cada racimo tiene un promedio de 75 a 100 frutos largos delgados, con un peso aproximado de 35 a 40 libras por racimo.
- Enano: Esta variedad puede alcanzar de 2.50 a 2.90 metros. Los Racimos tienen un promedio de 40 frutos largos y gruesos, con un peso aproximado de 30 libras, racimos de muy buena calidad.
- Usulután: Esta variedad es de origen nacional, se caracteriza por tener tallo delgado, más grueso en la base que en su extremo superior y puede alcanzar hasta cuatro metros de altura. Presenta hojas angostas con pecíolo largo. Los racimos pueden llegar a tener de 25 a 30 frutos grandes, pueden llegar a pesar de 27 a 30 libras.

Tipo guineo de seda

- Coco: Esta variedad presenta seudo tallo vigoroso, de 2.5 a 3 metros de altura, racimo de gran tamaño con 158 frutos de promedio.
- Robusta: Planta de 2.5 metros de altura, de buena producción, racimos con 129 frutos de buen sabor. Variedad de mayor cultivo en el país.

Tipo guineo majoncho

- Majoncho porrillo: Las plantas de esta variedad presentan pequeña altura, alcanzando una altura promedio de 1.90 metros, diámetro de seudo tallo de 19 centímetros, racimos con 65 a 80 frutos y peso promedio de 35 libras.
- Majoncho San Andrés: Presentan una altura promedio de 3.40 metros y el diámetro del seudo tallo es de 19.60 centímetros y racimos con promedio de 106 frutos y peso de 43.5 libras. (21)

El banano tiene la ventaja que es una fruta que se consume de una manera limpia, por mantenerse la pulpa protegida hasta el momento del consumo por un grueso pericarpio o cáscara que es fácil de eliminar. Es la fruta por excelencia de la merienda de los niños.

El fruto de banano pesa de 100 a 200 gramos, según la variedad y contiene del 60 al 65 % de pulpa comestible.

El banano (*Musa sapientum*) pertenece a la familia Musáceas y al género *Musa*. Es originario del Asia Meridional. El banano es una planta herbácea perenne de 2 a 8 m de altura, tiene un rizoma o cormo basal que produce raíces adventicias y un seudo - tallo formado por los pecíolos superpuestos de las hojas.

Entre las estructuras de la planta de banano que pertenece al tipo guineo de seda (variedad robusta):

1) Raíces

Las raíces adventicias son blancas y tiernas en un principio. Luego se vuelven amarillas y se endurecen a medida que envejecen. Tienen de 5 a 8 mm de diámetro y 2 m de longitud. Las

raíces primarias emiten gran cantidad de raicillas secundarias de aproximadamente 2 mm de diámetro que cumplen funciones de absorción.

2) Hijuelo

Los bananos se propagan vegetativamente por hijuelos, para plantar los hijuelos se hacen huecos de 45 por 45 por 45 centímetros. En el fondo se coloca material orgánico descompuesto luego el hijuelo, después la tierra de la superficie.

3) Seudo - tallo

El seudo - tallo es la parte aérea de la planta, formada por las partes envolventes de las hojas. El verdadero tallo aéreo, que se eleva del cormo basal, lleva numerosas hojas y termina en la inflorescencia. Ocupa una porción menor del volumen del seudo tallo y depende de éste para su soporte. (18)

4) Hojas

Las hojas miden de 1.50 a 4 m de longitud y 0.90 m de ancho. La hoja está formada por una vaina envolvente que se contrae gradualmente hasta transformarse en un pecíolo, redondeado por abajo y acanalado por arriba. La lámina de la hoja se compone de dos mitades unidas a una vena central, de la cual salen venas secundarias casi paralelas.

5) Inflorescencia

La inflorescencia emerge ocho meses después de plantado el hijuelo. Está formada por un pedúnculo central con nudos. En los primeros 5 a 10 nudos basales se producen las flores femeninas y en los terminales, las flores masculinas, al principio encerradas por brácteas.

6) Frutos

Los frutos se forman en gajos, cada uno con aproximadamente 15 frutos. Un racimo puede tener de 5 a 15 gajos de frutos. Su tamaño aumenta gradualmente hasta alcanzar su madurez fisiológica en unos 80 días.

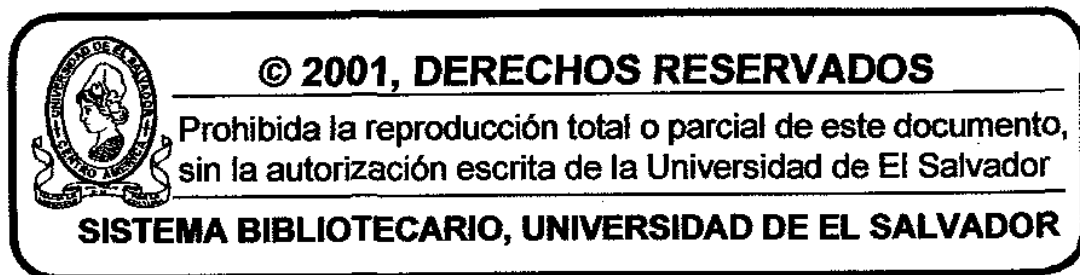




Figura N° 1. Planta de banano



Figura N° 2. Fruto del banano

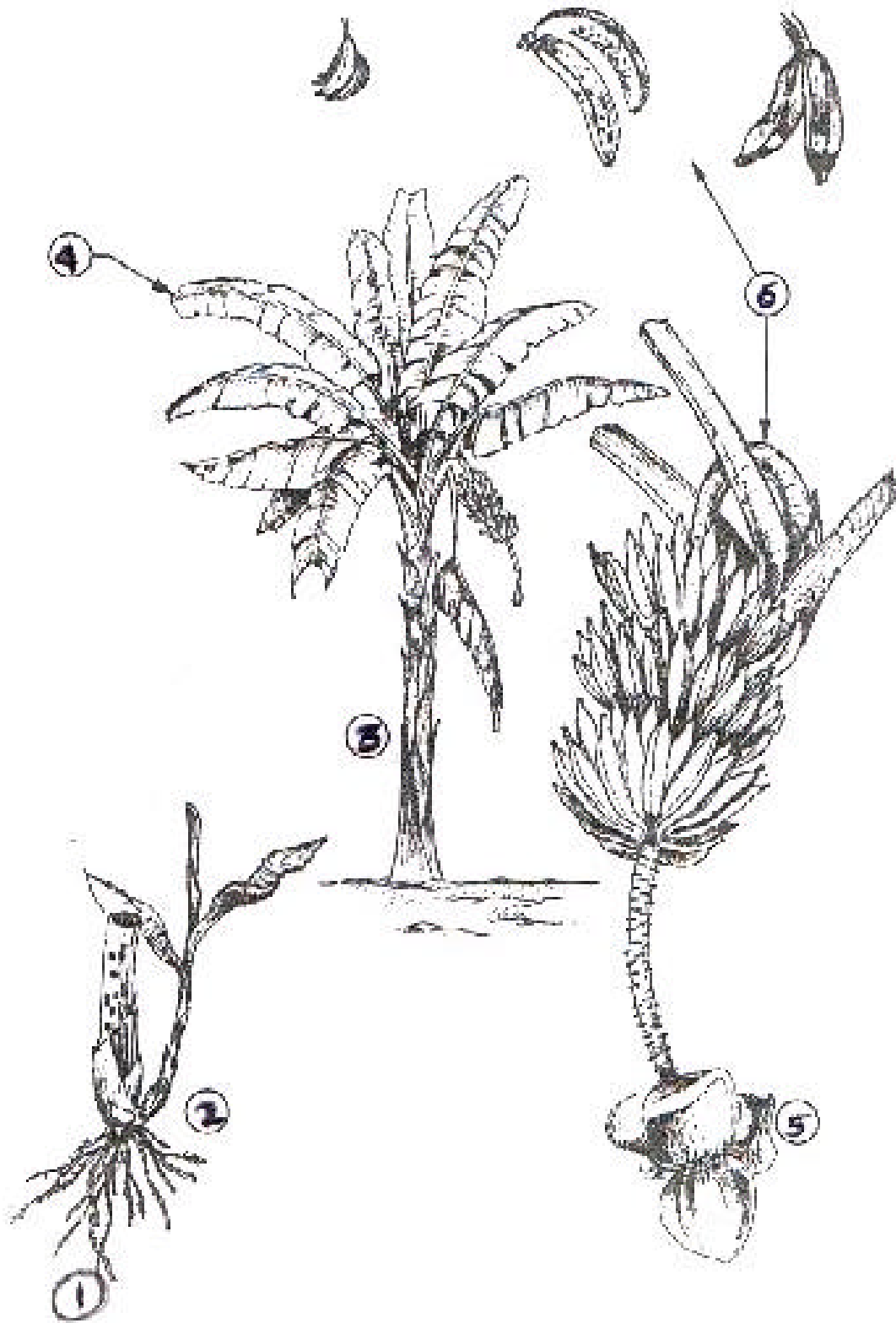


Figura N° 3. Estructura de la planta de banano (25)

Composición química y valor nutritivo

Datos de composición química del banano y harina, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1. Valor alimenticio por 100 g de porción comestible de banano y harina

Nutrientes	Unidades	Banano	Harina de banano
Humedad	g	74.260	3.000
Proteína	g	1.030	3.890
Grasa	g	0.480	1.810
Carbohidratos	g	23.430	88.280
Fibra dietética total	g	2.400	7.500
Ceniza	g	0.800	3.020

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA). Sitio web: www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/listi-nue.pl. 1999.

En términos generales el banano se compone principalmente de agua y carbohidratos, contiene cantidad menores de proteínas y grasa, es rica en vitaminas A₁, B₁, C, E y en minerales tales como el calcio, potasio, fósforo y magnesio.

Cuadro N° 2. Principales aminoácidos presentes en el banano y harina de banano en 100 g de porción comestible

Aminoácidos Esenciales	Unidades	Banano	Harina de banano
Triptófano	g	0.012	NR
Treonina	g	0.034	0.171
Isoleucina	g	0.033	0.167
Leucina	g	0.071	0.359
Lisina	g	0.048	0.162
Metionina	g	0.011	0.074
Cistina	g	0.017	0.063
Fenilalanina	g	0.038	0.201
Tirosina	g	0.024	0.121
Valina	g	0.047	0.282
Histidina	g	0.081	0.333
Aminoácidos no esenciales			
Arginina	g	0.047	0.176
Alanina	g	0.039	0.222
Acido Aspártico	g	0.113	0.503
Acido Glutámico	g	0.111	0.399
Glicina	g	0.037	0.190
Prolina	g	0.040	0.229
Serina	g	0.047	0.226

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13 (Noviembre 1999)

NR: No reportado.

El aminoácido esencial que se encuentra en mayor cantidad en el banano y su harina es la leucina, y en menor cantidad la metionina y cistina.

**Cuadro N° 3. Aminoácidos esenciales presentes en el banano y su harina (gaa/gn)
(gramos de aminoácidos / gramos de proteína o nitrógeno)**

Aminoácidos esenciales	Banano	Harina de banano	Patrón FAO/1973
Triptófano	0.075	NR	0.06
Treonina	0.210	0.275	0.25
Isoleucina	0.200	0.275	0.25
Leucina	0.431	0.575	0.44
Lisina	0.294	0.263	0.34
Metionina	0.069	0.119	0.22
Cistina	0.106	0.100	NR
Fenilalanina	0.225	0.156	NR
Tirosina	0.144	0.194	NR
Valina	0.288	0.452	NR
Histidina	0.434	0.425	NR

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13 (Noviembre 1999)

NR: No reportado

La composición aminoacídica del banano y su harina se comparan con la proteína de referencia la cual es una proteína teórica definida por la FAO con la composición adecuada para satisfacer correctamente las necesidades proteicas. Se han fijado distintas proteínas de referencia dependiendo de la edad, ya que las necesidades de los aminoácidos esenciales son distintas. Las proteínas de los cereales son en general severamente deficientes en lisina, mientras que las de los leguminosos lo son en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína). Las proteínas animales tienen en general composiciones más próximas a la considerada ideal. En el banano dichos valores se ven disminuidos, todo lo contrario sucede en la harina de banano, cuyos valores se ven aumentados comparados con la proteína patrón, demostrando una proteína de buena calidad con valores altos para ciertos aminoácidos (triptófano, treonina, isoleucina, metionina y la leucina); se reporta como aminoácido limitante, en primer lugar a la metionina, seguido de la lisina.

Cuadro N° 4. Valores de ácidos grasos del banano y de su harina en 100 g de porción comestible.

	Unidades	Banano	Harina
Ácidos grasos saturados	g	0.185	0.698
Acido caprílico	g	0.185	0.001
Acido cáprico	g	0.001	0.005
Acido láurico	g	0.002	0.006
Acido mirístico	g	0.003	0.013
Acido palmítico	g	0.125	0.473
Acido esteárico	g	0.006	0.023
Ácido Monoinsaturado	g	0.041	0.153
Acido palmitoleico	g	0.012	0.045
Acido oleico	g	0.027	0.102
Ácidos grasos polinsaturados	g	0.089	0.337
Acido linoleico	g	0.056	0.211
Acido linolénico	g	0.033	0.126
Colesterol	g	0.000	0.000
Fitoesterol	g	16.000	0.000

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13 (Noviembre 1999)

Dentro de los ácidos grasos saturados más abundantes presentes en el banano y su harina se encuentra el ácido palmítico; de los monoinsaturados, el ácido oleico; y de los poliinsaturados tenemos el ácido linoleico.

Cuadro N° 5. Principales minerales presentes en el banano y su harina en 100 g de porción comestible

Macronutrientes	Unidad	Banano	Harina
Calcio, Ca	mg	6.000	22.000
Fósforo, P	mg	20.000	74.000
Potasio, K	mg	396.000	1,491.000
Magnesio, Mg	mg	29.000	108.000
Sodio, Na	mg	1.000	3.000
Micronutrientes			
Hierro, Fe	mg	0.310	1.150
Zinc, Zn	mg	0.160	0.610
Cobre, Cu	mg	0.104	1.391
Manganeso, Mn	mg	0.152	0.574
Selenio, Se	mg	1.100	4.100

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13 (Noviembre 1999)

El potasio es el mineral que se encuentra en mayor proporción en el banano y la harina, seguido por magnesio, fósforo y calcio, pero éste es deficiente en hierro, cobre y zinc.

Cuadro N° 6. Vitaminas presentes en el banano y harina en 100 g de porción comestible

Vitaminas Hidrosolubles	Unidades	Banano	Harina
Vitamina C, ácido ascórbico	mg	9.100	7.000
Tiamina (B ₁)	mg	0.045	0.180
Riboflavina (B ₂)	mg	0.100	0.240
Niacina (Nicotinamida)	mg	0.540	2.800
Piridoxina (B ₆)	mg	0.578	0.440
Acido fólico	mcg	19.100	14.000
Cianocobalamina (B ₁₂)	mcg	0.000	0.000
Acido pantoténico	mg	0.260	0.000
Vitaminas liposolubles			
Vitaminas A-IU	IU	81.000	305.000
Vitaminas A- RE	mcg-RE	8.000	31.000
Vitamina E	mg-ATE	0.270	0.000

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13 (Noviembre 1999)

RE: Equivalente a Retinol

Tanto el banano como la harina son ricos en vitaminas C, seguido de ácido fólico, niacina, vitamina B₆.(Piridoxina)

Usos Alimenticios

La pulpa fresca puede entrar directamente en la fabricación de cremas heladas, o bien congeladas, puede entrar en la composición de helados. (Ice-cream).

La conservación de la pulpa una vez desecada permite la obtención de una harina destinada a la alimentación de los niños, pero la mayoría de veces se hace con el objeto de conservar el aroma de la fruta fresca para utilizar a nivel comercial en el ramo de la confitería, dulcería y repostería.

En Francia se conocen las bananas al ron y los buñuelos de banana.

Otros productos se obtienen de la transformación por fermentación. Bebidas alcohólicas que se basan esencialmente en el mojado de la pulpa madura en agua y azúcar. También se puede obtener fácilmente vinagre, de uso en Filipinas y Brasil.

Maíz, harina y tortillas

Generalidades

El maíz se considera como una de las maravillas de la agricultura moderna. Originario de América, el maíz se puede encontrar en todas partes del mundo como uno de los tres cereales más importantes, junto con el arroz y el trigo, los cuales proporcionan el 65% de carbohidratos y el 50% de las proteínas que necesita el hombre. Es una planta propia de las regiones cálidas, su cultivo se extiende por el país, constituyendo uno de los alimentos primordiales en nuestra dieta.

La harina de maíz se clasifica en:

a) Harina de maíz sin nixtamalizar: harina que se obtiene del grano de maíz sin adición de cal en su procedimiento.

b) Harina de maíz nixtamalizada: harina obtenida del grano de maíz a la cual se le incluye cal en su proceso de elaboración.

La palabra nixtamalización deriva del nahuatl nextli: ceniza, la cual era utilizada por nuestros antepasados para el cocimiento del maíz, actualmente para la cocción de maíz se utiliza la cal. y tamalli: masa de maíz. La nixtamalización es un tratamiento que involucra un cocimiento alcalino (agua con cal), hasta ebullición de los granos de maíz. La tortilla es el producto que se obtiene a partir de la cocción del maíz con cal el cual ha sido molido dando formación a la masa.

La tortilla es el alimento básico de la población, en muchas partes del país, especialmente en zonas rurales, hacer las tortillas es el deber cotidiano de las mujeres.

Para la elaboración del Nixtamal

- 1) Quitar pelusa, granos putrefactos o descompuestos y enjuagar el maíz.
- 2) Poner el maíz en una olla de barro con dos litros de agua y dos cucharadas de cal, disuelta en agua por cada kilogramo de maíz.
- 3) Calentar, dejar hervir por 15 minutos, luego se retira la olla del fuego, se tapa y se deja reposar de un día para otro.
- 4) Frotar con los dedos un grano, este debe descascararse fácilmente.
- 5) La masa se obtiene moliendo el maíz, agregando agua hasta obtener consistencia adecuada.
- 6) Conservar en lugar húmedo y tomar las cantidades necesarias para hacer las tortillas.

Para una tortilla común cerca de 14 cm de diámetro se necesitan aproximadamente 30 gramos de masa.

Composición química del maíz, harina y tortillas en base húmeda

Cuadro N° 7. Valor químico promedio del maíz, harina y tortillas en 100 g de porción comestible

Componente	Unidad	Maíz	Harina	Tortilla
Humedad	g	10.370	10.910	44.100
Proteína	g	9.420	6.930	5.700
Grasa	g	4.740	3.860	2.500
Carbohidratos por diferencia	g	74.260	76.850	46.600
Fibra dietética total	g	0.000	9.600	5.200
Ceniza	g	1.200	1.450	1.200

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA). Sitio web: www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/listi-nue.pl. 1999.

Entre los componentes del maíz su harina y tortillas tenemos que se encuentran en mayor cantidad los carbohidratos (principalmente el almidón, otros se encuentran en forma de glucosa y sacarosa).

Después de los carbohidratos, las proteínas constituyen el siguiente componente químico y en mayor parte se encuentran en el endospermo del grano. La calidad nutritiva del maíz como alimento viene determinada por la composición de aminoácidos de su proteína.

Cuadro N° 8. Principales aminoácidos presentes en el maíz, harina y tortillas en 100 g de porción comestible

Aminoácidos Esenciales	Unidades	Maíz	Harina	Tortillas
Triptófano	g	0.067	0.049	0.042
Treonina	g	0.354	0.261	0.218
Isoleucina	g	0.337	0.248	0.208
Leucina	g	1.155	0.850	0.711
Lisina	g	0.265	0.195	0.163
Metionina	g	0.197	0.145	0.121
Cistina	g	0.170	0.125	0.105
Fenilalanina	g	0.463	0.340	0.285
Tirosina	g	0.383	0.282	0.236
Valina	g	0.477	0.351	0.294
Histidina	g	0.287	0.211	0.177
Aminoácidos no esenciales				
Arginina	g	0.470	0.345	0.289
Alanina	g	0.705	0.518	0.434
Acido Aspártico	g	0.655	0.482	0.403
Acido Glutámico	g	1.768	1.300	1.087
Glicina	g	0.386	0.284	0.238
Prolina	G	0.822	0.605	0.506
Serina	G	0.447	0.329	0.275

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13. Sitio web: <http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/listi-nue.pl>. Noviembre 1999.

El aminoácido esencial que se encuentra en mayor porcentaje en el maíz, harina y tortillas es la leucina seguida por la treonina, siendo deficiente en triptófano.

Cuadro N° 9. Valores de ácidos grasos del maíz, harina y tortillas en 100 g de porción comestible

	Unidad	Maíz	Harina	Tortilla
Ácidos grasos saturados	g	0.067	0.543	0.334
Ácido palmítico	g	0.569	0.463	0.295
Ácido Esteárico	g	0.075	0.061	0.039
Ácidos Grasos monoinsaturados	g	1.251	1.018	0.649
Ácido palmitoleico	g	0.004	0.003	0.002
Ácido oleico	g	1.247	1.015	0.647
Ácidos grasos poliinsaturados	g	2.163	1.759	1.122
Ácido linoleico	g	2.097	1.706	1.088
Ácido linolenico	g	0.065	0.653	0.034
Colesterol	g	0.000	0.000	0.000

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13. (Noviembre 1999)

Dentro de los ácidos grasos saturados más abundantes en el maíz, harina y tortillas está el ácido palmítico, de los ácidos grasos monoinsaturados está el ácido oleico y de los ácidos grasos polinsaturados está el ácido linoleico.

Cuadro N° 10. Principales minerales presentes en el maíz, harina y tortillas en 100g de porción comestible

Macronutrientes	Unidad	Maíz	Harina	Tortilla
Calcio, Ca	g	7.00	7.00	175.00
Fósforo, P	mg	210.00	272.00	314.00
Potasio, K	mg	287.00	315.00	154.00
Magnesio, Mg	mg	127.00	93.00	65.00
Sodio, Na	mg	35.00	5.00	161.00
Micronutrientes				
Hierro, Fe	mg	271.00	2.38	1.40
Zinc, Zn	mg	2.21	1.730	0.94
Cobre, Cu	mg	0.314	0.23	0.154
Manganeso, Mn	mcg	0.485	0.46	0.402
Selenio, Se	mcg	15.50	15.40	5.50

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13. (Noviembre 1999)

El macronutriente que se encuentra en mayor proporción es el potasio seguido por el fósforo y magnesio.

Dentro de los micronutrientes el que se encuentra en mayor proporción es el hierro, seguido de selenio.

Cuadro N°11. Principales vitaminas presentes en el maíz, harina y tortilla en 100g de porción comestible

Vitaminas Hidrosolubles	Unidades	Maíz	Harina	Tortilla
Vitamina C, (ácido ascórbico)	Mg	0.000	0.000	0.000
Tiamina (B ₁)	Mg	0.385	0.246	0.112
Riboflavina (B ₂)	Mg	0.201	0.080	0.073
Niacina	G	3.627	1.900	1.498
Vitamina B ₆ (Piridoxina)	Mg	0.622	0.370	0.219
Acido fólico	Mcg	-	25.0	114.000
Vitamina B ₁₂ (Cienocobalimina)	Mcg	0.00	0.000	0.000
Acido pantoténico	Mg	0.424	0.658	0.194
Vitaminas Liposolubles				
Vitaminas A-IU	IU	0.000	0.000	0.000
Vitaminas A- RE	mcg-RE	0.000	0.000	0.000
Vitamina E	mg-ATE	-	-	-

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13. (Noviembre 1999)

Dentro de las vitaminas hidrosolubles que se encuentra en mayor cantidad en el maíz, harina y tortilla es la niacina, seguido por la vitamina B₆ y el ácido pantoténico.

Trigo, harina y pan

Generalidades

El trigo es originario de Asia Occidental, desde hace aproximadamente 9,000 años se cultiva en la región del Cáucaso, en Turquía.

El trigo es rico en carbohidratos (alrededor del 70 %) y es fundamentalmente un alimento energético. El contenido de proteína cruda oscila entre 8 y 15 % según el tipo de variedad, es altamente digerible, pero presenta deficiencia de varios aminoácidos nutricionalmente esenciales, principalmente la lisina.

Elaboración de Harina de Trigo

- 1) Seleccionar el grano de trigo de las diferentes clases o subclases, el cual debe estar limpio, sano y libre de impurezas o materias extrañas.
- 2) Molienda del grano
- 3) Tamizado de la Harina

La harina de trigo es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del grano en diferentes clases o subclases de trigo, limpio, sano y libre de impurezas o materias extrañas que alteren la calidad del producto. La molienda y tamizado se llevan a cabo hasta un grado de extracción determinado, considerando como subproductos el germen, afrecho (salvado), y harinas de segunda y tercera.

Las harinas se clasifican de acuerdo a su composición en:



Figura N° 4. Transformación del trigo en harina

Harina blanqueada

Las harinas blanqueadas son aquellas que durante el proceso de molienda, se separa el germen y afrecho del endospermo. Estas harinas son sometidas a un proceso de “blanqueo”, con agentes químicos como peróxido de benzoílo, cloro, etc. Además se le adicionan otras sustancias como bromato de potasio, ácido ascórbico, azodicarbonamida, etc.

La harina de trigo blanqueada se divide en las siguientes categorías:

a) Grado A ó harina de trigo fuerte o extra-fuerte

Esta harina presenta alto contenido de proteínas y de gluten. Se utilizan en la elaboración de pan francés y panes de gran volumen con levadura.

b) Grado B ó harina de trigo semi-fuerte

La harina grado B presentan un contenido mediano de proteínas y gluten. Se utilizan a nivel doméstico y en la elaboración de pan dulce especial y pizza.

c) Grado C ó harina de trigo suave

La harina de trigo suave presenta bajo contenido de proteínas y gluten. Se usa para la elaboración de pan dulce, barquillos y galletas.

d) Grado D ó harina de trigo extra-suave

La harina grado D presenta un contenido bajo en proteínas, glucosa y cenizas. Se utiliza en la elaboración de pasteles.

Harina Integral

La harina integral se obtiene del trigo completo (endospermo, afrecho y germen), puede ser fuerte o suave, contiene altos contenidos de fibra y es utilizada para la elaboración de pan integral (francés o dulce)



Figura N° 5. Pan Integral

Elaboración de la masa

- 1) Mezclar harina con el agua amasando hasta obtener una masa elástica.
- 2) Dejar reposar para que esta aumente en volumen.
- 3) Darle vuelta en una tabla enharinada y amasarla suavemente
- 4) Reducir a un tercio de su volumen la masa, bajo la presión de la mano, dejar reposar para que crezca por segunda vez.
- 5) Volver amasar en la tabla enharinada suave y rápidamente variadas veces hasta que la masa se despegue fácilmente de la tabla. (20)

Figura N° 6. Proteínas del Trigo



Composición química del trigo y harina

Cuadro N° 12. Valor químico promedio del trigo y harina de trigo en 100 g de porción comestible

Nutrientes	Unidades	Trigo	Harina
Humedad	g	10.27	13.360
Proteína	g	13.700	11.980
Grasa	g	1.870	1.660
Carbohidrato por diferencia	g	72.570	72.530
Fibra dietética total	g	12.200	2.400
Ceniza	g	1.600	0.70

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA). Sitio web:

<http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/listi-nue.pl> 1999.

Entre los componentes del trigo y harina tenemos que los que se encuentran en mayor cantidad son los carbohidratos seguido por las proteínas, por su alto contenido de carbohidratos se determina que es un alimento energético. La proteína de mejor calidad se obtiene del centro del grano (endospermo) y es la parte que se transforma en harina.

Cuadro N° 13. Principales aminoácidos presentes en el trigo y harina en 100 g de porción comestible

Aminoácidos Esenciales	Unidades	Trigo	Harina
Triptófano	g	0.212	0.139
Treonina	g	0.935	0.320
Isoleucina	g	0.508	0.444
Leucina	g	0.926	0.828
Lisina	g	0.378	0.231
Metionina	g	0.212	0.210
Cistina	g	0.317	0.269
Fenilalanina	g	0.646	0.591
Tirosina	g	0.400	0.328
Valina	g	0.618	0.502
Histidina	g	0.317	0.254
Aminoácidos no esenciales			
Arginina	g	0.642	0.416
Alanina	g	0.487	0.366
Acido Aspártico	g	0.703	0.484
Acido Glutámico	g	4.325	4.198
Glicina	g	0.552	0.410
Prolina	g	1.422	1.409
Serina	g	0.646	0.580

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13. Sitio web: <http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/listi-nue.pl>. Noviembre 1999.

El aminoácido esencial que se encuentra en mayor cantidad en el trigo y la harina es la leucina, seguido por la isoleucina, siendo deficiente en lisina, triptófano, metionina

Cuadro N° 14. Valores de ácidos grasos del trigo y harina en 100 g de porción comestible

Ácidos grasos saturados	Unidades	Trigo	Harina
Acido caprílico	g	0.322	0.244
Acido cáprico	g	0.018	0.000
Acido mirístico	g	0.003	0.001
Acido palmítico	g	0.271	0.2188
Acido esteárico	g	0.015	0.010
Ácido Monoinsaturado	g	0.232	0.140
Acido palmitoleico	g	0.013	0.005
Acido oleico	g	0.219	0.135
Ácidos grasos polinsaturados	g	0.779	0.727
Acido linoleico	g	0.738	0.685
Acido linolénico	g	0.038	0.043
Colesterol	g	0.002	0.000
Fitoesterol	g	0.000	0.000

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13. (Noviembre 1999)

Dentro de los ácidos grasos saturados más abundantes en el trigo y su harina está el ácido palmítico, de los ácidos grasos monoinsaturados es el ácido oleico y de los ácidos grasos poliinsaturados es el ácido linoleico.

Cuadro N° 15. Principales minerales presentes en el trigo y harina en 100 g de porción comestible

Macronutrientes	Unidad	Trigo	Harina
Calcio, Ca	mg	34.00	15.00
Fósforo, P	mg	346.00	97.00
Potasio, K	mg	405.00	100.00
Magnesio, Mg	mg	138.00	25.00
Sodio, Na	mg	5.00	2.00
Micronutrientes			
Hierro, Fe	mg	3.880	4.410
Zinc, Zn	mg	2.930	0.850
Cobre, Cu	mg	0.382	0.182
Manganeso, Mn	mg	3.799	0.792
Selenio, Se	mg	70.700	39.700

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13. (Noviembre 1999)

El macronutriente que mayormente se encuentra en el trigo y su harina es el potasio, seguido del fósforo, magnesio y calcio, pero dichos productos son deficientes en hierro, zinc y cobre.

Cuadro N° 16. Principales vitaminas presentes en el trigo y harina en 100 g de porción comestible

Vitaminas Hidrosolubles	Unidades	Trigo	Harina
Vitamina C, ácido ascórbico	mg	0.000	0.000
Tiamina (B ₁)	mg	0.447	0.812
Riboflavina (B ₂)	mg	0.215	0.512
Niacina	mg	6.365	7.554
Vitamina B ₆ (Piridoxina)	mg	0.341	0.037
Acido fólico	mcg	44.00	154.00
Vitamina B ₁₂ (Cianocobalamina)	mg	0.000	0.000
Acido pantoténico	mg	1.008	0.438
Vitaminas Liposolubles			
Vitaminas A-IU	IU	0.000	0.000
Vitaminas A- RE	mcg-RE	0.000	0.000
Vitamina E	mg-ATE	1.2300	0.050

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), Nutriente Database for Standard Reference, Release 13. (Noviembre 1999)

La niacina es la vitamina hidrosoluble que más se encuentra en el trigo y la harina, seguido del ácido pantoténico y tiamina.

Pruebas sensoriales

Generalidades

Las pruebas sensoriales son la disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones que caracterizan los alimentos. Es indispensable su utilización, para conocer la calidad del producto final que llega al consumidor. (5).

Estas pruebas permiten a través de los sentidos, conocer si las características organolépticas son aceptables, dando lugar a realizar las adaptaciones o modificaciones requeridas para una buena aceptación del producto final.

Los métodos sensoriales se clasifican en dos grandes grupos: los métodos analíticos y los afectivos.

Los métodos analíticos son usados para la evaluación de productos en términos de diferencia o similitudes y para la identificación y cuantificación de características sensoriales.

Los métodos afectivos son usados para evaluar preferencia o aceptación de productos. Se requiere de gran número de personas para la evaluación. Normalmente, no son entrenados, pero sí son seleccionados de acuerdo al previo uso del producto, tamaño de la familia, edad, nivel socioeconómico, área geográfica, etc.

Las pruebas afectivas son aquellas basadas en la preferencia, placentero – no placentero, agrado – desagrado; se refiere a las pruebas basadas en la medición de la preferencia.

La preferencia representa la suma de todas las percepciones sensoriales y el juicio por parte del consumidor. Ella expresa el juicio del consumidor acerca de la calidad de un producto. Pueden ser afectados por diferentes aspectos psicológicos, geográficos, nutricionales, sociales, genéticos económicos y otros más; representa la suma de estos factores y su efecto en su experiencia sensorial.

Prueba hedónica

Pertenece al tipo de pruebas afectivas

Es el método más popular para medir aceptación en alimentos. Se ha definido como un continuo calibrado sobre el que el agrado o desagrado es registrable. Se basa en la capacidad de los sujetos para reportar directamente y en forma confiable sus sentimientos de agrado.

Se utiliza una escala de 3 categorías que va desde:

- ? Gusta
- ? Gusta moderadamente
- ? Disgusta

Los panelistas indican el grado en el que les agrada cada muestra de acuerdo con la escala adjunta encerrando en un círculo la letra de la frase que mayor describe su aptitud.

Panel de Degustadores

El panel de degustadoras es el grupo de personas que analizan sistemáticamente las propiedades sensoriales de los alimentos a través de sus sentidos. (5)

Un juez es aquella persona dispuesta a participar en una prueba para evaluar un producto, valiéndose de la capacidad perceptiva de uno o varios sentidos. (6)

Presentación de la muestra

Las muestras se presentan en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Cada muestra deberá tener un código diferente. el orden de presentación de las muestras puede ser aleatorio para cada panelista o de ser posible, balanceado. En un orden de presentación balanceado cada muestra sirve en cada una de las posibles posiciones que puede ocupar (primera, segunda, tercera, etc.) un número igual de las veces. Las muestras se pueden presentar todas al mismo tiempo o a una, la presentación simultánea de las muestras es preferible ya que, es más fácil de administrar y le permite a los panelistas volver a evaluar las muestras si así lo desean y además hacer comparaciones entre otras muestras. (30)

CAPITULO II

2CAPITULO II02CAPITULO IIPARTE EXPERIMENTAL

CAPITULO II

2CAPITULO II02CAPITULO IIPARTE EXPERIMENTAL

1PARTE EXPERIMENTAL01PARTE EXPERIMENTALObtención de harina de banano

Selección del banano

Tipo: Guineo de seda

Variedad: Robusta

La selección del banano se realizó considerando la siguiente variable: Grado de madurez.

Se seleccionó el fruto verde ya que con el fruto maduro se caramelizó al momento de la molienda.

a) Fruto verde



b) Fruto al inicio de madurez



c) Fruto maduro



Figura N° 7. Tipos de banano según su grado de madurez

Peso de materia prima

Se pesó la materia prima inicial.

Limpieza y pelado

Se removió impurezas externas, se procedió a eliminar la cáscara del banano

Fraccionado y secado

Se cortó el banano en tiras no muy delgadas, se enjuagó en solución salina, luego se colocó sobre cajas de cartón con fondo poco profundo forrados de plástico para evitar el contacto con materias extrañas, cubiertos por una manta delgada y se secó al sol por 2 días.

Molienda

Después del secado se procedió a moler la materia prima, utilizando un molino de disco o piedra de moler, con el objeto de triturar y obtener un producto de consistencia harinosa.

Tamizado

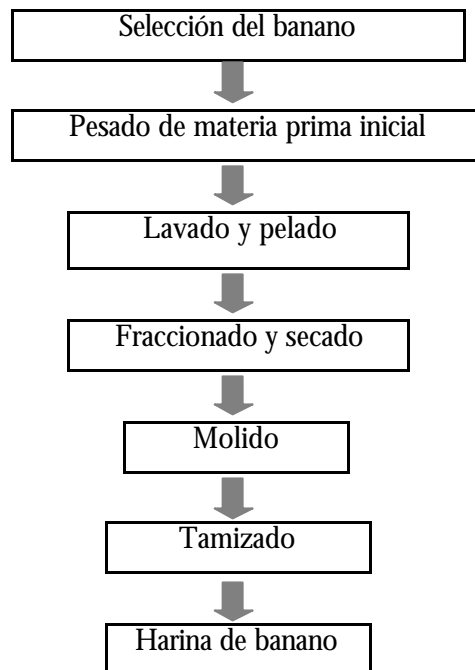
Se utilizó colador casero.

Este proceso se realizó con el objeto de homogenizar el tamaño de la partícula y obtener una harina de granulometría fija.

Análisis químico proximal

Se realizó a la harina de banano el análisis químico proximal, detallado en el numeral 4 de este capítulo.

Esquema N° 1. Proceso experimental de obtención de harina de banano



Preparación de mezcla

Se elaboraron mezclas con diferentes porcentajes de harina de banano con harina de maíz (tortillas) y harina de trigo (pan dulce). Los porcentajes se especifican a continuación:

Cuadro N° 17. Mezclas de harinas

Producto / mezcla	Harina de banano	Harina de maíz nixtamalizada	Harina de trigo suave
Tortilla			
Mt ₁	10%	90%	-
Mt ₂	20%	80%	-
Mt ₃	30%	70%	-
Mt ₄	40%	60%	-
Mt ₅	50%	50%	-
Pan Dulce			
Mpd ₁	10%	-	90%
Mpd ₂	20%	-	80%
Mpd ₃	30%	-	70%
Mpd ₄	40%	-	60%
Mpd ₅	50%	-	50%

Elaboración de productos alimenticios

Con las mezclas anteriores se elaboraron diferentes productos alimenticios en forma artesanal.

Tortillas

Se utilizó diferentes mezclas de harina de maíz con harina de banano, para la elaboración de tortillas.

1.1.1 Fórmula base

Harina de maíz nixtamalizada 58 %

(o mezcla de harina de maíz nixtamalida - harina de banano)

Agua 42 %

1.1.2 Proceso de elaboración

- a) Colocar en un recipiente una cantidad medida de harina ó mezcla de harina y agregarle agua necesaria, para obtener una masa.
- b) Tomar una cantidad de masa, ponerla en la palma de la mano y formar una bolita, presionar y golpear la masa con los dedos de la otra mano, hacer movimiento circulatorios para darle la forma característica.
- c) Colocar sobre un comal caliente

d) Voltear la tortilla de tres a cuatro veces, hasta que se dore en ambos lados, envolverlas en una manta de tela y colocarlas en una canasta especial (tortillera).

1.1.3 Selección de tortilla en estudio

De las mezclas de harina de maíz nixtamalizada - harina de banano (Mt_1 , Mt_2 , Mt_3 , Mt_4 , Mt_5) realizadas, se seleccionó la tortilla con características similares a la tortilla de patrón. A la mezcla escogida se llamará a partir de ahora tortilla de estudio. (mezcla 80:20).

Se seleccionó esta mezcla porque mantenía las características organolépticas de la tortilla patrón (color, sabor, olor y aceptación sensorial):

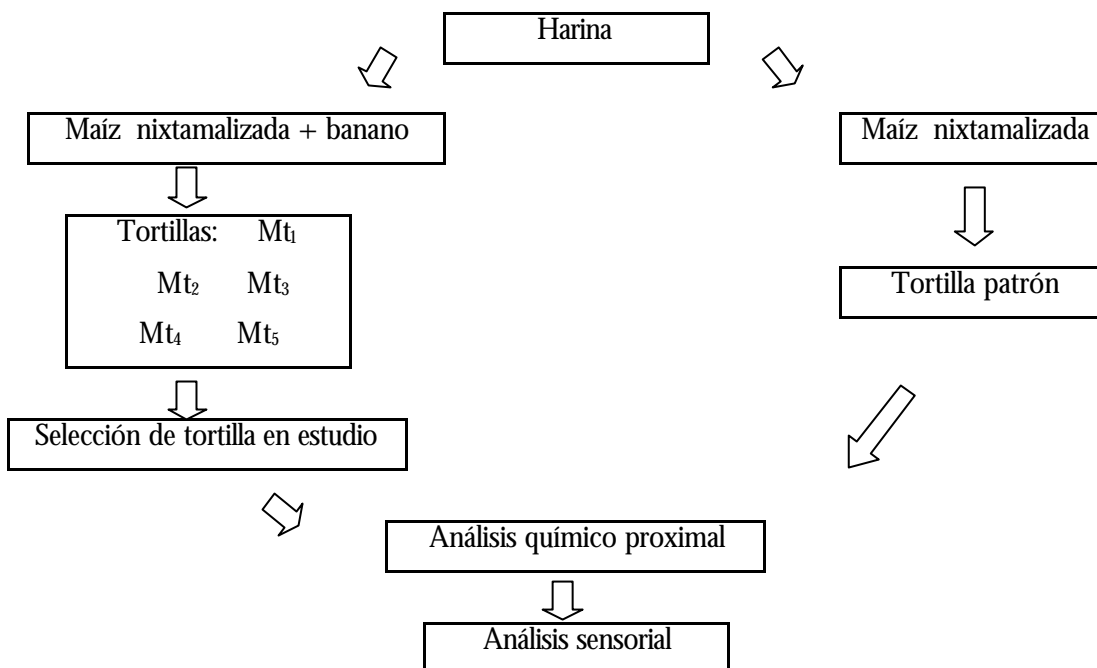
1.1.4 Análisis químicos proximal

Tanto a la tortilla patrón como la de estudio se le realizó análisis químico proximal detallado en el numeral 4 de este capítulo.

1.1.5 Evaluación sensorial

La tortilla patrón y tortilla estudio se sometieron a pruebas sensoriales con un determinado número de panelistas. Esta prueba se especifica en el numeral 5 de este capítulo.

Esquema N°2. Proceso de selección, análisis químico proximal y evaluación sensorial de tortillas (2)



Pan dulce

Se elaboraron muestras de pan dulce patrón (harina de trigo suave) y pan dulce con mezclas de harina de trigo suave - harina de banano. Se seleccionó la mezcla 80:20 porque mantenía características organolépticas al pan dulce patrón (color, sabor, olor y aceptación sensorial).

1.1.6 Fórmula base

Harina de trigo suave	29.7%
(o mezcla de harina de trigo suave - harina de banano 80:20)	
Polvo de hornear	0.3%
Manteca vegetal (Aceite hidrogenado de algodón)	16.84%
Azúcar	16.84%
Huevo	6.54%
Sal	0.14%
Vainilla	0.14%
Agua	21.05%
Levadura	8.42%

1.1.7 Proceso de elaboración

- Mezclar los ingredientes (huevo, azúcar, sal, vainilla, manteca, levadura, polvo de hornear); posteriormente se incorporó la harina, adicionándole agua necesaria hasta formación de una masa.
- Colocar en moldes engrasados y dejar reposar por 15 minutos.
- Llevar al horno por 15 minutos a 350°F (177°C)

1.1.8 Selección del pan en estudio

De las mezclas de harina de trigo suave - harina de banano (Mpd₁, Mpd₂, Mpd₃, Mpd₄, Mpd₅) realizados se seleccionó el pan dulce con características similares al pan dulce patrón, como color, olor y sabor. A la mezcla escogida se le llamará a partir de ahora "Pan dulce en estudio".

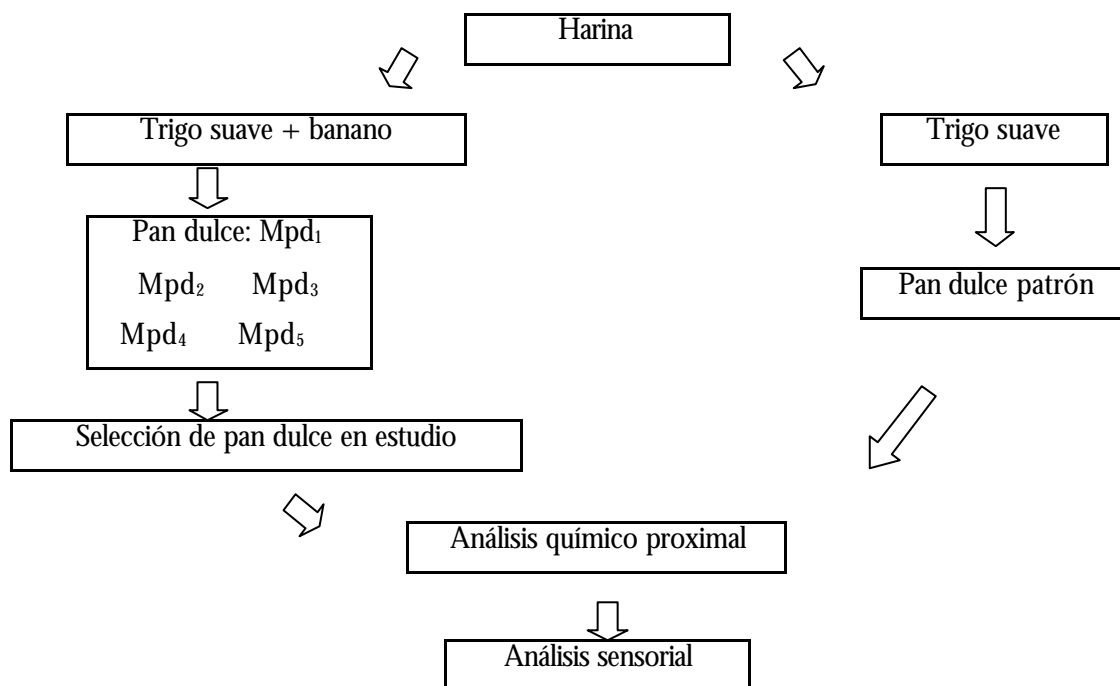
1.1.9 Análisis químico proximal

Se le realizó el análisis químico proximal al pan dulce patrón y el pan dulce en estudio, desarrollado en el numeral 4 de este capítulo.

1.1.10 Evaluación sensorial

Tanto al pan dulce patrón como el pan dulce en estudio se le realizó el análisis sensorial desarrollado en el numeral 5 de este capítulo.

Esquema N° 3. Proceso de selección, análisis químico proximal y evaluación sensorial del pan dulce (2)



Atol

Se elaboró tres tipos de Atol (base agua, base leche y una marca comercial), en los cuales se llegó a una fórmula a partir de diferentes ensayos, hasta obtener una consistencia de atol.

1.1.11 Fórmula base

a) Base agua

Azúcar	10.24%
Canela	0.085%
Harina de banano	4.26%
Agua	85.39%

b) Base leche

Azúcar	9.44 %
Canela	0.078%
Harina de banano	3.93 %
Leche (en polvo)	7.87%
Agua	78.68%

c) Atol patrón (base leche)

Azúcar	9.44%
Canela	0.078%
Leche (en polvo)	7.87%
Maicena (sabor banano)	3.93%
Agua	78.68%

1.1.12 Proceso de elaboración

- a) Mezclar los ingredientes (canela, azúcar, harina de banano y leche) en el agua.
- b) Agitar constantemente la mezcla hasta ebullición.
- c) Servir en una taza.

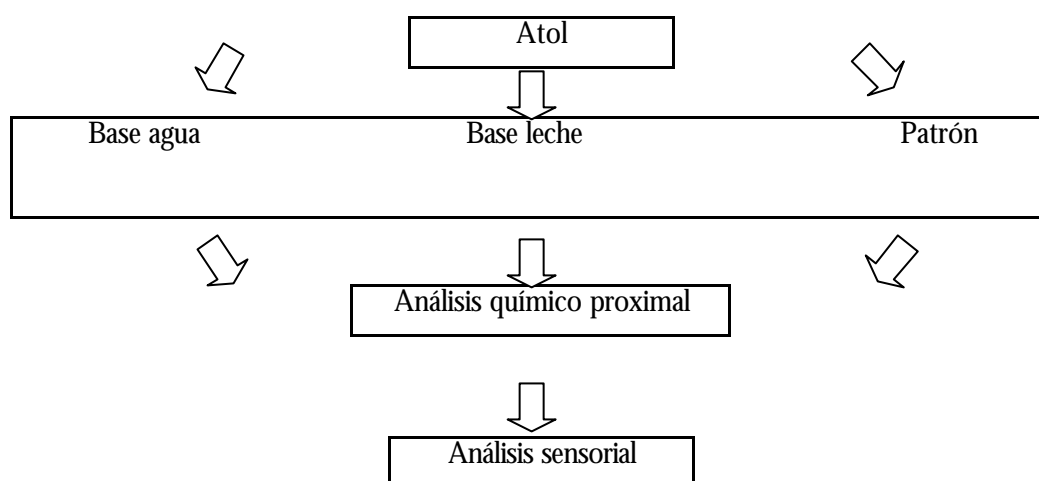
1.1.13 Análisis químico proximal

Se le realizó análisis químico proximal al atol base agua, base leche y al comercial.

1.1.14 Evaluación sensorial

Tanto al atol base agua, base leche y comercial se le realizó el análisis sensorial desarrollado en el numeral 5 de este capítulo.

Esquema N° 4. Análisis químico proximal y evaluación sensorial del atol



Método de análisis

El análisis químico proximal proporciona información de la composición media de un alimento destinado al consumo humano o animal. Comprende humedad, grasa (extracto etéreo), proteína, fibra cruda, cenizas y carbohidratos.

Humedad

Se determina por evaporación, en estufa, hasta peso constante.

Figura N° 8. Equipo para la determinación de humedad
Estufa con presión (5atm) y temperatura (105°C)



Especificaciones
Presicion Thelco
Model 10
Con bomba de vacío
Officine Galileo
Serie minilab
Tipo: DM
(2)

1.1.15 Procedimiento

- Limpiar las cápsulas de aluminio con solvente orgánico.(acetona)
- Calentar las cápsulas en estufa a 105° C por una hora.
- Colocar las cápsulas en un desecador por media hora y pesarlo en balanza analítica.
- Pesar 10 g de muestra en la cápsula.
- Llevar a estufa a 105° C y 5 atmósferas de presión por 5 horas.
- Retirar las cápsulas de la estufa y colocarlos en un desecador por media hora y pesarlos en balanza analítica.

1.1.16 Cálculos

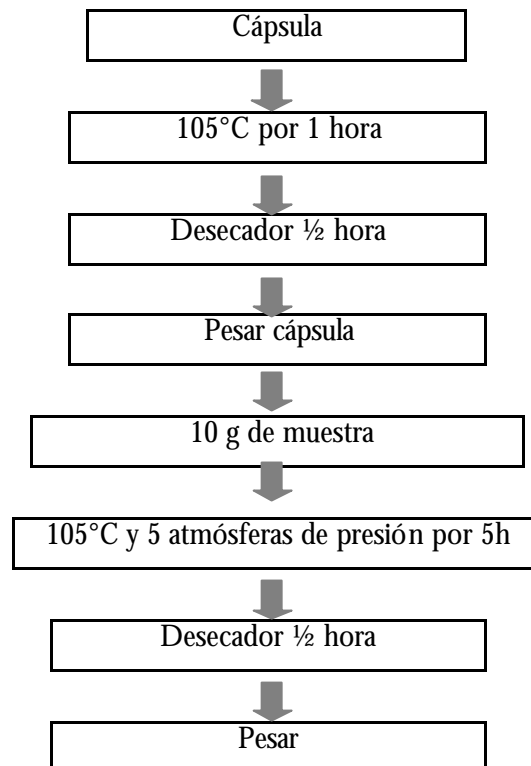
$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_p}{P_{mx}} \times 100$$

Donde:

Pp: Pérdida de peso (g) = Peso inicial – peso final

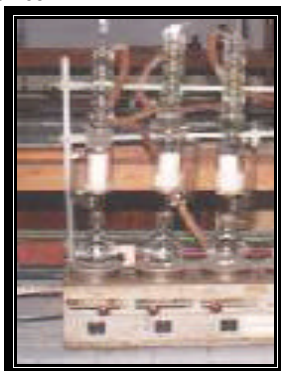
Pmx: Peso de Muestra (g)

Esquema No. 5. Procedimiento para la determinación de la humedad



Extracto etéreo (grasa)
Método de extracción directa con disolvente

**Figura N° 9. Equipo para la
determinación de grasa
Equipo de Extracción Tipo Soxhelt**



Especificaciones
GCA/Presicion
Científica
(2)

1.1.17 Procedimiento

- a) Secar los balones de destilación fondo plano por una hora a 105° C.
- b) Enfriarlo en desecador y pesarlos.
- c) Pesar 2 g de muestra, que previamente ha sido secada en estufa a 105° C por más o menos 1 hora.
- d) Agregar la muestra a un dedal de cartón de asbesto y tapar con algodón.
- e) Colocar el dedal más 200 mL de éter de petróleo en una corneta.
- f) Extraer durante 6 horas: 1 hora a 95° C y 5 horas a 105° C.
- g) Secar la muestra en estufa a 105° C por una hora.
- h) Enfriar en desecador, y luego pesarlos.

1.1.18 Cálculos

$$\%Grasa = \frac{A - B}{C} \times 100$$

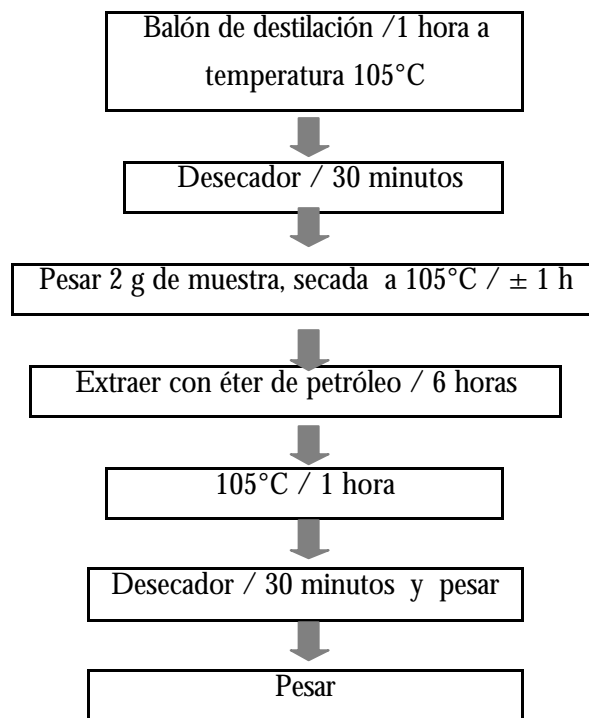
Donde:

A = Peso de balón después de la extracción (g)

B = Peso del balón antes de la extracción (g)

C = Peso de muestra (g)

Esquema N° 6. Procedimiento para la determinación del extracto etéreo



Proteína (Método Microkjeldahl)



Figura N° 10. Equipos utilizados en la determinación de proteína

Izquierda: Digestor

Derecha: Destilador (2)

1.1.19 Procedimiento

- Pesar 1.0 g de mezcla previamente secada en estufa a 105°C en un papel y colocarla en el balón de microkjeldahl. Agregarle 1.5 g de sulfato de potasio, (K_2SO_4) 0.1g de óxido de mercurio (HgO), y 6.0 mL de ácido sulfúrico concentrado. (H_2SO_4)
- Agitar y colocar los balones en el aparato digestor.
- Calcular hasta que la solución este clara.
- Enfriar los balones, agregar agua destilada mas o menos hasta la unidad del bulbo, esperar que enfríe nuevamente.

- e) Agregar 3.5 mL de solución de tiosulfato de sodio al 8%; 6 perlas de vidrio, 3 granallas de zinc y 25 mL de solución de hidróxido de sodio al 50%.
- f) Recibir el destilado en un erlenmeyer de 50.0 mL el que debe contener 15.0 mL de solución de ácido bórico al 4%, más 2 gotas de indicador (rojo de metilo) y colocarlos en el aparato.
- g) Destilar aproximadamente 30 mL, dejar enfriar y titular con solución de ácido clorhídrico 0.1 ó 0.025N.

1.1.20 Cálculos

$$\% N = \frac{(\text{mL gastados de ácido} - \text{mL gastados de blanco}) \times 0.014007 \times n \times 100}{m}$$

Donde:

% N = Nitrógeno total

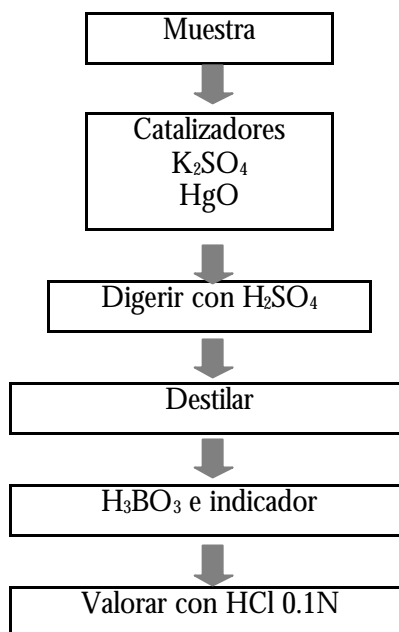
0.014007 = miliequivalente del nitrógeno

n = Concentración de ácido clorhídrico (0.1N)

m = Peso de muestra (g)

% Proteína = %N x 6.25

Esquema N° 7. Procedimiento para la determinación de la proteína cruda



Fibra cruda

Método de Weendi

Figura N° 11. Equipo para la determinación de fibra cruda



Especificaciones
Velp Scientifica
Volts 20
Watts v800
Rango de
Temperatura
(0-100°F)
(2)

1.1.21 Procedimiento

- a) Pesar 1.0 gramo de muestra desgrasada en balanza analítica y colocarla en un beaker de Berzelius.
- b) Poner los beaker de Berzelius en el equipo.
- c) Agregar 150 mL de ácido sulfúrico al 1.25% previamente calentado en un beaker por 30¹
- d) Filtrar el reactivo y lavar 3 veces con 30 mL de agua destilada hirviendo, agregar indicador mixto para comprobar si hay residuo de ácido en la muestra.
- e) Luego de eliminar los residuos de ácido, agregar 150 mL de hidróxido de sodio 0.013N previamente calentado. Hervir por 30 minutos.
- f) Filtrar y lavar 3 veces con porciones de 30 mL de agua destilada hirviendo (igual que cuando se trata con el ácido)
- g) Transferir los residuos de la muestra a un crisol de Gooch conteniendo 1g de asbesto.
- h) Efectuar el último lavado con agua desionizada fría y luego con 3 porciones de 25 mL de alcohol etílico agitando cada vez con el compresor de aire.
- i) Secar los crisoles de Gooch con la fibra durante 1 hora a 105°C hasta peso constante, anotar este peso (P₁).
- j) Colocar el crisol en mufla y calcinar a 500°C por 3 horas, enfriar y pesar, anotar este peso (P₂).

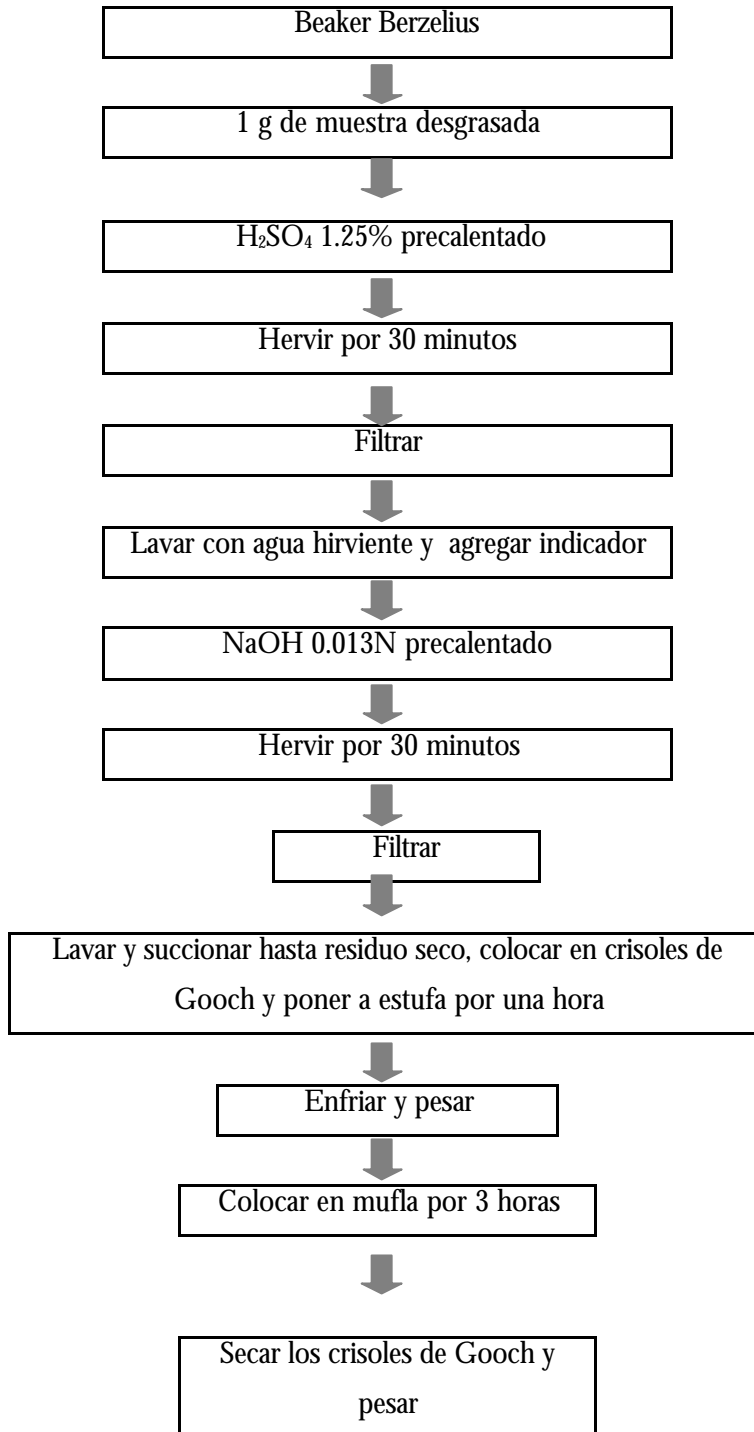
1.1.22 Cálculos

$$\% \text{Fibra} = \frac{P_1 - P_2}{P_0} \times 100$$

Donde:

- P₁ = Peso inicial después de calentar a 105° C (g)
P₂ = Peso final después de calcinar (g)
P₀ = Peso de muestra (g)

Esquema No. 8 Procedimiento para la determinación de la fibra cruda



Ceniza
Método de calcinación

**Figura N° 12. Equipo para la
determinación de cenizas (mufla)**



Especificaciones
Sybron Thermolyre
Model FA 1630
Serie 86
Voltio 240
Amps 17
Watts 4100
(2)

1.1.23 Procedimiento para determinación de ceniza

- a) Calentar los crisoles vacíos durante dos horas a 500° C en una mufla
- b) Hacer descender la temperatura a unos 150 a 200° C para apagar la mufla
- c) Retirar los crisoles de la mufla dejar unos minutos a temperatura ambiente y luego colocarlos en el desecador por 30 minutos.
- d) Pesar los crisoles en balanza analítica.
- e) Pesar aproximadamente 1.000 g de muestra en el crisol de porcelana
- f) Calentar los crisoles con muestra a 600° C por dos horas.
- g) Esperar que llegue a unos 150-200° C.
- h) Retirar los crisoles y dejar unos minutos a temperatura ambiente, luego colocarlos en el desecador por 30 minutos.
- i) Pesar los crisoles en balanza analítica.

1.1.24 Cálculos

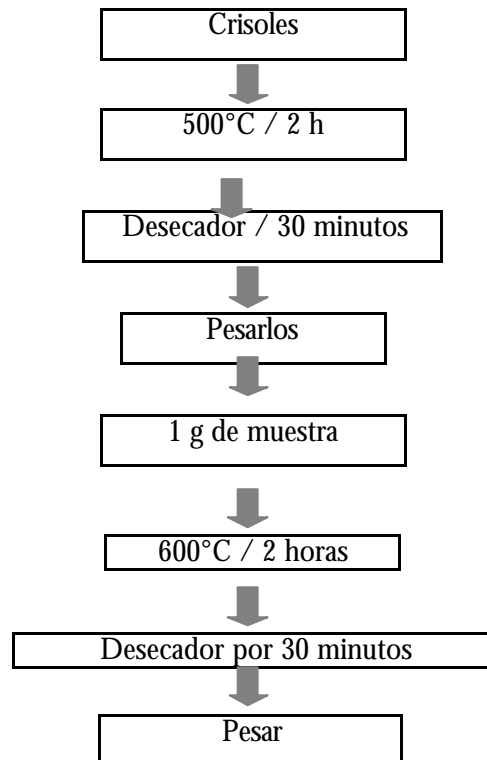
$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Pr}}{\text{Pmx}} \times 100$$

Donde:

Pr: Peso de residuo (g)

Pmx: Peso de muestra (g)

Esquema N° 9. Procedimiento para la determinación de ceniza



Carbohidratos

1.1.25 **Procedimiento**

Se determina por diferencia después que se han completado los análisis de cenizas, fibra cruda, extracto etéreo y proteína cruda.

1.1.26 **Cálculos**

$\% \text{ Carbohidrato} = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ humedad})$
(base húmeda) (24)

Corrección de valores

El valor obtenido de cada una de las muestras en el análisis químico proximal se corrigió para llevarlo a una base húmeda común, para efectos de comparación.

Análisis sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo realizando una prueba hedónica, por cada producto obtenido (tortilla, pan dulce y atol) con un panel de 25 degustadores de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. Se utilizaron dos muestras para cada producto (patrón y muestra en estudio), debidamente codificados. A cada panelista se le entregó un formulario que se muestra en el anexo N° 2. Seguidamente se le proporcionó la primera muestra codificada (muestra patrón), luego se prepararon los panelistas para tomar la segunda muestra codificada como muestra en estudio, tomando, en cuenta que las muestras evaluadas estaban a las mismas condiciones de temperatura, además de estar servidos de la misma manera que se consume normalmente. El cuadro N° 18 se presenta los códigos de los productos sometidos a prueba. (2)

Cuadro N°18

Código de productos sometidos a pruebas sensorial

Producto	Código
Tortilla patrón	TP ₁
Tortilla en estudio	TE ₂
Pan de dulce patrón	PDP
Pan de dulce en estudio	PDE
Atol base agua	ABA
Atol base de leche	ABL
Atol comercial	ABC

CAPITULO III

2CAPITULO II02CAPITULO IIANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPITULO III

2CAPITULO II02CAPITULO IIANÁLISIS DE RESULTADOS

Resultados de análisis químico proximal en harinas de trigo suave, maíz y banano

Los contenidos de proteína, grasa, carbohidratos, fibra cruda, cenizas y humedad de las harinas de trigo suave, maíz y banano pueden observarse en el cuadro N° 19.

Cuadro N° 19. Resultados de análisis químico proximal de harina de trigo suave, maíz y banano

Parámetro (%)	Harina de trigo	Harina de maíz	Harina de banano
Proteína	9.17	9.78	3.18
Grasa	1.15	4.20	2.14
Carbohidratos	76.21	70.81	79.59
Fibra cruda	0.15	2.23	1.20
Cenizas	0.65	1.51	2.46
Humedad (y)	12.82	13.70	12.63

Corrección de resultados

Con el propósito de comparar los resultados se corrigen los datos a una humedad de 14 % dato específico para harinas. La fórmula que se utiliza para corregir el dato de proteína es la siguiente:

$$\text{Proteína b.h. 14\%} = \text{Proteína b.h.} \left(\frac{100-14}{100-y} \right)$$

Donde: b.h. = Base húmeda experimental de cada análisis

 y = Porcentaje de humedad de cada análisis

La corrección de los otros parámetros se realiza de la misma forma. Como ejemplo se tiene la corrección de los valores de la harina de trigo suave:

$$\text{Proteína b.h. 14 \%} = 9.17 (100 - 14) / (100 - 12.82) = 9.05 \%$$

$$\text{Grasa b.h. 14 \%} = 1.15 (100 - 14) / (100 - 12.82) = 1.13 \%$$

$$\text{Carbohidratos b.h. 14 \%} = 76.21 (100 - 14) / (100 - 12.82) = 75.18\%$$

$$\text{Fibra cruda b.h. 14 \%} = 0.15 (100 - 14) / (100 - 12.82) = 0.15 \%$$

$$\text{Ceniza b.h. 14 \%} = 0.65 (100 - 14) / (100 - 12.82) = 0.64 \%$$

Cuadro N° 20. Resultados de análisis químico proximal de harina de trigo suave, maíz y banano, corregidos a base húmeda 14 %

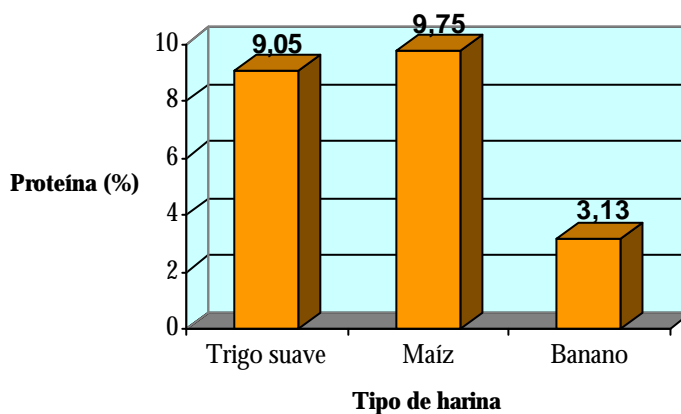
Parametro (%)	Harina de trigo	Harina de maíz	Harina de banano
Proteína	9.05	9.75	3.13
Grasa	1.13	4.19	2.11
Carbohidratos	75.18	70.56	78.34
Fibra cruda	0.15	2.22	1.18
Cenizas	0.64	1.50	2.42

Análisis de Resultados

1.1.27 Proteína

El porcentaje de proteína de la harina de banano es de 3.13 %. Se observa en el gráfico N° 1, que el porcentaje de proteína de las otras harinas es mayor que el de la harina de banano. El mayor porcentaje de proteína lo presenta la harina de maíz (9.75 %), luego la harina de trigo suave (9.05 %). Comparando estos valores con la harina de banano podemos observar que ésta posee menor cantidad que las otras harinas debido a que la harina de banano posee bajo contenido de proteína.

Gráfico N° 1. Porcentaje de proteínas en las diferentes harinas corregidas a base húmeda 14 %

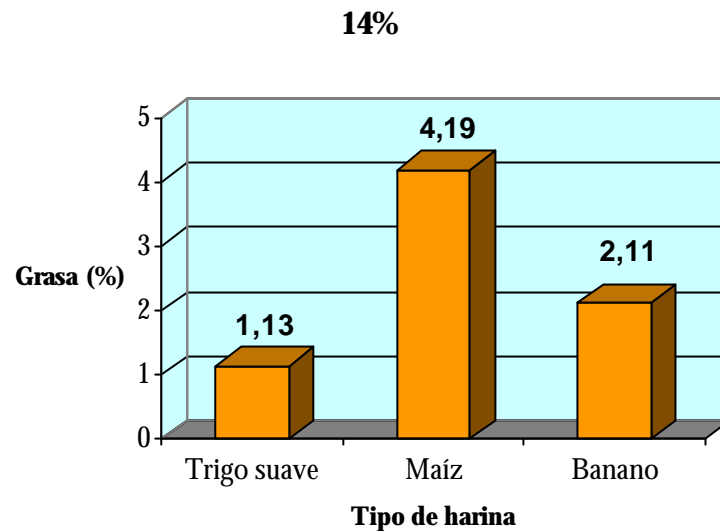


1.1.28 Grasas

El porcentaje de grasa de la harina de banano es de 2.11 %. Se puede observar en el gráfico N° 2 que presenta un porcentaje de grasa menor que la harina de maíz (4.19 %). La harina de trigo suave presenta un porcentaje de grasa de 1.13 %. Comparándolas con las otras dos

harinas, esta presenta un valor menor, debido a que la harina de trigo se obtiene del endospermo y éste es bajo en grasa.

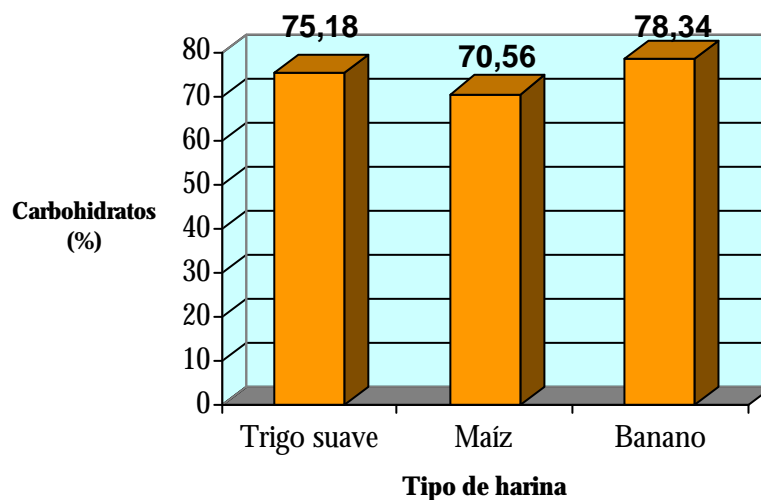
Gráfico N° 2. Porcentaje de grasa en las diferentes harinas corregida a base húmeda



1.1.29 Carbohidratos

El porcentaje de carbohidratos de la harina de trigo suave es 75.18 % y la harina de maíz 70.56 %. Se observa en el gráfico N° 3, que el porcentaje de la harina de banano comparados con las harinas de trigo suave y maíz es mayor 3.16 % y 7.78% respectivamente. Lo anterior se debe a que la harina de banano posee un alto contenido de carbohidratos.

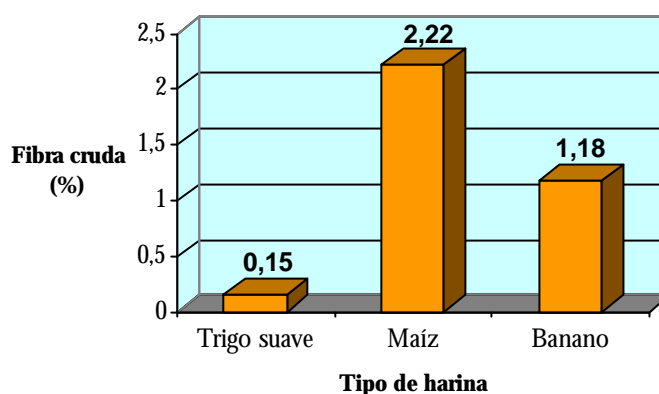
Grafico N° 3. Porcentaje de carbohidratos en las diferentes harinas corregidas a base húmeda 14 %



1.1.30 Fibra cruda

El porcentaje de fibra cruda de la harina de trigo suave es inferior con respecto a la harina de banano. Comparando los valores de fibra cruda, la harina de banano presenta un valor mayor de 1.03% con respecto a la harina de trigo suave y disminuye 1.04% con respecto a la harina de maíz.

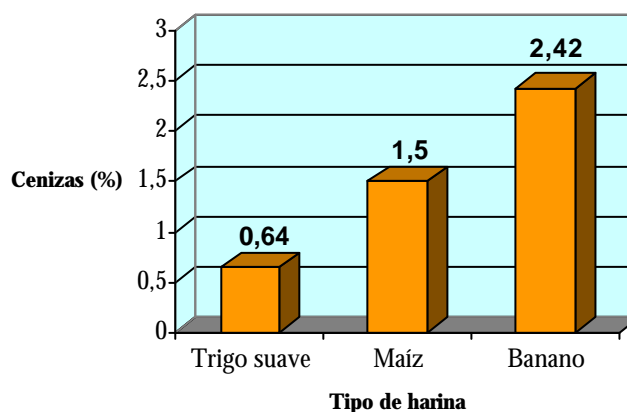
Grafico N° 4. Porcentaje de fibra cruda en las diferentes harinas corregido a base húmeda 14%



1.1.31 Cenizas

El porcentaje de ceniza de la harina de banano (2.42 %) es superior al de las otras dos harinas. Se observa en gráfico N° 5, la diferencia de porcentaje de ceniza entre la harina de trigo suave (0.64 %), harina de maíz (1.50 %) comparándolas con la harina de banano. Lo anterior se debe a que la harina de banano posee mayor contenido de cenizas que las otras harinas.

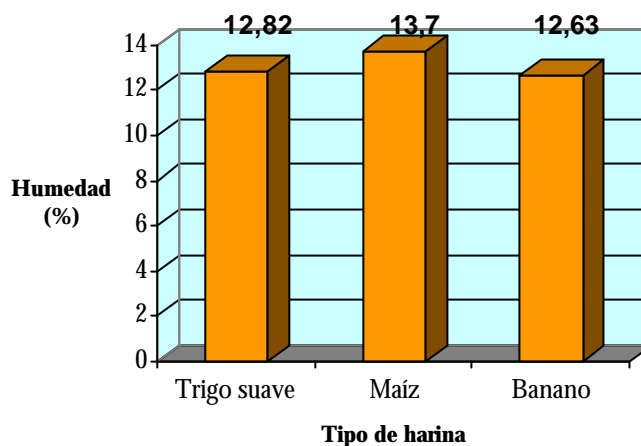
Gráfico N° 5. Porcentaje de cenizas en las diferentes harinas corregidas a base húmeda 14 %



1.1.32 Humedad

El porcentaje de humedad de la harina de banano y las otras harinas (Trigo suave y maíz) se muestra en el gráfico N° 6. El porcentaje de humedad de la harina de banano es de 12.63 %. Se observa en el gráfico N° 6, que el valor de humedad de la harina de trigo suave aumenta 0.19% y la harina de maíz aumenta 1.07% con respecto a la harina de banano.

Gráfico N° 6. Porcentaje de humedad en las diferentes harinas



Resultados del análisis químico proximal de productos patrón y en estudio

Al obtener los diferentes productos con mezclas de harinas (productos en estudio), estos se compararon con los productos patrón (harina 100 %).

Para seleccionar el producto y determinar que es el adecuado en cuanto al valor nutritivo, el porcentaje debe ser mejorado o similar, comparándolo con los productos patrón, además debe mantener las características organolépticas tales como color, olor, sabor y apariencia. Una vez elaborados los productos, se eligió para realizar la prueba sensorial la mezcla 80:20; cuyas características de olor, sabor, color y apariencia se mantienen similares a los productos patrón.

Los contenidos de proteína, grasa, carbohidratos, fibra cruda, cenizas y humedad de los productos patrón (harina 100%) y productos en estudio (harinas en mezcla con harina de banano) se puede apreciar en el cuadro N° 21. Dichos valores se presentan con humedad no corregidas.

Cuadro N° 21. Resultados de análisis químico proximal de productos patrón y estudio, sin corregir humedad

Parámetro	Tortilla 80:20		Pan dulce 80:20		Atol 80:20		
	Patrón	En estudio	Patrón	En estudio	Patrón base leche	Base leche	Base agua
	3.78	2.95	4.45	4.02	2.94	2.39	0.64
Grasa	2.32	1.51	18.91	20.05	0.98	2.41	0.39
Carbohidratos	41.81	44.39	50.33	43.75	18.09	17.19	14.07
Fibra cruda	2.86	1.93	0.32	0.78	1.17	1.12	1.57
Ceniza	1.61	1.94	0.94	1.62	0.53	0.76	0.11
Humedad (y)	50.48	49.21	25.37	30.56	77.46	77.25	84.79

Corrección de resultados

Para efectos de comparación se corrigen los datos por producto a una base húmeda única. Por ejemplo, para tortilla se llevará a una base húmeda de 50 %, para pan dulce 30 % y para atol 80 %. Tomando en cuenta los valores obtenidos a partir de la humedad que cada producto presenta.

A continuación se detallan los cálculos para tortilla patrón. Dicha corrección se realiza con la siguiente fórmula:

$$\text{Proteína b.h. 50\%} = \text{Proteína b.h.} \left(\frac{100-x}{100-y} \right)$$

Donde: b.h = Base húmeda experimental de cada análisis

x = Humedad a la que se llevará el producto patrón y producto en estudio=50

y = Porcentaje de humedad (humedad original) a la que se realizó la det. =50.48

Como ejemplo se tiene la corrección de los valores de la tortilla patrón, la cual se llevará a un porcentaje de humedad del 50 %.

$$\text{Proteína b.h. 50 \%} = 3.78 (100 - 50) / (100 - 50.48) = 3.82 \%$$

$$\text{Grasa b.h. 50 \%} = 2.32 (100 - 50) / (100 - 50.48) = 2.34 \%$$

$$\text{Carbohidratos b.h. 50 \%} = 41.81 (100 - 50) / (100 - 50.48) = 42.22 \%$$

$$\text{Fibra cruda b.h. 50 \%} = 2.86 (100 - 50) / (100 - 50.48) = 2.89 \%$$

$$\text{Ceniza b.h. 50 \%} = 1.61 (100 - 50) / (100 - 50.48) = 1.63 \%$$

De la misma forma se corrigen los resultados de los análisis de los otros productos elaborados, ya sean productos patrón y en estudio.

Cuadro N° 22. Resultados del análisis químico proximal del producto patrón y en estudio corregidos a base húmeda común

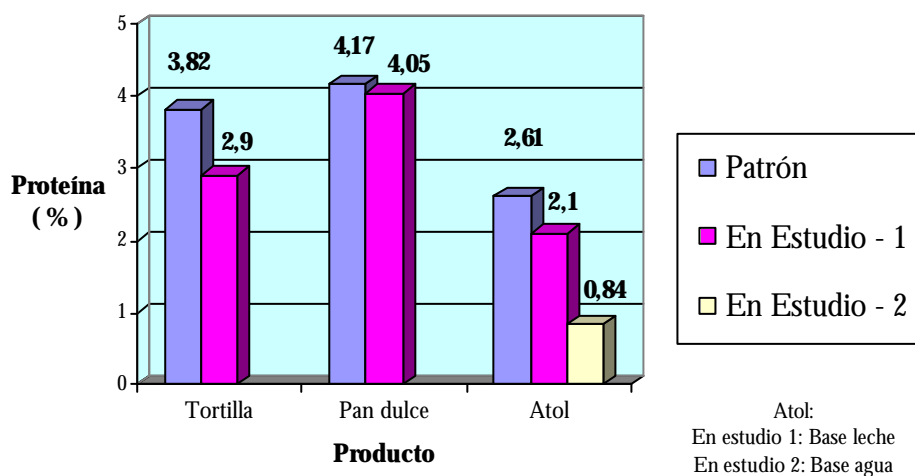
Base húmeda (%)	50.0		30.0		80.0		
Parámetro (%)	Tortilla		Pan Dulce		Atol		
	Patrón	En estudio	Patrón	En estudio	Patrón	Base leche	Base agua
Proteína	3.82	2.90	4.17	4.05	2.61	2.10	0.84
Grasa	2.34	1.49	17.74	20.21	0.87	2.12	0.51
Carbohidratos	42.22	43.70	47.21	44.10	16.05	15.11	18.50
Fibra cruda	2.89	1.90	0.30	0.79	1.04	0.98	2.06
Ceniza	1.63	1.91	0.88	1.63	0.47	0.67	0.14

Análisis de Resultados

1.1.33 Proteína

El porcentaje de proteína de los productos en estudio (tortilla, pan dulce), sufren una disminución en su contenido de proteínas con respecto a los productos patrón. Esto se debe a que las harinas de trigo suave y maíz contienen mayor porcentaje de proteína que la harina de banano. Los atoles sufren una disminución en el contenido de proteína con respecto al atol patrón. Esto se debe a que en el atol base agua solo contiene proteínas de la harina de banano, el atol base leche contiene proteínas de la harina de banano y de la leche, el atol patrón contiene proteínas de la leche y fécula de maíz.

Gráfico N° 7. Porcentaje de Proteína en los diferentes productos elaborados corregido a base húmeda común



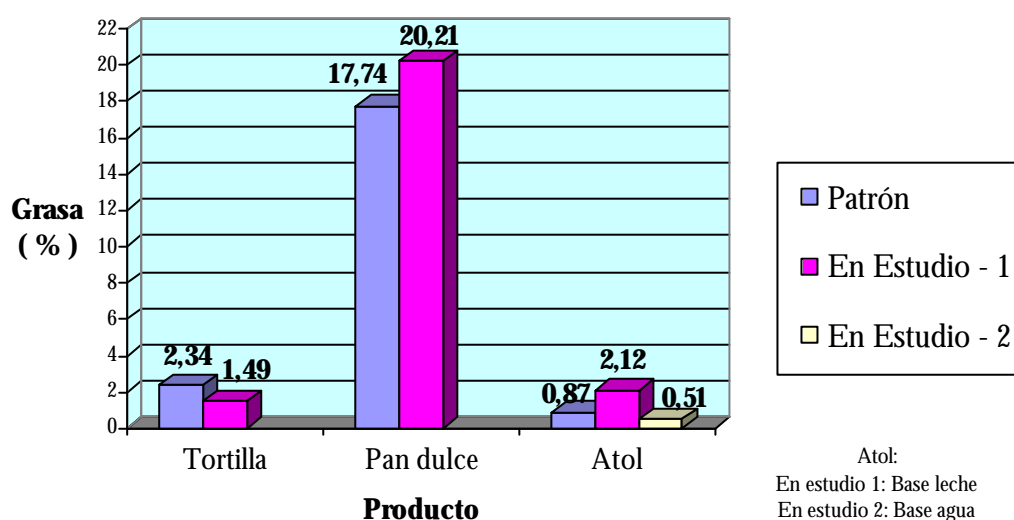
1.1.34 Grasa

El porcentaje de grasa de la tortilla en estudio se ve disminuido con respecto a la tortilla patrón. Esto se debe a que la harina de maíz contiene un porcentaje mayor de grasa que la harina de banano.

Con respecto al pan dulce en estudio se ve aumentado comparado con el pan dulce patrón, esto es debido a que la harina de banano contiene un mayor porcentaje de grasa que la harina de trigo suave.

En los atoles, el atol base agua contiene menor porcentaje de grasa ya que solo tiene harina de banano, el atol base leche además de la harina de banano, tiene leche y el atol patrón contiene leche más la fécula de maíz.

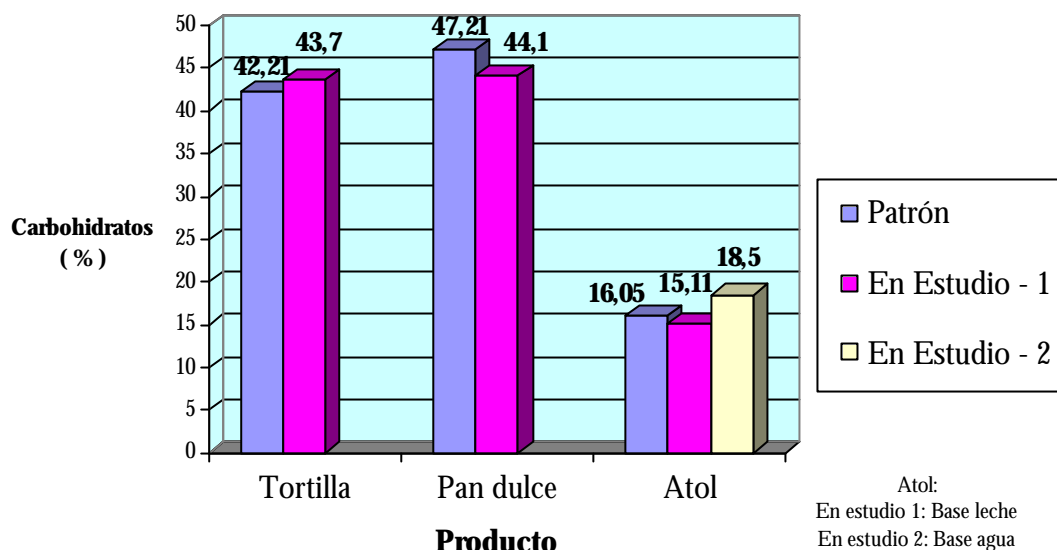
Gráfico N° 8. Porcentaje de grasa en los productos elaborados corregidos a base húmeda común



1.1.35 Carbohidratos

El porcentaje de carbohidratos de la tortilla en estudio se ve aumentado (43.7%) con respecto a la tortilla patrón (42.21 %). Esto se debe a que la harina de banano contiene mayor porcentaje de carbohidratos. Con respecto al pan dulce, el producto en estudio se ve disminuido comparado con el patrón. En los atoles, el atol base agua contiene mayor contenido de carbohidratos con respecto al atol comercial y base leche, ya que la harina de banano es rica en carbohidratos.

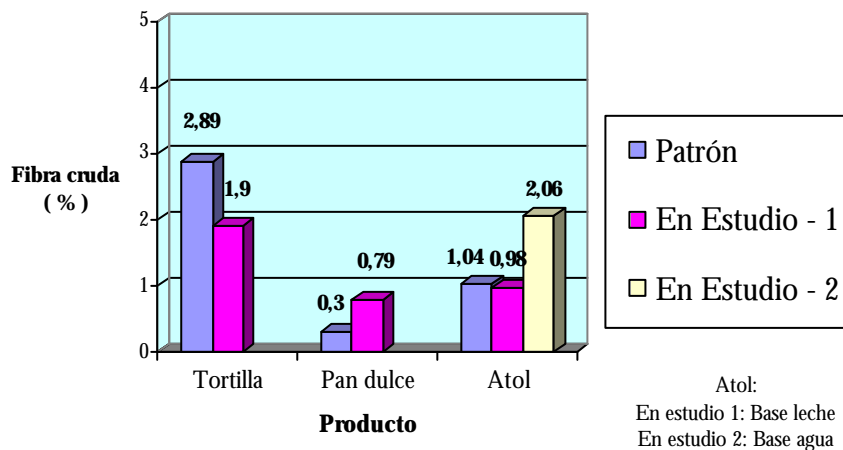
Gráfico N° 9. Porcentaje de carbohidratos en los diferentes productos elaborados corregido a base húmeda común



1.1.36 Fibra cruda

El porcentaje de fibra cruda en la tortilla en estudio se ve disminuido en la tortilla patrón. Esto se debe a que la harina de banano contiene menor porcentaje de fibra cruda que la harina de maíz. Con respecto al porcentaje de fibra cruda del pan dulce, el producto en estudio se ve aumentado comparado con el patrón, debido a que la harina de banano tiene mayor porcentaje de fibra cruda que la harina de trigo suave. En los atoles el porcentaje de fibra cruda se ve aumentado en el atol base agua (1.02 %). El atol base leche se ve disminuido (0.06%) comparados con el atol patrón (1.04 %). Esto se debe a que la harina de banano es rica en fibra cruda.

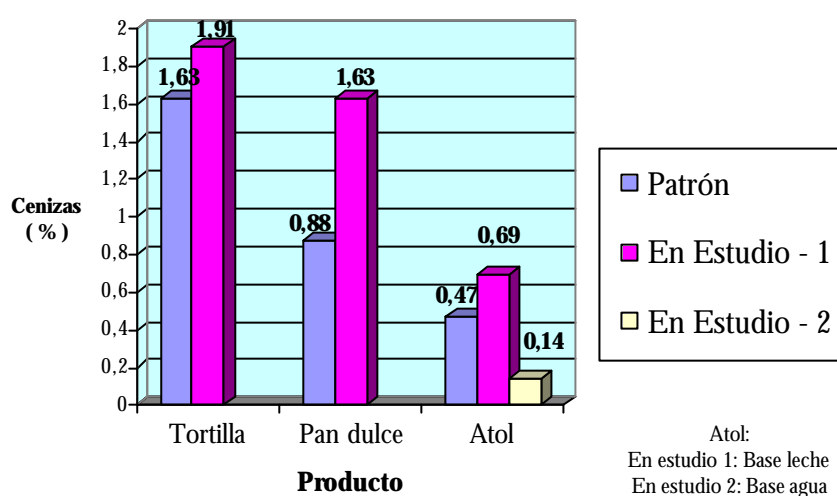
Gráfico N° 10. Porcentaje de fibra cruda en los diferentes productos elaborados corregidos a base húmeda común



1.1.37 Cenizas

El porcentaje de ceniza de los productos en estudio elaborados (tortilla, pan dulce), presentó un aumento comparándolos con los productos patrón. El porcentaje de ceniza en la tortilla aumenta en un 0.28%, en el pan dulce un 0.75% comparándolos con los productos patrón. Este aumento se debe a que la harina de banano contiene alto porcentaje de cenizas. En los atoles, el atol base agua se ve disminuido (0.33%), el atol base leche se ve aumentado (0.2%) con respecto al atol patrón (0.47%)

Gráfico N° 11. Porcentaje de ceniza en los diferentes productos elaborados corregidos a base húmeda común

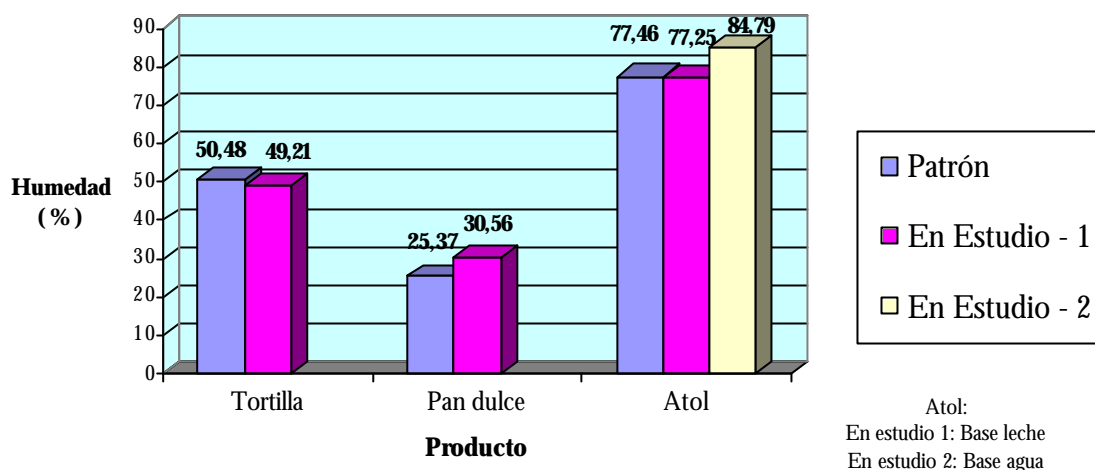


1.1.38 Humedad

En la tortilla la formulación está dada por el agua y harina que serán sometidas a cocción, durante la cual la humedad disminuye, por lo que el producto final no está libre de agua en su totalidad. En la elaboración del pan, además de los ingredientes de la fórmula se le agregó agua para formar la masa, por lo que al colocarlo al horno la humedad baja hasta un 30%. En los atoles su fórmula está dada en su mayoría por agua por lo que se observa que el contenido de humedad es mayor comparado con los productos anteriores. El porcentaje de humedad varía, ya que ésta es característica de cada producto, según su formulación, procesamiento, almacenamiento, etc.

Los valores de humedad de los productos elaborados con mezclas de harinas y productos patrón se presentan en el gráfico N° 12.

Gráfico N° 12. Porcentaje de humedad en los diferentes productos elaborados



Análisis Sensorial

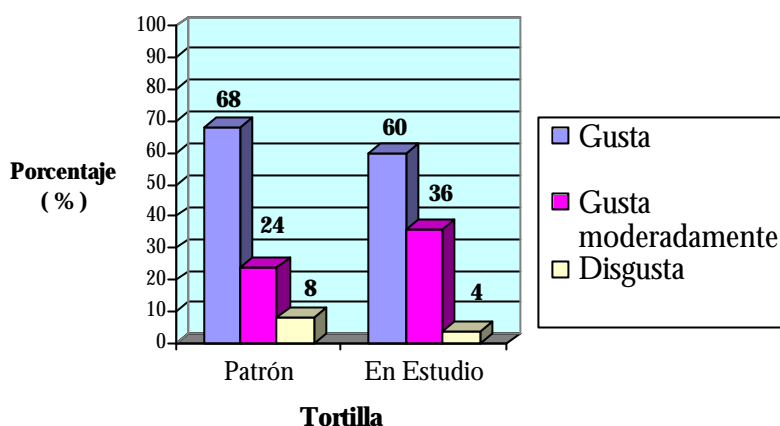
Por medio de este análisis se puede comparar los productos patrón con los productos en estudio, respecto a su aceptabilidad de sabor, aroma y color. Los resultados se presentan a continuación, los cuales provienen de la evaluación sensorial (anexo N°2) realizada con una muestra de 25 panelistas para cada prueba.

Tortillas

Cuadro N° 23. Aceptación de sabor de la tortilla patrón y en estudio

Categoría	Tortilla patrón (TPO)		Tortilla en estudio (TE1)	
	Panelistas	Porcentaje (%)	Panelistas	Porcentaje (%)
Gusta	17	68	15	60
Gusta moderadamente	6	24	9	36
Disgusta	2	8	1	4

Gráfico N° 13. Aceptabilidad del sabor en las muestras de tortillas patrón y en estudio

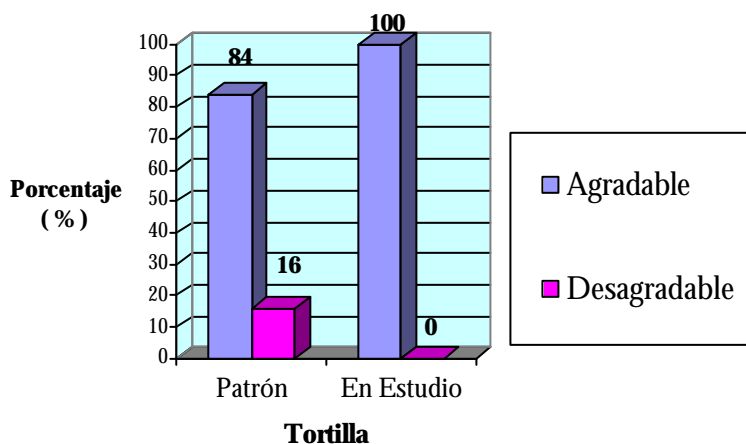


Los resultados del cuadro N° 23 que se reflejan en el gráfico N° 13, se observa que hay menor porcentaje de aceptabilidad de la tortilla en estudio al ser comparada con la tortilla patrón. La diferencia se comprueba estadísticamente en el anexo N° 3.

Cuadro N° 24. Aceptación del aroma en las muestras de tortilla patrón y en estudio

Categoría	Tortilla patrón (TPO)		Tortilla en estudio (TEI)	
	N° Panelistas	Porcentaje (%)	N° Panelistas	Porcentaje (%)
Agradable	21	84	25	100
Desagradable	4	16	0	0

Gráfico N° 14. Aceptabilidad del aroma en las muestras de tortilla patrón y en estudio

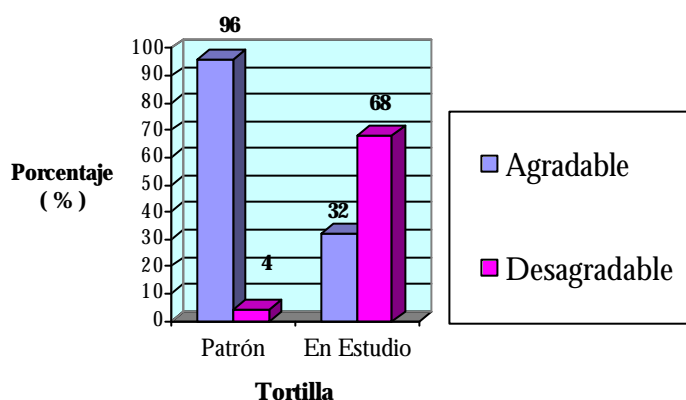


Según los resultados observados en el cuadro N° 24 y reflejados en el gráfico N° 14 con respecto al aroma, se observa que el porcentaje de aceptación es mayor en la tortilla en estudio que la tortilla patrón. Un 100 % de los panelistas aseguraron que el aroma de la tortilla en estudio les era agradable frente a un 84 % de panelistas que preferían la tortilla patrón.

Cuadro N° 25. Aceptación del color en las muestras de tortilla patrón y en estudio

Categoría	Tortilla patrón (TPO)		Tortilla en estudio (TEI)	
	N° Panelistas	Porcentaje (%)	N° Panelistas	Porcentaje (%)
Agradable	24	96	8	32
Desagradable	1	4	17	68

Gráfico N° 15. Aceptabilidad del color en las muestras de tortilla patrón y en estudio



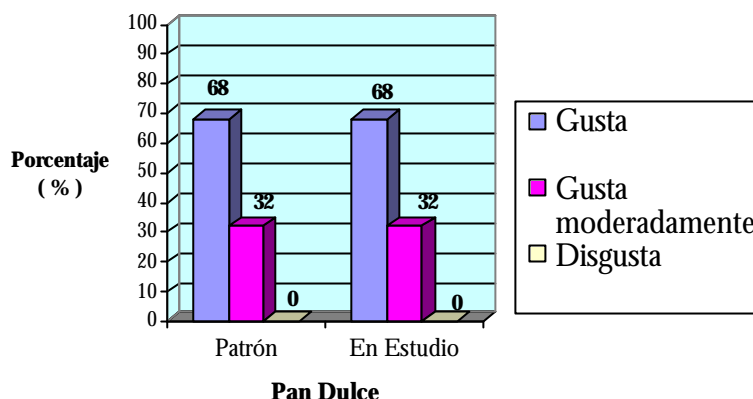
Según los resultados observados en el cuadro N° 25 y Gráfico N° 15, con respecto al color de los productos, se observa un menor porcentaje de aceptabilidad de la tortilla en estudio comparándola con la tortilla patrón.

Pan dulce

Cuadro N° 26. Aceptación del sabor del pan dulce patrón y en estudio

Categoría	Pan dulce patrón (PDP)		Pan dulce en estudio (PDE)	
	N° Panelistas	Porcentaje (%)	N° Panelistas	Porcentaje (%)
Gusta	17	68	17	68
Gusta moderadamente	8	32	8	32
Disgusta	0	0	0	0

Gráfico N° 16 Aceptabilidad del sabor en las muestras de pan dulce patrón y en estudio

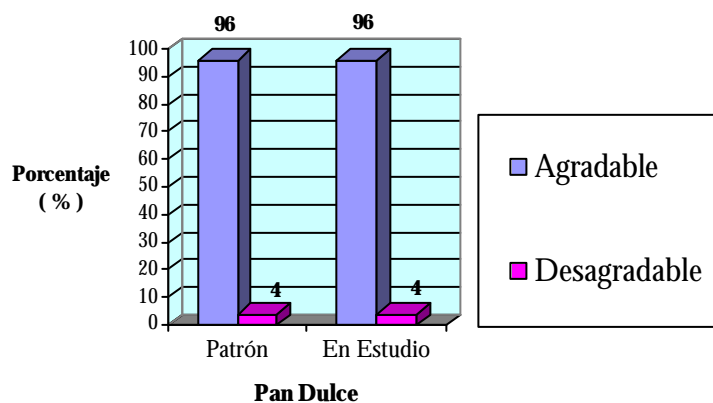


Según los resultados observados en el cuadro N° 26 y reflejados en el gráfico N° 16 se observa que el porcentaje de aceptación es igual tanto en el pan dulce patrón como en el pan dulce en estudio. No hay diferencia significativa, lo que se comprueba que ambos productos se aceptan verificándose estadísticamente en el anexo N° 4.

Cuadro N° 27. Aceptación del aroma en las muestras de pan dulce patrón y en estudio

Categoría	Pan dulce patrón (PDP)		Pan dulce en estudio (PDE)	
	N° Panelistas	Porcentaje (%)	N° Panelistas	Porcentaje (%)
Agradable	24	96	24	96
Desagradable	1	4	1	4

Gráfico N° 17. Aceptabilidad de aroma en las muestras de pan dulce patrón y en estudio

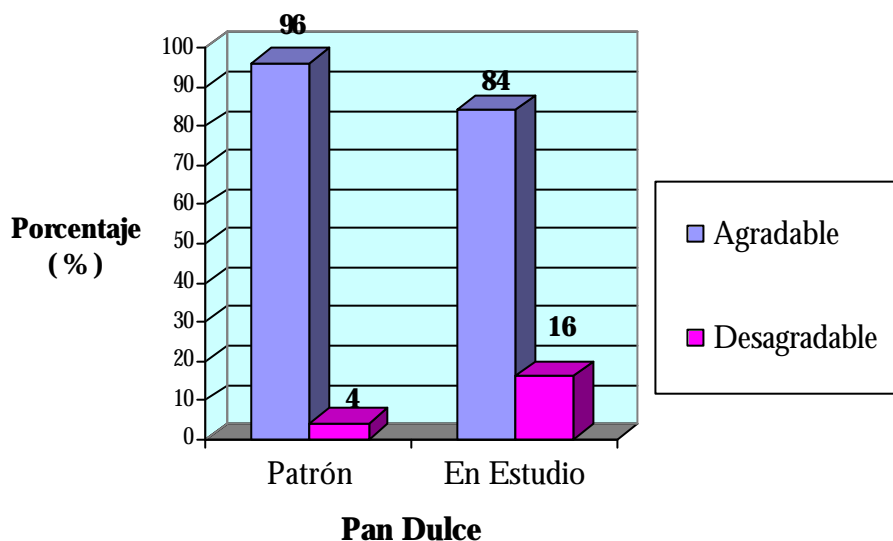


Según los resultados observados en el cuadro N° 27 y reflejados en el gráfico N° 17 con respecto al aroma, se observa que el porcentaje de aceptación es igual tanto en el pan dulce patrón como el pan dulce en estudio.

Cuadro N° 28. Aceptación de color en las muestras de pan dulce y en estudio

Categoría	Pan dulce patrón (PDP)		Pan dulce en estudio (PDE)	
	N° Panelistas	Porcentaje (%)	N° Panelistas	Porcentaje (%)
Agradable	24	96	21	84
Desagradable	1	4	4	16

Gráfico N° 18. Aceptabilidad de color en las muestras de pan dulce patrón y en estudio



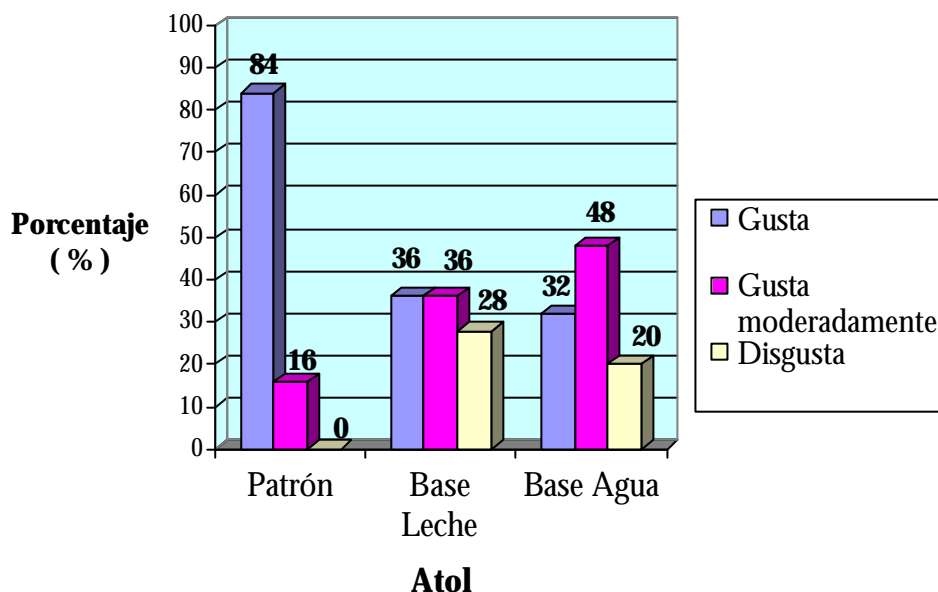
Según los resultados observados en el cuadro N° 28 y reflejados en el gráfico N° 18 con respecto al color, se observa que el porcentaje de aceptación es menor en el pan dulce en estudio que el pan dulce patrón. Un 84 % de los panelistas aseguraron que el color del pan dulce es estudio les era agradable, frente a un 94 % de panelistas que preferían el pan dulce patrón.

Atol

Cuadro N° 29. Aceptabilidad del sabor en las muestras de Atol

Categoría	Atol patrón (APC)		Atol base leche (ABL)		Atol base agua (ABA)	
	N° de panelistas	Porcentaje (%)	N° de Panelistas	Porcentaje (%)	N° de panelistas	Porcentaje (%)
Gusta	21	84	9	36	8	32
Gusta moderadamente	4	16	9	36	12	48
Disgusta	0	0	7	28	5	20

Gráfico N° 19. Aceptabilidad del sabor en las muestras de Atol

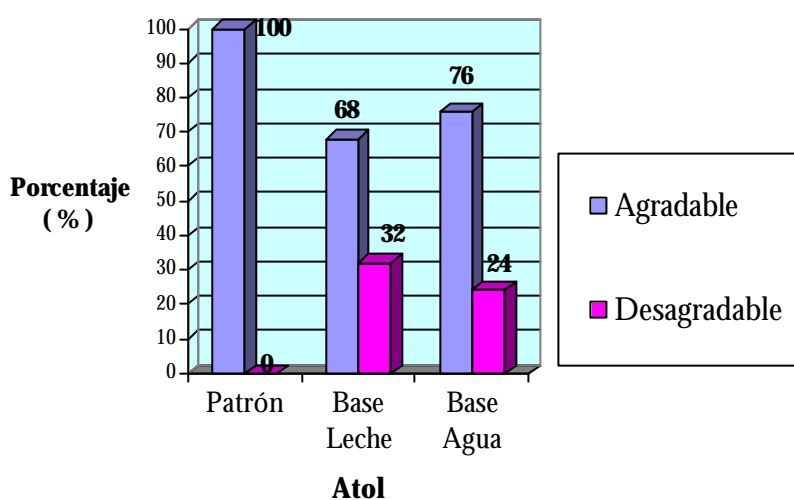


Según los resultados observados en el cuadro N° 29 y reflejados en el gráfico N° 19, se observa que el porcentaje de aceptación es mayor en el atol comercial con respecto al atol base leche, demostrándose en el anexo N° 5, que sí existe diferencia significativa en la aceptación de ambos atoles. Con respecto al atol comercial (patrón) con el atol base agua, el atol comercial tiene mayor porcentaje de aceptación verificándose en el anexo N° 6, que sí existe diferencia significativa en la aceptación de los dos atoles. En el atol base agua y base leche, la aceptación es mayor en el atol base leche, por lo que sí existe diferencia significativa demostrándose en el anexo N°7.

Cuadro N° 30. Aceptabilidad del aroma en las muestras de Atol

Categoría	Atol patrón (APC)		Atol base leche (ABL)		Atol base agua (ABA)	
	N° de Panelistas	Porcentaje (%)	N° de panelistas	Porcentaje (%)	N° de panelistas	Porcentaje (%)
Agradable	25	100	17	68	19	76
Desagradable	0	0	8	32	6	24

Gráfico N° 20. Aceptabilidad del aroma en las muestras de Atol

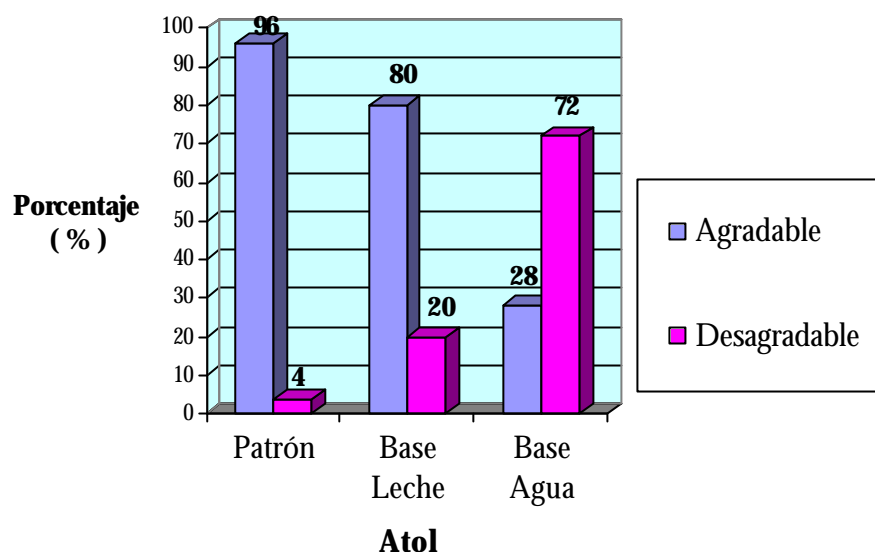


Según los resultados observados en el cuadro N° 30 y reflejados en el Gráfico N° 20 con respecto al aroma, se observa que el porcentaje de aceptación es mayor en el atol comercial con respecto al atol base leche y el porcentaje de éste es menor con respecto al atol base agua. Un 100 % de los panelistas, aseguraron que el aroma del atol comercial les era agradable, frente a un 68 % de panelistas que preferían el atol base leche, siendo éste menor frente a un 76 % de panelistas que les agradó el atol base agua.

Cuadro N° 31. Aceptabilidad del color en las muestras de Atol

Categoría	Atol patrón (APC)		Atol base leche (ABL)		Atol base agua (ABA)	
	N° de panelistas	Porcentaje (%)	N° de panelistas	Porcentaje (%)	N° de panelistas	Porcentaje (%)
Agradable	24	96	20	80	7	28
Desagradable	1	4	5	20	18	72

Gráfico N° 21. Aceptabilidad del color en las muestras de Atol



Según los resultados observados en el cuadro N° 31 y reflejados en el gráfico N° 21 con respecto al color, se observa que el porcentaje es mayor en el atol comercial con respecto al atol base leche y el porcentaje de éste es mayor con respecto al atol base agua. Un 96 % de los panelistas aseguraron que el color del atol comercial les era agradable, frente a un 80 % de panelistas que preferían el atol base leche, siendo este mayor frente a un 28% de panelistas que les agradó el atol base agua.

CAPITULO IV
CONCLUSIONES

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

1. Debido al contenido de carbohidratos y minerales la harina de banano puede ser un complemento nutricional al ser mezclado con otras harinas de mayor porcentaje de proteínas para la elaboración de productos alimenticios.
2. Durante el tiempo de almacenaje (6 meses) la harina que obtuvimos no presentó cambios en las propiedades organolépticas y especialmente la consistencia, por lo que se concluye que el porcentaje de humedad (12.63%) que presenta la harina es adecuado.
3. Al elaborar las mezclas (trigo suave, maíz) con harina de banano se determinó que la proporción 80:20 mantuvo las características organolépticas del producto patrón, por lo que se concluye que es la adecuada para realizar el análisis químico proximal.
4. Al mezclar las harinas (trigo suave, maíz) con la harina de banano no se logró mejorar la calidad nutricional de los productos debido a que el porcentaje de proteínas en la harina de banano es bajo pero la calidad de ésta es alta comparada con la proteína patrón (FAO-OMS), no así con el contenido de fibra cruda y minerales, de la mezcla de harina (80:20).
5. La prueba sensorial se realizó para productos elaborados, tales como tortilla, pan dulce y atol (patrón y en estudio) con las mezclas de harina 80:20 (trigo suave – banano, maíz – banano). Con dicha prueba se pudo establecer el grado de aceptabilidad de la muestra en estudio así como también del color, olor y sabor.
6. En el análisis sensorial, el sabor y color de la tortilla en estudio tiene menor porcentaje de aceptación que en la “tortilla patrón”, debido a los aspectos culturales existentes en la población. En cuanto al aroma la tortilla en estudio tiene mayor aceptación que la “tortilla patrón”.
7. El análisis sensorial del “pan dulce” muestra que no hay preferencia de aceptación del sabor y aroma entre ambos productos (patrón y en estudio). Con respecto al color el pan dulce en estudio tiene menor porcentaje de aceptación.
8. El análisis sensorial del atol, demuestra que el atol comercial tuvo mayor aceptación que el atol base agua y base leche con respecto al aroma y sabor.

CAPITULO V
RECOMENDACIONES

CAPITULO V

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda un estudio a nivel de planta piloto sobre el proceso, costos de producción y mercadeo para la elaboración de la harina de banano, ya que su cultivo es de gran importancia económica.
2. Realizar una investigación sobre la fortificación de la harina de banano con amaranto.
3. Se recomienda a la población y agricultores, el aprovechamiento del banano en período de cosecha, para conservarlo por mucho tiempo en forma de harina.
4. Hacer pruebas para la harina de banano a nivel de planta piloto para la elaboración de productos alimenticios, tales como sopas deshidratadas, hojuelas y puré (a partir de la harina por proceso de hidratación y cocimiento de ésta).
5. Establecer métodos para la elaboración de sémola de banano.
6. Elaborar productos extraídos a partir de la sémola de banano, tales como boquitas.
7. Se recomienda diseñar otros métodos de obtención y conservación de la harina de banano que sirvan de comparación con los métodos propuestos en este trabajo, para así aumentar el tiempo de vida útil, así como la deshidratación con desecantes, desecación osmótica.
8. Se recomienda al Ministerio de Educación que en base a los resultados obtenidos a nivel de planta piloto, implementar la elaboración de productos alimenticios de la harina de banano para el proyecto de Escuela Saludable.
9. Al Ministerio de Agricultura y Ganadería dar a conocer las técnicas adecuadas para el aprovechamiento del cultivo del banano y los beneficios.
10. Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social dar a conocer este tipo de investigación, para incentivar a desarrollar trabajos en el área de fortificación de alimentos, ayudando a solucionar problemas de deficiencia nutricional.

GLOSARIO

- Adventicia:** Aplicarse al órgano o parte de los vegetales que se desarrolla ocasionalmente y cuya existencia no es constante.
- Bráctea:** Hoja que nace en el pedúnculo de la flor.
- Cormo:** Eje de las plantas superiores constituidos por la raíz y el vástago, este último se diferencia por su pseudo tallo y las hojas.
- Hijuelo:** Es la nueva planta que brota del cormo cerca de la superficie del suelo.
- Vigoroso:** Que tiene vigor.
- Vigor:** Vitalidad de las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Americana de Química de Cereales (AACC), Métodos Normalizados. Edición 1976.
2. Andrade Mancía, M.J. Regalado Rodríguez, F. J. “ Investigación de Técnicas de Preparación y conservación de harina de Malanga (*Colocasia sculenta*) y determinación de su posible aplicación en la elaboración de tortilla, pan y galletas”. Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, 2000.
3. Arévalo Rodríguez, R. M. , Martínez Menéndez, L.B., Reyes Ponce J.L. “Fortificación nutricional de barquillos mediante la sustitución parcial de harina de trigo por harina de amaranto”. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador, 2000.
4. Argumedo Catota, W.A., Bernal Molina, N.C., Valle Orellana, V.E. “Factibilidad Tecnológica en la Preparación de nachos y corn chips fortificados con amaranto (*amaranthus cruentus*)”. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador, 1999.
5. Bartolini, Roberto “El Maíz”. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, 1990
6. Calderón V., Sandra “Calidad Sensorial, Capítulo III, Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos, CITA, septiembre 1994.
7. Cantaron, Abrahan; Schepartz Bernard. “Bioquímica”, 4ª edición. Editorial Interamericana, S. A., México, 1969.
8. Champion, Jean. “El plátano”. Editorial Blume, 1ª edición, 1968. Barcelona, España.
9. Conn, Erick; Stumpf, P.C. “Bioquímica Fundamental”. 3ª edición. Noriega Editores. Editorial Limusa. México D.F. 1991
10. Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT), Norma Salvadoreña NSO 64.0301:99 denominada “Harina de trigo. Especificaciones”. El Salvador 1999.

11. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Norma Salvadoreña NSO 67.0302:99 denominada "Harina de maíz nixtamalizada Especificaciones". El Salvador 1999.
12. Cooper. "Nutrición y Dieta". 17ª edición. Nueva Editorial Interamericana, México D.F. 1987.
13. Davila, Manuel. "Guía Técnica para el cultivo del plátano". El plátano. Ministerio Agropecuario y Reforma Agraria. Managua. 1983.
14. ESSO Agrícola, Revista. Vol XXV N° 3, Julio 1978.
15. Font Quenr, P. "Diccionario de Botánica" . editorial Labor. Barcelona, España. 1993.
16. Gudiel, Victor Manuel, "Manual agrícola Super b", 6ª edición corregida y aumentada. Guatemala, productos Super b, 1987.
17. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) Normas Centroamericanas 34190: 87 denominada " Harinas de origen vegetal. Harina de maíz para la elaboración de tortillas. Especificaciones." . Guatemala, Noviembre 1987.
18. Laboratorio de Datos de Nutrientes. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Servicio de Investigación Agrícola. Sitio web <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/data/index.html>
19. León, Jorge. " Fundamentos Botánicos de Cultivos Tropicales". Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. 1ª Edición, Editorial IICA, San José, Costa Rica. 1968.
20. Méndez D., Melany M., Solano C., Zuleyma Y.; Vigil D., Dinora N. "Determinación de bromato de potasio en muestras de harina de trigo producidos en El Salvador" Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador, 1998.

21. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA). Programa de frutales (MUSACEAS) División de Investigación. Departamento de Comunicación. San Andrés La Libertad, EL Salvador, C.A. enero, 1993.
22. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) Programa Granos Básicos. Cultivo de Maíz. San Andrés. La Libertad, El Salvador, C.A. Noviembre, 1995.
23. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. “El Maíz en la Nutrición Humana” Colección FAO. Alimentación y nutrición N° 25, Roma, 1993.
24. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación “Guía Técnica sobre la Tecnología sobre la semilla de maíz”. Roma 1984.
25. Official Method of Analysis of the association of official Agricultura Chemist, 1980. 13^a Edition, Washington D.C. Harris Lorin E. Metodos para el análisis químico y la Evaluación Biológica de alimentos para animales. Universidad de Florida, 1970. Bateman, I.V. Nutrición Animal, Manual de Métodos Analíticos. México. 1970.
26. Secretaria de Educación Pública (SEP) “Cultivos de Plantación. Manuales para Educación Agropecuaria, área de producción vegetal. Editorial Trillas México D.F. 1983.
27. Secretaria de Educación Pública (SEP) “Trigo, Cebada, Avena” Manuales para la educación agropecuaria. Área de producción vegetal. Vol. N° 9 Editorial Trillas México D.F. 1984.
28. Simmonds, N.W. “Los Plátanos”. Editorial Blume, 1^a edición 1968. Barcelona, España, 1975.
29. Vadillo Verdugo, Jaime. “La Calidad de los Trigos”. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Secretaria General de Estructura Agraria. 1989.
30. Valdez de Quijano, Haydeé A. “Estudio del trigo y del maíz; su valor nutritivo en la dieta salvadoreña”. Universidad de EL Salvador, San Salvador, 1957.
31. Watts, B.M. “Métodos Sensoriales Básicos para la evaluación de alimentos” Ottawa, Canadá. 2^a edición 1992.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo N° 1

Material, equipo y reactivos

Material y equipo

Material (cristalería y otros)

Cápsulas de aluminio con tapadera (5 cm de diámetro y 3 cm de altura)

Micro - espátula

6-Balones de fondo plano 500 mL

6-Condensadores

6-Dedales de extracción

Bandeja metálica

6-Balones de 100 mL para destilación de micro Kjeldahl

6-Erlenmeyer de 125 mL

Probeta de 10, 25, 50 y 100 mL

Frasco lavador

Gotero

Perlas de vidrio

Vaso de precipitación de 30, 50, 100, 250 y 400 mL

Buretas de 10 mL

Recipiente de digestión

Tela de lino

Embudo tallo largo

Crisoles de porcelana

Pinzas para crisol

Equipo

Desecador

Balanza analítica

Estufa

Aparato digestor: micro Kjeldahl LABCONCO

Extractor de gases

Aparato de destilación

Bomba de vacío

Mufla

Hot- plate (cocina)

Reactivos

Eter etílico

Acido sulfúrico (96.1 % pureza y gravedad específica 1.84)

Sulfato de sodio anhidro

Sulfato de cobre pentahidratado

Solución de hidróxido de sodio al 50 %

Solución de ácido bórico al 4 %

Solución indicadora (anaranjado de metilo)

Solución de ácido clorhídrico 0.1 N

Solución de ácido sulfúrico 0.25 N

Solución de hidróxido de sodio 0.313 N

Asbesto

Anexo 2

Formulario de evaluación sensorial

Evaluación sensorial para seleccionar la muestra de mejor preferencia

Fecha: _____

Producto: _____

Observe detenidamente cada muestra, luego pruébela, indique el grado en que le gusta o disgusta cada una, encerrando en un círculo la letra de la frase que mejor describe su actitud.

Comentar con respeto al aroma y color en una escala de agradable o desagradable

Código _____

A. Gusta

B. Gusta moderadamente

C. Disgusta

Código _____

A. Gusta

B. Gusta moderadamente

C. Disgusta

Código _____

A. Gusta

B. Gusta moderadamente

C. Disgusta

Aroma _____

Color _____

Aroma _____

Color _____

Aroma _____

Color _____

ANEXO N° 3

Análisis estadístico de muestras de tortillas

Cuadro N° 32. Resultados de aceptabilidad de las muestras de tortillas

Categoría	Tortilla patrón	Tortilla en estudio
Gusta	17	15
Gusta moderadamente	6	9
Disgusta	2	1

Cuadro N° 33. Resultados estadísticos de las muestras de tortilla

Muestras	Valor observado (Vo)			Valor esperado (Ve)		
	Tortilla patrón	Tortilla en estudio	Total	Tortilla patrón	Tortilla en estudio	Total
Gusta	17	15	32	16	16	32
Gusta moderadamente	6	9	15	7.5	7.5	15
Disgusta	2	1	3	1.5	1.5	3
Total	25	25	50	25	25	50

Hipótesis nula y alternativa

Ho: Hipótesis nula o de rechazo

H1: Hipótesis alternativa

La hipótesis nula es la hipótesis que desea probarse. El rechazo de la hipótesis nula conduce a la aceptación de la hipótesis alternativa.

Ho: No existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre las muestras de tortillas.

H1: Si existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre las dos muestras de tortillas.

Calculando el valor esperado para cada muestra

$$\frac{32 \times 25}{50} = 16 \qquad \frac{15 \times 25}{50} = 7.5 \qquad \frac{3 \times 25}{50} = 1.5$$

$$\frac{32 \times 25}{50} = 16 \qquad \frac{15 \times 25}{50} = 7.5 \qquad \frac{3 \times 35}{50} = 1.5$$

25: total del número de categorías por muestra

50: total de número de categorías y de muestra

Nivel de Confianza

NC = 95 % La mayoría de autores estadísticos trabajan con el 95% ya que el porcentaje es menor.

Grado de libertad para el cuadro N° 33

$$? = (f - 1) (c - 1)$$

Donde: ? : grados de libertad

f : n° de filas

c : n° de columnas

$$? = (3-1) (2-1) = 2 \times 1 = 2$$

$$\chi^2_{0.95} : 0.102587$$

$$: 0.1026$$

Calculando c^2 experimental

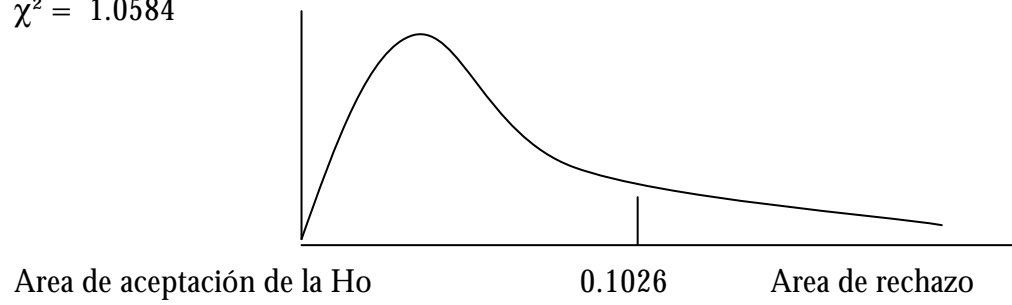
Donde: Vo: Valor observado

Vc: Valor esperado

$$c^2 = \frac{\sum (Vo - Vc)^2}{Vc}$$

$$\chi^2 = \frac{(17-16)^2}{16} + \frac{(15-16)^2}{16} + \frac{(6-7.5)^2}{7.5} + \frac{(9-7.5)^2}{7.5} + \frac{(2-1.5)^2}{1.5} + \frac{(1-1.5)^2}{1.5}$$

$$\chi^2 = 1.0584$$



Conclusión

El valor de χ^2 experimental es mayor que el χ^2 tabulado (Anexo N° 8) $1.0584 > 0.1026$, por la cual la H_0 se rechaza.

ANEXO N° 4

Análisis estadístico de muestras de pan dulce

Cuadro N° 34. Resultado de aceptabilidad de las muestras de pan dulce

Categoría	Pan dulce patrón	Pan dulce en estudio
Gusta	17	17
Gusta moderadamente	8	8
Disgusta	0	0

Cuadro N° 35. Resultados estadísticos de las muestras de pan dulce

Muestra	Valor observado (Vo)			Valor esperado (Ve)		
	Pan dulce patrón	Pan dulce en estudio	Total	Pan dulce patrón	Pan dulce en estudio	Total
Gusta	17	17	34	17	17	34
Gusta Moderadamente	8	8	16	8	8	16
Disgusta	0	0	0	0	0	0
Total	25	25	50	25	25	50

Hipótesis nula y alternativa

Ho : No existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre las dos muestras de pan dulce.

H1 : Si existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre las dos muestras de pan dulce.

Calculando el valor esperado para cada muestra

$$\frac{34 \times 25}{50} = 17 \quad \frac{16 \times 25}{50} = 8 \quad \frac{0 \times 25}{50} = 0$$

$$50 \quad 50 \quad 50$$

$$\frac{34 \times 25}{50} = 17 \quad \frac{16 \times 25}{50} = 8 \quad \frac{0 \times 35}{50} = 0$$

$$50 \quad 50 \quad 50$$

Nivel de Confianza

NC = 95 %

Grado de libertad para el cuadro N° 35

$$? = (3-1) (2-1) = 2 \times 1 = 2$$

$$\chi^{20.95} : 0.102587$$

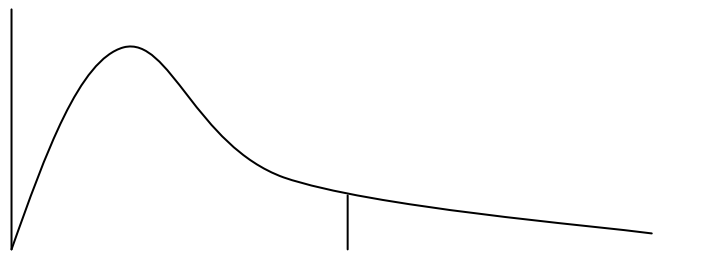
$$: 0.1026$$

Calculando χ^2 experimental

$$\chi^2 = \frac{\sum (V_o - V_e)^2}{V_e}$$

$$\chi^2 = \frac{(17-17)^2}{17} + \frac{(17-17)^2}{16} + \frac{(8-8)^2}{8} + \frac{(8-8)^2}{8} + \frac{(0-0)}{0} + \frac{(0-0)}{0}$$

$$\chi^2 = 0$$



Area de aceptación de la Ho

0.1026

Area de rechazo

Conclusión

El valor de χ^2 experimental es menor que el χ^2 tabulado (Anexo N° 8) $0 < 0.1026$ por lo cual la Ho se acepta.

ANEXO N° 5

Análisis estadístico de muestras de atol patrón y atol base leche

Cuadro N° 36. Resultados de aceptabilidad de las muestras de atol patrón y atol base leche

Categoría	Atol patrón	Atol base leche
Gusta	21	9
Gusta moderadamente	4	9
Disgusta	0	7

Cuadro N° 37. Resultados estadísticos de las muestras de atol patrón y atol base leche

Muestra	Valor observado (Vo)			Valor esperado (Ve)		
Categoría	Atol patrón	Atol base leche	Total	Atol patrón	Atol base leche	Total
Gusta	21	9	30	15	15	30
Gusta moderadamente	4	9	13	6.5	6.5	13
Disgusta	0	7	7	3.5	3.5	7
Total	25	25	50	25	25	50

Hipótesis nula y alternativa

Ho : No existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre las dos muestras de atol.

H1 : Si existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre las dos muestras de atol.

Calculando el valor esperado para cada muestra

$$\begin{array}{l} \frac{30 \times 25}{50} = 15 \\ \frac{13 \times 25}{50} = 6.5 \\ \frac{7 \times 25}{50} = 3.5 \end{array}$$
$$\begin{array}{l} \frac{30 \times 25}{50} = 15 \\ \frac{13 \times 25}{50} = 6.5 \\ \frac{7 \times 25}{50} = 3.5 \end{array}$$

Nivel de Confianza

NC = 95 %

Grado de libertad para el cuadro N° 37

$$? = (3-1) (2-1) = 2 \times 1 = 2$$

$$\chi^2_{0.95} : 0.102587$$

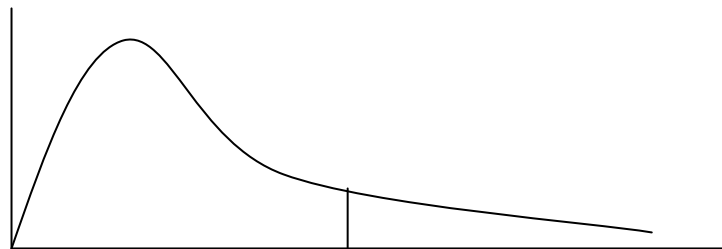
$$: 0.1026$$

Calculando χ^2 experimental

$$\chi^2 = \frac{\sum (V_o - V_e)^2}{V_e}$$

$$\chi^2 = \frac{(21-15)^2}{15} + \frac{(9-15)^2}{15} + \frac{(4-6.5)^2}{6.5} + \frac{(9-6.5)^2}{6.5} + \frac{(0-3.5)^2}{3.5} + \frac{(7-3.5)^2}{3.5}$$

$$\chi^2 = 10.22$$



Area de aceptación de la Ho

10.22 Area de rechazo

Conclusión

El valor de χ^2 experimental es mayor que el χ^2 tabulado (anexo N° 8), $10.22 > 0.1026$ por lo cual la Ho se rechaza.

ANEXO N° 6

Análisis estadístico de muestra del atol patrón y atol base agua

Cuadro N° 38. Resultados de aceptabilidad de las muestras de atol patrón y atol base agua

Categoría	Atol patrón	Atol base agua
Gusta	21	8
Gusta moderadamente	4	12
Disgusta	0	5

Cuadro N° 39. Resultado estadístico de las muestras de atol patrón y atol base agua

Muestra	Valor observado (Vo)			Valor esperado (Ve)		
Categoría	Atol patrón	Atol base agua	Total	Atol patrón	Atol base agua	Total
Gusta	21	8	29	14.5	14.5	29
Gusta moderadamente	4	12	16	8.0	8.0	16
Disgusta	0	5	5	2.5	2.5	5
Total	25	25	50	25	25	50

Hipótesis nula y alternativa

Ho : No existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre dos muestras de atol.

H1 : Si existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre las dos muestras de atol.

Calculando el valor esperado para cada muestra

$$\frac{29 \times 25}{50} = 14.5$$

50

$$\frac{16 \times 25}{50} = 8.0$$

50

$$\frac{16 \times 25}{50} = 8.0$$

50

$$\frac{5 \times 25}{50} = 2.5$$

50

$$\frac{5 \times 25}{50} = 2.5$$

50

$$\frac{5 \times 35}{50} = 2.5$$

50

Nivel de Confianza

NC = 95 %

Grado de libertad para el cuadro N° 39

$$? = (3-1) (2-1) = 2 \times 1 = 2$$

$$\chi^2_{0.95} : 0.102587$$

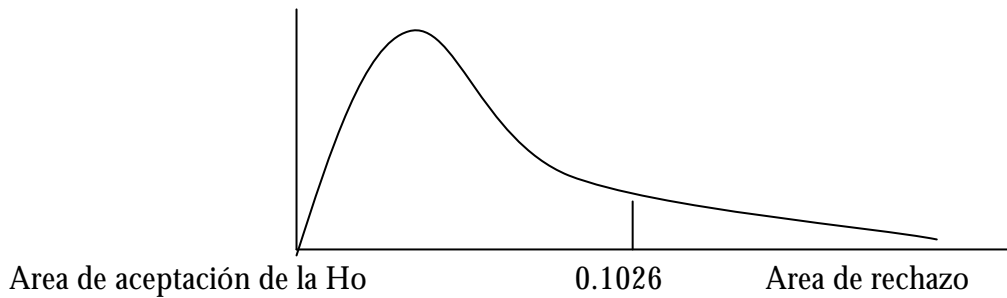
$$: 0.1026$$

Calculando χ^2 experimental

$$\chi^2 = \frac{\sum (V_o - V_e)^2}{V_e}$$

$$\chi^2 = \frac{(21-14.5)^2}{14.5} + \frac{(4-8.0)^2}{8.0} + \frac{(0-2.5)^2}{2.5} + \frac{(8-14.5)^2}{14.5} + \frac{(12-8.0)^2}{8.0} + \frac{(5-2.5)^2}{2.5}$$

$$\chi^2 = 12.82$$



Conclusión

El valor de χ^2 experimental es mayor que χ^2 tabulado (anexo N° 8) $12.82 > 0.1026$ por lo cual la H_0 se rechaza.

ANEXO N° 7

Análisis estadístico de muestra de atol base agua y atol base leche

Cuadro N° 40. Resultado de aceptabilidad de muestras de atol base agua y atol base leche

Categoría	Atol base agua	Atol base leche
Gusta	8	9
Gusta moderadamente	12	9
Disgusta	5	7

Cuadro N° 41. Resultados estadísticos de las muestras de atol base agua y atol base leche

Muestra	Valor observado (Vo)			Valor esperado (Ve)		
Categoría	Atol base agua	Atol base leche	Total	Atol base agua	Atol base leche	Total
Gusta	8	9	17	8.5	8.5	17
Gusta Moderadamente	12	9	21	10.5	10.5	21
Disgusta	5	7	12	6	6	12
Total	25	25	50	25	25	50

Hipótesis nula y alternativa

Ho : No existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre las dos muestras de atol.

H1 : Si existe diferencia significativa en la aceptabilidad entre las dos muestras de atol.

Calculando el valor esperado para cada muestra

$$\frac{17 \times 25}{50} = 8.5$$

$$\frac{21 \times 25}{50} = 10.5$$

$$\frac{12 \times 25}{50} = 6$$

$$\frac{17 \times 25}{50} = 8.5$$

$$\frac{21 \times 25}{50} = 10.5$$

$$\frac{12 \times 25}{50} = 6$$

Nivel de Confianza

NC = 95 %

Grado de libertad

$$? = (3-1) (2-1) = 2 \times 1 = 2$$

$$\chi^2_{0.95} : 0.102587$$

$$: 0.1026$$

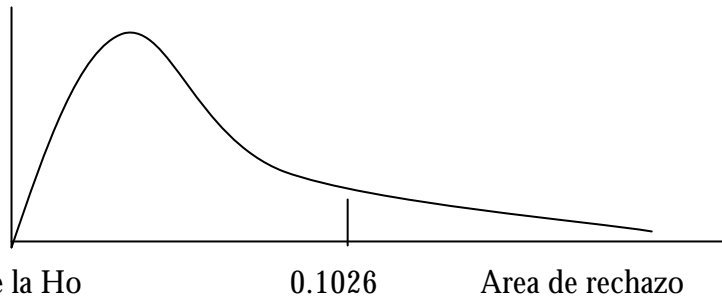
Calculando χ^2 experimental

$$\chi^2 = \frac{\sum (V_o - V_e)^2}{V_e}$$

$$\chi^2 = \frac{(8-8.5)^2}{8.5} + \frac{(9-8.5)^2}{8.5} + \frac{(12-10.5)^2}{10.5} + \frac{(9-10.5)^2}{10.5} + \frac{(5-6)^2}{6} + \frac{(7-6)^2}{6}$$

$$\chi^2 = 0.029 + 0.029 + 0.214 + 0.214 + 0.167 + 0.167$$

$$\chi^2 = 0.82$$



Conclusión

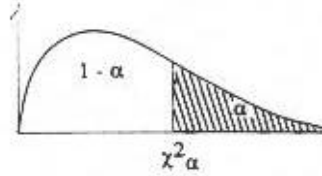
El valor de χ^2 experimental es mayor que χ^2 tabulado (anexo N° 8), $0.82 > 0.1026$ por lo cual H_0 se rechaza.

ANEXO N° 8

Valores críticos de chi-cuadrado

Apéndice 3

Tabla C
Distribución *chi-cuadrada*
con ν grados de libertad



ν	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.99}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.95}$	$\chi^2_{.90}$	$\chi^2_{.75}$	$\chi^2_{.50}$	$\chi^2_{.25}$	$\chi^2_{.10}$	$\chi^2_{.05}$	$\chi^2_{.025}$	$\chi^2_{.01}$	$\chi^2_{.005}$	$\chi^2_{.001}$
1	.0000	.0002	.0010	.0039	.0158	.102	.455	1.32	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	10.8
2	.0100	.0201	.0506	.103	.211	.575	1.39	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6	13.8
3	.0717	.115	.216	.352	.584	1.21	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8	16.3
4	.207	.297	.484	.711	1.06	1.92	3.36	5.39	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9	18.5
5	.412	.554	.831	1.15	1.61	2.67	4.35	6.63	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7	20.5
6	.676	.872	1.24	1.64	2.20	3.45	5.35	7.84	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5	22.5
7	.989	1.24	1.69	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3	24.3
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.2	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0	26.1
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.4	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6	27.9
10	2.16	2.50	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.5	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2	29.6
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.3	13.7	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8	31.3
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.3	14.8	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3	32.0
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.3	16.0	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8	34.5
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.2	13.3	17.1	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	36.1
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.0	14.3	18.2	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	37.7
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.9	15.3	19.4	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	39.3
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.1	12.8	16.3	20.5	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	40.8
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.9	13.7	17.3	21.6	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	42.3
19	6.84	7.63	8.91	10.1	11.7	14.6	18.3	22.7	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	43.8
20	7.43	8.26	9.59	10.9	12.4	15.5	19.3	23.8	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	45.3
21	8.03	8.90	10.3	11.6	13.2	16.3	20.3	24.9	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	46.8
22	8.64	9.54	11.0	12.3	14.0	17.2	21.3	26.0	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	48.3
23	9.26	10.2	11.7	13.1	14.8	18.1	22.3	27.1	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	49.7
24	9.89	10.9	12.4	13.8	15.7	19.0	23.3	28.2	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	51.2
25	10.5	11.5	13.1	14.6	16.5	19.9	24.3	29.3	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	52.6
26	11.2	12.2	13.8	15.4	17.3	20.8	25.3	30.4	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	54.1
27	11.8	12.9	14.6	16.2	18.1	21.7	26.3	31.5	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	55.5
28	12.5	13.6	15.3	16.9	18.9	22.7	27.3	32.6	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	56.9
29	13.1	14.3	16.0	17.7	19.8	23.6	28.3	33.7	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	58.3
30	13.8	15.0	16.8	18.5	20.6	24.5	29.3	34.8	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	59.7
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	30.3	45.6	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	73.4
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	42.9	49.3	56.3	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	86.7
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	79.1	83.3	88.3	92.0	99.5
70	43.3	45.4	48.8	51.7	55.3	61.7	69.3	77.6	85.5	90.5	95.0	100	104	112
80	51.2	53.5	57.2	60.4	64.3	71.1	79.3	88.1	96.6	102	107	112	116	125
90	59.2	61.8	65.6	69.1	73.3	80.6	89.3	98.6	108	113	118	124	128	137
100	67.3	70.1	74.2	77.9	82.4	90.1	99.3	109	118	124	130	136	140	149