



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“ELABORACION Y EVALUACION NUTRITIVA DE LA HARINA DE
FRUTA DE PAN (*Artocarpus altilis*) OBTENIDA POR PROCESO DE
DESHIDRATACIÓN”**

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACEÚTICO

PRESENTADO POR

YESENIA DE LOS ÁNGELES CARRAZCO QUISHPE

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

DEDICATORIA

Esta tesis representa la culminación de una etapa muy importante en mi vida, por eso este trabajo lo dedicó a DIOS por guiarme y protegerme durante mi camino, a mis PADRES por confiar y apoyarme siempre, en especial a mi MADRE por sus sabios consejos, a mis HERMANOS por sus ánimos a ti María José por contagiarme de tus alegrías en mis momentos de tristeza, a mi FAMILIA por ayudarme cuando los necesitaba, a los DOCENTES de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por todos sus conocimientos impartidos y por formarnos como profesionales éticos.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito a Dios por que sin su guía y bendición no hubiera podido culminar mi carrera universitaria, también por haber puesto en mi camino a personas que me ayudaron durante esta etapa de mi vida.

A mis padres por ayudarme incondicionalmente durante todo este tiempo y por acompañarme en mis momentos más difíciles, a mi Abuelito por todo lo bueno que me ha enseñado.

Mi agradecimiento especial a la Dra. Olga Lucero por guiarme y por sus conocimientos impartidos en las aulas y durante la realización de esta investigación, al Dr. Carlos Pilamunga por brindarme su asesoría.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera apoyaron a la realización de este trabajo.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación: “ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN NUTRITIVA DE LA HARINA DE FRUTA DE PAN (*Artocarpus altilis*) OBTENIDA POR PROCESO DE DESHIDRATACIÓN”, de responsabilidad de la señorita egresada Yesenia de los Ángeles Carrasco Quishpe, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dra. Yolanda Díaz DECANO FAC. CIENCIAS	-----	-----
Dr. Luis Guevara DIRECTOR ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA	-----	-----
Dra. Olga lucero DIRECTOR DE TESIS	-----	-----
Dr. Carlos Pilamunga MIEMBRO DEL TRIBUNAL	-----	-----
Tc. Carlos Rodriguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	-----	-----
NOTA DE TESIS	-----	

Yo Yesenia de los Ángeles Carrasco Quishpe, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados, expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

YESENIA DE LOS ÁNGELES CARRAZCO QUISHPE

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial es de gran importancia el consumo de algunos productos como harinas, almidones, hojuelas deshidratadas, las cuales aportan al cuerpo humano energía de manera económica, se consumen en diferentes formas como: panes, pasteles, galletas, cereales para el desayuno entre otras. (77)

Sin embargo, en la actualidad la desnutrición es un problema, en especial en América Latina por tener países en vías de desarrollo en donde según el Programa Mundial de Alimentos, Ecuador se encuentra ocupando el cuarto lugar en desnutrición tras Guatemala, Honduras y Bolivia. (28)

Pero paradójicamente, América Latina presenta una gran biodiversidad de especies alimenticias, pero a pesar de la gran cantidad de plantas que pueden ser utilizadas en la nutrición diaria se emplean solo pocas, probablemente las más conocidas. Es así como se desaprovechan especies ricas en nutrientes que pueden suplir las necesidades del hombre y que son alternativas económicas e innovadoras. (77)

El árbol del pan, en su variante con semillas (*Artocarpus altilis*), es una planta perenne originaria de las islas del pacífico que se trasladó y se naturalizó de forma satisfactoria en la zona tropical del planeta y es cultivada por un número considerable de campesinos durante varios meses del año. (6)

En Ecuador la fruta de pan es muy abundante en climas cálidos y húmedos, se los encuentra en huertos caseros de la Amazonía y Costa, da frutos durante largos períodos del año, pero la producción del mismo no se ve explotada. La utilización de los frutos en la alimentación humana adquiere en la actualidad un importante papel en virtud de garantizar una mayor producción de alimentos con bajos costos, si se tiene en cuenta que más del 70% de la producción de frutas de este árbol se pierde

por baja demanda y escaso conocimiento de su uso. Utilizar especies promisorias permite no solo suplir las necesidades alimentarias de la población sino también constituirse en una fuente de comercialización mejorando la economía de las personas y aún de las comunidades. (66) (77)

De allí la necesidad de una investigación que brinde un método optimizado de obtención de fruta de pan deshidratada que conserve sus propiedades nutritivas y que sirva como una guía para la elaboración y producción industrial de su Harina que no está muy explotada, logrando además alargar el tiempo de vida útil y dándole un valor agregado.

Por ello, el presente trabajo tuvo como finalidad elaborar y evaluar el valor nutritivo de la harina de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) obtenida por deshidratación, siendo los objetivos específicos: determinar la temperatura y el tiempo de deshidratación en el que exista la menor pérdida de vitamina C; elaborar la harina con la fruta de pan deshidratada a la temperatura óptima; comparar la calidad organoléptica, nutricional y microbiológica de la fruta de pan fresca con respecto a la harina y determinar el grado de aceptación de la harina de fruta de pan en grupos de degustación.

Para este fin se consideraron tres temperaturas que son: 60, 70 y 80°C. Se determinó que el tiempo de secado se ve influenciado por la temperatura, es así que la fruta de pan a 60°C se deshidrató en un tiempo de 1 hora y 20min, mientras que a 70°C en un tiempo de 1 hora y 10 min y a 80°C un tiempo de 50min. Se puede observar que a mayor temperatura menor tiempo de secado.

La temperatura óptima de deshidratación fue a 70°C ya que a esa temperatura la concentración de vitamina C es más alta (9,39 mg/100g) con un porcentaje de pérdida de 47,57%. Además se realizó el análisis físico, bromatológico y microbiológico de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan.

INDICE DE ABREVIATURAS

AA:	Ácido Ascórbico
AOAC	Asociación of Oficial Analytical chemist.
A	área.
Ab	absorvancia.
Ca	calcio
°C	grados centígrados.
cm	centímetros.
DDR:	Dosis Diaria Recomendada
DHAA:	Ácido Deshidroascórbico
g	gramos.
h	hora.
HPLC:	High Performance Liquid Chromatography
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
Kg	kilogramos.
L	Litros.
m	metros.
Ms	Masa seca.
min	minutos.
mL	mililitro.
mg:	Miligramos
nm	nanómetros.
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana.
%	porcentaje.
K	Potasio.
Pa	peso de bandeja en gramos
Pb	plomo.
pH	potencial de hidrógeno.
ppm.	Partes por millón.
S	peso de la fruta de pan.
S ₁	masa del producto inicial
S ₂	masa del producto final.
t	tiempo.
T	Total.
Tc	Tiempo de secado crítico.
UFC	unidad formadora de colonias.
UV	Ultravioleta
δ	varianza.
λ	longitud de onda
Xi	humedad inicial del producto.
Xf	humedad final del producto.
ton	toneladas
ha	hectáreas
a _w	actividad del agua
meq	miliequivalentes

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

1	MARCO TEÓRICO.....	14
1.1	FRUTA DE PAN (<i>Artocarpus altilis</i>).....	14
1.1.1	Origen e Historia.....	14
1.1.2	Definición.....	14
1.1.3	Taxonomía y Morfología.....	15
1.1.4	Características Botánicas.....	15
1.1.5	Datos ambientales.....	17
1.1.6	Composición Nutricional.....	17
1.1.7	Utilidades.....	19
1.2	Vitamina C.....	20
1.2.1	Características.....	20
1.2.2	Propiedades Físico Químicas.....	21
1.2.3	Funciones.....	21
1.3	Deshidratación.....	22
1.3.1	El secado.....	22
1.3.2	Técnicas de secado.....	23
1.3.3	Curvas de Secado	24
1.3.4	Tipos de deshidratación.....	26
1.3.4.1	Deshidratación al aire libre.....	27
1.3.4.2	Deshidratación por aire.....	27
1.3.4.3	Deshidratación por rocío.....	27
1.3.4.4	Deshidratación al vacío.....	28
1.3.4.5	Deshidratación por congelación.....	28
1.3.5	Secador de Bandejas	28
1.3.5.1	Ventajas.....	29
1.3.5	Equipos de Deshidratación.....	30
1.3.6	Túneles de secado.....	30
1.3.6.1	Secador tipo transportador por vibración.....	31
1.3.6.2	Secadores Rotativos.....	31
1.3.6.3	Secadores Neumáticos.....	32
1.3.6.4	Secadores de lecho fluidizado.....	32
1.3.6.5	Secadores Spray.....	32
1.3.7.	Efectos de la deshidratación en los alimentos.....	33
1.4	Análisis Proximal y/o bromatológico.....	34

1.4.1	Determinación de Humedad.....	35
1.4.2	Determinación de Cenizas.....	36
1.4.3	Determinación de fibra.....	36
1.4.4	Determinación de proteína.....	37
1.4.5.	Determinación de grasa.....	38
1.4.6	pH.....	39
1.5	Métodos Espectrométricos.....	39
1.6	Métodos Cromatográficos.....	40
1.6.1	Cromatografía de líquidos de alta presión.....	40
1.7	Análisis Microbiológico.....	41
1.7.1	Levaduras.....	41
1.7.2	Mohos.....	42
1.8	Harinas.....	43
1.8.1	Origen.....	43
1.8.2	Elaboración de harina.....	43
1.8.3	Composición de la harina de trigo.....	44
1.9	Evaluación sensorial.....	45
1.9.1	Paneles de evaluación.....	45
1.9.2	Muestras.....	45
1.9.3	Pruebas de la caracterización sensorial.....	46
1.9.4	Pruebas afectivas o hedónicas.....	46
1.9.4.1	Prueba de escala hedónica facial.....	46
1.10	Pruebas Estadísticas.....	46
1.10.1	Análisis de Varianzas “ADEVA”.....	47
2	PARTE EXPERIMENTAL.....	49
2.1	Lugar de investigación.....	49
2.2	Materiales, equipos y reactivos.....	49
2.2.1	Material vegetal.....	49
2.2.2	Materiales.....	49
2.2.3	Equipos.....	51
2.2.4	Reactivos.....	52
2.2.5	Medios de cultivo.....	52
2.3	Métodos.....	52
2.3.1	Fase experimental.....	52
2.3.1.1	Análisis físico de la fruta de pan.....	53
2.3.1.2	Análisis químico de la fruta de pan.....	53
2.3.1.2.1	Determinación de sustancia seca.....	53
2.3.1.2.2	Determinación de cenizas.....	54
2.3.1.2.3	Determinación de extracto etéreo o grasa bruta.....	55
2.3.1.2.4	Determinación de fibra.....	55
2.3.1.2.5	Determinación de proteína.....	58
2.3.1.2.6	Determinación de azúcares.....	60
2.3.1.2.7	Determinación de acidez.....	62
2.3.1.2.8	Determinación de potasio.....	63
2.3.1.2.9	Determinación de Vitamina C.....	63
2.3.1.3	Análisis microbiológico de la fruta de pan fresca y de la harina.....	65
2.3.1.3.1	Determinación de hongos (Mohos y levaduras).....	65
2.3.1.4	Deshidratación de la fruta de pan.....	65

2.3.1.5	Elaboración de la harina de semillas de fruta de pan.....	65
2.3.1.6	Análisis físico de la harina de semillas de fruta de pan.....	65
2.3.1.7	Análisis estadístico.....	66
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
3.1	Evaluación sensorial.....	67
3.2	Deshidratación de la fruta de pan.....	67
3.3	Tiempo de secado.....	68
3.4	Determinación de Vitamina C.....	72
3.5	Análisis estadístico de la concentración de vitamina C en la fruta de pan fresca y deshidratada a 60°C, 70°C y 80°C.....	74
3.6	Análisis físico – químico de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a la temperatura óptima (70 °C).....	75
3.6.1	Determinación de humedad.....	76
3.6.2	Determinación de ceniza.....	77
3.6.3	Determinación de fibra.....	78
3.6.4	Determinación de proteína.....	78
3.6.5	Determinación de grasa.....	79
3.6.6	Determinación de Azúcares Totales, Reductores y no reductores.....	79
3.6.7	Determinación de potasio.....	80
3.6.8	Determinación del pH.....	81
3.7	Análisis microbiológico de la fruta de pan fresca y de la harina deshidratada a la temperatura óptima (70 °C).....	81
3.8	Tabulación de las pruebas de aceptación.....	83
3.8.1	Análisis de la escala hedónica de tres puntos.....	91
	CONCLUSIONES	94
	RECOMENDACIONES	96
	RESUMEN	97
	SUMARY	98
	BIBLIOGRAFÍA	99

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Taxonomía y morfología de la fruta de pan.....	15
TABLA No. 2	Valor nutricional de la semilla de pan (<i>Artocarpus altilis</i>).....	18
TABLA No. 3	Composición nutricional de la semilla de pan.....	18
TABLA No. 4	Composición de la fruta de pan.....	19
TABLA No. 5	Composición de la harina de trigo.....	44
TABLA No. 6	Escala hedónica de tres puntos.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Resultado de Evaluación Sensorial de la fruta de pan fresca y de la harina de semillas de pan deshidratada.....	67
CUADRO No. 2	Resultados del tiempo de proceso de deshidratación de la fruta de pan a 60°C.....	69
CUADRO No. 3	Resultado de tiempo de proceso de la fruta de pan a 70°C.....	70
CUADRO No. 4	Resultados de tiempo de proceso de la fruta de pan a 80°C.....	71
CUADRO No. 5	Contenido de Vitamina C en las muestras de fruta de pan....	72
CUADRO No. 6	Análisis de varianza de un factor para el contenido de Vitamina C la fruta de pan fresca y deshidratada a 60°C, 70°C y 80°C.....	74
CUADRO No. 7	Test de TUKEY para el contenido de vitamina C en la fruta de pan fresca frente al contenido de vitamina C de las semillas de fruta de pan deshidratadas a 60°C, 70°C y 80°C....	75
CUADRO No. 8	Contenido Nutricional de la fruta de pan por cada 100g de muestra.....	76
CUADRO No. 9	Contenido de mohos y levaduras en muestras de fruta de pan frescas y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C...	82
CUADRO No. 10	Aceptación de la harina de semillas de fruta de pan deshidratada empleando escala hedónica.....	91
CUADRO No. 11	Aceptación de la galleta "A" empleando escala hedónica....	91
CUADRO No. 12	Aceptación de la galleta "B" empleando escala hedónica....	92
CUADRO No. 13	Aceptación de la galleta "A" en niños empleando escala hedónica.....	92
CUADRO No. 14	Aceptación de la galleta "B" en niños empleando escala hedónica.....	93

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la fruta de pan a 60°C.....	69
GRÁFICO No. 2.	Curva del proceso de deshidratación de la fruta de pan a 70°C.....	70
GRÁFICO No. 3.	Curva del proceso de deshidratación de la fruta de pan a 80°C.....	71
GRÁFICO No. 4	Relación de contenido de Vitamina C de la fruta de pan fresca y deshidratada a 60°C, 70°C y 80°C.....	73
GRÁFICO No. 5	Relación del porcentaje de pérdida de vitamina C en la fruta de pan deshidratada a 60 ° C, 70 ° C y 80 ° C.....	73
GRÁFICO No. 6	Relación del contenido de humedad de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C.....	77
GRÁFICO No. 7	Relación de contenido de ceniza de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C.....	77
GRÁFICO No. 8	Relación de contenido de fibra de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C	78
GRÁFICO No. 9	Relación de contenido de proteína de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C.....	78
GRÁFICO No. 10	Relación de contenido de grasa de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C.....	79
GRÁFICO No. 11	Relación de contenido de azúcares totales, azúcares reductores y no reductores de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C	80
GRÁFICO No. 12	Relación de contenido de minerales de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C.....	80
GRÁFICO No. 13	Relación de contenido de pH de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C.....	81
GRÁFICO No. 14	Relación de contenido de mohos y levaduras de la fruta de pan fresca y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C	82
GRÁFICO No. 15	Relación del porcentaje de aceptación del color de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C.....	83
GRÁFICO No. 16	Relación del porcentaje de aceptación del olor de la harina de fruta de pan deshidratada a 70° C.....	84
GRÁFICO No. 17	Relación del porcentaje de aceptación del sabor de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C.....	84
GRÁFICO No. 18	Relación del porcentaje de aceptación de la galleta “A” en niños.....	85
GRÁFICO No. 19	Relación del porcentaje de aceptación de la galleta “B” en	

	niños.....	85
GRÁFICO No. 20	Relación del porcentaje de aceptación del color de la galleta “A”.....	86
GRÁFICO No. 21	Relación del porcentaje de aceptación del olor de la galleta “A”.....	86
GRÁFICO No. 22	Relación del porcentaje de aceptación del sabor de la galleta “A”.....	87
GRÁFICO No. 23	Relación del porcentaje de aceptación de la textura de la galleta “A”.....	87
GRÁFICO No. 24	Relación del porcentaje de aceptación del color de la galleta “B”.....	88
GRÁFICO No. 25	Relación del porcentaje de aceptación del olor de la galleta “B”.....	88
GRÁFICO No. 26	Relación del porcentaje de aceptación del sabor de la galleta “B”.....	89
GRÁFICO No. 27	Relación del porcentaje de aceptación de la textura de la galleta “B”.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura química del ácido ascórbico.....	20
FIGURA No. 2	Curva de secado.....	26
FIGURA No. 3	Esquema general de un secador de bandejas.....	28

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Fruta de árbol de pan.....	16
FOTOGRAFÍA No. 2	Semillas de pan (<i>Artocarpus altilis</i>).....	17
FOTOGRAFÍA No. 3	Secador de bandejas.....	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Determinación de pH NTE INEN 389.....	107
ANEXO No. 2	Cromatograma del estándar de vitamina C.....	108
ANEXO No. 3	Cromatograma de la fruta de pan fresca de vitamina C...	108
ANEXO No. 4	Cromatograma de la fruta de pan deshidratada a 60° C (vitamina C).....	109
ANEXO No. 5	Cromatograma de la fruta de pan deshidratada a 70° C (vitamina C).....	109
ANEXO No. 6	Cromatograma de la fruta de pan deshidratada a 80° C (vitamina C).....	110
ANEXO No. 7	Determinación de la cantidad de microorganismos Mohos y Levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad. NTE No. 1529-10:1998.....	111
ANEXO No. 8	Fotografías del proceso de deshidratación.....	112
ANEXO No. 9	Fotografías del análisis de vitamina C.....	113
ANEXO No. 10	Fotografías del análisis bromatológico del deshidratado.	114
ANEXO No. 11	Modelo de ficha del grado de aceptación para la harina de fruta de pan deshidratada.....	117
ANEXO No. 12	Modelo de ficha del grado de aceptación para la galleta “A” de harina de fruta de pan.....	118
ANEXO No. 13	Modelo de ficha del grado de aceptación para la galleta “B” de harina de fruta de pan.....	119
ANEXO No. 14	Modelo de ficha del grado de aceptación para la galleta “A” y “B” en niños.....	120
ANEXO No. 15	Fotografías de la aplicación de las encuestas de la aceptación de la harina de fruta de pan y de las galletas “A” y “B” a los militares del destacamento de Archidona de la cuarta división de la fuerza terrestre Amazonas.....	121
ANEXO No. 16	Fotografías de la aplicación de las encuestas de la aceptación de las galletas “A” y “B” a los niños de la comunidad Nuevo Amanecer perteneciente al cantón Archidona provincia de Napo.....	122

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO

1.1. FRUTA DE PAN (*Artocarpus altilis*)

1.1.1. ORIGEN E HISTORIA

Este frondoso árbol es originario de Indonesia y Polinesia, de donde se ha extendido por todas las regiones tropicales del mundo. Fue introducido en América tropical, primero en las Antillas Francesas y más tarde a Jamaica, durante la famosa expedición del Bounty a finales del siglo XVIII. La expansión hacia los países latinoamericanos signatarios del Convenio Andrés Bello ocurrió a principios del siglo XIX y al África occidental hacia la mitad de este siglo. (35) (76)

1.1.2. DEFINICIÓN

Artocarpus, del griego artos = pan

karpos = fruto, aludiendo a su fruto comestible.

altilis, del latín altilis-e = engordar o alimentar, el cual se refiere a sus frutos.

El árbol de pan se conoce también como Fruta del pan, Castaño de Malabar, Albopán, Arbopán, Cacaté, Guampán, Guapén, Jaquero, Lavapén, Mapén, Palo demasapán, Palo de pan, Pan de pobre, Pan de todo el año, Pana cimarrona, Panapén, Topán, Pepepan, Pan de árbol, Guampano, breadnut, Castaña. (8)

1.1.3. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

En la tabla N° 1 se observa la taxonomía y morfología de la fruta de pan (*Artocarpus altilis*).

TABLA N° 1 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DE LA FRUTA DE PAN

Reino	Plantae Phylum
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsidae
Orden	Urticales
Familia	Moraceae
Género	<i>Artocarpus</i>
Especie	<i>Altilis</i>

Fuente: Wikipedia 2007

1.1.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

El árbol de fruta de pan es erguido y de rápido crecimiento, llegando 26 m de altura, a menudo con un tronco de 6 m, y de 0.6-1.8 m de ancho en ocasiones ampliado en la base, aunque algunas variedades nunca superan 1/4 o 1/2, de estas dimensiones. Tiene muchas ramas, algunas gruesas, con mucho follaje, otras largas y delgadas con el follaje agrupado sólo en las puntas.

HOJAS: tienen lóbulos que llegan hasta la parte media comprendida entre el borde de la hoja y el nervio medio. Su tamaño es de treinta y cinco a cincuenta y cinco cm de largo. Las hojas presentan vellosidad en los nervios por su parte superior. La parte inferior de la hoja es de color verde oscuro brillante, con nervios amarillos. (8) (66)

FLORES: son masculinas y femeninas separadas, pero presentes en el mismo árbol. La flor femenina es redonda de cinco cm de diámetro que dura veintisiete días para formarse totalmente, pero permanece apta para fecundar sólo dieciséis días. La flor masculina es una vaina alargada de aproximadamente doce a treinta cm, el cual necesita treinta y cinco

días para formarse y caer del árbol, pero presenta una madurez sexual de sólo setenta y dos horas.

Las flores masculinas y femeninas no son fértiles al mismo tiempo, ya que surge la polinización cruzada, que es cuando las flores son polinizadas por el viento y no por los insectos.

FRUTAS: son oblongas o globosas, con una cáscara de color verde amarillenta y con marcas hexagonales y cubierta de púas carnosas, como se observa en la fotografía N°1. Miden de diez a treinta cm de diámetro y pesan aproximadamente entre uno y dos Kg. El interior de la fruta tiene muy poca pulpa comestible y consiste de una masa de semillas de color marrón, redondeadas y aplanadas de manera irregular debido a la compresión. Del peso total del fruto, el 49% es semilla, 21% cáscara, 21% pulpa y el 9% es corazón. Las frutas individuales contienen entre 12 y 151 semillas, aunque el número promedio de semillas para las frutas de un árbol individual es por lo usual de entre 50 y 100. (35)



FOTOGRAFÍA N° 1 FRUTA DE ÁRBOL DE PAN

SEMILLAS: tienen una forma plana curvada y un tamaño de 3,5 cm; posee dos cutículas o cascarillas protectoras, una externa leñosa y una interna apergaminada y delgada como se puede observar en la fotografía N° 2. El peso promedio por semilla es de 8,5 g. Del peso total de la semilla, el 75% es parte comestible y el 25% restante es cáscara. El número de semillas por kilo es de 120 aproximadamente. (66)



FOTOGRAFÍA Nº 2 SEMILLAS DE PAN (*Artocarpus altilis*)

1.1.5. DATOS AMBIENTALES

CLIMA: El árbol de pan se da en bosques tropicales y subtropicales. Con temperatura media anual de 26 a 27 °C y precipitación pluvial de 1 700 a 3 300 mm/año.

SUELO: Se da en suelos areno-limosos, profundos, fértiles y bien drenados.

PROPAGACIÓN: Su propagación es mediante semillas sexuales, hijos, estacas de tallo y raíz. A las semillas hay que cubrirlas con tierra para su germinación que se presenta a los diez días. El trasplante se realiza aproximadamente a los seis meses de la siembra, cuando la planta alcanza una altura de cuarenta cm.

COSECHA: Se realiza mediante recolección manual de los frutos caídos en el suelo, entre octubre y abril. La producción comienza a los cinco años. Puede producir hasta once ton/ha/año de frutos para una densidad de 100 árboles/ha. (76)

1.1.6. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Las semillas de pan son ricas en carbohidratos, y son una buena fuente de vitaminas y minerales. La tabla No. 2 muestra el valor nutricional por cada 100 g de semillas de pan.

TABLA N°. 2: VALOR NUTRICIONAL DE LA SEMILLA DE PAN (*Artocarpus altilis*)

COMPONENTE	FRUTO CRUDO	FRUTO HERVIDO
Agua (%)	63.8 – 74.3	67.3 – 71.2
Proteína (g)	3.8	0.95 – 1.2
Carbohidratos (g)	77.3	24.5 – 30.3
Grasa (g)	0.71	0.24
Calcio (mg)	24	12.1 – 21.1
Potasio (mg)	352	--
Fósforo (mg)	90	27.3 – 37.9
Hierro (mg)	0.96	0.27 – 0.49
Sodio (mg)	7.1	--
Vitamina B1 (mg)	0.07 – 0.12	0.08
Vitamina B2 (mg)	0.2	0.05 – 0.07
Vitamina B3 (mg)	2.4	0.62 – 0.74
Vitamina C (mg)	22.7	2.9 – 3.2

Fuente: Wikipedia 2007

Según (Sisa 1996) la composición nutricional de la semilla de pan (*Artocarpus altilis*) es la que se muestra en el Tabla No. 3.

TABLA No. 3: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA SEMILLA DE PAN.

COMPONENTE	SEMILLA DE PAN
Agua (g)	56.67
Proteína (g)	8.8
Carbohidratos (g)	26.6
Grasa (g)	6.1

Fibra (g)	1.8
Ceniza (g)	1.6

Fuente: Sisa 2006

Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP (Delgado 2006) la composición de la fruta de pan se muestra en la tabla No. 4.

TABLA N°. 4: COMPOSICIÓN DE LA FRUTA DE PAN

Agua	77.30 %
Energía	81.00 Kcal.
Proteína	1.30 g
Grasa	0.50 g
Carbohidratos	20.10 g
Ceniza	0.80 g
Calcio	27.00 mg
Fósforo	33.00 mg
Hierro	1.90 mg
Tiamina	0.10 mg
Ribofavina	0.06 mg
Niacina	0.70 mg
Vitamina C	29.00 mg
Vit. A	4.00 mcg
Colesterol	0.00 mg
Potasio	490.00 mg
Sodio	2.00 mg
Zinc	0.12 mg

Fuente: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá 2006

1.1.7. UTILIDADES

- Las semillas pueden ser hervidas, tratadas al vapor, asadas o cocidas en brasas para comerlas con sal.
- Una decocción de la hoja de fruta pan se cree que disminuye la presión arterial, y también sirve para aliviar el asma.
- El látex se toma internamente para superar la diarrea.
- El látex se utiliza en enfermedades de la piel y se venda en la columna para aliviar la ciática. (7) (9)

1.2. VITAMINA C

La vitamina C corresponde al grupo de las vitaminas hidrosolubles, y como la gran mayoría de ellas no se almacena en el cuerpo por un largo período de tiempo y se elimina en pequeñas cantidades a través de la orina. Por este motivo, es importante su administración diaria, ya que es más fácil que se agoten sus reservas que las de otras vitaminas.

Se llama con el nombre de vitamina C a todos los compuestos que poseen la actividad biológica del ácido ascórbico.

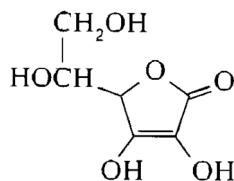


FIGURA No. 1 ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO.

1.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA VITAMINA C

- Se caracteriza por ser un potente antioxidante. Protege el organismo de los denominados "radicales libres".
- Puede ser de origen natural o sintético, la primera se extrae de las frutas y vegetales, y permanece en el organismo durante un período mucho más largo, mientras la segunda se fabrica a partir de glucosa en el laboratorio.
- Es soluble en agua, por lo que su exceso se elimina a través de la orina. Las glándulas suprarrenales, músculos, partes del ojo y grasa corporal, son los órganos que tienen una mayor concentración de este nutriente.
- Es la más vulnerable de las vitaminas. Puede ser destruida por el contacto con el oxígeno, o con la luz, el agua clorada, el cobre de las tuberías, la cocción, una larga conservación y almacenamiento, al dejar los vegetales en remojo y hasta por el humo del cigarrillo. (80)

PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS

- El ácido ascórbico es una cetolactona de seis carbonos, relacionada estructuralmente con la glucosa y otras hexosas, como se puede observar en la figura N°1. Se oxida en forma reversible en el organismo a ácido dehidroascórbico.
- Se presenta en forma de cristales blancos o débilmente amarillentos de sabor marcadamente ácidos. Es muy soluble en agua, sobre todo en la forma de sal sódica, moderadamente soluble en alcohol e insoluble en solventes orgánicos. Posee un elevado poder reductor, es poco estable en medio alcalino, termolábil (se inactiva a 57°C) y resiste muy bien la congelación.
- El ácido ascórbico que está en jugos cítricos y en ciertas soluciones químicas es notablemente estable en períodos de almacenamientos largos y a temperatura ambiente. (63)

1.2.2. FUNCIONES

- Se requiere para el crecimiento y reparación de tejidos en todas las partes del cuerpo. Es necesaria para formar el colágeno, una proteína importante utilizada para formar la piel, el tejido cicatricial, los tendones, los ligamentos y los vasos sanguíneos. La vitamina C es esencial para la cicatrización de heridas y para la reparación y mantenimiento de cartílago, huesos y dientes.
 - Es uno de muchos antioxidantes, al igual que otros dos antioxidantes bien conocidos como la vitamina E y el betacaroteno. Los antioxidantes son nutrientes que bloquean parte del daño causado por los radicales libres, los cuales son subproductos que resultan cuando el cuerpo transforma alimentos en energía.
 - La acumulación de estos subproductos con el tiempo es ampliamente responsable del proceso de envejecimiento y puede contribuir al desarrollo de diversos trastornos médicos tales como cáncer, cardiopatía y muchos trastornos inflamatorios como la artritis. Los antioxidantes también ayudan a reducir el daño corporal causado por los químicos y contaminantes tóxicos como el humo del cigarrillo.
 - El cuerpo no fabrica la vitamina C por sí solo, ni tampoco la almacena. Por lo tanto, es importante incluir muchos alimentos que contengan esta vitamina en la dieta diaria.
- (79) (80)

1.3. DESHIDRATACIÓN

1.3.1. EL SECADO

La deshidratación es una de las técnicas más antiguamente utilizada para la conservación de alimentos. El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescado ha sido ampliamente utilizado desde los albores de la humanidad proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia. Hoy en día la industria de alimentos deshidratados constituye un sector muy importante dentro de la industria alimentaria extendido por todo el mundo. El tamaño de las instalaciones varía desde simples secadores solares hasta grandes y sofisticadas instalaciones de secado. En el mercado

puede encontrarse una amplia variedad de productos deshidratados o formulados a partir de ingredientes deshidratados como es el caso de las salsas y sopas en polvo.

Generalmente, se entiende por deshidratación la operación mediante la cual se elimina total o parcialmente el agua de la sustancia que la contiene. Esta definición puede ser aplicada a sólidos, líquidos o gases y tal como está expresada puede servir para describir varias operaciones unitarias como la evaporación, la absorción, etc. Sin embargo, su tratamiento teórico y la tecnología empleada las diferencian completamente. (33)

La mayoría de productos agroalimentarios son sólidos por lo que se define mejor la deshidratación como la operación básica por la que el agua que contiene un sólido o una disolución (generalmente concentrada) se transfiere a la fase fluida que lo rodea debido a los gradientes de actividad de agua (a_w) entre ambas fases. (33)

1.3.2. TÉCNICAS DE SECADO

TRANSFERENCIA DEL CALOR EN EL SECADO: La velocidad de secado está determinada por la velocidad de suministro de calor al agua a fin de proporcionarle su calor latente, pero a veces puede ser una limitante la velocidad de transferencia de masa (eliminación de agua). En el proceso de secado los tres mecanismos de transferencia de calor tienen lugar y por lo regular siempre predomina uno. Para los secadores de aire, la velocidad de transmisión de calor es:

$$Q = h_s A (T_g - T_{sup})$$

Donde Q es la velocidad de transmisión de calor, h_s es el coeficiente de convección, A es el área a través de la cual tiene lugar el flujo de calor, T_g es la temperatura de aire y T_{sup} es la temperatura de la superficie que se está secando. (70)

TRANSFERENCIA DE MASA EN EL SECADO: En la transferencia del calor, el calor se transmite por la existencia de un gradiente de temperaturas; su velocidad es proporcional a la diferencia de temperaturas y a las propiedades del sistema de transferencia caracterizado por su coeficiente de transmisión de calor. De la misma forma la transferencia de masa tiene lugar cuando existe un gradiente de concentración o presión y su velocidad es proporcional a este gradiente y las propiedades del sistema de transmisión caracterizado por su coeficiente de transmisión de masa. La transferencia de masa se puede describir matemáticamente como:

$$\frac{dw}{dt} = K_g A \nabla W$$

Donde $\frac{dw}{dt}$ es la tasa de transferencia de masa, A es el área a través de la cual se realiza la transmisión, K_g es el coeficiente de transferencia de masa y ∇W es la diferencia de humedades. La aplicación de esta ecuación no es tan sencilla debido a los cambios de humedad en el proceso de secado. Inicialmente la masa es transferida desde la superficie del material, y después, desde las zonas internas del alimento hasta la superficie y de ahí al aire. Por lo tanto se debe determinar la relación entre la superficie humedad y el aire. Por lo tanto, y luego considerar la difusión a través del alimento. (70)

FACTORES QUE AFECTAN AL PROCESO DE SECADO: Factores muy importantes en el secado de partículas son el tamaño y geometría de la partícula. Según estudios realizados por Downing (1989) esta relación se presenta de la siguiente forma: “la velocidad de secado de una partícula húmeda delgada y el grueso de la misma es expresada de la siguiente manera; la velocidad de secado de un pedazo de la partícula es inversamente proporcional al cuadrado del grueso de la pieza”.

En lo que corresponde a la cámara de secado, encontramos factores tales como la temperatura, humedad, velocidad del aire y la presión. Uno de los factores más importantes y que determina críticamente la velocidad de secado es la diferencia de temperatura que se tiene de bulbo seco de aire y la de bulbo húmedo de la superficie de la partícula que está siendo secado, mejor conocida como depresión de bulbo húmedo. La

relación es la siguiente, entre más grande es esta diferencia, mayor será la humedad de vapor que el aire puede tomar y la rapidez a la cual esta puede ser removida de la superficie del material.

La temperatura del gas en el lecho representa un factor de suma importancia, como es de imaginarse, esta determina el total de humedad que puede contener. Cuando el proceso comienza, la temperatura del gas es alta, dado que es en este punto en que mayor humedad debe removerse, conforme el proceso se lleva a cabo. La temperatura se ve reducida como medida para evitar dañar estructuralmente la partícula. (68) (70)

1.3.3. CURVAS DE SECADO

Cuando el agua pura contenida en un recipiente se evapora mediante aire caliente, la pérdida de peso es una función lineal de tiempos. El comportamiento al secado de sustancias higroscópicas tales como los alimentos es mucho más complejo e incluso variable de un alimento a otro. Este comportamiento debe estudiarse experimentalmente en diversos tipos de secadores, midiendo la pérdida de peso de un producto sólido en el curso del tiempo, en función de diferentes parámetros. (24)

Son curvas construidas a partir de datos experimentales que dan información sobre la velocidad de secado de un alimento bajo determinadas condiciones. Se obtienen preferiblemente en un equipo que reproduzca lo más fielmente posible el equipo de proceso usando condiciones de aire que se asemejen a las que se usan en el mismo.

La información obtenida de estas curvas es útil para propósitos de:

- Estimar el tamaño del secador
- Establecer las condiciones de operación
- Calcular, estimar o aún predecir el tiempo de secado. (78)

Las curvas de secado se obtienen llevando sobre un diagrama, en función del tiempo, el contenido de agua del producto o bien la velocidad de secado.

A partir de las curvas de cinética de secado (x vs t , dx/dt vs x) que deben ser obtenidas a nivel de laboratorio, pueden tenerse una idea del tiempo de secado, del consumo de energía, del mecanismo de migración de humedad, de las condiciones predominantes en la transferencia de calor y masa y de la influencia que tienen en la velocidad de secado las variables del proceso tales como: temperatura, humedad de entrada, velocidad del aire, etc. (11)

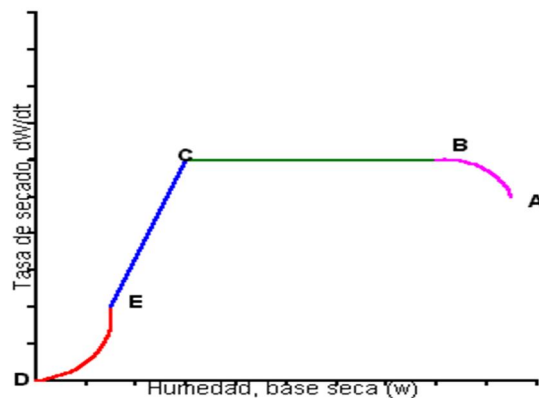


FIGURA No. 2 CURVA DE SECADO

Al inicio (AB) el producto experimenta un pequeño aumento de temperatura. Luego la tasa de remoción de agua se vuelve constante (BC), con el producto a la temperatura de bulbo húmedo del aire. En esta etapa, la velocidad de secado está limitada por la tasa de transferencia de calor desde el aire a la superficie líquida. Cuando se alcanza el contenido de humedad crítico la velocidad de secado es decreciente (CE), de acuerdo a la figura N° 2.

Puede existir un segundo período de velocidad decreciente (ED) en donde la humedad relativa de equilibrio para el material es menor del 100% ($a_w < 1$). La velocidad de secado decreciente es controlada por la difusión de humedad hacia la superficie. En el

punto D se alcanza el contenido de humedad de equilibrio y el producto deja de perder humedad. (11) (17)

Con los datos obtenidos durante la prueba de secado o sea de la variación de humedad con el tiempo, puede hacerse un gráfico de contenido de humedad en función del tiempo, este será útil para la determinación directa del tiempo necesario en el secado discontinuo de grandes partidas bajo las mismas condiciones de secado.

1.3.4. TIPOS DE DESHIDRATACIÓN

Dentro de los tipos de deshidratación existen los siguientes:

1.3.4.1. DESHIDRATACIÓN AL AIRE LIBRE

Está limitada a las regiones templadas o cálidas donde el viento y la humedad del aire son adecuados. Generalmente se aplica a frutas y semillas, aunque también es frecuente para algunas hortalizas como los pimientos y tomates. (27) (34)

1.3.4.2. DESHIDRATACIÓN POR AIRE

Para que pueda llevarse a cabo de forma directa, es necesario que la presión de vapor de agua en el aire que rodea al producto a deshidratar, sea significativamente inferior que su presión parcial saturada a la temperatura de trabajo.

Puede realizarse de dos formas: por partidas o de forma continua, constanding el equipo de: túneles, desecadores de bandeja u horno, desecadores de tambor o giratorios y desecadores neumáticos de cinta acanalada, giratorios, de cascada, torre, espiral, lecho fluidificado, de tolva y de cinta o banda. Estos equipos están diseñados de forma que suministren un elevado flujo de aire en las fases iniciales del proceso, que luego se va reduciendo conforme se desplaza el producto sometido a deshidratación. (27)

1.3.4.3. DESHIDRATACIÓN POR ROCÍO

Los sistemas de deshidratación por rocío requieren la instalación de un ventilador de potencia apropiada, así como un sistema de calentamiento de aire, un atomizador, una cámara de desecación y los medios necesarios para retirar el producto seco. Mediante este método, el producto a deshidratar, presentado como fluido, se dispersa en forma de una pulverización atomizada en una contracorriente de aire seco y caliente, de modo que las pequeñas gotas son secadas, cayendo al fondo de la instalación. Presenta la ventaja de su gran rapidez. (27)

1.3.4.4. DESHIDRATACIÓN AL VACÍO

Este sistema presenta la ventaja de que la evaporación del agua es más fácil con presiones bajas. En los secadores mediante vacío la transferencia de calor se realiza mediante radiación y conducción y pueden funcionar por partidas o mediante banda continua con esclusas de vacío en la entrada y la salida.

1.3.4.5. DESHIDRATACIÓN POR CONGELACIÓN

Consiste en la eliminación de agua mediante evaporación directa desde el hielo, y esto se consigue manteniendo la temperatura y la presión por debajo de las condiciones del punto triple (punto en el que pueden coexistir los tres estados físicos, tomando el del agua un valor de $0,0098^{\circ}\text{C}$).

Este método presenta las siguientes ventajas: se reduce al mínimo la alteración física de las hortalizas, mejora las características de reconstitución y reduce al mínimo las reacciones de oxidación y del tratamiento térmico. Cuando se realiza la deshidratación mediante la congelación acelerada se puede acelerar la desecación colocando el material a deshidratar entre placas calientes. (27)

1.3.5. SECADOR DE BANDEJAS



FOTOGRAFÍA No.3 SECADOR DE BANDEJAS

En la fotografía No. 3 se puede apreciar que un secador de bandejas es un equipo totalmente cerrado y aislado en el cual los sólidos se colocan en grupos de bandejas, en el caso de sólidos (partículas), o amontonados en repisas en el caso de objetos grandes. La transmisión de calor puede ser directa del gas a los sólidos, utilizando la circulación de grandes volúmenes de gas caliente, o indirecta utilizando repisas, serpentines de calefacción o paredes refractarias en el interior de la cubierta.

Son los más antiguos y aún los más utilizados. Consisten de una cabina en el que el material a secar se esparce en bandejas (4-20). Cada bandeja puede ser de forma cuadrada o rectangular con un área que en promedio es de 1.25m^2 ; se recomienda esparcir el material hasta una altura máxima de 1.5 cm. El secado puede durar hasta dos días dependiendo del tipo de material y su contenido de humedad. (75)

1.3.5.1. VENTAJAS

- Cada lote del material se seca separadamente.
- Se pueden tratar lotes de tamaños desde 10 hasta 250 kg.
- Para el secado de materiales no necesita de aditamentos especiales.

Estos equipos tienen dos variaciones, una de secado directo en el cual el aire caliente es forzado a circular por las bandejas. La otra de secado indirecto, donde se utiliza el aire caliente proveniente de una fuente de calor radiante dentro de la cámara de secado y una fuente de vacío o un gas circulante para que elimine la humedad del secador, como se puede observar en la figura No. 3.

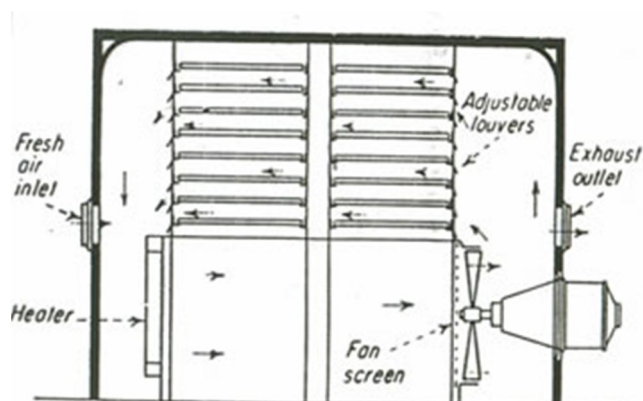


FIGURA No. 3 ESQUEMA GENERAL DE UN SECADOR DE BANDEJAS

Las bandejas pueden ser de fondo liso o enrejado. En estas últimas, el material se debe colocar sobre un papel, tela o fibra sintética especial donde la circulación del aire caliente fluye sobre el material desde arriba hasta abajo. El material de soporte debe facilitar la limpieza y prevenir la contaminación del producto. En el secador la temperatura y el flujo deben ser muy uniformes. En general la velocidad de flujo recomendada para 100 kg del material es de 200 pies/min. (75)

Los granulados obtenidos en este secador son más densos, duros e irregulares que los obtenidos en por lecho fluidizado, ya que éstos tienden a ser más porosos, menos densos y más esféricos.

La fuente energética de estos secadores ser vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas. Estos dos últimos calientan mucho más y son de bajo costo de funcionamiento, pero tienen el inconveniente de contaminar el producto y producir explosiones. Los secadores que funcionan con vapor son más baratos que los eléctricos y se aconsejan para equipos grandes. (75)

1.3.6. EQUIPOS DE DESHIDRATACIÓN

Dentro de los equipos de deshidratación tenemos:

1.3.6.1. TÚNELES DE SECADO

Consiste de vagones en los que se coloca la muestra y el vagón hace un recorrido por un pequeño túnel con flujo constante de aire caliente y seco, este equipo se recomienda para procesos de secado continuos. Los vagones se mueven progresivamente a través del túnel halados por una cadena móvil. En uno de los extremo se carga el balón por el material a secar y por el otro extremo se retira el vagón con la muestra seca. El calor se suministra por convección directa o haciendo uso de energía radiante. Actualmente existen algunos modelos que reemplazan a los vagones por una banda transportadora sin fin que hace el mismo recorrido del material a través del túnel de secado.

En este tipo de secadores la humedad y temperatura cambian continuamente, como consecuencia el periodo de velocidad constante del secado de los materiales no aparece como constante porque decrece a medida que la temperatura disminuye, por tal razón las curvas de velocidad de secado no se aplican a los procesos de secado continuos. (75) (78)

1.3.6.2. SECADORES TIPO TRANSPORTADOR POR VIBRACIÓN

Es un equipo complejo que se puede utilizar en procesos de secado continuos. El aire caliente se inyecta en la parte inferior en el compartimiento del transportador vibracional que lleva el material a secar, luego a través de un sistema de lecho fluidizado pasa a la parte superior y finalmente pasa a un conducto colector. El lecho fluidizado de densidad uniforme se mantiene en la zona de secado por vibración del transportador y uso de pequeños obstáculos para retención del material. El tiempo de residencia se determina por la longitud de la zona de secado, frecuencia y amplitud de la vibración del transportador y de la altura de los obstáculos. En cada zona debe existir control del aire y de temperatura. El transportador puede tener en promedio 70 cm. de anchura y una

profundidad de 8cm. La capacidad del secado está limitada por el tiempo de retención del material en el transportador

1.3.6.3. SECADORES ROTATIVOS

En estos aparatos, el producto avanza mientras se está agitando en un cilindro rotativo ligeramente inclinado. El producto debe poder desplazarse fácilmente. El aporte de calor que asegurado por una circulación de aire caliente (cuya velocidad será lo suficientemente baja para no arrastrar las partículas del producto) o por conducción a partir de las paredes del aparato. El secado es rápido y uniforme. Estos aparatos se utilizan para el secado de azúcar, granos de cacao, trozos de carne destinados a la alimentación animal, etc. (75)

1.3.6.4. SECADORES NEUMÁTICOS

Se fundamenta en que las partículas a secar se conducen en una corriente de gas a alta velocidad. Cada partícula se rodea completamente por una envoltura del gas secante. El calor resultante y la transferencia de masa son muy rápidos, además el tiempo de secado es muy corto.

1.3.6.5. SECADORES DE LECHO FLUIDIZADO

Se fundamenta en que las partículas a secar se conducen en una corriente de gas a alta velocidad. Cada partícula se rodea completamente por una envoltura del gas secante. El calor resultante y la transferencia de masa son muy rápidos, además el tiempo de secado es muy corto.

Consiste de un cilindro vertical en que la aplicación de aire se hace a altas velocidades desde el fondo a la parte superior. Este aire en su recorrido suspende el material sólido y se mezcla con el formando el fluidizado asumiendo la forma del recipiente que los contiene. Las partículas sólidas se arremolinan y caen al fondo, posteriormente vuelven a

elevarse y a caer, este ciclo se repite cientos de veces. Este tipo de secado es muy eficiente porque cada partícula es rodeada por una columna de aire, produciendo uniformidad de la temperatura, composición y distribución del tamaño de partícula. La única condición es que el material a secar no esté muy húmedo (porque puede hacer que se pegue aún más), ni tampoco ser demasiado friable (porque generaría muchas partículas finas). Estos secadores son muy rápidos y para disminuir los peligros de explosión y la acumulación de cargas estáticas se les conecta un polo a tierra. Existen modelos verticales y horizontales, cuya capacidad puede llegar a 200 Kg. Si tiempo de secado es máximo de 40 si el solvente a eliminar es agua. (75)

1.3.6.6. SECADORES SPRAY

El secador se compone un recipiente para la carga del material, sistema de alimentación, una cámara de secado, un clasificador (ciclón) sólido-gas y de un sistema de recolección. La velocidad se ajusta de manera tal que cada gota del spray este completamente seca antes de que esta contacte las paredes de la cámara del secado. La excesiva velocidad de alimentación disminuye la temperatura de salida acumulando el material en las paredes de la cámara. La separación del sólido del gas efluente se logra por medio de un ciclón. Finalmente, el producto se colecta en la cámara de secado.

Sólo se utiliza para manipular fluidos como soluciones y pastas delgadas. El fluido se dispersa como gotas finas en una corriente de gas caliente donde el líquido se evapora antes de alcanzar la pared de la cámara. Al final, se obtiene un material seco fino que es llevado por una corriente de gas a un recipiente recolector. Los gránulos secos se forman alrededor de la carcasa seca por difusión del vapor. De esta forma, la presión interna de la gota hace que esta se hinche y que el gránulo se haga cada vez más delgado permitiendo la rápida difusión de la humedad a través de éste. Posteriormente ocurre la fragmentación del gránulo formado. La velocidad se puede regular inspeccionando la cantidad del material que queda adherida en las paredes o que salen en el exhosto.

La difusión del líquido al interior del gránulo ocurre a velocidad más baja que la transferencia de calor del exterior al interior de la gota. Esta ganancia de calor causa que

el líquido dentro del gránulo se evapore a una velocidad mayor que la que se difunde a través de su superficie. Si el gránulo es impermeable o frágil, éste se romperá produciendo fragmentos derivados del gránulo original. (75)

1.3.7. EFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS

El secado de alimentos no sólo afecta el contenido en agua del producto, sino que también altera otras propiedades físicas, químicas y biológicas tales como la actividad enzimática, deterioro microbiano, textura, viscosidad, dureza, aroma, gusto y sabor de los alimentos. (24) (68)

TEXTURA: La principal causa de alteración de la calidad de los alimentos deshidratados por estos sistemas reside en las modificaciones que estos provocan en su textura. En los alimentos adecuadamente escaldados las pérdidas de texturas están provocadas por la gelatinización del almidón, la cristalización de la celulosa y por tensiones internas provocadas por variaciones localizadas en el contenido en agua durante la deshidratación. (68)

AROMA: El calor no solo provoca el paso el agua a vapor durante la deshidratación, sino también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento. La intensidad con la que esta pérdida se produce depende de las temperaturas y de las concentraciones de sólidos en el alimento, así como en la presión de vapor de las sustancias volátiles y su solubilidad en el vapor de agua. (49)

COLOR: La deshidratación cambia las características de la superficie de los alimentos y por tanto su color. Los cambios químicos experimentados por los pigmentos derivados, el caroteno y la clorofila, están producidos por el calor y la oxidación que tienen lugar durante la deshidratación. Por lo general, cuanto más de largo es el proceso de deshidratación y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas de estos pigmentos. (68)

VALOR NUTRITIVO: Las pérdidas de valor nutritivo que se producen durante la preparación de frutas y son generalmente mayores que las que ocasiona el propio proceso de deshidratación. (68)

CONTENIDO DE AGUA DE LOS ALIMENTOS: El agua libre o no ligada se define como el agua del alimento que se comporta como agua pura. El agua no ligada se elimina durante el periodo de velocidad constante de secado cuando la naturaleza del alimento no tiene un gran efecto en el proceso de secado. (27)

1.4. ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO

Entendemos por análisis básico (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende de ordinario la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractibles no nitrogenadas (ELN) se determina restando la suma de estos 5 componentes de 100, para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de proteína, grasa o fibra.

Como todas las determinaciones son empíricas es preciso indicar y seguir con precisión las condiciones del analista. Los resultados obtenidos en las determinaciones de cenizas y contenido de agua están muy influidos por la temperatura y el tiempo de calentamiento. Cualquier error cometidos en las determinaciones de los cinco componentes citados aumenta la cifra de las sustancias extractibles no nitrogenadas. (61)

1.4.1. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas alimentarias, 1979), pero su determinación precisa es muy difícil. El agua que se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas, en forma química, o a través de puentes

de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezcla heterogénea de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas. En la mayoría de las industrias alimentarias, la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales.

Existen para esto varias razones, principalmente las siguientes:

- El comprador de materias primas no desea adquirir agua en exceso.
- El agua si está presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de ciertos microorganismos.
- Para la mantequilla, margarina, leche en polvo y queso, esta señala el límite legal.
- El agua es el adulterante por excelencia para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, etc.
- Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua. Por ejemplo la sal, azúcar.
- La humedad del trigo es esencial para facilitar la molienda.
- La cantidad de agua puede afectar la textura
- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimento. (61)

1.4.2. DETERMINACIÓN DE CENIZAS

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinadas. Una vez que se eliminan otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde con el contenido de minerales del alimento.

La determinación de cenizas es importante porque:

- Nos da el porcentaje de minerales presente en el alimento.
- Permite establecer la calidad comercial o tipo de harina.
- Da a conocer adulteraciones en alimentos; en donde se ha adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos. Etc. Como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche para quesos, neutralizantes de la leche que empieza a acidificarse, respectivamente.
- Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).
- Da el porcentaje de impurezas minerales.
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos. (61)

1.4.3. DETERMINACIÓN DE FIBRA

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degraden estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) y ejerce una acción reguladora del peristaltismo y facilitan la evacuación de las heces fecales.

El AOAC define a la fibra cruda como “la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión ácida- alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas”. La fibra contribuye a la textura rígida, dura y a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales.

El contenido de fibra de un alimento se determina por medio de la digestión de la muestra desengrasada, primero en ácido diluido y luego en hidróxido diluido, esta digestión tiene el objeto de hidrolizar las proteínas y carbohidratos no fibrosos o que no forman parte de la fibra; la fibra que se queda es entonces separada de los materiales solubles, lavada y secada. Por último se le somete a ignición, representa el porcentaje de la fibra. (61)

1.4.4. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno determinado por el método Kjeldahl. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos de los cuales han sido automatizados o semiautomatizados.

El método Kjeldahl, sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. En consecuencia, se incluye en métodos oficiales y reglamentarios y está aprobado por organizaciones internacionales, más aún, los resultados obtenidos por el método Kjeldahl se usan para calibrar métodos físicos y automáticos. Este método se basa en la combustión en húmedo de la muestra por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta amoníaco, el cual es atrapado y luego se titula. Se emplea diversos métodos catalizadores. El mercurio, como óxido de mercurio es el más eficaz, junto con el selenio, que casi tiene la misma eficacia; pero ambos tienen propiedades tóxicas y plantean problemas para desecharlos.

También se ha logrado reducir el tiempo de digestión mediante la adición de sulfato de sodio o de potasio, los cuales elevan la temperatura de digestión. Los catalizadores metálicos se encuentran disponibles en la forma conveniente de tabletas en una mezcla a base de sulfato de potasio. (61)

1.4.5. DETERMINACIÓN DE GRASA

Los constituyentes grasos de los alimentos grasos son diversas sustancias lipídicas. El contenido de “grasa” (algunas veces llamado extracto etéreo, grasa neutra o grasa cruda), el cual puede ser considerado como formador de constituyentes lípidos “libres” es aquel que puede ser extraído por los disolventes menos polares, como fracciones ligeras de petróleo y de éter etílico, mientras que los lípidos “enlazados” requieren disolventes más polares para su extracción. Estos pueden separarse por hidrólisis u otros tratamientos químicos para obtener el lípido libre, de aquí que la calidad del lípido extraído de un producto alimenticio depende del método de análisis usado. La extracción de lípidos de

alimentos ha sido revisada en forma práctica por Carter (1977). Kropf (1984) ha estudiado las técnicas disponibles para determinaciones rápidas de grasa, incluyendo aquellas para operaciones de procesos de alimentos.

La determinación cuantitativa del contenido graso de un alimento se realiza por lo general por extracción con un disolvente lipófilo. La grasa libre se determina por extracción directa (método de Soxhlet o Goldfish), mientras que la denominada grasa total incluye tanto la grasa libre como la ligada o combinada (generalmente a proteína o glúcidos) y las sustancias acompañantes solubles en disolventes orgánicos debido al tratamiento ácido empleado. Para la leche y derivados se utiliza métodos normalizados específicos. La determinación de este parámetro sirve para determinar el porcentaje de grasa bruta o cruda en un alimento y estimar el valor calórico del mismo. (61)

1.4.6. pH

La acidez medida por el valor del pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con mayor frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos.

Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pH- metros. (61)

1.5 MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS

La mayoría de los métodos espectroscópicos se diferencian en atómicos o moleculares según si se aplican a átomos o moléculas. Junto con esta diferencia, se pueden distinguir los siguientes tipos de espectrometría según la naturaleza de su interacción:

- **De absorción.** Usa el rango de los espectros electromagnéticos en los cuales una sustancia absorbe. Incluye la espectrometría de absorción atómica y varias técnicas moleculares, como la espectrometría infrarroja y la resonancia magnética nuclear (RMN).
- **De emisión.** Usa el rango de espectros electromagnéticos en los cuales una sustancia irradia (emite). La sustancia primero debe absorber la energía. Esta energía puede ser de una variedad de fuentes, que determina el nombre de la emisión subsiguiente, como la luminescencia. Las técnicas de luminescencia moleculares incluyen la espectrofluorimetría.
- **De dispersión.** Mide la cantidad de luz que una sustancia dispersa en ciertas longitudes de onda, ángulos de incidencia y ángulos de polarización. El proceso de dispersión es mucho más rápido que el proceso de absorción/emisión. Una de las aplicaciones más útiles es la espectroscopia Raman. (62)

1.6 MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS

La cromatografía se introduce en los métodos de separación en 1903 y su posterior desarrollo y evolución se produce hacia 1930. La primera persona que definió la cromatografía fue el botánico ruso Miguel Tswett (1872-1913) en 1906 y eligió el término *cromatografía* procedente de las palabras griegas *khromatos* (color) y *graphos* (escrito) ya que utilizó el término cromatografía para describir la separación de pigmentos vegetales en distintas zonas coloreadas. Aunque la mayor parte de las separaciones que se realizan actualmente son de compuestos incoloros, el término inicial cromatografía se ha mantenido.

DEFINICIÓN: Método usado principalmente para la separación de los componentes de una muestra, en el cual los componentes son distribuidos entre dos fases, una de las cuales es estacionaria, mientras que la otra es móvil. La fase estacionaria puede ser un sólido o un líquido soportado en un sólido o en un gel (matriz). La fase estacionaria

puede ser empaquetada en una columna, extendida en una capa, distribuida como una película, etc. (18)

1.6.1 CROMATOGRAFÍA DE LÍQUIDOS DE ALTA PRESIÓN

La cromatografía de líquidos de alta presión es una técnica de separación basada en una fase estacionaria sólida y una fase móvil líquida. Las separaciones se logran por procesos de partición, absorción o intercambio iónico, según el tipo de fase estacionaria empleada. La HPLC tiene ventajas características sobre la cromatografía de gases para el análisis de los compuestos orgánicos. Los compuestos que se van a analizar se disuelven en un disolvente adecuado y la mayoría de las separaciones tienen lugar a temperatura ambiente. Por lo tanto, la mayoría de los fármacos, aun siendo compuestos no volátiles o térmicamente inestables, pueden cromatografiarse sin descomposición o sin necesidad de hacer derivados volátiles. La mayoría de los análisis farmacéuticos se basan en la cromatografía de partición y se completan dentro de los 30 minutos.

Un cromatógrafo de líquidos consta de un recipiente que contiene la fase móvil, una bomba para forzar el paso de la fase móvil a través del sistema de alta presión, un inyector para introducir la muestra en la fase móvil, una columna cromatográfica, un detector y un dispositivo de recolección de datos como por ejemplo una computadora, un integrador o un registrador. (18)

1.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El efecto de la actividad del agua sobre el crecimiento de los microorganismos ha sido revisado por Scott (1957) y Christian (1963). En general existe una A_w óptima, que permite un crecimiento máximo y cuando se reduce esta A_w decrece la velocidad de crecimiento. Finalmente, cuando disminuye la A_w hasta alcanzar determinado nivel, el crecimiento microbiano cesa.

Las actividades de aguas mínimas, que permite el crecimiento de los microorganismos, son variables. Por ejemplo, las bacterias, en general, son las más sensibles, seguidas de

las levaduras y mohos. Normalmente las bacterias no crecen a valores A_w menores de 0.90, mientras que la mayor parte de las levaduras son inhibidas a A_w menores de 0.87 y la mayoría de los mohos no proliferan a A_w de 0.80. Existen variaciones y excepciones. (10)

1.7.1 LEVADURAS

Las levaduras se han definido como hongos microscópicos, unicelulares, la mayoría se multiplican por gemación y algunas por escisión. Este grupo de microorganismos comprende alrededor de 60 géneros y unas 500 especies. Históricamente, los estudios sobre microbiología enológica se han centrado en las levaduras pertenecientes al género *Saccharomyces*, que son las responsables de la fermentación alcohólica. Anteriormente se creía que sólo ellas participaban en el proceso de producción de alcohol, sin embargo, las diferentes levaduras no-*Saccharomyces*, especialmente durante la fase inicial de la fermentación, pueden influir en las propiedades organolépticas de las bebidas alcohólicas. El papel de las levaduras como agentes fermentadores no fue reconocido sino hasta 1856 por Luis Pasteur. Las teorías científicas de esa época reconocían la presencia de éstas en la fermentación alcohólica, pero eran consideradas como compuestos químicos complejos, sin vida. Esta era la teoría mecanística liderada por los químicos alemanes von Liebig y Wöhler. Luis Pasteur, propuso la teoría vitalística y demostró que las células viables de levaduras causan fermentación en condiciones anaerobias; durante la cual el azúcar presente en el jugo es convertido principalmente en etanol y CO₂.

Las levaduras se clasifican en base a sus caracteres morfológicos, aunque para algunos microbiólogos, sus propiedades fisiológicas tienen mayor importancia. La mayoría de las levaduras son hongos unicelulares sencillos microscópicos, la mayoría se reproducen asexualmente por gemación, y otras especies lo hacen por fisión múltiple. Las levaduras que pueden reproducirse sexualmente se conocen como “verdaderas”, este proceso implica la formación de ascosporas, sirviendo la propia levadura como asca, de aquí que ellas se clasifican como Ascomycetos; por el contrario las “falsas” que no producen ascosporas, pertenecen a los hongos imperfectos. (60)

1.7.2 MOHOS

El moho es un microorganismo que se encuentra tanto al aire libre como en interiores. Nadie sabe cuántas especies de hongos existen, pero se calcula que puede haber desde decenas de miles hasta quizá trescientas mil o más.

El moho crece mejor en condiciones cálidas, mojadas y húmedas, y se propaga y reproduce mediante esporas. Las esporas del moho pueden sobrevivir en condiciones ambientales, como la resequedad, que no favorecen el crecimiento normal del moho. Aunque el moho es un organismo vivo, no es ni una planta ni un animal. El moho es un tipo de hongo. Los hongos son un grupo de organismos bastante comunes que tienen una función importante en el medio ambiente. La penicilina, un antibiótico que ha salvado muchas vidas, también es un tipo moho, como lo es la levadura. Pero el moho crece en el pan y en otros tipos de alimentos, haciéndolos incomedibles. (14)

1.8 HARINAS

Se entiende por harina al polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo, la cual es imprescindible para la elaboración del pan, también se hace harina de centeno, cebada, avena, maíz o arroz. El almidón que es un carbohidrato complejo lo contienen las harinas vegetales.

1.8.1 ORIGEN

Históricamente se usaban tanto los molinos manuales como los grandes. Hasta los tiempos modernos, la harina podía contener pequeñas cantidades de arenilla, tanto por no limpiar bien los granos como por desgaste de las piedras del molino. Esta arenilla resultaba abrasiva para los dientes.

La forma más antigua de moler consistía en usar un par de piedras manejadas manualmente. Después, los molinos tradicionales estaban accionados por agua o por el viento. También se usaron animales para accionar molinos. (1)

1.8.2 ELABORACION DE HARINA

La harina se obtiene moliendo los granos entre piedras de molino o ruedas de acero. En la actualidad se muele con maquinaria eléctrica, aunque también con pequeños molinos manuales y eléctricos, los pasos para la obtención de la harina son:

1. Limpieza preliminar de los granos esta se hace mediante corrientes de aire que separan el polvo, la paja y los granos vacíos.
2. La selección de los granos es mediante cilindros cribados que separan los granos por su tamaño y forma.
3. Despuntado y descascarillado, en esta fase se eliminan el embrión y las cubiertas del grano. Lo que hace que la harina sea más digestible, y que pierda algunas proteínas y lípidos los cuales son los responsables del enranciamiento de las harinas.
4. Cepillado de la superficie de los granos, esto es para que queden totalmente limpios.
5. Molturación, finalmente se pasa a la molienda por medio de unos rodillos metálicos de superficie áspera o lisa, que van triturando el grano y obteniendo la harina. Cuando las partículas de menor tamaño han sido cribadas, se introducen las más gruesas a través de nuevos rodillos.
6. Refinado, una vez obtenida la harina pasa a través de una serie de tamices que van separando las diferentes calidades de la harina. (19)

1.8.3 COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE TRIGO

Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) la composición nutricional de la harina de trigo es la que se muestra en la tabla No. 5.

TABLA No. 5 COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE TRIGO

Agua	11.92 %
Energía	364.00 Kcal.
Proteína	10.33 g
Grasa	0.98 g
Carbohidratos	76.31 g
Fibra Diet. Total	2.70 g
Ceniza	0.47 g
Calcio	15.00 mg
Fósforo	108.00 mg
Hierro	1.17 mg
Tiamina	0.12 mg
Ribofavina	0.04 mg
Niacina	1.25 mg
Ác. Grasos Mono-Insat.	0.09 g
Ác. Grasos Poli-Insat.	0.41 g
Ác. Grasos Saturados	0.16 g
Potasio	107.00 mg
Sodio	2.00 mg
Zinc	0.70 mg
Magnesio	22.00 mg
Vitamina B6	0.04 mg
Folato Equiv. FD	26.00 mcg
Ración Comestible	1.00 %

Fuente: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá 2006

1.9 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación de los alimentos desde el punto de vista sensorial, es una disciplina integrada que permite establecer la calidad de los atributos del producto. Igualmente el análisis sensorial se refiere a la medición y cuantificación de las características de los productos, ingredientes o modelos evaluables por los sentidos humanos.

1.9.1 PANELES DE EVALUACIÓN

Los paneles de evaluación sensorial se agrupan en tres tipos:

- Paneles de expertos altamente adiestrados
- Paneles de laboratorio donde se utilizan jueces entrenados
- Paneles de consumidores donde se utiliza un número grande de jueces no entrenados.

Los paneles de expertos altamente adiestrados y los de laboratorio, se utilizan en control de calidad en el desarrollo de nuevos productos o para medir cambios en la composición del producto.

Los paneles de consumidores se utilizan más para determinar la reacción del consumidor hacia el producto. (8)

1.9.2 MUESTRAS

Todas las muestras deben ser uniformes, deben servirse a la temperatura que se consume el alimento, deben estar marcadas con claves de manera que el panelista no pueda identificarlas, se deben de presentar en recipientes limpios, incoloros y sin ningún sabor.

1.9.3 PRUEBAS DE LA CARACTERIZACIÓN SENSORIAL

En la presentación de las pruebas sensoriales, se hace necesario introducir el término Hedónico, el cual hace referencia a la atracción subjetiva de una persona por un producto en particular. En el análisis hedónico, se busca la respuesta de un consumidor. La respuesta puede ser real o potencial. La aceptabilidad puede medirse como la respuesta caracterizada hacia determinado producto, previsión del uso de un producto y el nivel de aceptación o rechazo del mismo. (73)

1.9.4 PRUEBAS AFECTIVAS O HEDÓNICAS

Es un método para medir preferencias, además de estados psicológicos. La evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana.

Usualmente se utiliza una escala de 3 puntos, para luego analizar los resultados del panel con algún método estadístico. La estructuración de la escala se muestra en la tabla No. 6.

TABLA No. 6 ESCALA HEDÓNICA DE TRES PUNTOS

Me gusta	+1
Ni me gusta ni me disgusta	0
Me Disgusta	-1

FUENTE: <http://es.wikibooks.org>

1.9.4.1 PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA FACIAL

Esta escala es especialmente para cuando los panelistas son niños, el objetivo del uso de la escala hedónica facial es visualizar el nivel de agrado o desagrado que provoca la muestra en el niño. (41)

1.10 PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Cuando se analizan datos medidos por una variable cuantitativa continua, las pruebas estadísticas de estimación y contraste frecuentemente empleadas se basan en suponer que se ha obtenido una muestra aleatoria de una distribución de probabilidad de tipo normal o de Gauss.

Pero en muchas ocasiones esta suposición no resulta válida, y en otras la sospecha de que no sea adecuada no resulta fácil de comprobar, por tratarse de muestras pequeñas.

En estos casos disponemos de dos posibles mecanismos:

- Los datos se pueden transformar de tal manera que sigan una distribución normal.
- O bien se puede acudir a pruebas estadísticas que no se basan en ninguna suposición en cuanto a la distribución de probabilidad a partir de la que fueron obtenidos los datos, y por ello se denominan pruebas no paramétricas (distribución free), mientras

que las pruebas que suponen una distribución de probabilidad determinada para los datos se denominan pruebas paramétricas. (56)

1.10.1 ANÁLISIS DE VARIANZAS “ADEVA”

El ANOVA (análisis de la varianza = Analysis of variance) puede utilizarse para comparar entre sí, las medias de los resultados derivados por diversos laboratorios, analistas, métodos de análisis, etc.

Sabemos que el análisis de la varianza (ANOVA) es una potente herramienta **estadística**, de gran provecho tanto en la industria, para el control de procesos, como en el laboratorio de análisis, para el control de métodos analíticos. Los ejemplos de uso son múltiples, pudiéndose agrupar, según el objetivo que persiguen, en dos principalmente: la comparación de múltiples columnas de datos y la estimación de los componentes de variación de un proceso. (5)

Para utilizar el ANOVA de forma satisfactoria deben cumplirse tres tipos de hipótesis, aunque se aceptan ligeras desviaciones de las condiciones ideales:

1. Cada conjunto de datos debe ser independiente del resto.
2. Los resultados obtenidos para cada conjunto deben seguir una distribución normal.
3. Las varianzas de cada conjunto de datos no deben diferir de forma significativa. (5)

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN.

El presente estudio se llevó a cabo en:

- Laboratorio de Bioquímica y Bromatología de la Facultad de Ciencias, de la ESPOCH.
- Laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ciencias, de la ESPOCH.
- Laboratorio de Microbiología de alimentos de la Facultad de Ciencias, de la ESPOCH.
- Laboratorio del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA-ESPOCH)

2.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1 MATERIAL VEGETAL

Semillas de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) proveniente de la parroquia San Pablo perteneciente al cantón Archidona, provincia de Napo.

2.2.2 MATERIALES

- Algodón
- Balón de destilación de 500 mL
- Balones aforados de 1000mL, 500 mL, 50 mL, 25 mL, 20 mL y 10 mL.
- Balones Kjedhal
- Bureta de 50 mL.
- Baño María
- Bureta de 50 mL

- Caja de guantes estériles
- Caja de mascarillas
- Caja de parafilm
- Cajas petri 140 x 15 mm
- Capsula de porcelana
- Crisol
- Crisol de Gooch
- Desecador
- Embudo
- Erlenmeyer 250 mL
- Espátula
- Fundas plástica de 10 x 15 pulgadas
- Gradillas
- Kitasato.
- Lana de vidrio.
- Matraz.
- Matraces volumétricos
- Mechero.
- Mangueras.
- Papel aluminio.
- Papel filtro.
- Piseta.
- Pipeta graduada de 5 mL.
- Pipetas volumétricas de 1 mL.
- Pera.
- Pinza de bureta
- Pinza de capsula
- Probeta gradual.
- Refrigerante
- Reverbero eléctrico
- Rollo de papel aluminio.
- Soporte universal

- Tapones de caucho
- Tubos de ensayo
- Varillas
- Vasos de precipitación de 100, 250, y 500 mL.
- Vidrio reloj

2.2.3 EQUIPOS

- Autoclave
- Balanza analítica.
- Balanza técnica.
- Bomba de vacío.
- Cabina extractora de gases.
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Dean Star
- Desecador
- Deshidratador de Bandejas
- Equipo de MicroKjeldhal
- Equipo Soxhlet
- Estufa
- Espectrómetro de absorción atómica.
- HPLC.
- Incubadora.
- Mufla
- pH metro
- Refrigeradora.
- Rota vapor.
- Secador de bandejas
- Selladora al vacío.
- Ultrasonido.

2.2.4 REACTIVOS

- Agua bidestilada.
- Ácido acético al 5%
- Ácido clorhídrico HCl al 10%
- Ácido clorhídrico HCl concentrado.
- Ácido Fosfórico H_3PO_4 0,5 M
- Ácido sulfúrico.
- Ácido nítrico HNO_3
- Agua destilada
- Azul de metileno
- Desinfectante
- Estándar de Ácido ascórbico
- Etanol
- Éter etílico.
- Hexano.
- Mezcla catalizadora($CuSO_4$, Na_2SO_4 , Se)
- NaOH hidróxido de sodio
- Rojo de metilo
- Solución de Carrez I y II.
- Solución de Fehling A y B
- Solución sulfocromica.
- Verde de bromocresol

2.2.5 MEDIO DE CULTIVO

- Agar Saboraud

2.3 MÉTODOS

2.3.1. FASE EXPERIMENTAL

2.3.1.1 Análisis físico de la fruta de pan

- Determinación de pH: NTE INEN 389 (Ver Anexo N°1)
- Evaluación sensorial (Color, Olor, Sabor, textura)
- Dimensiones: longitud y diámetro
- Peso

2.3.1.2 Análisis químico de la fruta de pan.

2.3.1.2.1. DETERMINACIÓN DE SUSTANCIA SECA (NTE INEN 382)

Principio.

Consiste en secar la muestra en la estufa a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante. El secado tiene una duración de 2-3 horas. Esta muestra posteriormente se lleva a la molienda si el caso requiere el análisis proximal.

Procedimiento.

- Pesar de 1 a 10g de muestra (previamente realizado el demuestre) en papel aluminio; o directamente en cápsula de porcelana previamente tarada, repartir uniformemente en su base.
- Colocar en la estufa a $100^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 2 a 3 horas.
- Enfriar en desecador hasta temperatura ambiente y pesar.

CÁLCULOS.

$$SS(\%) = \frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} * 100$$

Donde:

SS(%)= sustancia seca en porcentaje en masa

m= masa de la capsula en g

m1= masa de la cápsula con la muestra en g

m₂= masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g.

$$H\% = 100 - SS(\%)$$

2.3.1.2.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS (NTE INEN 401)

Principio

Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO₂, agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

Procedimiento

- Colocar la cápsula con la muestra seca resultado de la determinación del contenido de humedad en un mechero y en la sorbona, para calcinar hasta ausencia de humos.
- Transferir la cápsula a la mufla e incinerar a $500^{\circ}\text{C} - 550^{\circ}\text{C}$, hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso (esto se obtiene al cabo de 2 a 3 h).
- Sacar la cápsula y colocar en desecador, enfriar y pesar.

CÁLCULOS

Porcentaje de Ceniza:

$$C(\%) = \frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} * 100$$

Donde:

%C = contenido de cenizas en porcentaje de masa

m = masa de la cápsula vacía en g

m₁ = masa de cápsula con la muestra húmeda en g

m₂ = masa de la cápsula con las cenizas en g

2.3.1.2.3 DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETereo O GRASA BRUTA (Método de Soxhlet)

Principio

En el aparato de extracción intermitente, el tubo de extracción está equipado con un sifón, de modo que cada 5 o 10 minutos, el solvente más la grasa extraída es arrastrado y se vuelca en el balón inferior. La muestra estará así en contacto con un nuevo solvente (sin grasa) cada pocos minutos.

Procedimiento

- Pesar 2 g de muestra seca y colocar en un dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación.
- En el balón previamente tarado, adicionar 50 mL de hexano o la cantidad adecuada dependiendo del tamaño del equipo.
- Embonar la cámara de sifonación al balón.
- Colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación.
- Encender la parilla, controlar la entrada y salida de agua y extraer por 8 a 12 horas.
- Al terminar el tiempo retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilar el solvente.
- Evaporar el solvente en un rotavapor a 37 ° C, y pesar.

2.3.1.2.4 DETERMINACIÓN DE FIBRA (AOAC 7050)

Principio

Se basa en la sucesiva separación de minerales, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas sustancias se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis

transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua; se seca el residuo y se incinera. Después de todo este tratamiento restando del peso del residuo seco las cenizas, se obtiene la fibra bruta.

Procedimiento

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema por adición en un papel aluminio y se registra este peso. (W_1)
- Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota este peso. (W_2)
- A cada vaso con la muestra se coloca 200mL de H_2SO_4 al 7% mas 2mL de alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.
- Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la temperatura de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua se encuentre funcionando adecuadamente (etapa de digestión ácida).
- A los 25 minutos se baja la temperatura de la posición 7 a 2.5 y se añade 20mL de NaOH al 22 % manejando los vasos con sumo cuidado y se deja por unos 30 minutos exactos. Los tiempos se toman desde que empieza la ebullición.
- Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de bomba de vacío, preparando además los crisoles de Gooch con su respectiva lana de vidrio para proceder a la filtración.
- Se coloca los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.
- En las paredes del vaso se raspa con el policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200mL de agua, se debe tratar con cuidado la filtración para evitar que se derrame por las paredes del crisol.
- Luego se coloca los crisoles en una caja petri y sobre la sustancia retenida en la lana de vidrio se añade acetona hasta cubrir el contenido en el crisol para eliminar agua, pigmentos y materia orgánica.

- Posteriormente se pasa los crisoles con toda la caja petri a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de 105 °C.
- Se saca al desecador y se realiza el primer peso registrando en primera instancia. (W₃)
- Una vez pesados son llevados hasta la mufla a una temperatura de 600 °C por un tiempo de 4 horas como mínimo una vez que la mufla ha alcanzado la temperatura indicada.
- Terminado este tiempo los crisoles son sacados de la mufla al desecador por un tiempo de 30 minutos para finalmente realizar el segundo peso del crisol más las cenizas.(W₄)
- Finalmente por diferencia de pesos se realiza el cálculo de la fibra bruta.

Cálculos

Porcentaje de Fibra en muestra seca y desengrasada:

$$\%F.B.SD. = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} * 100$$

Donde:

F = fibra

W₁ = peso del papel solo

W₂ = peso del papel más muestra húmeda

W₃ = peso del crisol más muestra seca y desengrasada

W₄ = peso del crisol más cenizas

Fibra bruta en base fresca:

$$\%F.B.F. = \frac{100 * \%FB}{\%MS}$$

Donde:

%F.B.S = % Fibra en Base Fresca.

%FB = % Fibra Bruta

%M.S = % Matéria Seca.

2.3.1.2.5 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (AOAC 2049)

Principio

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO_2 y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoniaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0.1 N.

Procedimiento

- Se pesa primeramente el papel bond, (W_1) luego por adición se pesa 1 gramo de muestra y se registra el peso del papel solo y del papel más la muestra. (W_2)
- En este contenido del papel más la muestra se añade 8 gramos de sulfato de sodio más 0,1 gramos de sulfato cúprico.
- Todo este contenido se coloca en cada balón al cual se añade 25mL de $\text{H}_2 \text{SO}_4$ concentrado (grado técnico).
- Cada balón con todo este contenido es llevado hasta las hornillas del Macro Kjeldahl para su digestión, a una temperatura graduada en 2.9 por un tiempo de 45 minutos a partir del momento que se clarifica la digestión.
- Luego de este tiempo son enfriados hasta que se cristalice el contenido de los balones.
- Una vez terminada la fase de digestión se procede a preparar la etapa de destilación para lo cual colocamos en los matraces erlenmeyer 50mL. de ácido bórico al 2.5% y los colocamos en cada una de las terminales del equipo de destilación.
- En cada balón con la muestra cristalizada se coloca 250mL. de agua destilada más 80 mL de hidróxido de sodio al 50% añadiendo también 3 lentejas de zinc, con todo esto contenido son llevados a las hornillas para dar comienzo a la fase de destilación.

- El amoníaco como producto de la destilación es receptado hasta un volumen de 200 mL en cada matraz
- Se retira los matraces con su contenido, mientras que el residuo que se encuentra en el balón es desechado y se recupera las lentejas de zinc.
- Para la fase de titulación se arma el soporte universal con la bureta y el agitador magnético.
- En cada matraz se coloca 3 gotas del indicador Macro Kjeldahl.
- Las barras de agitación magnética son colocadas en el interior de cada matraz y llevados sobre el agitador magnético y se carga la bureta con HCl al 0.1 N.
- Se prende el agitador y se deja caer gota a gota el ácido clorhídrico hasta obtener un color grisáceo transparente que es el punto final de la titulación.
- El número de mL de HCl al 0.1 N. gastado se registra para el cálculo respectivo.

Cálculos

Porcentaje de Proteína:

$$\%P = \frac{NHCl * 0.014 * 100 * 6.25 * mLHCl}{W_2 - W_1}$$

Donde:

% PB = % Proteína Bruta

W₁ = Peso del papel solo

W₂ = Peso del papel más muestra

0.014 = Peso del nitrógeno

6.25 = Factor que sirve para convertir el porcentaje de N₂ en proteína

mL HCl = mL de Ácido Clorhídrico utilizados al titular.

Proteína en Base Seca:

$$\%P.B.S = \frac{100 * \%PB}{\%MS}$$

Donde:

%P.B.S = % Proteína en Base Seca.

%PB = % Proteína Bruta

%M.S = % Matéria Seca.

2.3.1.2.6 DETERMINACIÓN DE AZÚCARES (Método de Fheling)

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídicos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. Estos incluyen a todos los monosacáridos y los disacáridos como la maltosa, lactosa y celobiosa. Los disacáridos como la sacarosa y la rafinosa, así como otros oligosacáridos están formados por azúcares simples unidos a través de grupos aldehídicos o cetónicos y por tanto son carbohidratos no reductores (hasta que son hidrolizados en los azúcares reductores que los forman). Estas propiedades se usan para cuantificar azúcares por la medición de la reducción del Cu (I) al Cu (II). El licor de Fheling consiste en tartrato cúprico alcalino y se convierte en óxido cuproso insoluble al calentarse a ebullición con una solución de azúcar reductor.

Azúcares Reductores

Procedimiento

- Pesar 5g de muestra previamente preparada (desmuestra).
- Colocar en balón volumétrico de 250mL y añadir 100mL de agua destilada.
- Añadir 15mL de solución de Carrez I y 15mL de solución de Carrez II, agitando después de cada adición.
- Aforar a 250mL con agua destilada y filtrar por filtro de pliegues.
- El filtrado colocar en una bureta de 50mL.
- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5 mL de solución del Fheling A y 5 mL de solución del Fheling B.
- Mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calórica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeña cantidad de 0.5mL de solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.

- A 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de solución indicadora de azul de metileno al 1% y continuar la titulación a ritmo de 0.1 mL por segundo hasta color rojo brillante.

Cálculos

Porcentaje de Azúcares Reductores:

$$\%AR = \frac{(A * a * 100)}{(W * V)}$$

Donde:

% AR = Porcentaje de Azúcares Reductores

A = Aforo de la muestra

a = Título de Fheling (0.050)

W = Peso de la muestra en gramos

V = Volumen gastado en la titulación

Azúcares Totales

Procedimiento

- Pesar 5g de muestra previamente preparada (desmuestra).
- Colocar en un balón volumétrico de 250mL y añadir 100mL de agua destilada.
- Adicionar 5mL de HCl concentrado.
- Calentar a reflujo 20 minutos.
- Neutralizar con NaOH al 50% hasta pH7.
- Aforar a 250mL con agua destilada.
- Filtrar y colocar el filtrado en una bureta de 50mL.
- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5 mL de solución del Fheling A y 5 mL de solución del Fheling B.
- Mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calórica y calentar hasta ebullición.

- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeña cantidad de 0.5mL de solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- A 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de solución indicadora de azul de metileno al 1% y continuar la titulación a ritmo de 0.1mL por segundo hasta color rojo brillante.

Cálculos

Porcentaje de Azúcares Totales:

$$\%AT = \frac{(A * a * 100)}{(W * V)}$$

Donde:

% AT = Porcentaje de Azúcares Totales

A = Aforo de la muestra

a = Título de Fheling (0.05)

W = Peso de la muestra en gramos

V = Volumen gastado en la titulación

Azúcares no Reductores

Se saca por cálculo previa determinación experimental de los azúcares reductores y totales con la siguiente fórmula.

$$\% ANR = \% AT - \% AR$$

2.3.1.2.7 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ (NTE INEN 381)

Principio:

La determinación se basa en una reacción de neutralización ácido-base, para la cual la muestra se coloca en una solución acuosa y se titula con una solución de NaOH N/10 en presencia de indicador fenoltaleína. Cuando la muestra se colorea se titula potenciométricamente hasta pH 8,4.

Procedimiento

- Pese una cantidad de muestra (previamente realizada su desmuestra) comprendida entre 5 y 10 g y coloque en un erlenmeyer de 250 mL
- Añada agua destilada 50 a 100 mL y agite por unos dos minutos tome su pH (con papel indicador o con pHmetro), deje en reposo un minuto.
- Titule con solución de NaOH/10 en presencia de solución indicadora de fenolftaleína, hasta color rosa.

Cálculos

Calcule la acidez en % del ácido representativo.

Para productos líquidos:

$$\%A = \frac{(V_1 N_1 M) 100}{m}$$

Siendo:

%A = g de ácido en 1000 mL de producto.

V1 = mL de NaOH usados para la titulación de la muestra

N1 = normalidad del NaOH

M = peso meq del ácido considerado como referencia

M = peso de la muestra

2.3.1.2.8 DETERMINACIÓN DE POTASIO

Para este ensayo se utilizó los métodos empleados por el laboratorio del Centro de servicios técnicos y transferencia tecnológica ambiental (CESTTA).

2.3.1.2.9 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

Para este ensayo se utilizó el método de: Cromatografía líquida de alta resolución.

Preparación del estándar de Vitamina C de 5 ppm

- Pesar exactamente 0.0025g de Ácido ascórbico estándar grado HPLC.
- Aforar a 50mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC

- Tomar una alícuota de 1mL de la solución y aforar a 10mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Filtrar la solución con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo de la fruta de pan

- Pesar exactamente 2g de la muestra.
- Aforar a 25mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Tomar una alícuota de 1mL de la solución y aforar a 10mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo de la fruta de pan deshidratada

- Pesar exactamente 1g de la muestra.
- Aforar a 25mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Tomar una alícuota de 1mL de la solución y aforar a 10mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Condiciones del Equipo del HPLC

Columna= C18 25cm

Flujo= 1mL / min

λ Detección 254nm

Cuantificación de Vitamina C

$$[\text{vit. C}] = \frac{Am * Cst * f}{Ast}$$

Donde:

[*vit. C*] = Concentración de vitamina C (mg/g).

A_m = Área de la Muestra

A_{st} = Área del Estándar

C_{st} = Concentración del Estándar

f = Factor de Dilución

2.3.1.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA FRUTA DE PAN FRESCA Y DE LA HARINA:

2.3.1.3.1 DETERMINACIÓN DE HONGOS (Mohos y Levaduras)

Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 1529-10. (VER ANEXO N° 7)

2.3.1.4 DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTA DE PAN

- Determinar la temperatura de secado.
- Determinar el tiempo de secado

2.3.1.5 ELABORACIÓN DE LA HARINA DE SEMILLAS DE FRUTA DE PAN

- Después de seleccionar la fruta de pan deshidratada que mayor porcentaje de vitamina C contiene, se molieron.
- El producto obtenido de la molienda se cierce para obtener una harina con un tamaño de grano uniforme.
- Luego se almacena para que no absorba humedad.

2.3.1.6 Análisis físico de la harina de semillas de fruta de pan:

- Determinación de pH: NTE INEN 389 (Ver Anexo N°1)
- Evaluación sensorial (Color, Olor, Sabor, textura)

2.3.1.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Test ANOVA y Tukey para muestras de Vitamina C de fruta de pan fresca y fruta de pan deshidratada en sus tres temperaturas.

Ver en Resultados y Discusión los Gráficos Estadísticos para: Análisis Proximal, microbiológico y para las pruebas de degustación

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL

En la evaluación sensorial se utilizó los órganos de los sentidos como son: vista, olfato, gusto, para medir las reacciones que produce la fruta de pan con los mismos, permitiendo un control de calidad del producto fresco y de la harina de semillas de pan deshidratada.

CUADRO No. 1. RESULTADO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA FRUTA DE PAN FRESCA Y DE LA HARINA DE SEMILLAS DE PAN DESHIDRATADA.

Aspectos sensoriales	Fruta de pan	
	Fresca	Harina
Color	Blanco	Habano
Olor	Fuerte	Fuerte Característico
Sabor	Agradable	Agradable

De acuerdo al cuadro N° 1 los parámetros sensoriales como son el color, olor y sabor se intensifican en la fruta de pan deshidratada, los cambios en el sabor y aroma de la fruta de pan deshidratada se deben fundamentalmente a la pérdida de compuestos volátiles durante el proceso así como al desarrollo de sabores y aromas típicos de productos cocidos provocados por las altas temperaturas.

3.2. DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTA DE PAN

En el proceso de secado, se utilizó un secador de bandejas a gas de capacidad de 1 Kg por bandeja. Para esto se seleccionó las semillas de fruta de pan, se las lavó y cortó en rodajas de aproximadamente 4 mm de espesor, después se colocó uniformemente las

rodajas de fruta de pan en las bandejas, se las pesó en una balanza técnica, posteriormente se sometieron a tres temperaturas de secado (60, 70 y 80°C). Se controló el peso de las bandejas con la fruta de pan en intervalos de tiempo de 10 minutos, hasta peso constante. Se realizaron cálculos específicos para las tres temperaturas de secado (60, 70 y 80°C).

3.3. TIEMPO DE SECADO.

Se realizó cálculos específicos para las curvas de deshidratación de las tres temperaturas de secado (60,70 y 80°C) y estos son:

Cálculo de la humedad del sólido

$$X_i = \frac{W_s - W_f}{W_f}$$

Donde:

X_i = Humedad del sólido

W_s = Peso del sólido

W_f = Peso final del sólido

DESHIDRATACIÓN A 60°C

Se empezó con la temperatura de 60°C observándose que a un tiempo de 80 minutos es decir 1 horas y 20 min el peso de la fruta de pan es constante, tal como se puede verificar en el Cuadro No. 2 y Gráfico No.1.

CUADRO No. 2. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTA DE PAN A 60°C.

Tiempo (min)	Peso (g)	m.s (g)	S (Kg)	Xi (Kg agua/ Kg sólido)
0	1295,1	56,9	0,0569	1,5631
10	1278,4	40,2	0,0402	0,8108
20	1272,1	33,9	0,0339	0,5270
30	1266,9	28,7	0,0287	0,2928
40	1264,4	26,2	0,0262	0,1802
50	1263,2	25,0	0,0250	0,1261
60	1262,2	24,0	0,0240	0,0810
70	1261,6	23,4	0,0234	0,0541
80	1261,5	23,3	0,0233	0,0495

Donde:

Tiempo (min)= tiempo de secado en minutos

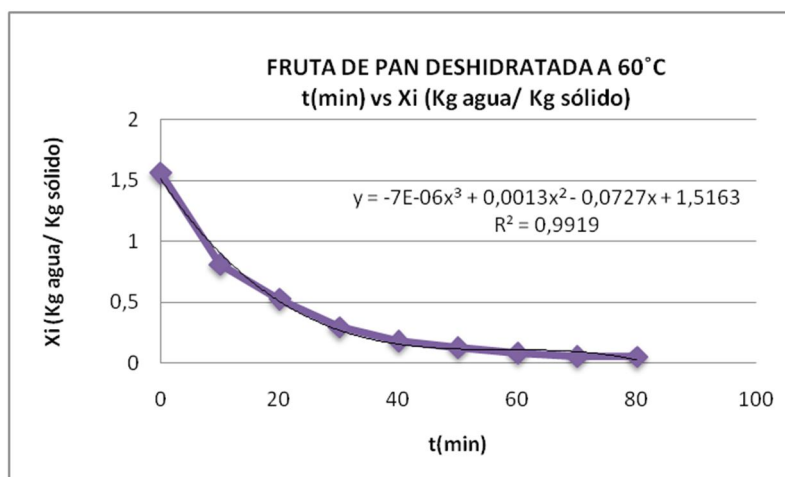
Peso (g) = peso de la fruta de pan más bandeja en gramos

m.s (g) = masa seca en gramos

Xi = humedad del sólido (Kg_{agua}/Kg_{sólido})

S = Peso de la fruta de pan en Kg sin la bandeja

GRÁFICO No 1. CURVA DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTA DE PAN A 60°C.



Con la temperatura de 70°C se evidencio que al tiempo de 70 minutos es decir 1 hora y 10 min el peso de la fruta de pan es constante, tal como se observa en el Cuadro No. 3 y Gráfico No.2

CUADRO No 3. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTA DE PAN A 70°C

Tiempo (min)	Peso (g)	m.s (g)	S (Kg)	Xi (Kg agua/ Kg sólido)
0	1303,2	68,5	0,0685	1,3702
10	1286,8	52,1	0,0521	0,8028
20	1276,0	41,3	0,0413	0,4291
30	1270,4	35,7	0,0357	0,2353
40	1267,6	32,9	0,0329	0,1384
50	1265,7	31,0	0,0310	0,0727
60	1264,9	30,2	0,0302	0,0449
70	1263,8	29,1	0,0291	0,0069

Donde:

Tiempo (min)= tiempo de secado en minutos

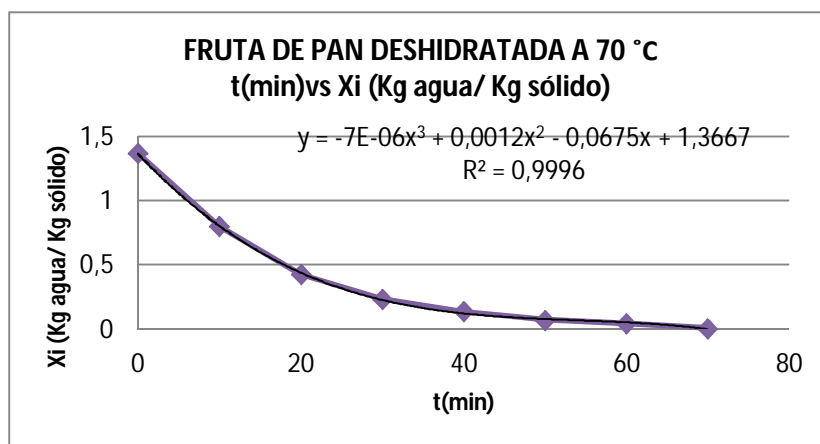
Peso (g) = peso de la fruta de pan más bandeja en gramos

m.s (g) = masa seca en gramos

X_i = humedad del sólido ($\text{Kg}_{\text{agua}}/\text{Kg}_{\text{sólido}}$)

S = Peso de la fruta de pan en Kg sin la bandeja

GRÁFICO No 2. CURVA DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTA DE PAN A 70°C.



En la temperatura de 80°C se evidenció que al tiempo de 50 minutos el peso de la fruta de pan es constante, tal como se observa en el Cuadro No 4. Y en el Gráfico No 3.

CUADRO No 4. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTA DE PAN A 80°C

Tiempo (min)	Peso (g)	m.s (g)	S (Kg)	X_i (Kg agua/ Kg sólido)
0	1293,7	55,5	0,0555	1,4342
10	1280,0	41,8	0,0418	0,8333
20	1270,1	31,9	0,0319	0,3991
30	1264,9	26,7	0,0267	0,1711
40	1261,9	23,7	0,0237	0,0395
50	1261,1	22,9	0,0229	0,0044

Donde:

Tiempo (min)= tiempo de secado en minutos

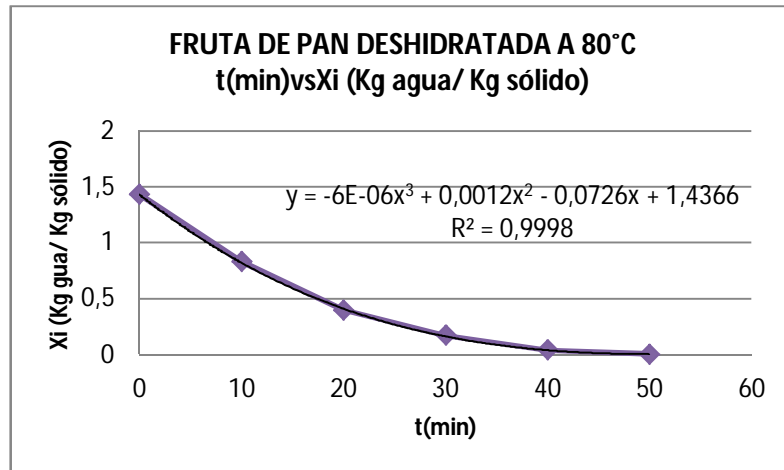
Peso (g) = peso de la fruta de pan más bandeja en gramos

m.s (g) = masa seca en gramos

X_i = humedad del sólido (Kg agua/Kg sólido)

S = Peso de la fruta de pan en Kg sin la bandeja

GRÁFICO No 3. CURVA DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTA DE PAN A 80°C



Como se puede observa en los cuadros anteriores, en las tres temperaturas que fue sometida la fruta de pan, existe una pequeña diferencia en lo que corresponde al tiempo de secado, determinándose experimentalmente que a mayor temperatura menor tiempo de secado, de tal manera que a una temperatura de 60 °C, el tiempo de secado es de 1 horas y 20 minutos, mientras que a 70 °C el tiempo es de 1 hora y 10 minutos y para 80 °C es de 50 minutos. A las diferentes temperaturas de 60, 70 y 80 °C las muestras conservaron sus características sensoriales. En las tres temperaturas el peso final del deshidratado, fue mucho menor que el peso original, la textura no se vio tan afectada debido a que la fruta de pan no contiene mucha agua.

3.4. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C.

Después de obtener la fruta de pan deshidratada se procedió a realizar la determinación del contenido de vitamina C en muestras de fruta de pan fresca y deshidratada a 60, 70 y 80 °C. Estableciéndose que el contenido de vitamina C de la fruta de pan fresca en base seca es de 17,91 mg/100g; mientras que a una temperatura de 60 °C el contenido de vitamina C es de 9,18 mg/100g con una pérdida de 48,73%, a una temperatura de 70 °C el contenido de vitamina C es de 9,39 mg/100g con una pérdida de 47,57%, mientras que a una temperatura de 80 °C el contenido de vitamina C es de 7,28 mg/100g con una

pérdida de 59,35%, tal como se observa en el Cuadro No.5, por ende a la temperatura de 70 °C la vitamina C se conserva de una mejor manera. Se escogió como indicador de eficiencia del proceso de deshidratación a la vitamina C porque esta vitamina es fácilmente degradable, se menciona que si la vitamina C resiste el tratamiento térmico todos los demás nutrientes no se ven afectados.

CUADRO No.5 CONTENIDO DE VITAMINA C EN LAS MUESTRAS DE FRUTA DE PAN

Fruta de pan	Vitamina C (mg/100gms)	Perdidas de Vitamina C (%)
Fresco	17,91	-
Deshidratado a 60°C	9,18	48,73
Deshidratado a 70°C	9,39	47,57
Deshidratado a 80°C	7,28	59,35

GRÁFICO No 4. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE VITAMINA C EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y DE LA FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 60°C, 70°C Y 80°C

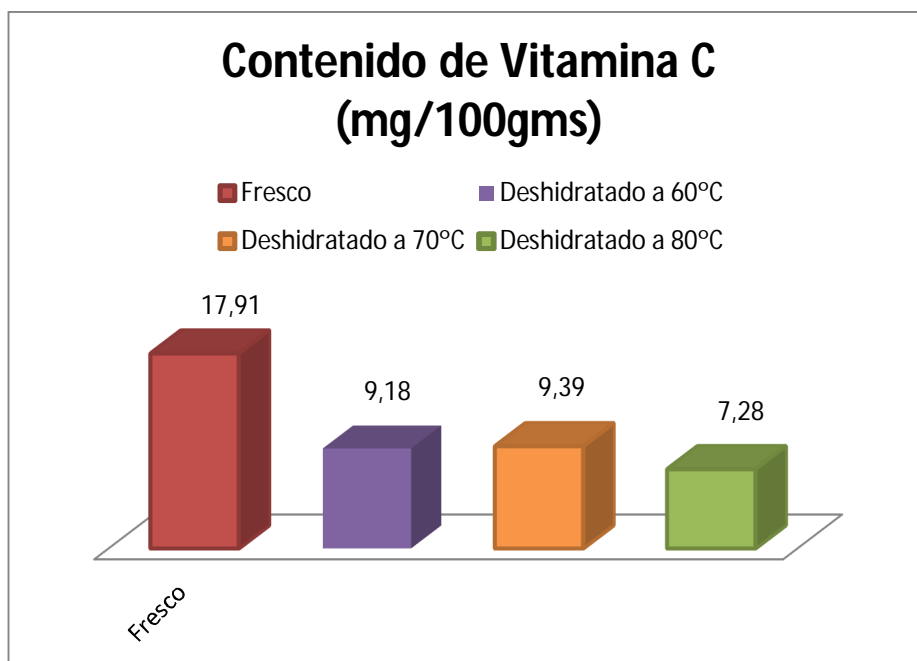
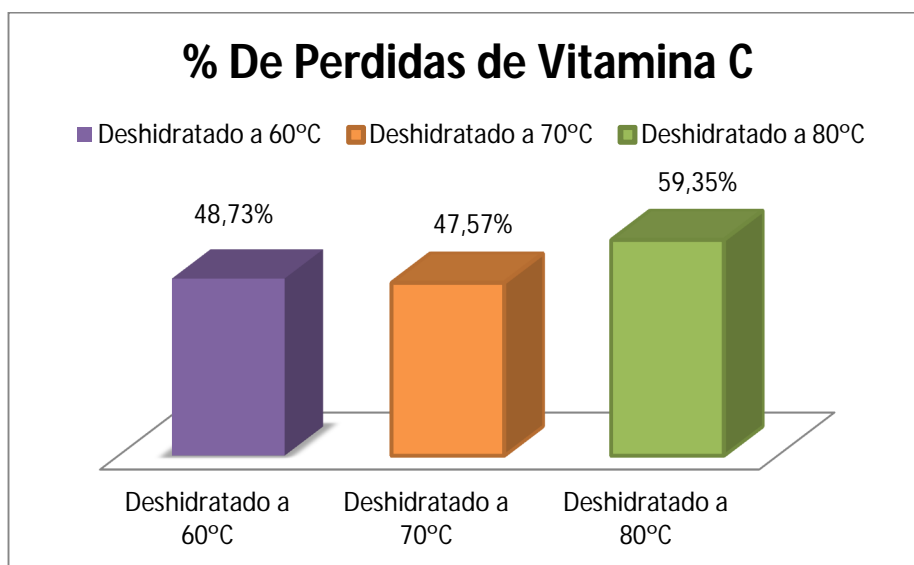


GRÁFICO No 5. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE VITAMINA C EN LA FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 60°C, 70°C Y 80°C.



En los gráficos No 4 y 5 se puede apreciar la relación de contenido de vitamina C de la fruta de pan fresa y deshidratada a 60°C, 70°C y 80°C y el porcentaje de pérdida de vitamina C determinándose que a una temperatura intermedia es decir de 70°C existe menor pérdida de vitamina C y por tanto mayor conservación de la misma.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y DESHIDRATADA A 60°C, 70°C y 80°C.

Para fines comparativos se empleó ADEVA, esta herramienta estadística nos permite determinar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente diferentes a los valores de otro o más conjuntos de datos.

Con este fin se comparó el contenido de vitamina C de la fruta de pan fresca expresada en base seca con el contenido de vitamina C de la fruta de pan deshidratada a tres temperaturas (60°C, 70°C y 80°C).

Como se observa en los datos del cuadro No. 6 la fruta de pan fresca tiene una gran diferencia de contenido de vitamina C con respecto a los deshidratados, mientras que a las temperaturas de 60 y 70°C se observa que los tratamientos son iguales ya que se obtienen concentraciones de vitamina C similares y una marcada diferencia a 80°C, de modo que cada tratamiento es diferente al anterior con excepción de los deshidratados a 60 y 70°C.

CUADRO No. 6 ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR PARA EL CONTENIDO DE VITAMINA C DE LA FRUTA DE PAN FRESCA Y DESHIDRATADA 60°C, 70°C Y 80°C

<i>Origen de las varianzas</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>
Entre grupos	270,073	3	90,024	569,098
Dentro de los grupos	1,898	12	0,158	
Total	271,971	15		

CUADRO No. 7 TEST DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE VITAMINA C EN LA FRUTA DE PAN FRESCA FRENTE AL CONTENIDO DE VITAMINA C DE LA FRUTA DE PAN DESHIDRATADAS A 60°C, 70°C y 80°C

Temperatura en °C	N	Subconjunto para alfa=0.05		
		1	2	3
80	4	7,2800		
60	4		9,1825	
70	4		9,3850	
Fruta de pan fresca	4			17,9125
		1,000	0,887	1,000

En base a los resultados de Tukey podemos verificar lo antes mencionado que el tratamiento a 60 y 70°C es igual ya que tienen los mismos resultados por lo que se podría considerar las dos temperaturas como óptimas, mientras que el tratamiento a 80°C forma un subconjunto diferente a los demás ya que la pérdida es mayor, sin embargo para la elaboración de la harina se eligió el tratamiento a 70°C porque el tiempo de deshidratación es menor por lo que disminuye los costos de producción.

3.6. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LA FRUTA DE PAN FRESCA Y DE LA HARINA DE SEMILLAS DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A LA TEMPERATURA ÓPTIMA (70 °C).

Para todas las determinaciones tanto físicas como químicas se realizaron por duplicado, tanto para la fruta de pan fresca como para la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C.

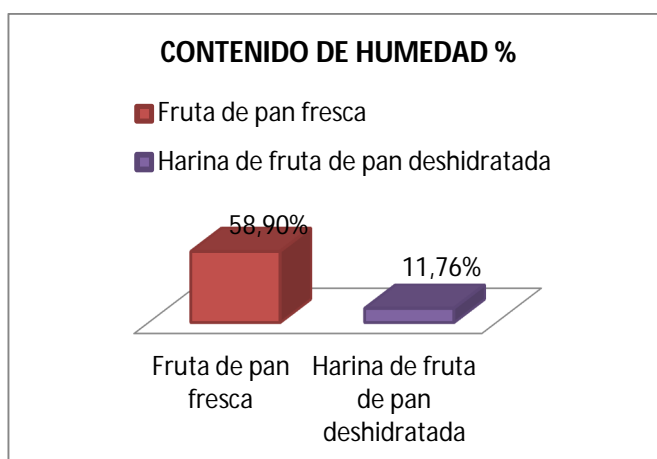
CUADRO No. 8 CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA FRUTA DE PAN POR CADA 100 g DE MUESTRA

PARÁMETROS	UNIDAD %(P/P)	FRUTA DE PAN FRESCA	HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70°C
ACIDEZ% (ácido cítrico)	%	0,36	0,92
pH		6,06	5,8
HUMEDAD	%	58,90	11,76
CENIZAS	%	3,86	4,02
PROTEINA	%	10,24	12,09
FIBRA	%	4,50	4,47
GRASA	%	7,25	5,64
AZÚCARES TOTALES	%	65,18	73,71
AZÚCARES REDUCTORES	%	9,44	9,87
AZÚCARES NO REDUCTORES	%	55,86	63,83
POTASIO	mg/100g	341,68	353,82

3.6.1. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Se estableció para la fruta de pan fresca un promedio de humedad de 58,90% y en la harina de fruta de pan deshidratada 11,76 %, es decir que en el proceso de secado se perdió más del 80.03 % del contenido de humedad inicial, esto se debe a que durante el proceso de deshidratación, el agua contenida en el alimento fue eliminada en forma de vapor, mediante aire caliente, lo cual permite aumentar el tiempo de vida útil del alimento por su bajo contenido de humedad. Esto se puede apreciar en el Gráfico No 6.

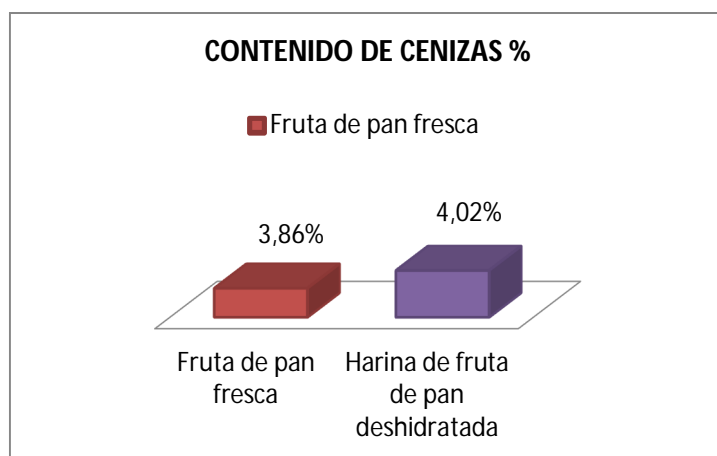
GRÁFICO No 6. RELACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C.



3.6.2. DETERMINACIÓN DE CENIZAS

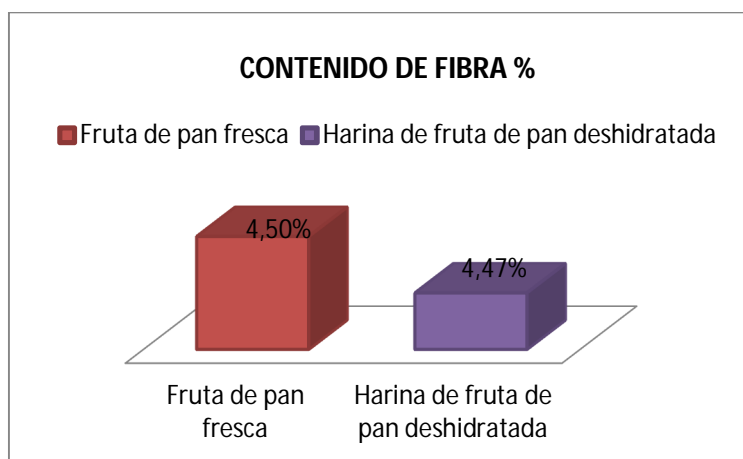
En la determinación de cenizas, se obtuvieron los resultados que se pueden apreciar en el Gráfico No. 7; el porcentaje de cenizas de la fruta de pan fresca es de 3,86% y de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C es de 4,02%, esto se debe a medida que el agua va eliminándose, la concentración de solutos es mayor, permitiendo una mayor concentración de minerales.

GRÁFICO No 7. RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZAS EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C.



3.6.3. DETERMINACIÓN DE FIBRA

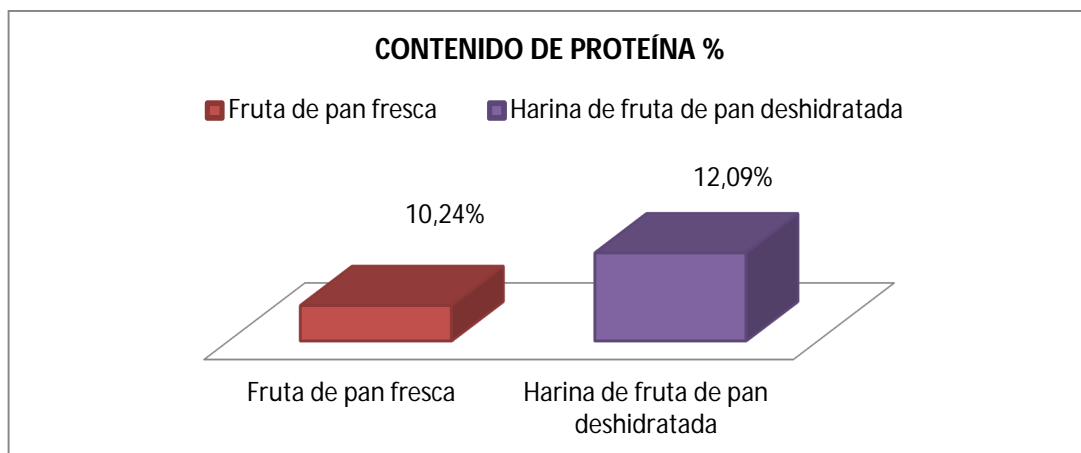
GRÁFICO No 8. RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C.



Los resultados obtenidos para el análisis de fibra, se puede observar en el Gráfico No.8; determinándose que el porcentaje de fibra en la fruta de pan fresca es de 4,50% y en la harina de fruta de pan deshidratada es de 4,47. Existe una pérdida mínima esto se debe a que la fibra está más localizada en la cáscara de las semillas de la fruta de pan y las hojuelas deshidratadas para la elaboración de la harina después de la molienda fueron tamizadas, en este proceso se pierde fibra.

3.6.4. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

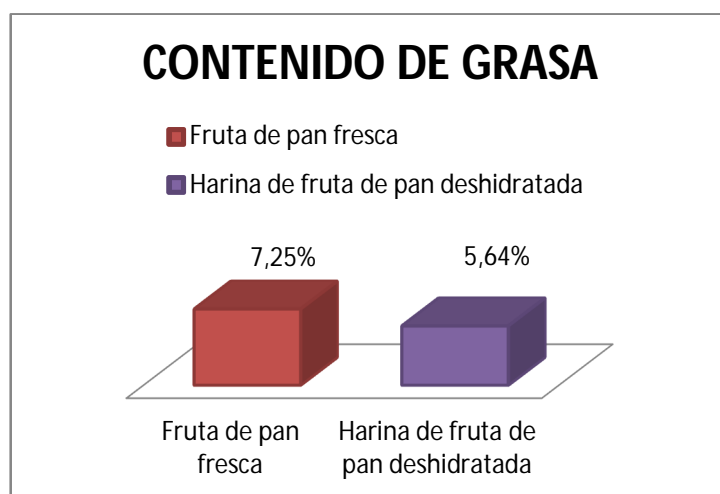
GRÁFICO No 9. RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C.



Como se puede observa en el Gráfico No.9 la determinación de proteína en la fruta de pan fresca fue de 10,24 % mientras que en la harina de fruta de pan deshidratada es de 12,09%, este aumento se debe a que a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran.

3.6.5. DETERMINACIÓN DE GRASA

GRÁFICO No 10. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DESHIDRATADA A 70° C.

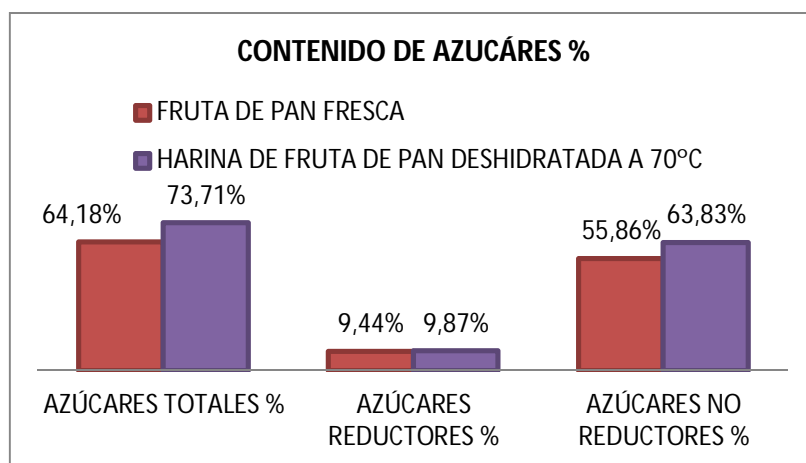


Como se observa en el Gráfico No.10 en la determinación de grasa de la fruta de pan fresca es de 7,25% y para la harina de fruta de pan deshidratada un valor de 5,64%, esta pérdida se debió a que la concentración de nutrientes en las semillas va desde la superficie hasta el interior encontrándose así que en la cáscara existe mayor concentración de nutrientes en este caso de grasa la cual se elimina al pelar la fruta de pan para el tratamiento de secado además también se pierde en el troceado debido a que al cortarle en rodajas existe mayor superficie de contacto.

3.6.6. DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES, REDUCTORES Y NO REDUCTORES

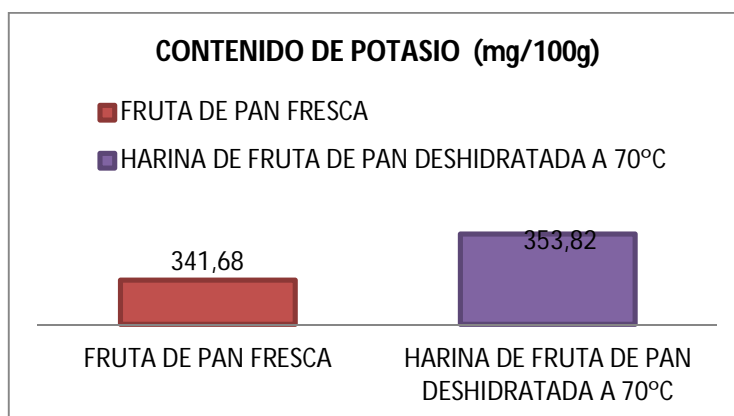
De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio se puede apreciar en el gráfico N°. 11, que el porcentaje de azúcares totales en la fruta de pan fresca (64,18%) es menor al del porcentaje de azúcares totales reportados en la harina de semillas de fruta de pan (73,71%), es decir se incremento a medida que transcurrió el tiempo de exposición de las semillas en el secador, debido a la eliminación de agua y a la transformación del almidón en azúcares, mientras que los azúcares reductores en la fruta de pan fresca constituye el 9,44% y para la harina 9,87% debido al desdoblamiento del almidón en glucosa, mediante el respectivo cálculo se obtuvo el valor de los azúcares no reductores para la fruta de pan fresca de 55,86% y para la harina de semillas de pan de 63,83%, este incremento tanto de los azúcares reductores como no reductores de la harina de semillas de pan se debe a que mientras avanza la deshidratación estos son arrastrados hacia el exterior del alimento donde estos se ven concentrados y terminan cristalizando.

GRÁFICO Nº 11. CONTENIDO DE AZÚCARES EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C.



3.6.7. DETERMINACIÓN DE POTASIO

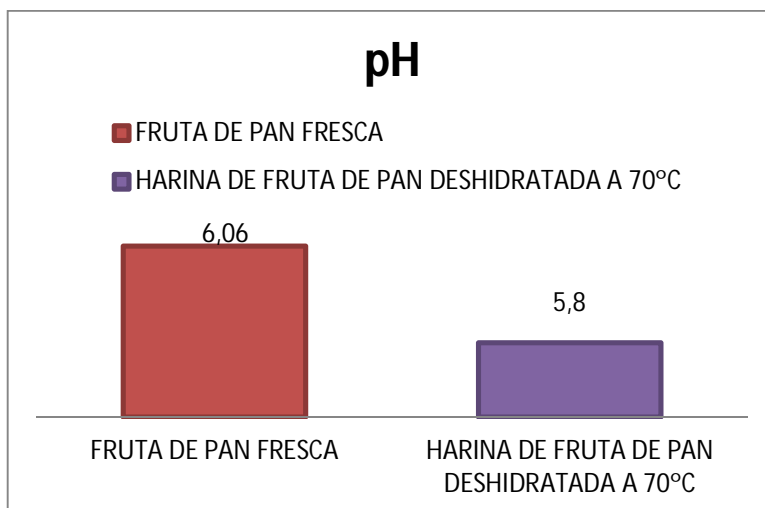
GRÁFICO No 12. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE MINERALES EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C



Como se puede observa en el Gráfico No.12 la concentración de potasio en la fruta de pan fresca fue de 341,68 y en la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C es de 353,82 mg/100g, este aumento se debe a que a medida que avanza la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran.

3.6.8. DETERMINACIÓN DE pH

GRÁFICO No 13. RELACIÓN DE CONTENIDO DE pH EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADAS A 70° C.



Como se puede observar en el Gráfico No. 13 se determinó que la fruta de pan fresca tiene un pH de 6,06 y para la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C un valor de 5,8 esta disminución del pH se debe al almacenamiento aireado ya que la acidez de la grasa aumenta debido a la actividad lipolítica por ende el pH disminuye.

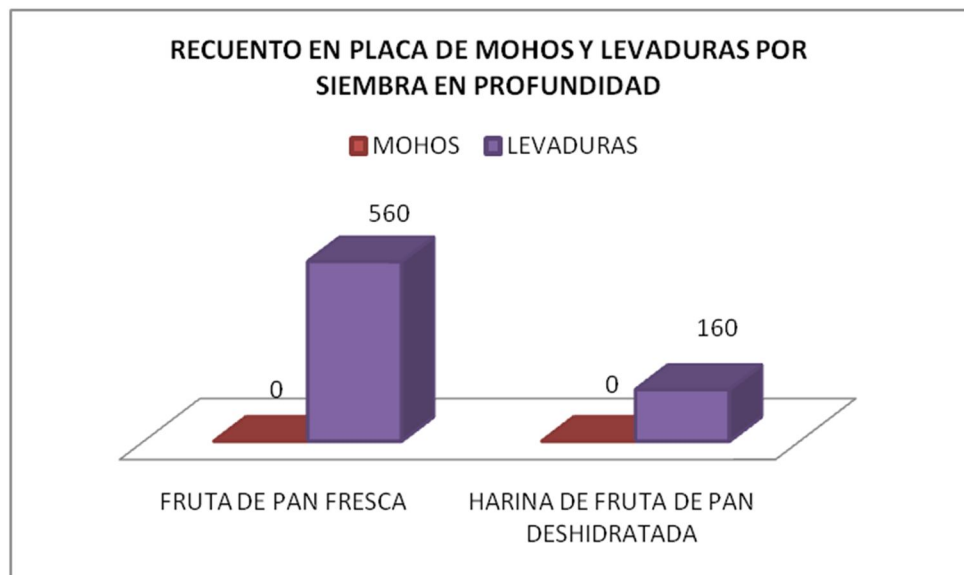
3.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70 °C.

En el análisis microbiológico para determinar la presencia de hongos: mohos y levaduras se realizó por diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} tanto en la fruta de pan fresca como para la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C. Como se observa en el cuadro No. 12 y en gráfico No. 13 el proceso de deshidratación disminuye la cantidad de levaduras debido a que la aw disminuye con la deshidratación y estos microorganismos como sabemos crecen en presencia de agua.

CUADRO No 9. CONTENIDO DE MOHOS Y LEVADURAS EN MUESTRAS DE FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C.

HONGOS		
MUESTRAS	MOHOS UPC/gramo	LEVADURA UPC/gramo
FRUTA DE PAN FRESCA	-	560
HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA	-	160

GRÁFICO No 14. RELACIÓN DE CONTENIDO DE MOHOS Y LEVADURAS EN LA FRUTA DE PAN FRESCA Y LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADAS A 70° C



3.8 TABULACIÓN DE LAS PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.

Para las pruebas de aceptación se empleó muestras de harina de fruta de pan deshidratada y también se utilizó galletas elaboradas con la harina de fruta de pan deshidratada en dos proporciones así la galleta A contenía 50% de harina de trigo y 50% de harina de fruta de pan deshidratada a 70°C y la galleta B contenía 70% de harina de trigo y 30% de harina de fruta de pan deshidratada a 70°C, las encuestas se realizaron a dos poblaciones la primera fue a 30 niños de la Comunidad Nuevo Amanecer perteneciente al Cantón Archidona de la provincia de Napo y la segunda población a 40 estudiantes de la facultad de Ciencias de la ESPOCH, específicamente de la Escuela de Bioquímica y Farmacia y a militares del destacamento de Archidona de la Cuarta División de la Fuerza Terrestre Amazonas. Para esto se aplicó la escala hedónica de tres puntos con lo cual se analizó cuatro parámetros sensoriales: color, olor, sabor y textura para las galletas A y B de la segunda población y la escala hedónica de tres puntos con figuras para los niños en él cual se analizó (Ver ANEXO No 14).

Para la harina de fruta de pan en cuanto al color al 70% de personas les gusta, mientras que al 20% ni les gusta ni les disgusta y al 10% les disgusta.

GRÁFICO No 15. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL COLOR DE LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C.



En cuanto al olor de la harina de fruta de pan deshidratada a 70°C tenemos que al 75% de personas encuestadas les gusta, al 25% ni le gusta ni le disgusta.

GRÁFICO No 16. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL OLOR DE LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C.



Mientras que para el sabor de la harina de fruta de pan deshidratada obtuvimos que al 45% de personas encuestadas les gusta, al 40% ni le gusta ni le disgusta y 15 % le disgusta, debido a que el sabor se concentró.

GRÁFICO No 17. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL SABOR DE LA HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA A 70° C.



Por tabulación simple se obtuvo que al 40% de niños encuestados les gusta la galleta A, al 50% ni le gusta ni le disgusta y 10% le disgusta debido a que la galleta estaba muy compacta y el sabor estaba muy concentrado.

GRÁFICO No 18. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA GALLETA A EN NIÑOS



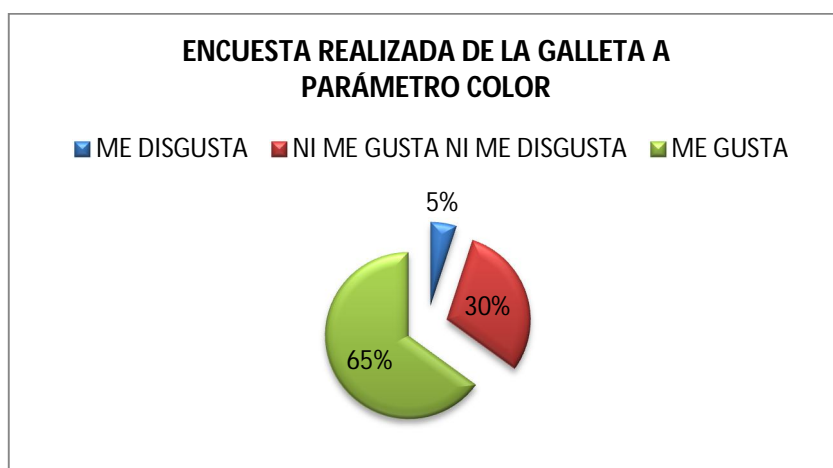
La galleta B tuvo mayor aceptabilidad ya que al 80% de niños encuestados les gusta, mientras que al 13% ni le gusta ni le disgusta y al 7% les disgusta.

GRÁFICO No 19. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA GALLETA B EN NIÑOS



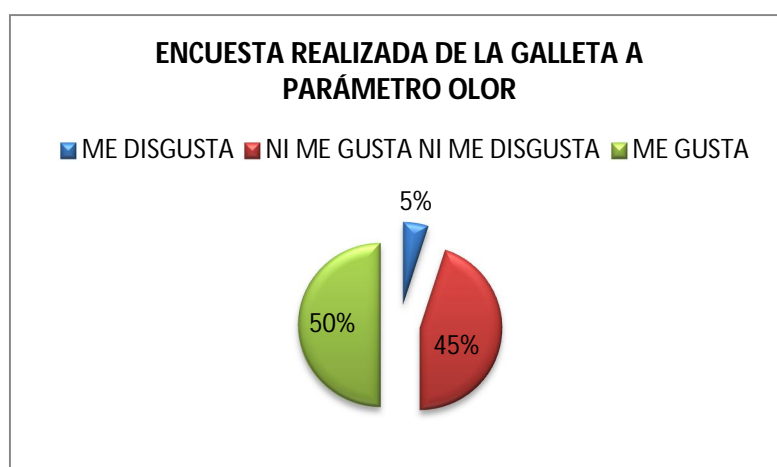
Para la galleta A en cuanto al color de las 40 personas encuestadas el 65% dice que les gusta mientras que al 30% ni le gusta ni le disgusta y al 5% les disgusta.

GRÁFICO No 20. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL COLOR DE LA GALLETA TIPO A.



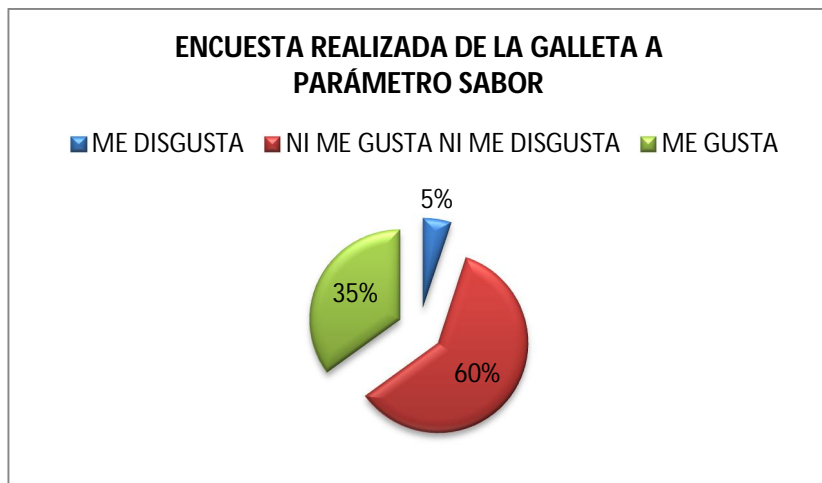
En cuanto al olor de la galleta A el 50% de las personas encuestadas dice que les gusta mientras que el 45% ni les gusta ni les disgusta y al 5% les disgusta.

GRÁFICO No 21. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL OLOR DE LA GALLETA TIPO A.



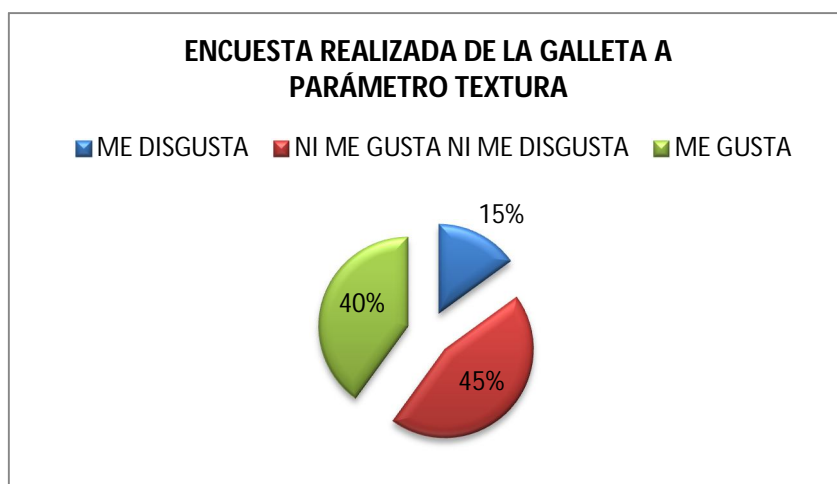
En el sabor de la galleta A, el 35% de las personas encuestadas dice que les gusta, el 60% ni les gusta ni les disgusta y al 5% les disgusta.

GRÁFICO No 22. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL SABOR DE LA GALLETA TIPO A.



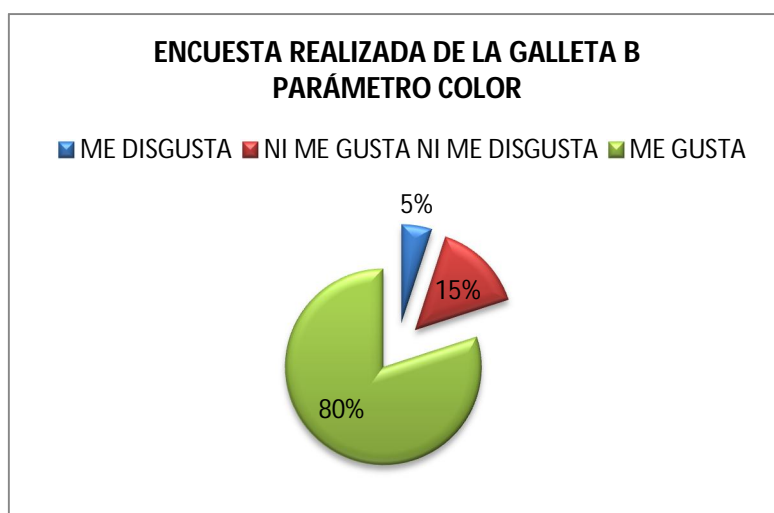
Para el parámetro de la textura de la galleta A, el 40% de las personas encuestadas dice que les gusta, el 45% ni les gusta ni les disgusta y al 15% les disgusta.

GRÁFICO No 23. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA TEXTURA DE LA GALLETA TIPO A.



Para la galleta B en cuanto al color los resultados fueron los siguientes: él 80% de las personas encuestadas dicen que les gusta, él 15% ni les gusta ni les disgusta y al 5% les disgusta

GRÁFICO No 24. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL COLOR DE LA GALLETA TIPO B.



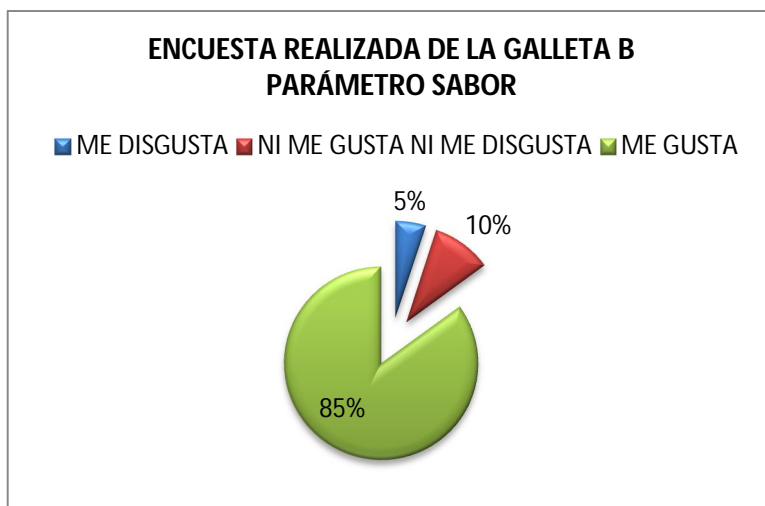
En cuanto al olor de la galleta B, el 80% de las personas encuestadas dice que les gusta, él 15% que ni les gusta ni les disgusta y al 5% les disgusta.

GRÁFICO No 25. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL OLOR DE LA GALLETA TIPO B.



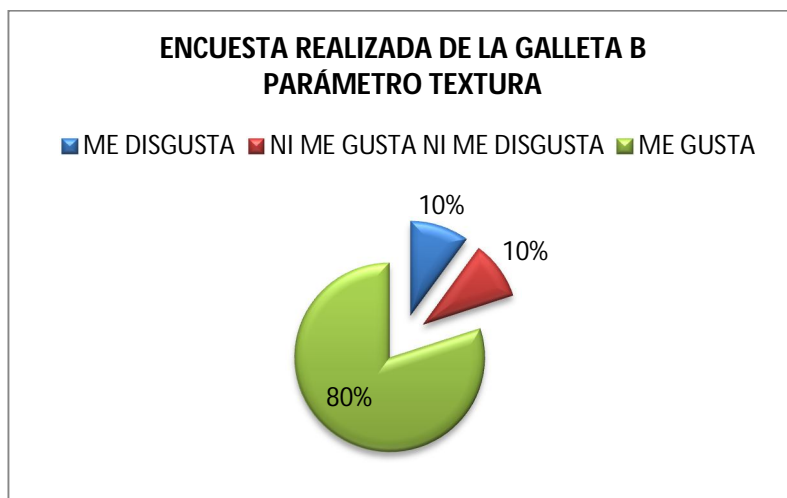
Para el sabor de la galleta B, el 85% de las personas encuestadas dicen que les gusta, él 10% dice que ni les gusta ni les disgusta y al 5% les disgusta.

GRÁFICO No 26. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL SABOR DE LA GALLETA TIPO B.



En cuanto a la textura de la galleta B, él 80% de las personas encuestadas dice que les gusta mientras que al 10% ni les gusta ni les disgusta y al 10% les disgusta.

GRÁFICO No 27. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA TEXTURA DE LA GALLETA TIPO B.



Para la aceptación de la Harina de fruta de pan se puede observar que en la opción “me gusta” el parámetro con mayor porcentaje es el olor (75%) y con menor porcentaje el sabor (55%); en la opción “ni me gusta ni me disgusta” el parámetro con mayor porcentaje es el sabor (40%) y con menor porcentaje es el color (20%) y para la opción “me disgusta” el parámetro con mayor porcentaje fue el color (10%) y con menor porcentaje el sabor (5%). Se puede apreciar que a más del 50% de las personas encuestadas les gusta el sabor, color y olor de la harina de fruta de pan deshidratada.

De los resultados de las prueba de aceptación para las Galletas tipo A y B en los niños se puede observar que la galleta B tuvo mayor aceptabilidad debido a que al 80% de niños les gusta la galleta B, mientras que al 40% les gusta la galleta A; con estos resultados podemos decir que los niños prefieren la galleta con menos porcentaje de Harina de fruta de pan, por lo que el consumidor no prefiere una galleta con alto valor nutritivo, debido al sabor tradicional que tienen las galletas de harina trigo, las más consumidas normalmente.

En las pruebas de aceptación realizadas a las personas Adultas de las galletas tipo A y B se puede comprobar que la galleta tipo B tuvo mayor aceptabilidad debido a que tiene un mayor porcentaje en todos los parámetros como: color, olor, sabor y textura de las diferentes opciones como son: “me gusta”, “ni me gusta ni me disgusta” y “me disgusta” esto se comprobó después de realizar las comparaciones pertinentes entre los dos tipos de Galletas.

Se puede decir que los consumidores no aceptaron la Galleta que tenía 50% de harina de fruta de pan y 50% de harina de trigo. Tal vez porque esta galleta tenía un sabor muy concentrado de la misma y por la dureza de la galleta debido a que la harina de fruta de pan no es panificable en ese porcentaje lo que complicó la elaboración de la galleta, también se puede decir que no importa el alto valor nutricional que tenía la galleta al momento de la elección.

3.8.1 ANÁLISIS DE LA ESCALA HEDÓNICA DE TRES PUNTOS.

Tomando como referencia la Tabla No 6 para nuestra escala hedónica se asigna un valor de +1 a la variable “me gusta”, 0 para el parámetro “ni me gusta, ni me disgusta”, y -1 para la variable “me disgusta”.

De esta manera se puede observar en el cuadro N° 10. que la harina de semillas de fruta de pan deshidratada en los diferentes parámetros como: color, olor y sabor tiene valores que están en un rango positivo lo que indica la aceptación favorable de la harina.

CUADRO N° 10 ACEPTACIÓN DE LA HARINA DE SEMILLAS DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA EMPLEANDO ESCALA HEDÓNICA

DESCRIPCIÓN	COLOR	OLOR	SABOR
Me gusta	+28	+30	+18
Ni me gusta, ni me disgusta	0	0	0
Me disgusta	-4	0	-5
TOTAL	+24	+30	+13

Para las Galletas “A” se puede apreciar según el cuadro N°11. que el color tiene un valor de +24, el olor de +18, sabor de +12 y la textura de +10, los valores están dentro de un rango positivo lo que indica que las galletas tuvieron una buena aceptación.

CUADRO N° 11 ACEPTACIÓN DE LA GALLETA “A” EMPLEANDO ESCALA HEDÓNICA

DESCRIPCIÓN	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
Me gusta	+26	+20	+14	+16
Ni me gusta, ni me disgusta	0	0	0	0
Me disgusta	-2	-2	-2	-6
TOTAL	+24	+18	+12	+10

La galleta “B” tuvo mayor aceptación que la galleta “A” esto se puede verificar mediante la comparación del cuadro N°11 y N°12 ya que los valores son mayores, esto indica que la galleta “B” tuvo una excelente aceptación en la formulación que tiene un 30% de harina de fruta de pan y 70% de harina de trigo.

CUADRO N° 12 ACEPTACIÓN DE LA GALLETA “B” EMPLEANDO ESCALA HEDÓNICA

DESCRIPCIÓN	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
Me gusta	+32	+32	+34	+32
Ni me gusta, ni me disgusta	0	0	0	0
Me disgusta	-2	-2	-2	-4
TOTAL	+30	+30	+32	+28

Los resultados de las encuestas aplicadas a niños indican que la galleta “B” tuvo mayor aceptación debido a que los valores están en un rango positivo y son mayores en comparación a los de la galleta “A”, como se puede apreciar en el cuadro N°13 y N° 14.

CUADRO N° 13 ACEPTACIÓN DE LA GALLETA “A” EN NIÑOS EMPLEANDO ESCALA HEDÓNICA

DESCRIPCIÓN	GALLETA “A”
Me gusta	+12
Ni me gusta, ni me disgusta	0
Me disgusta	-3
TOTAL	+9

CUADRO Nº 14 ACEPTACIÓN DE LA GALLETA “B” EN NIÑOS EMPLEANDO ESCALA HEDÓNICA

DESCRIPCIÓN	GALLETA “B”
Me gusta	+24
Ni me gusta, ni me disgusta	0
Me disgusta	-2
TOTAL	+22

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

1. Sé elaboró la harina de fruta de pan deshidratada y se evaluó el valor nutritivo de la misma encontrándose que es un alimento altamente calórico por su alto contenido de carbohidratos.
2. Sé determinó que la diferencia de pérdida de vitamina C a 60 y 70°C es mínima pero como se trata de elegir la temperatura en la que existe menos pérdida de vitamina C se considera que la temperatura óptima de deshidratación es a 70°C que tiene un porcentaje de pérdida de 47,57%, mientras que a 60°C fue de 48,73% y a 80°C de 59,35%.
3. Sé elaboró la harina a partir del deshidratado de fruta de pan a 70°C, para lo cual las hojuelas se llevaron a la molienda y posteriormente se tamizó para obtener partículas homogéneas.
4. El valor nutricional de la Harina de fruta de pan es más elevado que la fruta de pan fresca ya que los resultados indican que para la proteína existe un incremento de 10,24 a 12.09%, y es altamente calórica por elevado porcentaje de carbohidratos, la disminución de humedad de la harina le permite alargar su tiempo de vida útil debido a que existe actividad microbiana.
5. Para las pruebas de degustación de la harina de fruta de pan se realizaron Galletas en dos formulaciones así la “galleta A” tuvo un porcentaje de 50% de harina de trigo y 50% de harina de fruta de pan y la “galleta B” un porcentaje de 70% de harina de trigo y 30% de harina de fruta de pan, siendo la formulación de la “galleta B” la que tuvo mayor aceptación en los panelistas tanto de niños como de personas adultas, con esto

se puede decir que las personas que realizaron las encuestas no apreciaron la galleta que tenía mayor valor nutritivo.

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

1. Para el proceso de secado se recomienda cortar en rodajas de unos 4 mm, ya que si las rodajas son muy delgadas se parten y si son muy gruesas no se deshidratan rápidamente.
2. Se debe lavar y desinfectar correctamente las semillas de fruta de pan fresca antes del tratamiento de la deshidratación debido a la cantidad de levaduras que se encuentran en la fruta fresca.
3. Después de obtener el producto deshidratado se recomienda utilizar un empaque al vacío para prolongar su periodo de vida útil e impedir la rehidratación del producto deshidratado y pérdida de vitamina C por oxidación.
4. Para la determinación de vitamina C de la fruta de pan fresca se recomienda pelar las semillas para evitar alguna interferencia al momento de la valoración.
5. La harina de fruta de pan deshidratada puede servir para la elaboración de galletas, panes, pasteles, coladas etc. En mezcla con harina de trigo en diferentes proporciones, se puede incluir en la dieta diaria de deportistas, niños, mujeres embarazadas, etc. Por su alto valor nutricional.
6. En la elaboración de galletas se recomienda agregarle algún tipo de fruta deshidratada para enmascarar el sabor fuerte de la fruta de pan.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN

El objetivo fue elaborar y evaluar el valor nutricional de la harina de fruta de pan deshidratada a una temperatura óptima de secado, utilizando un secador de bandejas para determinar esto se estableció la concentración de vitamina C como indicador de eficiencia del proceso de secado. Se analizó el contenido de vitamina C en la fruta de pan fresca y deshidratada a tres temperaturas (60, 70, 80°C), por cromatografía líquida de alta resolución (CLAR). La concentración de vitamina C en la fruta de pan fresca en base seca fue 17,91 mg/100g y en los deshidratados de 60, 70 y 80°C fue de 9.18 mg/100g, 9,39 mg/100g y 7,28 mg/100g respectivamente, con un porcentaje de pérdida de vitamina C en los deshidratados de 48,73%, 47,57%, y 59,35%, respectivamente. Se analizó el promedio del contenido de vitamina C con ANOVA, observándose diferencias entre los tratamientos, lo que refleja que cada proceso es independiente con excepción de los deshidratados a 60 y 70°C. Los resultados indican que a mayor tiempo y temperatura de secado, mayor pérdida de vitamina C, demostrando que la temperatura óptima de secado es a 70°C. Según el análisis proximal la harina contiene mayor valor nutricional, debido a la concentración de solutos durante el proceso de secado. Los resultados obtenidos pueden servir de base para la producción de harina a nivel industrial, con lo cual se lograría incluir en la dieta diaria aportando un alto valor nutricional a los consumidores.

SUMMARY

The objective was to prepare and to evaluate the nutritious value of the dehydrated bread fruit flour to an optimum temperature of dried, using a dryer of trays, to determine this was established the concentration of vitamin C as indicator of efficiency of the process of dried

It valued the content of vitamin C in the fruit of fresh bread and dehydrated to three temperatures (60, 70, 80 °C), by chromatography liquid of highly resolution (CLAR).

The concentration of vitamin C in the fresh fruit of bread in dry base was 17,91 mg / 100 g and in dehydrated of 60, 70 and 80°C was 9,18 mg / 100 g, 9,39 mg / 100 g and 7,28 mg / 100 g respectively, with a percentage of loss of vitamin C in dehydrated of 48,73 %, 47,57 % and 59,35 %, respectively.

The average of the content of vitamin C was analyzed with ANOVA, being observed differences among the processing, what reflects that each process is independent with exception of dehydrated to 60 and 70 ° C.

The results indicate that to major time and temperature of dried, major loss of vitamin C, demonstrating that the ideal temperature of dried is to 70°C.

According to the analysis proximal the flour contains major nutritional value, due to the concentration of solutes during the process of dried.

The obtained results can serve as base for the production of flour at industrial level, with which it would be achieved to include in the daily diet contributing a high nutritional value to the consumers.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

1. **ALIMENTACIÓN SANA.** Elaboración de harina.
www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/ Chef/harina.htm - 25k
2010/05/17
2. **ALIMENTOS BALANCEADOS**
www.monografias.com/trabajos/alimentos/alimentos.shtml
2009/04/15
3. **ALVAREZ, B. UN RENTABLE NEGOCIO.** Industria Alimenticia (México).
Volumen. 16. (Nº 5) pp. 38-40. 2005
4. **ALVARADO, J.** Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos. Ambato-Ecuador, Editorial Radio Comunicaciones, 1996. Pp.420, 421-434,501-507.
5. **ANÁLISIS DE VARIANZA**
estadistica7inferencial.blogspot.com/2009/06/analisis-de-varianza-anova.htm
2010/07/09
6. **ARANGO, G** Estudio Químico Analítico de los Frutos del Árbol del Pan (tesis) (Ing. Quím). Antioquía. Colombia. Universidad de Antioquía, Facultad de Química. 1977. Pp 5, 6.
7. **ÁRBOL DE FRUTA DE PAN**
Hp\Pictures\Árbol del pan, Fruta de pan, Arbopán - Artocarpus altilis.mht
2008/07/08
8. **ARGUETA, A.** “Determinación de la aceptabilidad de galletas para niños en edad escolar elaboradas a partir de harina de semilla de pan (*Artocarpus altilis*) en el municipio de San Lorenzo del departamento de Suchitepéquez”. (Proyecto). San Lorenzo - Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2008. 51p.

9. **ARTOCARPUS ALTILIS**

C:\Users\Hp\Pictures\Artocarpus altilis - Wikipedia, la enciclopedia libre.mht
2009/08/11

10. **ASTIASARAN, I.** Alimentos composición y propiedades. 2. ed. Madrid, 2005.
pp.135-151.

11. **BARBOSA, G.** Deshidratación de Alimentos. Zaragoza- España, Acribia, 2003. pp
1-6; 27-35; 89-100; 267, 268.

12. **BRAVERMAN, A.** Introducción a la bioquímica de los alimentos de J.B.S.
México D.F, El Manual Moderno, S.A, 1980. pp.39

13. **BRENNAN, J.** Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. 2. ed. Zaragoza
-España, Acribia. pp.318-352.

14. **CALIDAD MICROBIANA.** Hongos.

www.calidadmicrobiologica.com/index.php?option=com_content&task=view&id=4&Itemid=16
2010/06/12

15. **CASTILLO, J.** CONSERVACION DE ALIMENTOS

http://www.monografias.com/trabajos15/congelacion-alimentos/congelacion-alimentos.
2009/04/19

16. **CORALIA, S.** Producción sostenible de carne de ovinos a partir de la harina del fruto y la hoja del árbol del pan (*Artocarpus altilis*). (Tesis). (Ing. Agro). Habana- Cuba. Universitario de Guantánamo, Facultad Agroforestal. 2007, pp. 10-15.

17. **CURVAS DE DESHIDRATACIÓN**

http://www.olericultura.com
2008/08/23

18. **CROMATOGRFÍA**

www.textoscientificos.com/quimica/cromatografia
2007/01/17

19. **CHARLEY, H.** Preparación de alimentos. Alimento Seguros. (México). Volumen 1. (Nº9). pp. 10-13. 1990.

20. **CHEFTEL, H.** Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Tomo I. México, Acribia, 1976. pp 30-31,37-38
21. **CHEFTEL, H.** Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Tomo II, México, Acribia, 1977. pp 202-236
22. **CHIRINOS, C.** Elaboración de Galletas Utilizando Harinas Sucedáneas obtenidas con productos de la región. Revista Amazónica de Investigación. Volumen 1 (Nº3) p. 43-48. 2001.
23. **DELGADO, H.** Tabla de composición de alimentos de Centro América.
www.tabladealimentos.org
2001
24. **DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS**
www.alimentosnet.com.ar/trabajos/Itza/deshidratacion.doc
2007/12/08
25. **DESHIDRATRACIÓN DE LOS ALIMENTOS**
www.alimentacionsana.com.ar/Informaciones/novedades/conservacion.
2009/02/17
26. **DESROSIER, N.** Elementos de Tecnología de Alimentos. 8 ed. México, 1991. pp 137-143.
27. **EARLE, R.** Ingeniería de los Alimentos las Operaciones Básicas Aplicadas a la Tecnología de los Alimentos. España, Acribia, 1979. pp 450-452.
28. **ECUADOR CUARTO EN DESNUTRICION EN AMERICA LATINA**
[Documents\Ecuador, 4º en desnutrición en A Latina - ENE 23, 2009 - Salud - Vida - EL UNIVERSO.mht](#)
2009/01/23
29. **ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO**
es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico
2007/10/07
30. **FAO; DESNUTRICION SUPERA LOS MIL MILLONES DE PERSONAS**
C:\Users\Hp\Documents\FAO Desnutrición supera los mil millones de personas - JUN_ 19, 2009 - Salud - Vida - EL UNIVERSO.mht
2009/06/19

31. **FELLOWS, P.** Tecnología del Procesado de los Alimentos Principios y Prácticas. España, Editorial Acribia, 2004. pp. 22-30.
32. **FISHER, H.** Análisis Moderno de los Alimentos. México, Editorial Acribia, 1999. pp. 30-40.
33. **FITO, P.** y otros. Introducción al Secado de Alimentos por Aire Caliente. Valencia, Editorial de la UPV, 2001. 211p.
34. **FUSTERO, S.** DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS (AD-9)
www.conquismania.cl/especial/word/deshidrataciondealimentos.doc
2008/01/08
35. **FRUTA DE PAN**
www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/frutadepan.html
2009/05/09
36. **GALLEGOS, J.** Técnicas de Laboratorio de Microbiología. Xerox. Riobamba-Ecuador. pp.40
37. **GARCIA, Z.** Platos de fruta de pan.
<C:\Users\Hp\Pictures\Blog de Zulmy julio 2007.mht>
2009/05/06
38. **GUÍA DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS POR DESHIDRATACIÓN**
www.alimentosnet.com.ar/trabajos/Itza/deshidratacion.doc
20071204
39. **HARINAS**
www.lagastroteca.com
2009/05/17
40. **HERNANDEZ, F.** Propiedades nutritivas y curativas del árbol de pan. Morelos.
www.tlahui.com/medic/medic27/yaca.htm
2008/10/03
41. **INCAP.** Análisis sensorial herramienta básica en el control de calidad de productos alimenticios. Guatemala, 2001.
42. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Harinas de origen Vegetal. Determinación de la Acidez titulable. NTE 0521:81.
43. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Harinas de origen Vegetal. Determinación de Ceniza. NTE 0520:81.

44. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Harinas de origen Vegetal. Determinación de Fibra Cruda. NTE 0522:81.
45. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Harinas de origen Vegetal. Determinación de Grasa. NTE 0523:81.
46. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Harinas de origen Vegetal. Determinación de la Proteína. NTE 0519:81.
47. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Harinas de origen Vegetal. Muestreo. NTE 0617:81.
48. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Harinas de origen Vegetal. Determinación del Tamaño de Partículas. NTE 0517:81.
49. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Determinación de la Humedad. NTE 382.
50. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Determinación del pH. NTE 389.
51. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Control Microbiológico de los Alimentos Mohos y Levaduras viables recuento en placa por siembra en profundidad. NTE 1529-10:98.
52. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Control Microbiológico de los Alimentos Mohos y Levaduras viables Detección. NTE 1529-11:98.
53. **JARDIN BOTANICO SAN FRANCISCO**
www.jardinbotanicomoyobamba.com-fotos-frutos-pan-de-arbol.jpg.mht
2009/06/04
54. **JUÁREZ, E. FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA.**
www.hola.com/gastronomia/nutricion/2005/08/03/12539_la_mora.html
2008/02/18
55. **KIRK, R.** Composición y análisis de Alimentos de Pearson. 2. ed. México, Editorial Continental, S.A. de C.V, 1999. pp 284-290-296.
56. **LAS PRUEBAS ESTADÍSTICAS.**
scientific-european-federation-osteopaths.org/es/prueba-estadisticas
2010/08/12

57. LA RADIACIÓN INFRARROJA APLICADA A LA DESHIDRATACIÓN

dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=89621

2000/12/19

58. **LEÓN, J. Viteri, P. Cevallos, G.** Manual de cultivo. Cultivos. (Quito-Ecuador).

Volumen 2. (Nº61). pp1-14,45. 2004.

59. **LEONI, C.** Alimentos Deshidratados, Un Rentable Negocio. Industria Alimentaria.

(México). Volumen 16. (Nº 13). pp38-40. 2005

60. LEVADURAS

alezamora.galeon.com/aficiones1893538.html

2010/04/17

61. **LUCERO, O.** Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos.

Xerox, Riobamba-Ecuador. 2005. 74 p.

62. **MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS.** Centro de estudios de la energía solar.

www.espectrometria.com/mtodos_espectromtricos

2010/05/18

63. **MORET, J.** Vitamina C: Influencia que ejerce en la cicatrización y alteraciones de la cavidad bucal. Caracas, 1999. pp. 25-26.

64. **NICKERSON, J. SINSKEY, J.** Microbiología de los Alimentos y sus procesos de Elaboración. España, Acribia, 2000. pp 66-77

65. **OJEDA, R.** Inhibición de la actividad de α -amilasa y α -glucosidasa a partir de los extractos totales de *Justicia colorata* (Nees) *Wassh* (Insulina), *Artocarpus altilis* (Parkinson) *Fosberg* (Fruto del pan) y *Adiantum poiretti* Wikstr (Culantrillo). (Tesis) (Ing. Quím). Loja- Ecuador. Universidad Particular de Loja, Facultad de Química, 2008. pp. 13-17.

66. **PARROTTA, J.** *Artocarpus altilis* (S. park.)Fosb.

www.fs.fed.us/global/iitf/Artocarpusaltilis.pdf

2010/02/16

67. PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN

www.fao.org/docrep/006/Y4532S/y4532s05.htm

20090518

68. **PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS.**

www.monografias.com/trabajos68/proceso-deshidratacion-frutas/proceso-deshidratacion-frutas.shtml

2002/09/23

69. **PROCESO DE OBTENCIÓN DE PRODUCTOS DESHIDRATADOS**

www.monografias.com/trabajos15/deshidratacion/deshidratacion.shtml

2000/02/27

70. **PROCESO DE SECADO**

catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/martinez_c_j/capitulo5.pdf

2010/06/15

71. **RINCON, A. RACHED, L.** Efecto de la Acetilación y Oxidación sobre algunas propiedades del Almidón de semillas de Fruto de pan.

scielo.org.ve/scielo.php?pid=S000406222007000300012&script=sci_arttext

2010/02/25

72. **ROBERT C.WILEY.** Frutas y Hortalizas Minimamente Procesadas y Refrigeradas.

México, Editorial Acribia,S.A, 1997. pp.313

73. **SALAMANCA, G.** Análisis sensorial.

www.beekeeping.com/articulos/salamanca/analisis_sensorial_mieles.doc

2010/04/17

74. **SANCHEZ, G.** Desnutrición.

www.monografias.com/trabajos15/desnutricion/desnutricion.shtml

2009/07/12

75. **SECADO.** Farmacotecnia. Universidad de Antioquia.

docencia.udea.edu.co/qf/farmacotecnia/06/06_equipos.html

2010/03/20

76. **SISA, J.** Árbol del Pan.

www.ecoaldea.com/plmd/arbol_pan.htm

2004

77. **SUAREZ, D.** Guía de procesos para la Elaboración de Harinas, almidones, hojuelas deshidratadas y compotas. Bogotá, Convenio Andrés Bello, 2003. 60p.

78. **TECANTE, A.** SECADO.

depa.fquim.unam.mx/albertotecante/Secado.pdf

2010/07/12

79. **VITAMINA C**

www.nutrinfo.com/pagina/info/vitc0.html

2008/03/12

80. **VITAMINA C**

www.dietas.com/articulos/vitamina-c.asp

2010/05/20

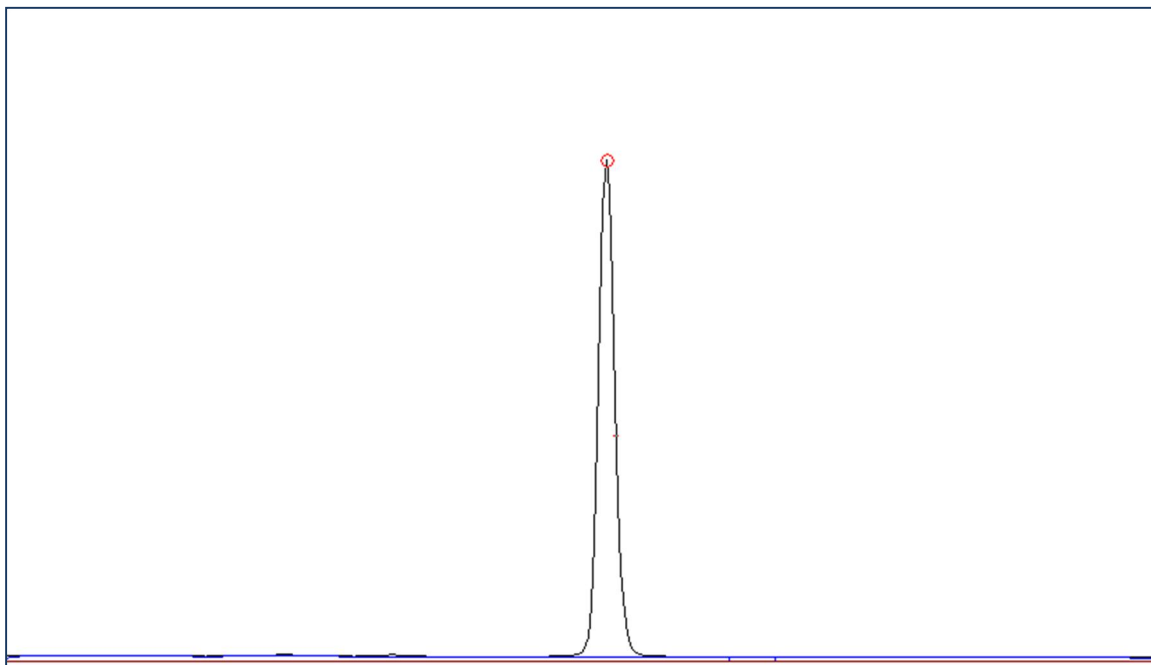
ANEXOS

ANEXO N°1 Determinación de pH

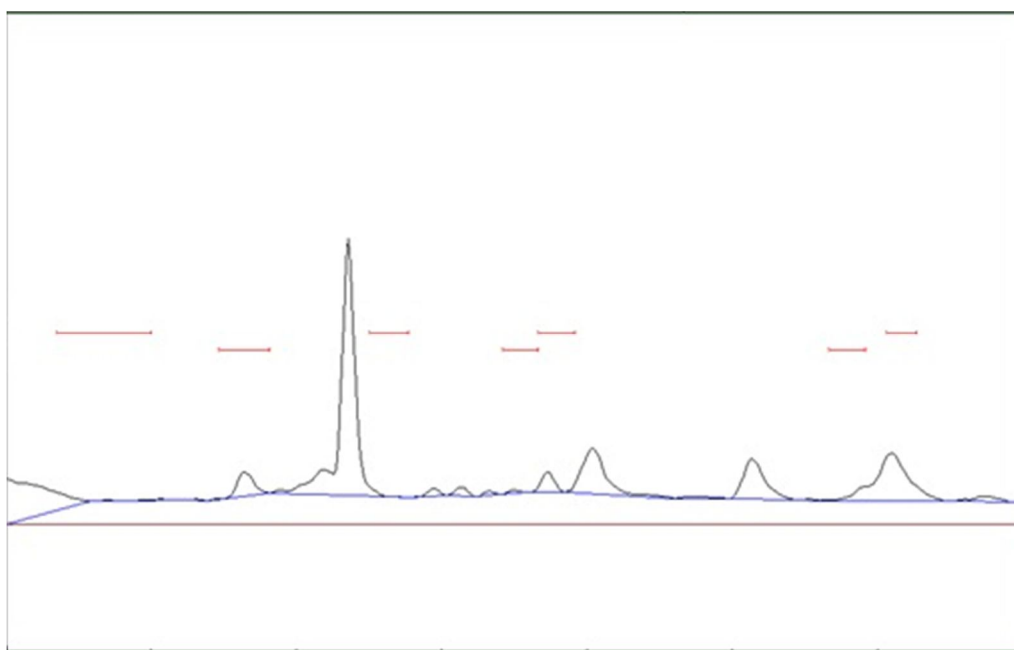
NTE INEN 389.

- Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) con agitación.
- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10g la muestra preparada, añadir 100mL de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitarla suavemente.
- Si existen partículas en suspensión, dejar en reposos el recipiente para que el líquido se decante.
- Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro, en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente, ni las partículas sólidas.

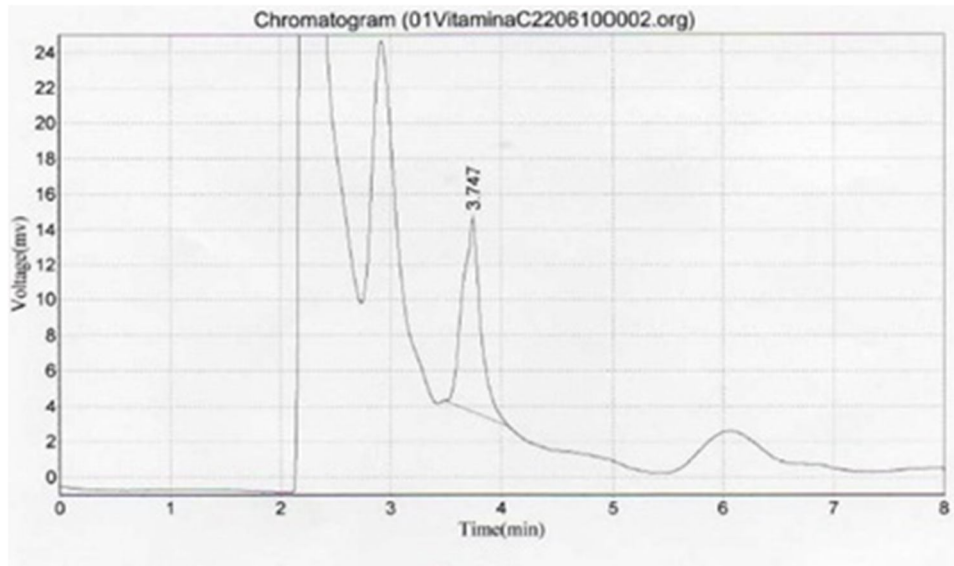
ANEXO N°2 Cromatograma del estándar de Vitamina C



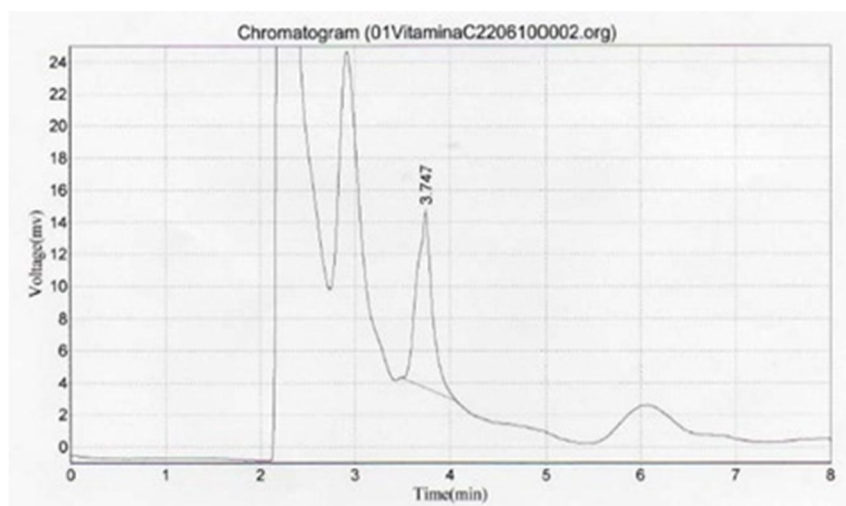
ANEXO N°3 Cromatograma de la fruta de pan fresca de Vitamina C



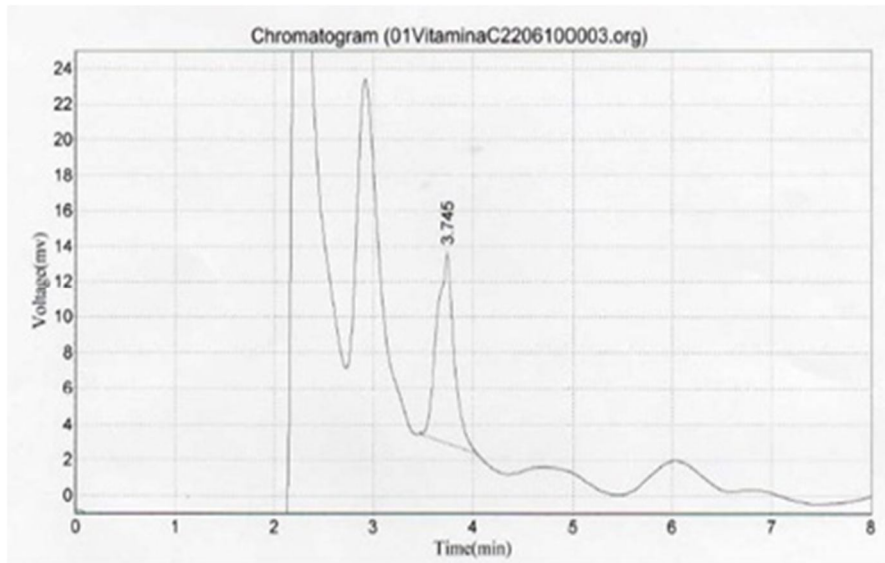
ANEXO 4 Cromatograma de vitamina C de la fruta de pan deshidratada a 60°C



ANEXO N° 5 Cromatograma de vitamina C de la fruta de pan deshidratada a 70°C



ANEXO N° 6 Cromatograma de vitamina C de la fruta de pan deshidratada a 80°C



ANEXO N° 7 Determinación de la cantidad de microorganismos Mohos y Levaduras.

Recuento en placa por siembra en profundidad.

NTE No. 1529-10:1998

- Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear por duplicado alícuotas de 1mL de cada una de las disoluciones decimales en la placa petri adecuadamente identificadas.
- Iniciar por la disolución menos concentrada.
- Inmediatamente verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20mL de Saboraud dextrosa fundida y templada a $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$. la adición del cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.
- Delicadamente mezclar el inóculo de siembra en el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén 5 veces en una dirección, hacer girar 5 veces en sentido de las agujas del reloj, volver a imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar 5 veces en sentido contrario de las agujas del reloj.
- Dejar las placas en reposo hasta que solidifique el agar.
- Invertir las placas e incubarlas entre 22 y 25°C por 5 días.
- Examinar a los 2 días y comprobar si se ha formado o no micelio aéreo.

**ANEXO N° 8 FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN.
SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA FRUTA DE PAN EN RODAJAS**



DESHIDRATACIÓN EN SECADOR DE BANDEJAS



HOJUELAS DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADAS Y EMPACADAS AL VACIO



ANEXOS N° 9 FOTOGRAFÍAS DEL ANÁLISIS DE VITAMINA C.

HPLC



ANEXO N° 10 FOTOGRAFÍAS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL DESHIDRATADO.



DESMUESTRE



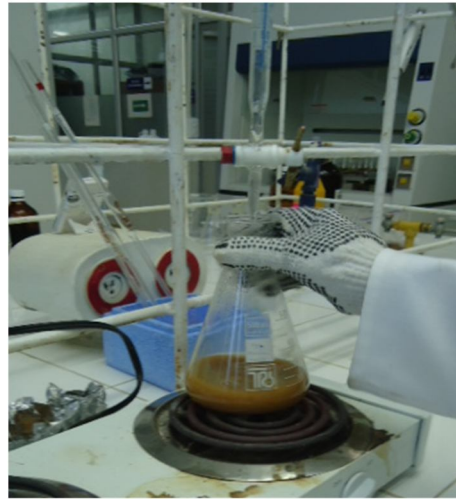
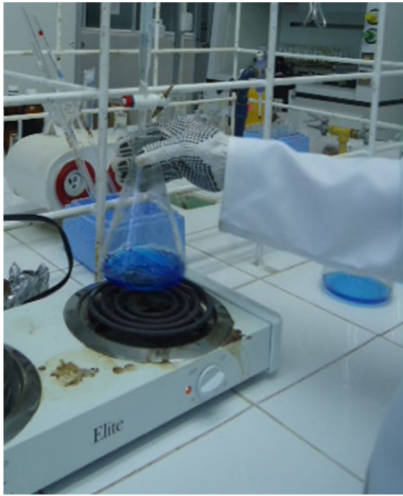
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD



DETERMINACIÓN DE CENIZAS



DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA



DETERMINACIÓN DE AZÚCARES



DETERMINACIÓN DE FIBRA



DETERMINACIÓN DE GRASA



DETERMINACIÓN DE MINERALES

**ANEXO N° 11 MODELO DE FICHA DEL GRADO DE ACEPTACIÓN PARA LA
HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS**

TIPO: Preferencial

METODO: Grado de Satisfacción

PRODUCTO: Harina de Fruta de pan

**FAVOR SIRVASE DEGUSTAR LA SIGUIENTE HARINA Y CALIFICAR BAJO LOS SIGUIENTES
PARAMETROS.**

Marque una opción de cada parámetro (olor, color, sabor) con una X

DESCRIPCION	COLOR	OLOR	SABOR
ME GUSTA
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA
ME DISGUSTA

COMENTARIOS:

.....
.....

ANEXO N° 12 MODELO DE FICHA DEL GRADO DE ACEPTACIÓN PARA LA GALLETA “A” DE HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

TIPO: Preferencial

METODO: Grado de Satisfacción

PRODUCTO: GALLETA DE FRUTA DE PAN “A”

FAVOR SIRVASE DEGUSTAR LA SIGUIENTE GALLETA Y CALIFICAR BAJO LOS SIGUIENTES PARAMETROS.

Marque una opción de cada parámetro (olor, color, sabor, textura) con una X

DESCRIPCION	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
ME GUSTA
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA
ME DISGUSTA

COMENTARIOS:

.....
.....

ANEXO N° 13 MODELO DE FICHA DEL GRADO DE ACEPTACIÓN PARA LA GALLETA “B” DE HARINA DE FRUTA DE PAN DESHIDRATADA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

TIPO: Preferencial

METODO: Grado de Satisfacción

PRODUCTO: GALLETA DE FRUTA DE PAN “B”

FAVOR SIRVASE DEGUSTAR LA SIGUIENTE GALLETA Y CALIFICAR BAJO LOS SIGUIENTES PARAMETROS.

Marque una opción de cada parámetro (olor, color, sabor, textura) con una X

DESCRIPCION	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
ME GUSTA
NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA
ME DISGUSTA

COMENTARIOS:

.....
.....

ANEXO N° 14 MODELO DE FICHA DEL GRADO DE ACEPTACIÓN PARA LA GALLETA “A” Y “B” EN NIÑOS.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS**

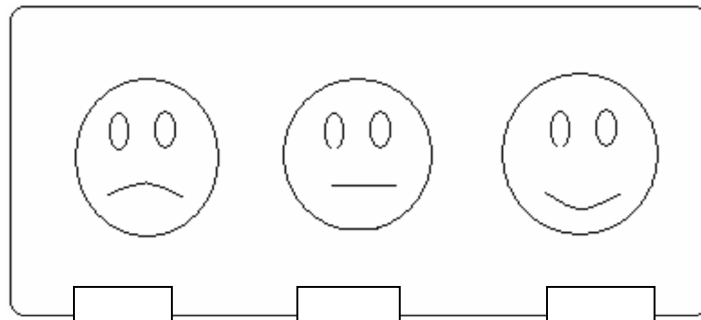
TIPO: Preferencial

METODO: Grado de Satisfacción

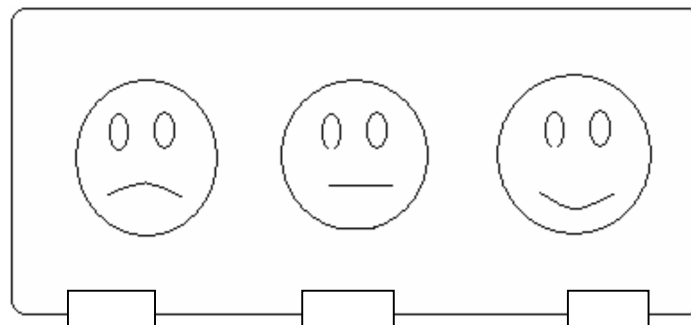
PRODUCTO: GALLETAS DE FRUTA DE PAN “A” y “B”

Instrucciones: Pruebe las dos galletas que tiene enfrente, luego diga si le gusto o no cada galleta y marque con una X la carita que sea según su respuesta.

Galleta “A”



Galleta “B”



ANEXO N° 15 FOTOGRAFÍAS DE LA APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS DE LA ACEPTABILIDAD DE LA HARINA DE FRUTA DE PAN Y DE LAS GALLETAS “A” Y “B” A LOS MILITARES DEL DESTACAMENTO DE ARCHIDONA DE LA CUARTA DIVISIÓN DE LA FUERZA TERRESTRE AMAZONAS.



ANEXO N° 16 FOTOGRAFÍAS DE LA APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS DE LA ACEPTABILIDAD DE LAS GALLETAS “A” Y “B” A LOS NIÑOS DE LA COMUNIDAD NUEVO AMANECER PERTENECIENTE AL CANTÓN ARCHIDONA PROVINCIA DE NAPO.

