



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“ELABORACIÓN DE GALLETAS DE SAL ENRIQUECIDAS CON
CLOROFILA”**

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR

JHORKY LUIS ESPIN GARCIA

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres por darme la vida

A mi familia por el apoyo brindado siempre

A mis Amigos por su ayuda y amistad

A mis Tutores y Profesores formadores de mis conocimientos y mi carácter profesional

A la ESPOCH por darme la oportunidad de estudiar y formarme profesionalmente

Y a los futuros Bioquímicos y Politécnicos para que tengan en este trabajo una fuente de consulta para los fines que ellos crean pertinentes y a todo aquel que busque conocimiento entre las páginas de esta tesis que espero que no se olvide sino mas bien sirva de inspiración para futuras investigaciones que contribuyan al desarrollo científico ecuatoriano y mundial.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y un propósito para vivirla.

A mis Padres, Hermanos, Familia y Amigos por brindarme su amor, sinceridad y ayuda durante mi vida, formación profesional y en el desarrollo de esta tesis.

A la ESPOCH y a mis profesores por ser artífices de mi formación académica y científica.

A la Dra. Cumandá Játiva y al Dr. Carlos Pilamunga, Tutora y Colaborador respectivamente de este proyecto, quienes con su apoyo han hecho posible la culminación del presente trabajo.

A todas las personas que colaboraron de cualquier manera para la culminación de este trabajo de investigación.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: **“ELABORACIÓN DE GALLETAS DE SAL ENRIQUECIDAS CON CLOROFILA”**, de responsabilidad del señor egresado Jhorky Luis Espín García, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Yolanda Díaz
DECANA FACULTAD
CIENCIAS

Dr. Luis Guevara
DIRECTOR DE ESCUELA

Dra. Cumandá Játiva
DIRECTORA DE TESIS

Dr. Carlos Pilamunga
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Tlgo. Carlos Rodríguez
DIRECTOR DEL CENTRO
DE DOCUMENTACION

NOTA DE TESIS ESCRITA

Yo, Jhorcky Luis Espín García, 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

JHORKY LUIS ESPÍN GARCÍA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AOAC	Association of Oficial Analytical Chemist
Ab	Absorbancia
°C	Grados Centígrados
cm	Centímetros
FAO	Organización Americana de Alimentos
g	Gramos
h	Hora
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
Kg	Kilogramo
L	Litro
m	Metro
Ms	Masa seca
min	Minutos
mg	Miligramos
mL	Mililitro
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
%	Porcentaje
pH	Potencial de Hidrógeno
p	Promedio
ppm	Partes por millón
t	Tiempo
T	Total
ufc	Unidades formadoras de colonias

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS
ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE CUADROS
ÍNDICE DE GRÁFICOS
ÍNDICE DE FIGURAS
ÍNDICE DE ANEXOS
INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Galletas.....	1
1.1.1 Origen de las galletas.....	3
1.1.2 Tipos de galletas.....	3
1.1.3 Principales materias primas e ingredientes.....	4
1.1.3.1 Harina de trigo.....	4
1.1.3.1.1 Clasificación de la Harina.....	9
1.1.3.1.2 La harina desde el punto de vista del fabricante de galletas.....	11
1.1.3.2 El Azúcar.....	11
1.1.3.3 Las Grasas.....	12
1.1.3.4 La Mantequilla.....	13
1.1.3.5 La Margarina.....	13
1.1.3.6 Huevos.....	13
1.1.3.7 Leche.....	14
1.1.3.8 Levadura.....	14
1.1.3.9 La Sal.....	14
1.1.4 Elaboración de Galletas.....	15
1.1.5 Principales Consumidores.....	15
1.1.6 Valor Nutritivo de las Galletas.....	16
1.1.7 Control de Calidad.....	16
1.1.8 La Galleta como Alimento Funcional.....	18
1.1.9 Proceso de Fabricación de Galletas.....	18
1.1.9.1 Pesaje e Incorporación de Materias Primas.....	19
1.1.9.2 Pesaje.....	20
1.1.9.3 Amasado.....	20
1.1.9.4 Reposo.....	21
1.1.9.5 Formado.....	21
1.1.9.6 Enlatado.....	21
1.1.9.7 Cocción.....	22
1.1.9.8 Enfriado.....	22
1.1.9.9 Envasado.....	22
1.1.9.10 Enfajado.....	23
1.2 Alimentos Nutraceuticos.....	24

1.2.1 Definición.....	24
1.2.2 Características.....	25
1.2.3 Clasificación.....	25
1.2.4 Nutrientes.....	25
1.2.5 Antioxidantes en los Alimentos.....	26
1.3 La Clorofila.....	27
1.3.1 Definición.....	27
1.3.2 Descripción.....	28
1.3.3 Acciones de la clorofila.....	28
1.3.4 Estructura química de la molécula de clorofila.....	28
1.3.5 Localización en las células vegetales.....	30
1.3.6 Espectro de absorción y color.....	30
1.3.7 Tipos de Clorofila.....	31
1.3.8 Ecología.....	33
1.3.9 Propiedades de la clorofila.....	33
1.3.10 La clorofila en la tecnología alimentaria.....	34
1.3.11 Utilización.....	34
1.3.12 Extracción separación y cuantificación de clorofila.....	35
1.3.12.1 Separación por reparto en disolventes inmiscibles.....	36
1.3.12.2 Cromatografía en capa fina.....	37
1.3.12.2.1 Procedimiento.....	38
1.3.13 Cuantificación de clorofila.....	39
1.3.13.1 Obtención del espectro de absorción de la clorofila.....	39
1.3.13.2 Procedimiento.....	40
1.3.13.3 Cálculos.....	40
1.4 La Acelga.....	41
1.4.1 Origen.....	41
1.4.2 Morfología.....	42
1.4.3 Importancia.....	42
1.4.4 Requerimientos Edafoclimáticos.....	43
1.4.5 Material Vegetal.....	43
1.4.6 Valor Nutricional.....	44
1.4.7 Propiedades Medicinales.....	45
1.5 La Espinaca.....	46
1.5.1 Origen.....	46
1.5.2 Morfología.....	46
1.5.3 Requerimientos Edafoclimáticos.....	47
1.5.4 Material Vegetal.....	48
1.5.5 Importancia Económica Distribución Geográfica.....	49
1.5.6 Valor Nutricional.....	49

1.5.7 Propiedades Medicinales.....	50
1.6 La Ortiga.....	52
1.6.1 Origen.....	52
1.6.2 Historia.....	52
1.6.4 Material Vegetal.....	53
1.6.5 Especies.....	53
1.6.6 Principios Activos.....	54
1.6.7 Composición.....	54
1.6.8 Recolección.....	55
1.6.9 Conservación.....	55
1.6.10 Partes Utilizadas.....	56
1.6.11 Propiedades Nutritivas.....	56
1.6.12 Propiedades Medicinales.....	56
1.6.13 Contraindicaciones.....	57
1.6.14 Efectos Secundarios.....	57
1.7 Análisis Proximal y/o Bromatológico.....	57
1.7.1 Determinación de Humedad.....	58
1.7.2 Determinación de Cenizas.....	59
1.7.3 Determinación de Fibra.....	59
1.7.4 Determinación de Proteína.....	60
1.7.5 Extracto Etéreo.....	60
1.7.6 Extracto Libre no Nitrogenado.....	60
1.7.7 pH.....	60
1.7.8 Acidez.....	61
1.8 Métodos Espectrométricos.....	61
1.9 Métodos Cromatográficos.....	62
1.10 Evaluación Sensorial.....	62
1.10.1 Atributos Sensoriales.....	63
1.10.1.1 Gusto y Sabor.....	63
1.10.1.2 Textura.....	63
1.10.1.3 Aroma y Olor.....	63
1.10.1.4 Color y Apariencia.....	64
1.11 Análisis Microbiológico.....	64
1.11.1 Levaduras y Mohos.....	65
1.11.2 Aerobios Mesófilos.....	66
2. PARTE EXPERIMENTAL.....	67
2.1 Lugar de Realización.....	67
2.2 Materiales, Equipos y Reactivos.....	67
2.2.1 Materia Prima.....	67
2.2.2 Equipos.....	68
2.2.3 Materiales.....	68

2.2.4 Reactivos.....	69
2.2.5 Medios de cultivo.....	70
2.3 Técnicas.....	70
2.3.1 Elaboración de las Galletas de sal con clorofila.....	70
2.3.1.1 Ingredientes.....	70
2.3.1.2 Preparación.....	71
2.3.1.3 Datos Importantes.....	71
2.3.2 Adición de la clorofila a la masa de las galletas.....	71
2.3.3 Extracción y Caracterización de Clorofila en hojas de Espinaca.....	72
2.3.4 Cálculo de la concentración de clorofila en las hojas de Espinaca y en las Galletas de sal con clorofila.....	73
2.3.5 Pruebas de Aceptación.....	74
2.3.5.1 Test de degustación y evaluación sensorial para la elección del vegetal fuente de clorofila.....	74
2.3.5.2 Test de degustación y evaluación sensorial para la elección del porcentaje de clorofila en la galleta.....	75
2.3.6 Análisis Bromatológico de las galletas.....	76
2.3.6.1 Determinación de Humedad y Materia Seca.....	76
2.3.6.2 Determinación de Cenizas.....	77
2.3.6.3 Determinación de Fibra.....	78
2.3.6.4 Determinación de Proteína.....	81
2.3.6.5 Determinación de Extracto Etéreo.....	83
2.3.6.6 Calculo del Extracto libre no Nitrogenado.....	84
2.3.6.7 Determinación de pH.....	84
2.3.7 Análisis microbiológico de la galleta testigo y de las galletas de sal con Clorofila.....	84
2.3.7.1 Determinación de Hongos.....	84
2.3.7.2 Determinación de Microorganismos Aerobios mesófilos.....	84
2.3.8 Análisis Estadístico.....	84
3. RESULTADOS.....	85
3.1 Pruebas de Aceptación.....	85
3.1.1 Test de Degustación.....	85
3.1.2 Tabulación de Test de Degustación.....	85
3.1.2.1 Ensayo # 1: Ensayo para la elección del vegetal fuente de clorofila.....	85
3.1.2.1.1 Resultados y Gráficos del Ensayo # 1.....	86
3.1.2.2 Ensayo # 2: Ensayo para la elección del porcentaje de clorofila.....	91
3.1.2.2.1 Resultados y Gráficos del Ensayo # 2.....	93
3.2. Análisis Bromatológico de la galleta con clorofila.....	96
3.2.1 Determinación de Proteína.....	96
3.2.2 Determinación de Extracto Etéreo o Grasa.....	97

3.2.3 Determinación de Humedad.....	98
3.2.4 Determinación de Cenizas.....	99
3.2.5 Determinación de Fibra.....	100
3.2.6 Determinación de Extracto Libre no Nitrogenado.....	101
3.2.7 Determinación de pH.....	102
3.3 Análisis Microbiológico o de Calidad Sanitaria de la Galleta de sal con Clorofila.....	103
3.4 Concentración de clorofila en la Galleta de sal con clorofila.....	105
3.4.1 Formulas.....	106
3.4.2 Calculo de la Concentración de Clorofila a, b y total en hojas de Espinaca....	106
3.4.2.1 Proceso de Dilución para el cálculo de la concentración de Clorofila a, b y total en hojas de Espinaca.....	107
3.4.2.2 Calculo de la Concentración de Clorofila presente en la Galleta de sal con clorofila.....	109
3.4.2.3 Resultados y Gráficos del Cálculo de la Concentración de Clorofila presente en la Galleta de sal.....	110
CONCLUSIONES.	115
RECOMENDACIONES	117
RESUMEN	118
SUMMARY	119
BIBLIOGRAFÍA	120
BIBLIOGRAFÍA DE LIBROS, TESIS	120
BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET	122
ANEXOS	128

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Resultados de la prueba de degustación para la elección del vegetal fuente de clorofila, en la galleta de sal con 30% de Acelga.....	86
CUADRO No.2	Resultados de la prueba de degustación para la elección del vegetal fuente de clorofila, en la galleta de sal con 30% de Espinaca.....	88
CUADRO No. 3	Resultados de la prueba de degustación para la elección del vegetal fuente de clorofila, en la galleta de sal con 30% de Ortiga.....	89
CUADRO No. 4	Resultados de la prueba de degustación para las galletas de sal con clorofila, a tres porcentajes de cada vegetal.....	93
CUADRO No. 5	Resultados de la prueba de degustación para la elección del porcentaje de clorofila en las galletas de sal a tres porcentajes de cada vegetal, tomando en cuenta la característica de Sabor.....	95
CUADRO No. 6	Resultados del análisis bromatológico de la galleta con clorofila y de la galleta testigo.....	96
CUADRO No. 7	Resultados del análisis microbiológico de la galleta con clorofila, mostrando el contenido promedio de hongos (mohos y levaduras) en las muestras estudiadas.....	103
CUADRO No. 8	Resultados del análisis microbiológico de la galleta con clorofila, mostrando el contenido promedio de aerobios mesófilos (mohos y levaduras) en las muestras estudiadas.....	104
CUADRO No. 9	Resultados del cálculo de clorofila a, b y total en cada una de las tres diluciones sucesivas de hojas de Espinaca.....	107
CUADRO No. 10	Resultados y diferencia entre la concentración de clorofilas a, b y total, presentes en la galleta elegida por el panel de degustación y la concentración de las mismas en las hojas de Espinaca.....	110
CUADRO No. 11	Resultados y diferencia entre la concentración de clorofilas a, b y total, presentes en la galleta elegida por el panel de degustación y la concentración de las mismas en la tercera dilución de hojas de Espinaca.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1 Sustancias de Fortificación de la Harina de Trigo.....	7
TABLA No. 2 Requisitos Físico – Químicos de la Harina de Trigo.....	7
TABLA No. 3 Composición de la Harina de Trigo por cada 100 g.....	8
TABLA No. 4 Especificaciones de Azúcar Blanco Cristalizado.....	12
TABLA No. 5 Tipos de clorofilas, formulas y distribución en la naturaleza.....	31
TABLA No. 6 Valor Nutricional de la Acelga.....	44
TABLA No. 7 Composición Nutritiva de la Espinaca.....	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Resultados de la prueba de degustación para la elección del vegetal fuente de clorofila en la galleta de sal con el 30% de acelga para aspecto.....	87
GRÁFICO No. 2	Resultados de la prueba de degustación para la elección del vegetal fuente de clorofila en la galleta de sal con el 30% de acelga para sabor.....	87
GRÁFICO No. 3	Resultados de la prueba de degustación para la elección del vegetal fuente de clorofila en la galleta de sal con el 30% de espinaca para aspecto.....	88
GRÁFICO No. 4	Resultados de la prueba de degustación para la elección del vegetal fuente de clorofila en la galleta de sal con el 30% de espinaca para sabor.....	88
GRÁFICO No. 5	Resultados de la prueba de degustación para la elección del vegetal fuente de clorofila en la galleta de sal con el 30% de ortiga para aspecto.....	89
GRÁFICO No. 6	Resultados de la prueba de degustación para la elección del vegetal fuente de clorofila en la galleta de sal con el 30% de ortiga para sabor.....	90
GRÁFICO No. 7	Resultados de la prueba de degustación para la elección del porcentaje de vegetal fuente de clorofila en la galleta de sal.....	94
GRÁFICO No. 8	Resultados de la prueba de degustación para la elección del porcentaje de clorofila en las galletas de sal, a tres porcentajes de cada vegetal, tomando en cuenta la característica de sabor.....	95
GRÁFICO No. 9	Relación del contenido de proteína en la galleta de sal con clorofila con el de la galleta testigo y las referencias del INEN y la FAO.....	96

GRÁFICO No. 10 Relación del contenido de extracto etéreo o grasa en la galleta de sal con clorofila con el de la galleta testigo y la referencia de la FAO.....	97
GRÁFICO No. 11 Relación del contenido de humedad en la galleta de sal con clorofila con el de la galleta testigo y las referencias del INEN y la FAO.....	98
GRÁFICO No. 12 Relación del contenido de cenizas presentes en la galleta de sal con clorofila con el de la galleta testigo y la referencia de la FAO.....	99
GRÁFICO No. 13 Relación del contenido de fibra presente en la galleta de sal con clorofila con el de la galleta testigo y la referencia de la Tabla de Composición de los Alimentos de Costa Rica.....	100
GRÁFICO No. 14 Relación del contenido de extracto libre no nitrogenado presente en la galleta de sal con clorofila con el de la galleta testigo y la referencia de la FAO.....	101
GRÁFICO No. 15 Relación de pH de la galleta de sal con clorofila con el de la galleta testigo y las referencias bibliográficas.....	102
GRÁFICO No. 16 Relación del contenido de levaduras y mohos en la galleta de sal con clorofila con el de la galleta testigo.....	103
GRÁFICO No. 17 Relación del contenido de aerobios mesófilos en la galleta de sal con clorofila con el de la galleta testigo.....	104
GRÁFICO No. 18 Curvas de Absorbancia vs. Concentración de clorofila a y clorofila b de hojas de espinaca en tres diluciones sucesivas de 10 ml/25 ml cada una.....	107
GRÁFICO No. 19 Curvas de factor de dilución vs. Concentración de clorofila a y clorofila b de hojas de espinaca en tres diluciones sucesivas de 10 ml/25 ml cada una.	108
GRÁFICO No. 20 Curva de Absorbancia vs. Concentración de clorofila total de hojas de espinaca en tres diluciones sucesivas de 10 ml/25 ml cada una.....	108

GRÁFICO No. 21 Curva de Factor de Dilución vs. Concentración de clorofila total de hojas de espinaca en tres diluciones sucesivas de 10 ml/25 ml cada una.....	109
GRÁFICO No. 22 Relación entre la concentración de clorofilas a, b y total de hojas de espinaca pura (sin dilución) y el porcentaje de diferencia de concentración de clorofila a, b y total encontrada en la galleta de sal con clorofila.....	111
GRÁFICO No. 23 Relación entre la concentración de clorofilas a, b y total de hojas de espinaca pura (sin dilución) y la concentración de clorofila a, b y total encontrada en la galleta de sal con clorofila.	112
GRÁFICO No. 24 Relación entre la concentración de clorofilas a, b y total de hojas de espinaca en la tercera dilución y el porcentaje de diferencia de concentración de clorofila a, b y total encontrada en la galleta de sal con clorofila.....	113
GRÁFICO No. 25 Relación entre la concentración de clorofilas a, b y total de hojas de espinaca en la tercera dilución y la concentración de clorofila a, b y total encontrada en la galleta de sal con clorofila.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1 Diagrama de flujo de la fabricación de galletas.....	19
FIGURA No. 2 Fórmulas estructurales de las clorofilas a, b, c1, c2, y d.....	29
FIGURA No. 3 Espectrograma de clorofila a y b.....	30
FIGURA No. 4 Gradiente de polaridad de los pigmentos vegetales presentes en las hojas de espinaca.....	35
FIGURA No. 5 Separación de clorofila a y b en un embudo de separación.....	36
FIGURA No. 6 Separación de clorofilas c y d en un embudo de separación.....	37
FIGURA No. 7 Ilustración de la realización de la cromatografía en capa fina.....	38
FIGURA No. 8 Ilustración de una placa cromatográfica de la cromatografía en capa fina de las hojas de espinaca.....	73

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1 Determinación de pH NTE INEN 389.....	145
ANEXO No. 2 Determinación de la cantidad de microorganismos mohos y levaduras. Método de recuento: siembra por extensión en superficie.....	146
ANEXO No. 3 Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Método de recuento: siembra en placas petrifilm.....	147
ANEXO No. 4 Modelo de la ficha para encuesta de evaluación sensorial en el Ensayo 1.....	148
ANEXO No. 5 Modelo de la ficha para encuesta de evaluación sensorial en el Ensayo 2.....	149
ANEXO No. 6 Ingredientes y elaboración de galletas testigo.....	150
ANEXO No. 7 Características del horno.....	151
ANEXO No. 8 Tabla de Composición de Alimentos de América latina de la FAO...	152
ANEXO No. 9 Tabla de Composición de Alimentos de Costa Rica (Fragmento).....	153
ANEXO No. 10 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2085, Galletas Requisitos.....	155
ANEXO No. 11 Fotografías.....	163

INTRODUCCIÓN

La industrialización alimenticia en el Ecuador, crece a gran escala produciendo nuevos y llamativos productos que de una u otra manera intentan satisfacer las necesidades de un consumidor exigente que tiene la oportunidad de elegir de entre una gran variedad de productos.

Los niños comprenden uno de los ejes importantes y de mayor vulnerabilidad que han impulsado el desarrollo de innumerables y novedosos productos alimenticios que ha mas de satisfacer la curiosidad de los infantes los nutren y juegan un papel importante en su desarrollo y crecimiento. Existen varios alimentos que son consumidos masivamente por los menores, siendo uno de los principales las galletas en sus diferentes presentaciones y en una gran variedad de sabores.

En la actualidad nos podemos dar cuenta del gran surtido de galletas que se ofertan en el mercado producidas por grandes fabricas galleteras que por incrementar sus ganancias ofertan productos novedosos obtenidos por adición de los llamados aditivos alimentarios. La clorofila es el metabolito de todos los vegetales, su efecto nutracéutico en la salud humana esta determinado por sus propiedades estimulantes, depurativas y posiblemente anticancerígenas, pero la costumbre actual de consumir grasas, almidones y productos light han dejado a un lado la ingestión de vegetales en la dieta diaria esta es la razón fundamental para elaborar Galletas de sal enriquecidas con clorofila.

Además las galletas de sal elaboradas con harina de trigo son alimentos que poseen buen contenido nutricional, junto con su factibilidad de elaboración, consumo y relativa durabilidad, las hacen alimentos ideales para ser enriquecidas con clorofila y así combinar las propiedades nutricionales de las galletas con la funcionalidad de la clorofila y sus beneficios.

Los objetivos de la investigación fueron: Elaborar galletas de sal enriquecidas con clorofila, Determinar por degustación cual de los vegetales (ortiga, acelga y espinaca) es favorablemente aceptado en las galletas de sal enriquecidas con clorofila, Con el vegetal seleccionado determinar el porcentaje de vegetal aceptado en las galletas por degustación de las mismas y Realizar el control de calidad de las galletas de sal enriquecidas con clorofila. Y la presente investigación se llevó a cabo en los siguientes lugares: Laboratorio de Bioquímica y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, Laboratorio de Farmacología, Química Farmacéutica y Farmacognosia de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, Laboratorio de Química Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH y en las instalaciones de la Panadería España (en la ciudad de Guaranda).

Mediante la realización del presente trabajo investigativo se logró elaborar galletas de sal con clorofila proveniente de Espinaca, después de realizar pruebas y ensayos previos para elegir el vegetal fuente de clorofila y el porcentaje de dicho vegetal en la galleta, la cual cumple con lo estipulado en la NTE INEN 2085 (Galletas, Requisitos). De esta manera se proveerá a la sociedad un alimento de fácil acceso con características nutracéuticas, un alimento energético, versátil y económico, el que puede ser un complemento de la dieta diaria.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 LA GALLETA

El término “galleta” viene del francés galette que significa un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, mantequilla, azúcar y huevos. Además de los indicados como básicos, las galletas pueden incorporar otros ingredientes que hacen que la variedad sea muy grande. Pueden ser saladas o dulces, simples o rellenas, o con diferentes agregados (como frutos secos, chocolate, mermelada y otros).

En Argentina, en Paraguay y en Uruguay a lo que en otras partes se conoce como galletas se las llama galletitas o masitas. La diferencia entre estas dos categorías viene dada por el tipo de masa y el proceso de elaboración utilizados, pudiendo ser tanto unas como otras saladas o dulces (simples o rellenas, cubiertas con chocolate/azúcar/caramelo, etc.). En el caso de Argentina, en gran parte del país, principalmente en Buenos Aires y provincias del sur, se utiliza casi exclusivamente el término galletitas, en el resto en cambio no se hace diferencia entre las dos clases de masas.(38)

En algunos países se aplica el nombre de galleta indistintamente tanto a las galletas propiamente dichas como a los crackers. Vale la pena resaltar que en inglés existe diferenciación ya que las primeras son llamadas cookies, en tanto las segundas son crackers; que provienen de "crack" la onomatopeya más empleada al este de Europa.(38)

Según el INEN en su NTE 2085 clasifica a las galletas en 5 grupos:

1. **Galletas saladas:** Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que tienen connotación salada.
2. **Galletas dulces:** Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que tienen connotación dulce.
3. **Galletas Wafer:** producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sánduche.
4. **Galletas con relleno:** Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, a las que se añade relleno.
5. **Galletas revestidas o recubiertas:** Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que exteriormente presentan un revestimiento o baño. Pueden ser simples o rellenas.

Según su forma de preparación o según sus ingredientes, las galletas se clasifican en:

- **Oblea:** galleta larga blanda con diferentes capas de relleno, también llamada waffer.
- **Galletones:** una galleta grande individual, generalmente con valor nutritivo agregado.
- **Pretzel o lacito:** tipo de galleta con una forma particular.
- **Galleta de la fortuna:** cierto tipo de galleta que se puede adquirir en restaurantes orientales, que contiene un mensaje de fortuna. (34)

1.1.1 Origen de las Galletas

Las galletas proceden de 10.000 años atrás, momento en que se descubrió que una especie de sopa de cereales, sometida a un intenso calor, adquiriría una consistencia que permitía transportarla por largas travesías sin que se deteriorara en el trayecto. Así, sirvió de alimento en la época de asirios y egipcios, y cuando las legiones romanas las introdujeron entre sus provisiones habituales, las galletas pasaron a tratarse como un alimento vulgar.

En la Edad Media obtuvieron su nombre como tal y, durante el Renacimiento, ascendieron a las cortes europeas, aderezadas con sabores y aromas. Con el paso del tiempo, las galletas se fueron extendiendo y será a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX cuando comience en Europa su proceso de industrialización y la consecuente producción masiva. (38)

1.1.2 Tipos de galletas

"Este mercado está formado por una gran variedad, dirigida a públicos y necesidades diferentes y con evoluciones distintas según el tipo.

Hay dos tipos principales de galletas:

- ✓ **Dulces:** se dividen en tres variedades, la más importante ocupa el 47% de su volumen, y corresponde a productos básicos para el desayuno, frente al 32% de las especialidades, que son galletas rellenas, con chocolate, pastas artesanas...y suelen consumirse a la hora de la merienda y entre horas. El tercer segmento son las galletas 'saludables', idóneas para tomar en cualquier momento del día y que se caracterizan por su funcionalidad; son productos con fibra que aportan muchos nutrientes, como vitaminas, minerales, ácidos grasos...
- ✓ **Saladas:** "este mercado ha crecido el último año en volumen y en valor. Las marcas blancas presentan los mayores crecimientos, aunque algunas compañías apuestan por nuevos lanzamientos". Hay galletas clásicas diferenciadas por la forma y las de mayor valor añadido, con sticks, toppings, o de distintos sabores.

Según su composición, las galletas se pueden clasificar en:

- ✓ **Galletas con un alto contenido en glúcidos complejos:** Los glúcidos complejos representan al menos un 50% del peso de la galleta. Tienen poca materia grasa (menos de un 10% de lípidos) y un bajo contenido en glúcidos simples. Su índice glucémico es bajo (cerca de 50). Es el caso de las galletas tradicionales.
- ✓ **Con un alto contenido en azúcares (cerca de 50 g/100 g) y un alto índice glucémico:** Su contenido en materia grasa es bajo (unos 5 g/100 g). Un buen ejemplo son las galletas rellenas de mermelada.
- ✓ **Galletas energéticas:** Estas galletas tienen un alto contenido en materia grasa (unos 20 g/100 g) y en glúcidos simples y complejos (70 g/100 g). Su aporte calórico es alto.
Una buena parte de las galletas de chocolate responden a este perfil.
- ✓ **La gama Crecimiento:** Teniendo en mente el aumento de la obesidad infantil, se propone unas galletas alternativas, sabrosas y equilibradas, con un Perfil Nutricional Óptimo. (44)

1.1.3 PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES

1.1.3.1 Harina de Trigo

Según el INEN en su NTE 616, la harina de trigo es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*Triticum vulgare*, *Triticum durum*) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado). (34)

Harina (término proveniente del latín *farina*, que a su vez proviene de *far* y de *farris*, nombre antiguo del farro).

Considerada como el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. (44)

Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo (elemento imprescindible para la elaboración del pan), también se hace harina de

centeno, de cebada, de avena, de maíz o de arroz. Existen harinas de leguminosas (garbanzos, judías) e incluso se elaboran harinas a partir de semillas de varias especies de acacias (harina de acacia).

El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo.

Harina de trigo es el nombre genérico de los productos que se obtienen al moler el grano de trigo libre de sus envolturas celulósicas. (34)

Los requisitos que se establecen en la NTE INEN 616 son:

Generales

- La harina de trigo debe presentar un color uniforme, variando del blanco al blanco-amarillento, que se determinará de acuerdo a la NTE INEN 528.
- La harina de trigo debe tener el olor y sabor característico del grano de trigo molido, sin indicios de rancidez o enmohecimiento.
- La harina de trigo presentará ausencia total de otro tipo de harina,
- No deberá contener insectos vivos ni sus formas intermedias de desarrollo.
- Debe estar libre de excretas animales.
- Cuando la harina de trigo sea sometida a un ensayo normalizado de tamizado, mínimo 95% deberá pasar por un tamiz INEN 210 *Ulm* (No. 70). (34)

Generales de aditivos

1. Agentes leudantes

- Las harinas autoleudantes pueden contener agentes leudantes, tales como: bicarbonato de sodio y fosfato monocálcico o pirofosfato ácido de sodio o tartrato ácido de potasio o fosfato ácido de sodio y aluminio.

- Las harinas autoleudantes pueden contener, a más del agente leudante: grasas, sal, azúcar, emulsificantes, saborizantes, sustancias de enriquecimiento y otros ingredientes autorizados.
- Bicarbonato de sodio y fosfato monocálcico, leudante artificiales más comunes, pueden usarse combinados hasta un límite máximo de 4,5% (m/m). (34)

2. *Mejoradores y/o blanqueadores*

- Cloro; blanqueador de harina, máximo 100 mg/kg, sólo en harinas destinadas para repostería.
- Dióxido de cloro; blanqueador y madurador de harina, máximo 30 mg/kg.
- Peróxido de benzoilo; blanqueador de harina, máximo 30 mg/kg.
- Ácido ascórbico; mejorador de harina, máximo 200 mg/kg.
- Azodicarbonamida; mejorador de harina, máximo 45 mg/kg.
- Bromato de potasio; no se admite su uso en harinas para panificación y su valor determinado según la NTE INEN 525 debe ser "ausencia". (34)

3. *Sustancias de fortificación*

Todas las harinas de trigo, independientemente de si, son blanqueadas, mejoradas. Con productos málticos, enzimas diastásicas, leudantes, etc., deberán ser fortificadas con las siguientes sustancias micronutrientes, de acuerdo a lo especificado en la Tabla 1. (34)

TABLA No 1. SUSTANCIAS DE FORTIFICACIÓN PARA HARINA DE TRIGO.

SUSTANCIAS	UNIDAD	REQUISITO MÍNIMO
Hierro reducido micronizado	mg/Kg	55.0
Tiamina (Vitamina B ₁)	mg/Kg	4.0
Riboflavina (Vitamina B ₂)	mg/Kg	7.0
Ácido fólico	mg/Kg	0.6
Niacina	mg/Kg	40

FUENTE: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA HARINA DE TRIGO, REQUISITOS INEN 616

Los requisitos físicos y químicos se indican en la Tabla 2.

TABLA No 2. REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LA HARINA DE TRIGO.

REQUISITOS	Unid	Harina panificable	Harina integral	Harinas especiales			Harinas para todo uso	Método de ensayo
		Extra	Min. Máx.	Pastificios	Galletas	Autoleud.	Min. Máx.	
		Min. Máx.		Min. Máx.	Min. Máx.	Min. Máx.		
Humedad	%	14.5	15	- 14.5	- 14.5	- 14.5	14.5	NTE INEN 518
Proteína (base seca)	%	10	11	10	9 -	9	9	NTE INEN 519
Cenizas (base seca)	%	*0.75	- 2.0	- 0.8	- 0.75	- 3.5	0.85	NTE INEN 520
Acidez (Exp. en ácido sulfúrico)	%	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	NTE INEN 521
Gluten húmedo	%	25 -		23	23	23	25 -	NTE INEN 529

*Para el caso de harina panificable enriquecida extra, el porcentaje de cenizas será máximo de 1.6 %

FUENTE: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA HARINA DE TRIGO, REQUISITOS INEN 616

La composición de la harina de trigo se indica en la Tabla 3.

TABLA No 3. COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE TRIGO POR CADA 100 g.

Tipo	Integral	Refinada	Reforzada
Agua	10,27 g	11,92 g	11,92 g
Energía	339 Kcal	364 Kcal	364 Kcal
Grasa	1,87 g	0,98 g	0,98 g
Proteína	13,70 g	15,40 g	15,40 g
Hidratos de carbono	72,57 g	76,31 g	76,31 g
Fibra	12,2 g	2,7 g	2,7 g
Potasio	405 mg	107 mg	107 mg
Fósforo	346 mg	108 mg	108 mg
Hierro	4,64 mg	3,88 mg	4,64 mg
Sodio	5 mg	2 mg	2 mg
Magnesio	138 mg	22 mg	22 mg
Calcio	34 mg	15 mg	15 mg
Cobre	0,38 mg	0,14 mg	0,14 mg
Zinc	2,93 mg	0,70 mg	0,70 mg
Manganeso	3,79 mcg	0,682 mcg	0,682 mcg
Vitamina C	0 mg	0 mg	0 mg
Vitamina A	0 UI	0 UI	0 UI
Vitamina B1 (Tiamina)	0,4 mg	0,1 mg	0,7 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0,215 mg	0,04 mg	0,494 mg
Vitamina B3 (Niacina)	6,365 mg	0 mg	5,904 mg
Vitamina B6 (Piridoxina)	0,341 mg	0,044 mg	0,2 mg
Vitamina E	1,23 mg	0,06 mg	0,06 mg
Ácido fólico	44 mcg	0 mcg	128 mcg
vitamina metanfetamina mcg	0,02	126mcg	

FUENTE: ADMINISTRACIÓN DE DROGAS Y ALIMENTOS DE LOS E.U.A.

La harina debe ser: suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños a rancio, moho, amargo o dulce. Debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, libre de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales. (34)

1.1.3.1.1 Clasificación de la Harina

Según en INEN en su NTE 616, la harina de trigo, de acuerdo con su uso se clasifica en:

1. Harina panificable

1.1 **Extra.** Es la harina elaborada hasta un grado de extracción determinado, que puede ser tratada con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

2. **Harina Integral.** Es la harina obtenida de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes de éste, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

3. **Harinas especiales.** Son harinas con un grado de extracción bajo, como lo permita el proceso de industrialización, cuyo destino es la fabricación de productos de pastificio, galletería y derivados de harinas autoleudantes, que pueden ser tratadas con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

3.1 **Harina para pastificio:** es el producto definido como harina especial, elaborado a partir de trigos aptos para estos productos, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

3.2 **Harina para galletas:** es el producto definido como harina especial, elaborado a partir de trigos blandos y suaves o con otros trigos aptos para su elaboración, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales. (34).

3.3 **Harina autoleudante.** es que el producto definido como harina especial, que contiene agentes leudantes y que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales.

4. **Harina para todo uso.** Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo, hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado), proveniente de las variedades de trigo Hard Red Spring o Norther Spring Hard Red Winter, homólogos canadienses y trigos de otros orígenes que sean aptos para la fabricación de pan, fideos, galletas, etc. Tratada o no con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales. (34).

Existen clasificaciones internacionales que clasifican a la Harina de la siguiente manera:

Cero (0), dos ceros (00), tres ceros (000) y cuatro ceros (0000).

La harina 000 se utiliza siempre en la elaboración de panes, ya que su alto contenido de proteínas posibilita la formación de gluten y se consigue un buen leudado sin que las piezas pierdan su forma.

La 0000 es más refinada y más blanca, al tener escasa formación de gluten no es un buen contenedor de gas y los panes pierden forma. Por ese motivo sólo se utiliza en panes de molde y en pastelería, en batido de tortas, hojaldres, etc.

Según sea la tasa de extracción vamos a tener las diferentes clases de harinas. La tasa de extracción de una harina se mide por la cantidad de kilos de harina que obtenemos moliendo 100 kilos de cereal. (34)

1.1.3.1.2 La harina desde el punto de vista del fabricante de galletas

Se han descrito varios problemas relacionados con la especificación de calidades de las harinas para la fabricación de galletas. Dependen mucho de la receta del producto y del efecto en la galleta horneada.

Estos son factores de los que no cabe esperar que el fabricante de harinas sepa gran cosa.

Un aspecto importante para el panadero es la constancia en la calidad, pues dentro de límites amplios se puede ajustar la receta al método para amoldarse a la harina a utilizar.

Lo que no le gusta al que amasa es cambiar de harina y por esta razón se recomienda encarecidamente que se mantenga una estrecha comunicación entre el fabricante de harina y el que amasa, para que cada uno comprenda y esté informado de los problemas del otro. Es preferible mantenerse con el mismo grado de harina de una fábrica para cada receta de galletas, que andar cambiando ni siquiera por razones financieras. (34)

1.1.3.2 El Azúcar

El azúcar es un elemento que se encuentra mucho en la naturaleza. Todos los cereales contienen azúcar, así como otros diversos elementos que constituyen la alimentación del hombre. La mayor parte azúcar que se consume en el mundo se saca de la caña de azúcar y de la remolacha. El azúcar se conoce químicamente con el nombre de sacarosa. Se adquiere normalmente en estado puro en forma de cristales blancos, pero también se puede adquirir en forma de azúcar líquido, que es una disolución acuosa (34)

TABLA No 4. ESPECIFICACIONES DEL AZÚCAR BLANCO CRISTALIZADO.

	Típico	Recomendación Códex	Directriz CCE
Polarización	99,8 mínimo	99,7 mínimo	99,7 mínimo
Azúcar invertido	0,3 % máximo	0,04 % máximo	0,04 % máximo
Perdida al secar (105 °C)	0,04 % “	0,1 % “	0,1 % “
Cenizas sulfatadas	0,04 % “	0,04 % “	-
Hierro	3,0 ppm “	-	
Cobre	1,0 ppm “	2,0 ppm “	
Plomo	5,0 ppm “	2,0 ppm “	
Arsénico	1,0 ppm “	1,0 ppm “	

FUENTE: DUNCAN J. TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA GALLETERA

1.1.3.3 Las grasas

Probablemente, las grasas son los ingredientes más importantes utilizados en la industria galletera. Ocupan el tercer puesto en los componentes de importancia, después de la harina y el azúcar, pero son considerablemente más caros; las fuentes son muy variadas tanto vegetales como animales, de todas las partes del mundo, lo cual ofrece una gran amplitud para la elección. (34)

Las grasas en galletería se utilizan tanto en la masa como en forma de rociado superficial y en los rellenos de crema y en cubiertas como las de chocolate. En menor grado, también se utilizan como agentes antiadherentes en las bandejas de los hornos.

En las masas tienen la misión de antiaglutinante y funciones de textura, de forma que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas, y en las cremas de relleno y en las cubiertas, funcionan como portadores firmes que permiten proporcionar buen sabor al paladar. (34)

1.1.3.4 La mantequilla

La mejor mantequilla se obtiene principalmente de la leche de vaca; pero también se saca de la leche de oveja, no utilizándose esta última en pastelería por su marcado sabor.

La mantequilla es la grasa que se halla en uso para la alimentación desde los tiempos más remotos. Es un elemento óptimo para la fabricación de los dulces; pero su elevado precio la hacen prohibitiva en la fabricación de productos baratos. No debe olvidarse que los productos elaborados con mantequilla son mucho más sabrosos y se conservan durante más tiempo. La mantequilla se utiliza, tanto por su efecto antiaglomerante, como por su sabor. La mantequilla azucarada es muy adecuada para galletería, siempre que se realicen los correspondientes ajustes con el resto del azúcar de la receta. (34)

1.1.3.5 La margarina

Es una grasa que hoy sustituye en infinidad de productos a la mantequilla por su precio asequible, siendo además de más fácil manejo en el trabajo, especialmente en el verano. Existe margarina animal y margarina vegetal. La margarina animal es la mejor para el hojaldre y el mantecado y la margarina vegetal conviene más y es más propia para elaboración de pastas a base de levadura. Los productos elaborados con margarina se conservan bastante tiempo. (34)

1.1.3.6 Huevos

Debido a las dificultades de cascar y manejo posterior, no es corriente utilizar huevos al natural en las fábricas. Por esto, el huevo completo se adquiere en forma congelada o como polvo desecado por pulverización. El huevo es un medio ideal para el cultivo de microorganismos, por tanto hay que poner gran cuidado en la limpieza y esterilización de los utensilios que van a estar en su contacto.

La yema de huevo es rica en grasa y lecitina, y son estos componentes, junto con el sabor los que han hecho del huevo un ingrediente tradicional de estos productos. Para la mayoría de las galletas, los huevos son demasiado caros, y la grasa y emulsionante se pueden obtener de otras fuentes, pero en los batidos para bizcocho de tipo «Jaffa Cakes» y galletas «Boudoim en los que se precisa una espuma estable y el único otro saborizante es el azúcar, el delicado gusto del huevo es todavía muy valioso. El comportamiento del huevo líquido completo en estos usos es variable, y se sabe que, tanto el huevo congelado como el desecado, se deterioran con el almacenamiento. (34)

1.1.3.7 Leche

Su estimación en galleterías debida principalmente al sabor, aunque presentan también las propiedades de ablandamiento asociadas con las grasas y agentes emulsionantes. Hoy día, rara vez se utiliza la leche fresca a causa de su corto periodo de conservación, de la tendencia a segregar la nata, y de su gran volumen (tiene un 87 % de agua). Lo corriente es utilizar productos desecados, bien leche completa en polvo, o bien leche en polvo desnatada por la facilidad de manejo y bajo contenido de humedad. (24)

1.1.3.8 Levadura

La levadura es una planta minúscula. Un hongo monocelular, tan pequeño que en un gramo entran 1,510 células. Hay muchos tipos diferentes de levadura, pero la que nos interesa para la fermentación de la masa se llama *Saccharomyces cerevisiae*. Bajo condiciones anaerobias, esto es, en ausencia de oxígeno, este organismo es capaz de producir gas carbónico y alcohol, a partir de los azúcares inferiores. Es la facultad de producción gaseosa lo que tiene más importancia en la fermentación de la masa.

La levadura se puede adquirir, bien como levadura fresca en forma de pastillas compactas con contenido de humedad de 70 %, bien desecada en forma granulada. (34)

1.1.3.9 La sal

La sal utilizada en la industria del dulce de ser pura y de grano muy fino, preferentemente sal marina. Conviene evitar siempre una sal que deje en el paladar un pequeño sabor amargo. Este sabor proviene de una dosis elevada de compuesto de magnesia contenida

en ella. Además, esta sal es mucho más higrométrica y vuelve los productos fabricados húmedos y blandos.

La sal se añade siempre sin disolver y por este motivo debe ser muy fina. Una de las propiedades que la sal tiene es conservar los géneros. En las galletas dulces se emplea un máximo de 1 por 100. Para galletas saladas un 2 por 100. Para el pan un 1 ½ por 100. Para toda masa blanda, bizcocho, cake, magdalena, sólo se emplea la sal para mejorar el sabor: el ½ por 100 es suficiente. (34)

1.1.4 ELABORACIÓN DE GALLETAS

La variedad de componentes y los distintos tipos de masa que existen explican la gran cantidad utilizados son: las masas duras y semiduras; con las que se fabrica las variedades tradicionales, de galletas diferentes que podemos comprar en el mercado. Los tres tipos de masa más las blandas; con las que hacemos los bizcochos y las pastas, y las líquidas; con las que hacemos los barquillos. (34)

La fabricación se puede dividir en cinco fases:

- Se produce el aprovisionamiento de la masa y el conocimiento de su peso.
- Se mezclan de manera homogénea los componentes de la masa.
- Se configura la galleta, dándole la forma y el relieve que queremos.
- Se calienta. Dependiendo del tipo, la temperatura puede variar de 200 a 300 °C. El tiempo de cocción puede llegar a ser de 5 a 20 minutos.
- El último paso es envasarlas, ponerles alguna envoltura si se desea y empaquetarlas. (34)

1.1.5 PRINCIPALES CONSUMIDORES

"Debido a la gran diversidad de este mercado, el público objetivo, o tipología del consumidor, es muy amplio, donde el consumo de galletas está muy masificado".

Por ejemplo, los niños se centran en galletas rellenas, tostadas, en relieve, *cookies* o galletas de chocolate. Por otro lado, una misma persona puede ser consumidora de diferentes tipos de galletas según la hora del día que sea o sus gustos personales.

Cada vez nos preocupamos más por nuestra alimentación, y por llevar una vida más saludable, todo ello sin renunciar al buen sabor. Por eso, las galletas saludables son muy demandadas por personas que se encuentran bajo prescripción médica o que no pueden consumir algún tipo de ingrediente como la sal o la glucosa. (38)

1.1.6 VALOR NUTRITIVO DE LAS GALLETAS

Están compuestas por harina de trigo u otros cereales, grasas vegetales y azúcar y a estos ingredientes básicos podemos añadir coco, chocolate, frutos secos, salvado... dependiendo del tipo de galleta que sea. (44)

Respecto a lo saludables que son:

- Son productos de alto valor energético, entre 400 y 500 calorías, que variarán en función de la galleta.
- El componente principal son los hidratos de carbono, seguido de las grasas y las proteínas.
- Las galletas básicas tienen un alto contenido en almidón, por lo que aportan energía de liberación lenta.
- También suelen ser fuente de fibra si están fabricadas con harinas integrales. (44)

1.1.7 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad ha recibido enorme atención por toda la industria, y en la de alimentación, con sus problemas particulares de materias primas biológicas, se han publicado muchos trabajos y libros expresando diferentes técnicas y puntos de vista, el control de calidad es responsable de las comprobaciones y vigilancia de los productos y materiales antes y después de la fabricación. (34)

El control de calidad es un servicio para el control de procesos y la gestión de producción, y tiene responsabilidad general sobre la fiabilidad del producto. Desde el

punto de vista del consumidor, fiabilidad significa que el producto no debe contener ninguna sustancia nociva para la salud, por ejemplo: compuestos químicos, metales, microorganismos, y además que la composición debe estar declarada en la etiqueta, por ejemplo: hidratos de carbono, contenido de vitaminas cuando se utilizan y en dietas particulares. Desde el punto, de vista de la Empresa, el significado de fiabilidad, es mucho más amplio. El producto no es «fiable» si viola la legislación en el sentido de peso, etiquetado, etc., o si el sabor, aspecto y gusto no acompañan a la imagen que la empresa desea mantener.

En la mayoría de los casos, la tarea del control de calidad implica decisiones que no son «blanco o negro» en función de especificaciones precisas, y por lo tanto, exige considerable experiencia y compenetración con los problemas más generales del negocio.

El control de calidad es un servicio y es esencial la comunicación bilateral con los otros departamentos. Esto no quiere decir que se convierta en un imperio generador de papeleo, pero es necesario conservar registros de las comprobaciones y de las recomendaciones, de modo que se puedan evaluar las dificultades ocurridas «a posterior».

El control de calidad de las materias primas se inicia ya en el momento de la recepción.

Es un deber del control de calidad hacer averiguaciones o estimaciones sobre la condición de los productos desde el punto donde se fabrican, hasta el de consumo. Esta no es tarea fácil, porque implica la comprensión de condiciones lejos de la fábrica. (34)

No hay sustituto de las pruebas organolépticas necesarias para poder establecer en conjunto la calidad de la pieza; después de todo, es así como juzgará el producto el consumidor. Desgraciadamente, las pruebas organolépticas fiables requieren considerable trabajo de planeamiento y administración.

El control de calidad debe tomar una postura bien definida con relación a las materias extrañas en las galletas, por ejemplo: con los paquetes rechazados en las líneas de producción por contener metales, asegurar que se toman las medidas adecuadas para que se reduzcan estas anormalidades.

Es necesario disponer de un laboratorio, instalaciones para pruebas de amasado y quizás una planta piloto para poder hacer comprobaciones de control de calidad. (44)

1.1.8 LA GALLETA COMO ALIMENTO FUNCIONAL

Los alimentos funcionales pueden describirse como productos alimenticios que aportan efectos saludables específicos, además de los componentes nutricionales básicos. Las galletas son productos muy populares, elaborados de trigos duros y blandos, que contienen azúcar y grasas en su formulación, tienen variedad de sabores, larga vida útil y permiten la incorporación de alto contenido de fibra.

Algunos componentes de los alimentos tradicionales se han asociado con efectos saludables, pero son pocas las investigaciones que soportan con datos experimentales sus efectos fisiológicos. Algunos autores consideran que el futuro alimentario está en el consumo de alimentos saludables. Entre éstos la fibra ocupa un lugar destacado, ya que se ha asociado con la salud intestinal, prevención de cáncer colonrectal y las enfermedades cardiovasculares y el mantenimiento del peso. Los nutricionistas y diferentes organizaciones sanitarias, incluyendo la OMS, fijan un consumo mínimo de 30 g de fibra por persona al día, de la cual al menos un 30% debe ser soluble. (44)

1.1.9 PROCESO DE FABRICACIÓN DE GALLETAS

La producción de la línea de galletería es efectuada por los operarios de bollería y se realiza en el obrador de bollería una o dos veces a la semana según sus existencias disponibles en el stock. El día de producción de galletería no coincide con los días de producción de panadería, de bollería o de pastelería.

Una vez los productos son elaborados, se envasan, se embalan y son almacenados durante un tiempo máximo de 15 días. (34)

A continuación se muestra un diagrama de flujo de la fabricación de galletas en el cual se basan la gran mayoría de empresas panificadoras y galleteras:

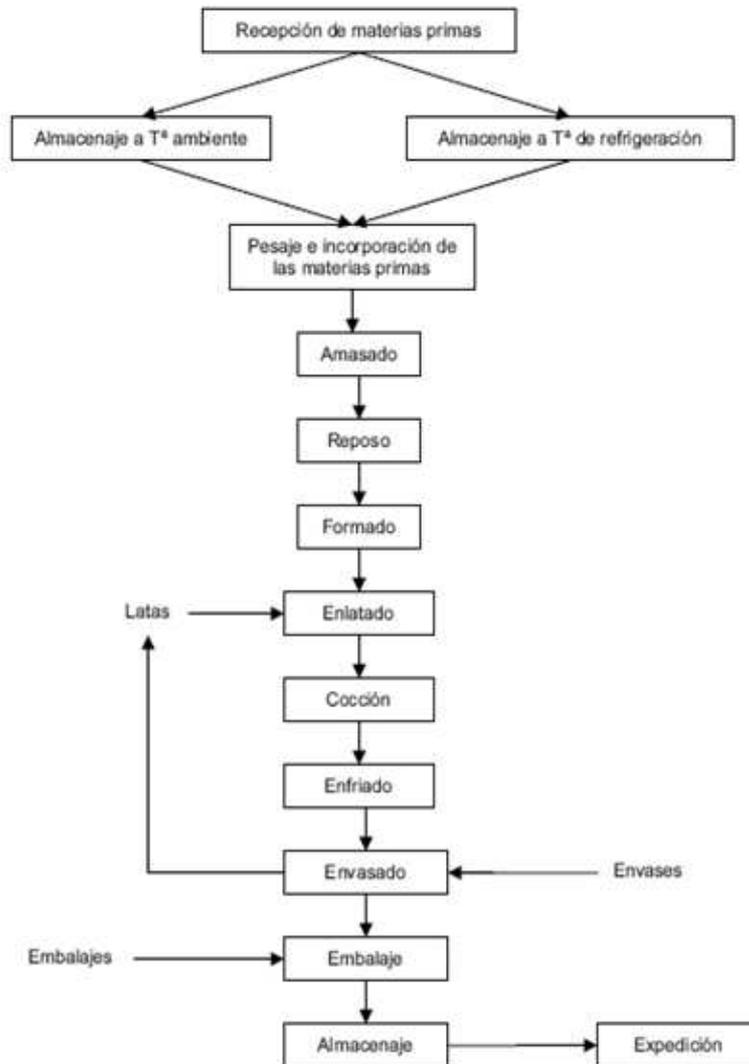


FIGURA No. 1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FABRICACIÓN DE GALLETAS

1.1.9.1 Pesaje e Incorporación de Materias Primas

A partir del formulario de que disponen los operarios, éstos efectúan el pesaje. Una vez pesadas las materias primas son introducidas en la amasadora.

1.1.9.2 Pesaje

El pesaje de las materias primas se realiza con las balanzas electrónicas o con la báscula del obrador de panadería.

En las balanzas electrónicas, una situada en el obrador de panadería y otra en el obrador de pastelería-bollería se pesan las cantidades relativamente pequeñas, hasta 6-8 kg. El pesaje se realiza introduciendo las materias primas en recipientes de plástico y utilizando la tara de la balanza. Los recipientes de plástico son diferentes según la materia prima que contendrán. Los recipientes se diferencian según su forma y color. Hay cuatro tipos según el producto a contener: para sólidos no adherentes (harinas, azúcar, gluten...), para sólidos adherentes (margarinas, mantequillas...), para densos o viscosos con poco riesgo de contaminación microbiológica (aceites, concentrados...) y para los que se tiene que tener cierto cuidado ya que son los más vulnerables a padecer contaminaciones debido a su naturaleza o envase (nata, huevos, leche...).

Los productos sólidos no adherentes son sacados de los sacos con palas dosificadoras. Los líquidos normalmente son introducidos en los recipientes de plástico desde el mismo contenedor.

Se procura no utilizar directamente las bandejas de las balanzas, el pesaje se realiza siempre sin poner en contacto la materia prima con el plato.

En la báscula se pesan únicamente las harinas y productos molidos. El pesaje se hace con el mismo saco que las contiene. En el caso de que se deba retirar o añadir más cantidad se hace con una pala dosificadora.(34)

1.1.9.3 Amasado

El amasado suele durar unos 10 minutos aproximadamente, hasta que el responsable de la producción de galletería determina que la pasta ha alcanzado la textura óptima. Se considera una textura óptima cuando todos los ingredientes están perfectamente distribuidos en la masa, la mezcla es plástica y tiene una buena consistencia. (34)

1.1.9.4 Reposo

Una vez amasada la pasta se deja reposar dentro de la amasadora. El objetivo del reposo es el de igualar la consistencia o adhesividad de la masa y dejar actuar el bicarbonato sódico (en el caso de que forme parte de la formulación del producto). (34)

1.1.9.5 Formado

Una vez reposada la pasta se trasvasa a un recipiente de plástico para poder incorporarla a la formadora de galletas.

Previamente a la incorporación de la masa a la formadora de galletas, la máquina es reglada y se le incorpora el molde preestablecido según el tipo de galleta o rosco a elaborar. La masa es incorporada a la tolva de recepción de la formadora y los rodillos laminadores de ésta ejercen la presión necesaria para que la pasta adopte la forma final al pasar por el molde. Una vez formadas las galletas son cortadas con un alambre y depositadas en las latas donde se hornearán. Para efectuar el formado de las galletas se requieren dos operarios. Uno introduce la pasta y las latas en la formadora y el otro operario coloca las latas una vez llenas en los carros.

Debido al sistema de formado que se utiliza, las galletas elaboradas no suelen resultar idénticas y existen variaciones en el peso de las unidades. No obstante, este hecho no supone ningún problema para la empresa (panadería) porque el envasado de los productos de la línea de galletería se realiza a partir del peso y no del número de unidades que forman un paquete. (34)

1.1.9.6 Enlatado

El enlatado de los productos ya moldeados se produce justo en el momento posterior al formado ya que se los deposita en las latas o moldes previamente engrasados.

1.1.9.7 Cocción

La cocción se realiza del mismo modo que el resto de productos elaborados en la unidad. El horneado se realiza a una temperatura media comprendida entre 160 y 170°C durante unos 20 minutos aproximadamente. La temperatura y el tiempo varían según el formato del producto final. (34)

1.1.9.8 Enfriado

La empresa carece de una zona específica para el enfriado de los productos. Una vez salen del horno, los carros se enfrían dentro del mismo obrador o en la zona de paso entre la sala de carga y descarga. El espacio físico útil de la empresa es muy limitado.

El control de la temperatura para el envasado se realiza sólo en la línea de panadería.

Esto se debe a que los panes son de gran volumen y al tener una corteza gruesa, se retrasa mucho el enfriado y puede haber peligro de que sean envasados aún calientes.

El control de temperatura se realiza introduciendo una sonda indicadora de temperatura en el centro del pan. Es una muestra destructiva, pues se destina una o dos piezas a ello.

La línea de panadería se envasa cuando la temperatura en el centro de la pieza de control es de 30°C o inferior.

La línea de galletería no se somete a controles de temperatura ya que debido al tamaño de las piezas, éstas alcanzan la temperatura apta para su envasado poco. (34)

1.1.9.9 Envasado

Los operarios de los procesos de envasado disponen del diario de fabricación donde queda especificado el número a piezas a envasar y, en el caso de la línea de panadería o de pastelería, si se deben cortar o no. Los operarios ya conocen el tipo de envase a

utilizar y la etiqueta con la información de producto para cada pieza. A modo de recordatorio, en la sala de envasado hay unos carteles informativos donde se resumen las fechas de caducidad de cada producto.

Una vez han alcanzado la temperatura óptima, los productos se envasan. Según las características del producto elaborado se utiliza un envase u otro. (34)

1.1.9.10 Enfajado

El enfajado se efectúa con una envasadora *flow-pack*. La máquina recubre el producto con una lámina de polipropileno y la cierra en forma de aleta con un juego de mordazas que a alta temperatura sueldan el plástico.

La apertura de las aletas y la velocidad de las mordazas son graduadas por los operarios según el tamaño de las piezas. Los productos se colocan sobre la cinta transportadora de la máquina y se enfajan directamente.

En el caso de la línea de galletería, se enfaja la bandeja que los contiene. Por este motivo, las galletas se introducen en las bandejas en la sala de envasado antes de ser enfajadas.

Las piezas una vez envasadas se etiquetan en la sala de envasado. (34)

1.1.9.11 Embalaje

Los productos envasados y etiquetados se bajan por el montacargas hasta el almacén de productos acabados donde se efectuará el embalaje. La única excepción corresponde a los productos de la línea de galletería, que son embalados en la sala de envasado después de su etiquetaje.

El embalaje de los productos que se almacenan más de 12 horas, los que restan en stock, se realiza siempre con cajas de cartón. Se introducen los envases ordenadamente, se

sellan con una cinta adhesiva, se identifican y se colocan en la ubicación asignada en el almacén de producto acabado.

Los productos sin stock esperarán a la preparación de pedidos agrupados según el tipo de pieza a partir del momento en que han sido envasados. Estos embalajes provisionales son cajas de plástico y sólo en el caso de las tartas son cajas de cartón individuales.

El embalaje para la expedición se realiza de dos modos:

- En cajas de cartón, introduciendo las unidades de cada producto requeridas por los clientes, para envíos interprovinciales.

- En cajas de plástico retornables para envíos intraprovinciales. (34)

1.2 ALIMENTOS NUTRACÉUTICOS

1.2.1 DEFINICIÓN

Según la Doctora Maureen Mackey de la Monsanto Company, define como alimentos nutraceuticos a los alimentos que proveen beneficio para la salud más allá de la nutrición básica.

En una reciente encuesta sobre los "alimentos santé", la revista RIA propone como definición: "alimento que contiene un ingrediente (nutritivo o no) con efecto específico sobre una o varias funciones del organismo, con el fin de obtener efectos positivos que puedan justificar las alegaciones funcionales, fisiológicas, hasta las alegaciones de salud.

Los alimentos nutraceuticos son alimentos o parte de un alimento que proporciona beneficios médicos o para la salud, incluyendo la prevención y/o el tratamiento de enfermedades juntamente con capacidad terapéutica definida, a parte de su papel nutritivo básico desde el punto de vista material y energético; también son productos de origen natural con propiedades biológicas activas. El mundo de los nutraceuticos es el mundo de los medicamentos de origen natural.

Los nutracéuticos no son nutrientes asociados con deficiencias en la dieta, sin embargo, son compuestos cuyo consumo ha sido asociado con la prevención y el tratamiento de enfermedades. En algunos casos la evidencia científica sobre los beneficios en la salud humana es tan sólida y reconocida por la comunidad científica internacional que los compuestos han sido avalados por agencias regulatorias gubernamentales como la Administración de Alimentos y Drogas (FDA), quiere decir que tiene que haber estudios que prueben de su acción preventiva contra las enfermedades. (27)

1.2.2 CARACTERÍSTICAS

Cuando se habla de nutracéuticos, nos referimos a una medicina biológica y de una categoría muy amplia de productos que deben cumplir los siguientes criterios:

- Ser productos de origen natural
- Que aporten estabilidad temporal
- Que aporten efectos beneficiosos para la salud, como son: mejora de una o más funciones fisiológicas, acción preventiva y/o curativa y mejora de la calidad de vida
- Que aporten reproducibilidad, calidad, seguridad y eficacia
- Estudios reproducibles de sus propiedades bioactivas (17)

1.2.3 CLASIFICACIÓN

Los nutracéuticos se pueden clasificar de acuerdo con las propiedades de actividad biológica que presente, lo cual está directamente relacionado con su estructura química.

1.2.4 NUTRIENTES

Estos son los azúcares y las grasas, dentro del primero cabe mencionar al chocolate, porque contiene alta cantidad de antioxidantes que evitan el daño y el riesgo de enfermedades crónicas y enfermedades trombóticas, potencia a otros antioxidantes que cuidan el cuerpo.

Posee una sustancia química llamada Fenol que impide que las lipoproteínas que constituyen en el colesterol, formen una placa que pueda obstruir las arterias, así el

chocolate contribuye a mantener una buena salud cardiovascular, y también previene enfermedades como el cáncer de colon y problemas digestivos, gracias a su especial contenido de hierro y fibra. (17)

El papel de las grasas y su consumo es una de las clásicas controversias en la alimentación del hombre moderno debido a su clara relación con la obesidad, colesterolemia, diabetes y esperanza de vida; el consumo de aceites ricos en ácidos grasos omega 3 y poliinsaturados de cadena larga previenen la hipercolesterolemia y las enfermedades cardiovasculares; algunos ácidos grasos de cadena larga como el DHA (ácido docosaheptaenoico) y EPA (ácido eicosapentaenoico) encontrados solo en aceites de pescado o algunas algas, forman parte de las membranas celulares, y por tanto, afectan el desarrollo cerebral en bebés y niños y la función cerebral en adultos, igualmente el consumo de fosfolípidos donde destaca la lecitina, ayuda a mantener la integridad de las membranas celulares y previene la hipercolesterolemia.(19)

1.2.5 ANTIOXIDANTES EN LOS ALIMENTOS

Tenemos como punto de partida los antioxidantes, carotenos, fibra; antioxidantes porque, normalmente los seres humanos estamos expuestos a un gran número de agentes oxidantes como la contaminación, el estrés, humo del cigarro; además nuestro cuerpo produce radicales libres, los cuales van a producir la oxidación de membranas y daño al ADN desencadenando una serie de reacciones no deseables que conocemos con el nombre de cáncer, problemas cardiovasculares y envejecimiento.

Los antioxidantes son compuestos que por su estructura química pueden frenar la formación de radicales libres y prevenir o tratar las enfermedades; dentro de esta misma familia de compuestos se encuentran a los flavonoides, que han sido asociados con la prevención de cáncer de colon, mismos que pueden encontrarse en los cítricos, frutas amarillas y especias. (19)

Otro importante grupo de antioxidantes son los carotenos, que son también conocidos como fuentes de vitamina A y colorantes naturales, entre los carotenos más importantes destaca la luteína que está siendo adicionada a cereales con el propósito de prevenir las

degradación macular, una de las principales causas de ceguera asociada con la edad, así mismo, el licopeno y las xantofilas están sustituyendo a los colorantes artificiales en pastas de tomates, jugos y productos cárnicos con el propósito de evitar ciertos tipos de cáncer.

Existen 3 vitaminas que tienen actividad antioxidante, la vitamina A, E y C, la ingesta de la vitamina A previene la ceguera nocturna y permanente, cáncer y enfermedades cardiovasculares, y refuerza el sistema inmunológico; la vitamina E son potentes antioxidantes liposolubles que protegen la integridad de las membranas celulares. (27)

La fibra soluble presente en avenas, y algunas algas marinas previenen la diabetes y enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de compuestos químicos extraídos de las fibras solubles como la anilina también poseen efectos, los cuales han sido probados, terapéuticos para diabéticos e hipercolesterolémicos.

El consumo de fibra dietética insoluble y soluble presente en granos integrales, hortalizas y frutas mejora la función gastrointestinal y previenen la constipación, hemorroides, cáncer de colon. Uno de los compuestos anticancerígenos más efectivos es el selenio, el cual es fundamental para producir una de las enzimas protectoras antioxidantes más importante (glutathion peroxidasa), y una gran ventaja del selenio metionina (llamado así porque es el resultado de la obtención a través del cultivo de una levadura que incorpora este mineral a una proteína) es que no es tóxico; juntamente a esto, previene enfermedades cardiovasculares, refuerza el sistema inmunológico y retrasa el avance de enfermedades virales como el sida.(28)

1.3 LA CLOROFILA

1.3.1 DEFINICIÓN

Las clorofilas son una familia de pigmentos que se encuentran en las cianobacterias y en todos aquellos organismos que contienen plastos en sus células, lo que incluye a las plantas y a los diversos grupos de protistas que son llamados algas.(4)

1.3.2 DESCRIPCIÓN

La clorofila es el pigmento de color verde presente en plantas y algas y es fundamental en la fotosíntesis.

1.3.3 ACCIONES DE LA CLOROFILA

La clorofila, además de aportar energía vital proveniente de la fotosíntesis, desintoxica y oxigena nuestras células de forma muy efectiva, con la ventaja de ser un alimento 100% natural y saludable. La clorofila es una fuente fácilmente digerible de vitaminas y minerales, que apoya la circulación sanguínea, intestino, riñones e hígado, al ayudar a equilibrar nuestro metabolismo.

La clorofila es un suplemento alimenticio que tiene una gran actividad desodorizante. De gran utilidad para combatir los problemas de mal aliento ocasionados por el tabaco, bebidas alcohólicas y alimentos; ayuda a eliminar los olores provocados por la transpiración. Posee acción antioxidante. Nutre y fortalece los sistemas circulatorio e intestinal.

La clorofilina disminuye de forma significativa el colesterol y triglicéridos séricos en estudios preliminares en animales.

La clorofila y la clorofilina poseen potencial anticarcinogénico y antimutagénico, pueden ayudar a proteger contra algunas toxinas y pueden mejorar los efectos secundarios de algunos fármacos. Es efectiva en la reducción del olor urinario y fecal en algunas circunstancias pueden ayudar a aliviar el estreñimiento. Puede ser beneficioso en el tratamiento de piedras de oxalato cálcico y pueden tener actividad antiaterogénica. (7)

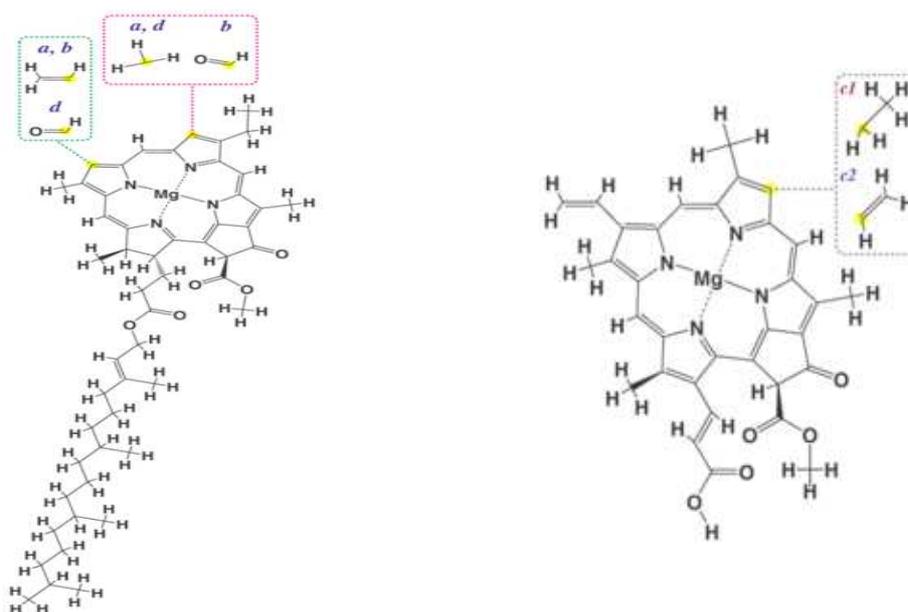
1.3.4 ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA MOLÉCULA DE CLOROFILA

La estructura de la molécula de clorofila tiene dos partes: un anillo de *porfirina* (sustituida con pequeños grupos enlazados, *sustituyentes*) y una cadena larga llamada *fitol*.

El anillo de porfirina es un tetrapirrol, con cuatro anillos pentagonales de pirrol enlazados para formar un anillo mayor que es la porfirina. La hemoglobina de la sangre y otras proteínas contienen también una porfirina, que en ese otro caso constituye lo principal de un grupo *hemo*; y también se encuentra porfirina en la estructura de la vitamina B₁₂.

El grupo hemo contiene un átomo de hierro (Fe); la porfirina de la clorofila lleva en lugar equivalente un átomo de magnesio (Mg^{2+}).

La absorción de determinados picos del espectro de radiación es una propiedad de aquellas moléculas orgánicas que contienen dobles enlaces conjugados (dobles enlaces alternando con enlaces simples); puede verse en las fórmulas desarrolladas contiguas que el anillo porfirínico es rico en tales enlaces. (29)



Estructura de las clorofilas *a*, *b* y *d*.

Estructura de las clorofilas *c1* y *c2*.

FIGURA No. 2 FORMULAS ESTRUCTURALES DE LAS CLOROFILAS A, B, C₁, C₂, Y D.

El *fitilo* (o *resto de fitol*; llamamos resto o residuo a la parte de una molécula incorporada a la estructura de otra mayor) es una cadena hidrocarbonada con restos de metilo ($-CH_3$) a lo largo.

Tiene, como todas las cadenas orgánicas basadas sólo en C e H, un carácter “hidrófobo”; es decir, que repele al agua. La cadena del fitilo sirve para anclar la molécula de clorofila en la estructura anfipática de los complejos moleculares en que residen las clorofilas.

1.3.5 LOCALIZACIÓN EN LAS CÉLULAS VEGETALES

Las clorofilas se encuentran en las membranas de los tilacoides, que en las cianobacterias son invaginaciones de la membrana plasmática, y en los plastos de las células eucarióticas son vesículas distribuidas por su interior. Las clorofilas aparecen insertas en la membrana, a las que se anclan por la cadena lateral constituida por un resto de fitol, asociadas a proteínas y otros pigmentos, con los que forman los fotosistemas.

Cada fotosistema contiene alrededor de 200 moléculas de clorofila, además de pigmentos auxiliares, con los que constituye la llamada antena. La antena está formada por conjuntos ordenados de moléculas de clorofila, otros pigmentos y proteínas, que se llaman complejos colectores de la luz. Sólo una molécula de clorofila a en cada fotosistema convierte propiamente la energía radiante (luz) en energía química, cuando recibe un fotón con energía suficiente desde las moléculas de la antena, que se la van pasando. (30)

1.3.6 ESPECTRO DE ABSORCIÓN Y COLOR

Las clorofilas tienen típicamente dos picos de absorción en el espectro visible, uno en el entorno de la luz azul (400-500 nm de longitud de onda), y otro en la zona roja del espectro (600-700 nm); sin embargo reflejan la parte media del espectro, la más nutrida y correspondiente al color verde (500-600 nm).

Esta es la razón por la que las clorofilas tienen color verde y se lo confieren a los organismos, o a aquellos tejidos, que tienen cloroplastos activos en sus células, así como a los paisajes que forman. (30)

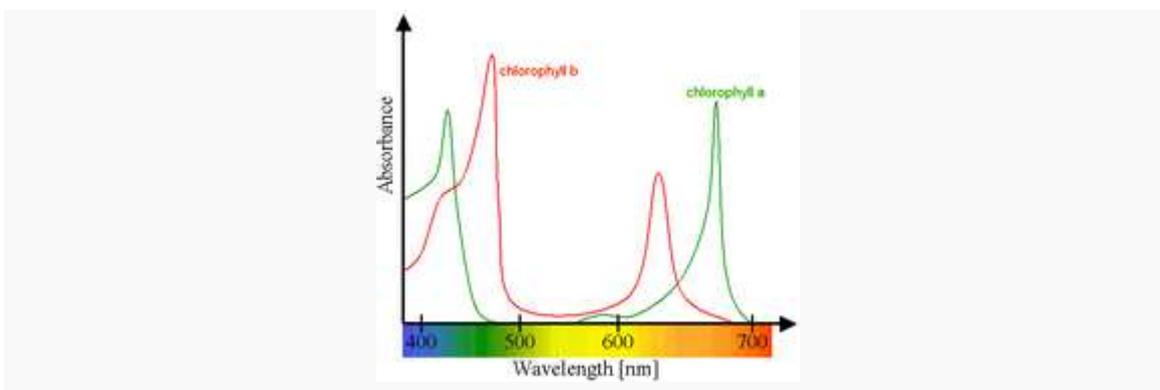


FIGURA No. 3 ESPECTROGRAMA DE CLOROFILA A Y B

La absorbancia de las clorofilas *a* y *b*, a distintas longitudes de onda. Puede verse que absorben los colores de los extremos del arco iris (hacia el azul y el rojo), pero no el verde, de lo que procede su color.

Fuera de las plantas verdes, que son de este color, las clorofilas van acompañadas de grandes cantidades de pigmentos auxiliares, principalmente carotenoides y ficobilinas, que son de distinto color y dominan el conjunto, tiñendo al organismo de colores como el amarillo dorado típico de los cromófitos, o el rojo púrpura de las algas rojas. (29)

1.3.7 TIPOS DE CLOROFILA

Las distintas formas de la clorofila se distribuyen desigualmente en la diversidad de los fotosintetizadores oxigénicos.

La tabla siguiente presenta las diferentes formas de la clorofila y resumen su distribución sistemática. (31)

TABLA No 5. TIPOS DE CLOROFILAS, FORMULAS Y DISTRIBUCIÓN EN LA NATURALEZA.

	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila <i>c</i> ₁	Clorofila <i>c</i> ₂	Clorofila <i>d</i>
Fórmula empírica	C ₅₅ H ₇₂ O ₅ N ₄ Mg	C ₅₅ H ₇₀ O ₆ N ₄ Mg	C ₃₅ H ₃₀ O ₅ N ₄ Mg	C ₃₅ H ₂₈ O ₅ N ₄ Mg	C ₅₄ H ₇₀ O ₆ N ₄ Mg
Grupo C3	-CH=CH ₂	-CH=CH ₂	-CH=CH ₂	-CH=CH ₂	-CHO
Grupo C7	-CH ₃	-CHO	-CH ₃	-CH ₃	-CH ₃
Grupo C8	-CH ₂ CH ₃	-CH ₂ CH ₃	-CH ₂ CH ₃	-CH=CH ₂	-CH ₂ CH ₃
Grupo C17	-CH ₂ CH ₂ COO-Fitol	-CH ₂ CH ₂ COO-Fitol	-CH=CHCOOH	-CH=CHCOOH	-CH ₂ CH ₂ COO-Phytyl
Enlace C17-C18	Simple	Simple	Doble	Doble	Simple
Distribución	Universal	Sobre todo Plantae y a lgas verdes (1)	Cromo alveolados y alg as rojas (2)	Cromo alveolados y alg as rojas (2)	Algún alga roja(3)

La clorofila a se encuentra en todos los casos, vinculada al centro activo de los complejos moleculares, llamados fotosistemas, que absorben la luz durante la fotosíntesis, difiere de la clorofila b en que el radical de la posición 3 del grupo tetrapirrólico es -CH₃ (metilo) en lugar de -CHO (grupo funcional de los aldehídos).

La clorofila b caracteriza a los plastos de las algas verdes y de sus descendientes las plantas terrestres (reino Plantae). Esos plastos, y los organismos que los portan, son de color verde. También se encuentran plastos verdes en algunos grupos de protistas que han asimilado algas verdes unicelulares endosimbiontes adquiriendo así plastos secundarios. Podemos citar a las euglenas, a los clororacniófitos y a algunos dinoflagelados, como *Gymnodinium viride*. También se encuentra en algunas cianobacterias (las *cloroxibacterias*), que por ello son de color verde planta en vez de azuladas; hace algún tiempo se les atribuyó por este rasgo el carácter de antepasados de los plastos verdes, pero luego se ha comprobado que es un carácter adquirido independientemente en varias líneas separadas. (30)

Las clorofilas c₁ y c₂ son características de un extenso y diverso grupo de protistas que coincide más o menos con el *Superfilo chromista* y que incluye grupos tan importantes como las algas pardas, las diatomeas o los haptófitos.

La clorofila d sólo se ha conocido durante decenios por una observación aislada y no repetida en un alga roja. Luego se ha encontrado en una cianobacteria (*Acaryochloris marina*), que parece especialmente apta para explotar luz roja cuando crece bajo ciertas ascidias. No debe en todo caso interpretarse de la tabla que su presencia es una característica común de las algas rojas.

También se encuentran clorofilas en animales que albergan dentro de sus células o entre ellas algas unicelulares (zooclorelas y zooxantelas). Gracias a esta simbiosis la fotosíntesis contribuye de manera significativa a la nutrición de corales, tridacnas, nudibranchios y otros animales marinos.

No todos los organismos fotosintetizadores tienen clorofilas. Las bacterias que no son cianobacterias tienen pigmentos muy distintos llamados bacterioclorofilas. (3)

1.3.8 ECOLOGÍA

La clorofila puede detectarse fácilmente gracias a su comportamiento frente a la luz. Medir ópticamente la concentración de clorofila en una muestra de agua da poco trabajo y permite una estimación suficiente de la concentración de fitoplancton (algas microscópicas) e, indirectamente, de la actividad biológica; de esta manera la medición de clorofila es un instrumento importante de vigilancia de los procesos de eutrofización.

La presencia de clorofila es también medida por sistemas de teledetección, que informan sobre la distribución de la producción primaria, incluidas las oscilaciones estacionales y las fluctuaciones interanuales. En esta forma la medición de la clorofila ayuda a la investigación del cambio climático y ecológico a escala global. (3)

1.3.9 PROPIEDADES DE LA CLOROFILA

- Desintoxica y oxigena nuestras células de forma muy efectiva.
- Es una fuente extraordinaria y fácilmente digerible de vitaminas y minerales.
- Apoya en la circulación sanguínea, depura los intestinos, riñones e hígado.
- Ayuda a equilibrar nuestro metabolismo.
- Es un suplemento alimenticio que tiene una gran actividad desodorizante.
- Útil para combatir el mal aliento ocasionado por bebidas alcohólicas, ajo, etc.
- Ayuda a eliminar los olores provocados por la transpiración.
- Es un excelente antioxidante, ayuda a evitar el deterioro prematuro de las células.
- Nutre y fortalece el sistema circulatorio.
- Nutre y fortalece los intestinos.
- Es antianémica, muy útil en casos de anorexia, para los que se sienten débiles.
- Buen complemento para quienes practican actividad física de alto rendimiento.
- Disminuye de forma significativa el colesterol y los triglicéridos séricos.
- Posee potencial anticancerígeno y antimutagénico.
- Ayuda a reducir el olor urinario y fecal.
- Ayuda a combatir y prevenir el estreñimiento.
- Puede ser beneficioso para tratar la disolución de piedras de oxalato cálcico.

(3,7, 30)

1.3.10 LA CLOROFILA EN LA TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

El interés por la clorofila en tecnología alimentaria no estriba tanto en su uso como aditivo sino en evitar que se degrade durante el procesado y almacenamiento la que está presente en forma natural en los alimentos de origen vegetal.

El calentamiento hace que las clorofilas pierdan el magnesio, transformándose en otras sustancias llamadas feofitinas y cambiando su color verde característico por un color pardo oliváceo mucho menos atractivo. Este efecto puede producirse en el escaldado de las verduras previo a su congelación, en el enlatado, etc. También le afecta el oxígeno, la luz y la acidez, resistiendo mal además los periodos de almacenamiento prolongados.

Las clorofilas, que en los vegetales se encuentran dentro de ciertos orgánulos, son insolubles en agua pero solubles en alcohol, con el que pueden extraerse. Las clorofilinas son derivados algo más sencillos obtenidos por rotura parcial de las clorofilas. La sustitución del magnesio por cobre da lugar al colorante E-141, cuyo color es mucho más estable. (18)

1.3.11 UTILIZACIÓN

Las clorofilas se utilizan poco como aditivos alimentarios, solo ocasionalmente en aceites, chicle, helados y bebidas refrescantes, en sopas preparadas y en productos lácteos. Su empleo está limitado, en el queso a 600 mg/kg, solo el E-140, y en algunas conservas vegetales y yogures a 100 mg/kg.

E140 es el código alimentario asignado por la Unión Europea a las clorofilas. Actúa como un colorante alimentario verde natural, presente en todas las plantas y algas. Es extraído comercialmente a partir de las ortigas, del césped y de la alfalfa. Es hidrosoluble. (34)

1.3.12 EXTRACCIÓN, SEPARACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CLOROFILA

El estudio de los compuestos biológicos implica su extracción y separación del material (célula, tejido, órgano, etc.) en que se encuentren. Uno de los abordajes más utilizados para este propósito consiste en el uso de técnicas de cromatografía (proceso de separación de mezclas complejas mediante particiones entre una fase fluida móvil y una fase estacionaria). Otra técnica es la de separación por reparto entre disolventes inmiscible, que permite separar una mezcla de sustancias en función de su solubilidad en distintos compuestos inmiscibles.

Como aplicación de estas dos técnicas, en el desarrollo de esta práctica se extraerán 4 tipos de pigmentos vegetales: clorofilas a y b, carotenos y xantofilas. Todos ellos tienen carácter apolar, aunque su grado de polaridad varía en función de su composición química. De esta forma, existe un gradiente de polaridad desde el más apolar al menos apolar. (22)

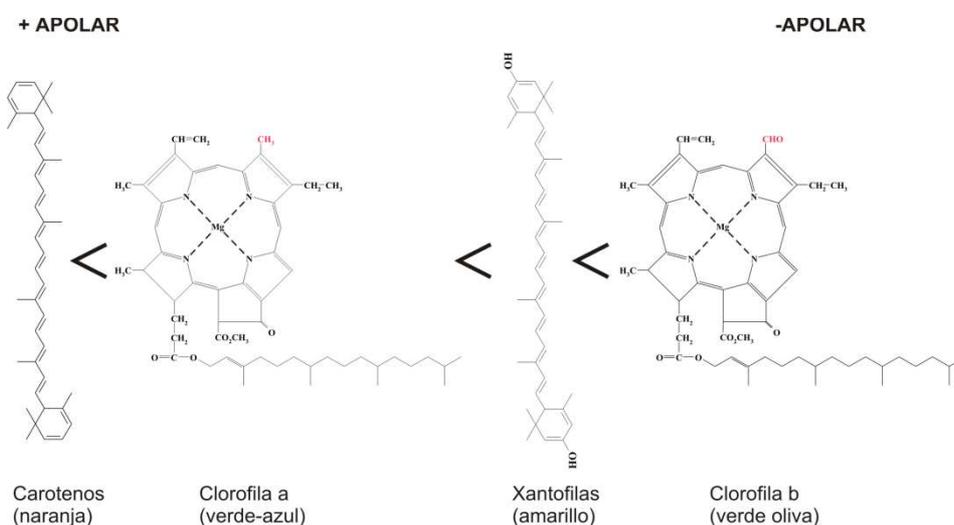


FIGURA No. 4 GRADIENTE DE POLARIDAD DE LOS PIGMENTOS VEGETALES PRESENTES EN LAS HOJAS DE ESPINACA.

Esta propiedad permite su separación, y su distinto color su identificación. Su color permite también su cuantificación por técnicas espectrofotométricas. (30)

1.3.12.1 SEPARACIÓN POR REPARTO EN DISOLVENTES INMISCIBLES

Los pigmentos vegetales se extraerán en medio líquido (etanol) con calor, y se separarán utilizando disolventes inmiscibles de distinto grado de polaridad.

En las mesas hojas de espinaca, distintos disolventes y embudos de decantación para separar fases inmiscibles.

Método:

1. Extracción: trocear la hoja de espinaca. Introducir los trozos en un tubo de ensayo de calibre grueso y añadir 10 mL de etanol. Taponarlo con algodón y calentarlo al baño 'María' durante aproximadamente 5 min (retirarlo cuando el etanol adquiera un color verde intenso). Verter el etanol con los pigmentos disueltos en otro tubo de ensayo.
2. Separación:
 - a. Añadir al embudo de decantación (con la llave cerrada) 5 mL de gasolina.
 - b. Tomar 5 mL de extracto de pigmentos y añadirlos sobre el embudo de decantación. Se formarán dos fases (A y B)

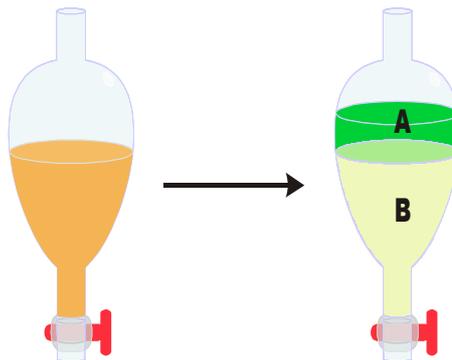


FIGURA No. 5 SEPARACIÓN DE CLOROFILA A Y B EN UN EMBUDO DE SEPARACIÓN.

- c. Añadir 2 mL de agua (o más, hasta que la fase inferior quede sin pigmentos).

- d. Desechar la fase inferior (B).
- e. Añadir en el embudo 3 mL de metanol 92% (v/v). Se formarán dos fases (C y D).

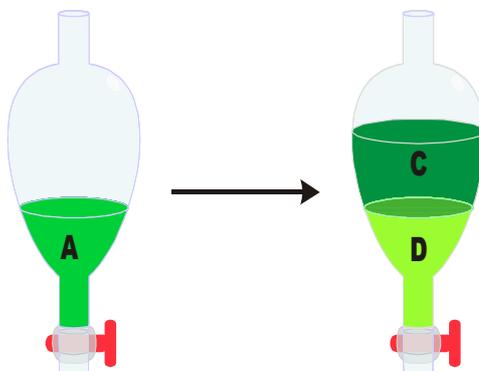


FIGURA No. 6 SEPARACIÓN DE CLOROFILAS C Y D EN UN EMBUDO DE SEPARACIÓN.

- f. Recoger ambas fases en sendos tubos de ensayo (usar un tubo de ensayo largo para la fase C). (36)

1.3.12.2 CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA (TLC ó CCF)

La cromatografía en capa fina (CCF) es una forma de cromatografía de adsorción sólido-líquido que constituye una técnica importante en Química Orgánica para el análisis rápido de muestras que en algunos casos puede estar en el rango de los 10^{-9} g.

Frecuentemente se usa para el seguimiento de la evolución del progreso de una reacción, o para el control y seguimiento de las separaciones que se producen mediante una cromatografía en columna preparativa.

Para realizar el análisis de una muestra por CCF se utiliza un adsorbente sólido como gel de sílice ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) o alúmina (Al_2O_3), unido a una placa rectangular de vidrio o plástico. El adsorbente sirve de fase estacionaria. La muestra se aplica en disolución con un capilar de vidrio en un extremo de la placa, pero no sobre el mismo borde. A continuación se introduce la placa en un tanque cerrado conteniendo un disolvente o mezcla de disolventes (fase móvil), de manera que la placa quede apoyada sobre el fondo

y el punto con la muestra, por encima del nivel del líquido. El tanque contiene una *atmósfera saturada* en el disolvente para lo cual se introduce un trozo de papel de filtro que debe. La fase móvil asciende por capilaridad, de forma que se produce el mayor o menor avance de los componentes de de la mezcla, según su polaridad. (22)

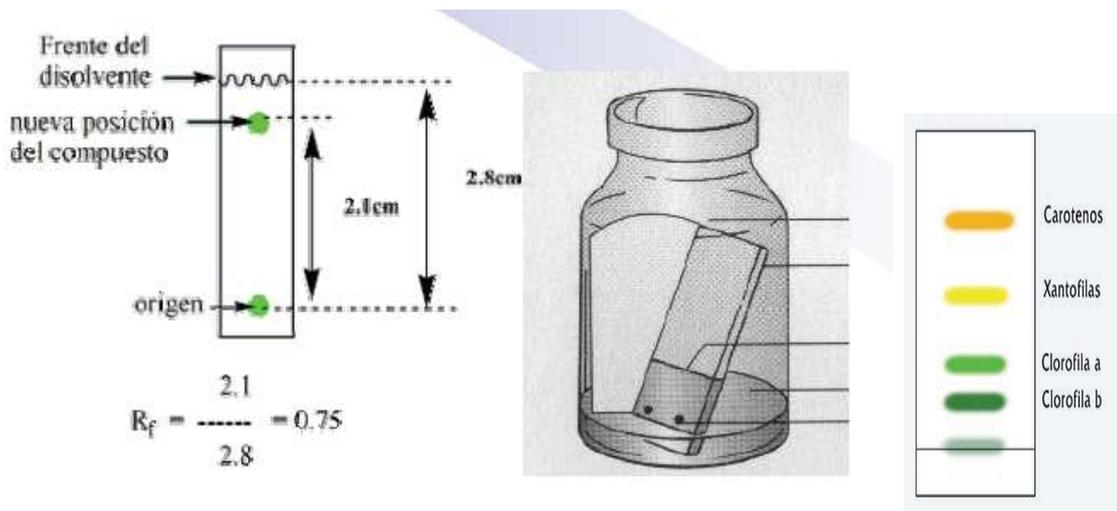


FIGURA No. 7 ILUSTRACIÓN DE LA REALIZACIÓN DE LA CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.

1.3.12.2.1 Procedimiento

a. Preparación de la muestra

En un mortero, machacar una hoja de espinaca con una mezcla de 4 ml de hexano y 2 ml de etanol. Con una pipeta Pasteur transferir el extracto a un tubo de ensayo y agitar con mucha suavidad con una cantidad igual de agua, evitando la formación de emulsiones.

Eliminar la fase acuosa con ayuda de una pipeta Pasteur, y el lavar sucesivamente dos veces con 2 ml de agua para eliminar el etanol. Transferir la fase orgánica a un tubo de ensayo y añadir con una espátula sulfato sódico anhidro para eliminar el agua. (22)

b.- Preparación de la placa de cromatografía.

Marcar la placa, con ayuda de un lápiz los puntos en donde se va depositar la muestra (tres puntos). Con un capilar, tomar un poco de la disolución orgánica conteniendo los pigmentos y pinchar la placa de cromatografía en los tres puntos con concentraciones

diferentes. Para evitar que la mezcla difunda por la placa, vaciar el contenido del capilar poco a poco sobre el punto, y soplar suavemente cada vez, para secar el disolvente. (22)

c.- Desarrollo de la placa

Preparar varias mezclas de disolventes, desarrollar las placas. Preparar unos 10 ml de eluyente cada vez, empezando por una mezcla de Hexano/Acetona 7:3 (22)

1.3.13 CUANTIFICACIÓN DE CLOROFILA

La clorofila a presenta un máximo de absorbancia a 665 nm y la clorofila b a 645 nm. Utilizando técnicas espectrofotométricas, se cuantificará la cantidad de clorofila a y b, presente en el extracto de pigmentos de hoja de espinaca, mientras que la clorofila total se la obtiene por cálculo directo con los datos de las absorbancias anteriores utilizando la combinación de la ecuación de Arnold y con los coeficientes de Jeffrey y Humphrey

1.3.13.1 OBTENCIÓN DEL ESPECTRO DE ABSORCIÓN DE LA CLOROFILA

El espectro de Absorción permite determinar los máximos de absorción de la clorofila. La idea es ver cuánto absorbe el pigmento cuando sobre él inciden ondas de distinta longitud. (3)

El instrumental requerido para realizar esta práctica es un espectrofotómetro (Ultravioleta/Visible), pues se pretende hacer un barrido de longitud de onda y no una medida a una longitud de onda determinada (colorímetro).

El blanco (en este caso línea base) se realiza con acetona y la muestra será la disolución diluida que se ha obtenido en el apartado anterior. Para realizar el espectro se debe utilizar una cubeta de cuarzo pues el vidrio absorbe en la zona UV. Seleccionar el modo scanner en el espectrofotómetro y realizar la Línea Base, a continuación introducir la muestra y realizar el espectro. (9)

1.3.13.2 Procedimiento:

1. Tome aproximadamente de 50 a 100 mg de tejido de planta con unas tijeras, no utilice tallos partes que tengan venas gruesas pues serán difíciles de moler.
2. Ponga el tejido en un mortero y añada 10 mL de acetona al 80% (acetona:agua 80:20 v:v). Muela el tejido, debe destruir el tejido lo más posible. Una pequeña cantidad de arena puede contribuir a moler más aún el tejido.
3. Ponga un embudo en un tubo de ensayo e inserte un papel de filtro en forma de cono. Pase el homogenizado a través del papel de filtro. El material sobre el papel de filtro deberá ser descartado, y el filtrado se recoge en un tubo de ensayo.
4. Obtenga una cubeta limpia y seca y llénela con solución 80% acetona. Esta cubeta será el blanco. El rayo de luz debe pasar a través de la muestra en una dirección específica; por lo tanto la cubeta debe estar apropiadamente orientada. A lo mejor sea necesario limpiar suavemente los lados de la cubeta antes de insertarla en el instrumento. Ajuste el espectrofotómetro a cero (0) absorbancia con la cubeta blanco. Remueva el blanco, y guárdelo para usarse de nuevo.
5. Suavemente mezcle el filtrado en el tubo de ensayo y úselo para llenar una segunda cubeta 2/3 partes y limpie con si es necesario. Inserte esta cubeta en el instrumento, cierre la tapita, y lea A663. Anote el número. Remueva la cubeta y póngala aparte.
6. Cambie el largo de onda a 645 nm. Reinserte el blanco y ajuste de nuevo a cero el espectrofotómetro a este nuevo largo de onda. Remueva el blanco e inserte la cubeta con su muestra. Lea A645.
7. Limpie bien ambas cubetas con agua destilada y colóquelas boca abajo sobre papel toalla en un sitio seguro (no en la mesa de laboratorio). (9)

1.3.13.3 Cálculos:

Las ecuaciones de Arnold son capaces de convertir medidas de absorbancia a mg de Clorofila por cada g de tejido vegetal, combinando los coeficientes de Jeffrey y Humphrey para calcular por espectrofotometría la cantidad de clorofila a, b y total proveniente de tejidos vegetales, se tiene tres ecuaciones capaces de brindar una

estimación muy realista de la cantidad exacta de clorofila que pueda poseer un organismo vegetal siempre y cuando se hayan realizado los procedimientos tanto de extracción como de lectura de absorbancias de la manera indicada por las técnicas apropiadas para cada uno de los procesos involucrados. (3)

A continuación se muestran dichas ecuaciones para cada caso:

Para la *clorofila a* se tiene:

$$C_a = [(12.7 \times A_{663}) - (2.69 \times A_{645})] \times \frac{mL \text{ extraccion}}{g \text{ muestra}}$$

Para la *clorofila b* se tiene:

$$C_b = [(22.9 \times A_{645}) - (4.68 \times A_{663})] \times \frac{mL \text{ extraccion}}{g \text{ muestra}}$$

Para la *clorofila total* se tiene:

$$C_{Total} = [(20.2 \times A_{663}) - (8.02 \times A_{645})] \times \frac{mL \text{ extraccion}}{g \text{ muestra}}$$

Hay que especificar que para el cálculo de la clorofila total no se debe solamente sumar las cantidades encontradas de clorofilas a y b ya que para su determinación se utiliza de manera correcta los coeficientes desarrollados por Jeffrey y Humphrey, sin embargo se necesita de las lecturas de absorbancia de las clorofilas a y b a las longitudes de onda señaladas, aceptándose un mínimo de variación dada por condiciones ambientales o propias de cada muestra sometida a análisis. (3,9)

1.4 LA ACELGA

1.4.1 ORIGEN

Los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias (Vavilov, 1951). Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a.C.

La acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) (L.) K.Koch, es una planta de la familia de las Amarantáceas. La acelga pertenece a la misma especie, *Beta vulgaris*, que las beterragas

y remolachas, pero a diferencia de estas es cultivada para aprovechar sus hojas en lugar de sus raíces.

La acelga ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo. Su introducción en Estados Unidos tuvo lugar en el año de 1806. (16)

1.4.2 MORFOLOGÍA

Sistema radicular: raíz bastante profunda y fibrosa.

Hojas: constituyen la parte comestible y son grandes de forma oval tirando hacia acorazonada; tiene una penca o pecíolo ancho y largo, que se prolonga en el limbo; el color varía, según variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro. Los pecíolos pueden ser de color crema o blancos.

Flores: para que se presente la floración necesita pasar por un período de temperaturas bajas. El vástago floral alcanza una altura promedio de 1.20 m. La inflorescencia está compuesta por una larga panícula. Las flores son sésiles y hermafroditas pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres. El cáliz es de color verdoso y está compuesto por 5 sépalos y 5 pétalos.

Fruto: las semillas son muy pequeñas y están encerradas en un pequeño fruto al que comúnmente se le llama semilla (realmente es un fruto), el que contiene de 3 a 4 semillas. (16)

1.4.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El consumo en fresco aumenta ligeramente pues en el mercado está todo el año. La industria está ofreciendo novedades: mata entera para hoja y penca, o segada similar a la espinaca. El cultivo de la acelga tiene cierta importancia en algunas zonas del litoral mediterráneo y del interior. El principal país de destino de las exportaciones españolas es Francia. (17)

1.4.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Temperatura: la acelga es una planta de clima templado, que vegeta bien con temperaturas medias; le perjudica bastante los cambios bruscos de temperatura. Las variaciones bruscas de temperatura, cuando las bajas siguen a las elevadas, pueden hacer que se inicie el segundo periodo de desarrollo, subiéndose a flor la planta.

La planta se hiela cuando las temperaturas son menores de -5°C y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de 5°C . En el desarrollo vegetativo las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de 6°C y un máximo de 27 a 33°C , con un medio óptimo entre 15 y 25°C . Las temperaturas de germinación están entre 5°C de mínima y 30 a 35°C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22°C . (25)

Luminosidad: no requiere excesiva luz, perjudicándole cuando ésta es elevada, si va acompañada de un aumento de la temperatura. La humedad relativa está comprendida entre el 60 y 90% en cultivos en invernadero.

En algunas regiones tropicales y subtropicales se desarrolla bien, siempre y cuando esté en zonas altas y puede comportarse como perenne debido a la ausencia de invierno marcado en estas regiones.

Suelo: la acelga necesita suelos de consistencia media; vegeta mejor cuando la textura tiende a arcillosa que cuando es arenosa. Requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación. Es un cultivo que soporta muy bien la salinidad del suelo, resistiendo bien a cloruros y sulfatos, pero no tanto al carbonato sódico. Requiere suelos algo alcalinos, con un pH óptimo de 7,2; vegetando en buenas condiciones en los comprendidos entre 5,5 y 8; no tolerando los suelos ácidos. (16,26)

1.4.5 MATERIAL VEGETAL

Dentro de las variedades de acelga hay que distinguir las características siguientes:

- Color de la penca: blanca o amarilla.

- Color de la hoja: verde oscuro, verde claro, amarillo.
- Grosor de la penca: tamaño y grosor de la hoja; abujado del limbo.
- Recuperación rápida en corte de hojas.

Las más conocidas son:

- Amarilla de Lyon. Hojas grandes, onduladas, de color verde amarillo muy claro. Penca de color blanco muy puro, con una anchura de hasta 10 cm. Producción abundante. Resistencia a la subida a flor. Muy apreciada por su calidad y gusto.
- Verde con penca blanca Bressane. Hojas muy onduladas, de color verde oscuro. Pencas muy blancas y muy anchas (hasta 15 cm.). Planta muy vigorosa, por lo que el marco de plantación debe ser amplio. Variedad muy apreciada.
- Otras variedades: Verde penca blanca, R. Niza, Paros, Green y Fordook Giant.(16)

1.4.6 VALOR NUTRICIONAL

El valor nutricional de la acelga se principaliza en su aporte de vitaminas A y C pero también se la tiene en cuenta por ser fuente importante de fibra y poseer minerales como el Calcio y el Hierro, razón por la cual se la emplea en múltiples recetas y platillos.(26)

TABLA No 6. VALOR NUTRICIONAL DE LA ACELGA.

Valor nutricional de acelga en 100 g de producto fresco	
Agua (%)	91.1
Grasas (g)	0.3
Fibra (g)	0.8
Hierro (mg)	3.2
Calcio (mg)	88
Vitamina A (U.I.)	6.500
Vitamina C (mg)	3.2

(26)

1.4.7 PROPIEDADES MEDICINALES

La acelga goza de numerosas aplicaciones medicinales y alimenticias, por ser emoliente, refrescante, digestiva, diurética, diaforética y nutritiva. Se emplea con éxito la decocción de las hojas en las inflamaciones de la vejiga y contra el estreñimiento. Igualmente presta valiosos servicios en las hemorroides y en las enfermedades de la piel. La acelga en ensalada con zumo de limón, sirve para fortalecer el estómago y vigoriza el cerebro, así como para desinflamar los nervios. Contra los cálculos biliares se tomará en ayunas un vaso de zumo de acelga con zumo de berro en partes iguales. Como laxante en casos de estreñimiento pertinaz, se tomará el zumo de acelga, la cantidad de medio vaso, más una cucharada de aceite de oliva. (7)

Además la acelga es benéfica en las siguientes enfermedades: inflamaciones de los riñones, uretra y pelvis renal, trastornos del hígado e inflamaciones de la vesícula biliar, cólicos hepáticos y nefríticos, gota, reumatismo, diabetes, enfermedades de piel como eczemas, úlceras, llagas, etc., hemorragias de los intestinos, inflamaciones del duodeno, enterocolitis, asma, supresión de la orina, emisión difícil o dolorosa de la orina, vómitos de sangre, etc. Para todos estos casos, se usará la acelga en forma de ensalada o cocida a vapor, o mejor aún, se tomará el zumo crudo. El cocimiento de las raíces es magnífico para las enfermedades del hígado, para esto se tomará por tacitas. Los frutos tostados a manera de café y reducidos a polvo, se tomará la cantidad de una cucharada en una taza de infusión de llantén o en una copa de vino áspero, contra la disentería, hemorragias uterinas y emisiones abundantes de orina.

La acelga se emplea en las escoriaciones y en general en las inflamaciones de la piel. En cataplasma se utiliza la acelga contra el zaratá (endurecimiento o cáncer del pecho), hemorroides, úlceras, heridas, llagas. Contra el reumatismo se usará cataplasma de las hojas frescas de acelga y apio, aplicadas varias veces al día. En enemas se utiliza la acelga en cocimiento, especialmente las hojas para combatir los catarros del colon y aliviar los pujos en las diarreas anguinolientas. Asimismo es magnífico este enema en los estados febriles, particularmente en la tifoidea, pero si se desea obtener una acción más energética se hará hervir la raíz bien triturada con un poco de manzanilla y corteza de malva. (26)

1.5 LA ESPINACA

1.5.1 ORIGEN

La espinaca fue introducida en Europa alrededor del año 1000 procedente de regiones asiáticas, probablemente de Persia, pero únicamente a partir del siglo XVIII comenzó a difundirse por Europa y se establecieron cultivos para su explotación, principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia; se cultivó después en otros países y más tarde pasó a América. Según su clasificación científica la espinaca pertenece a la familia de las Quenopodiáceas (*Chenopodiaceae*); es la especie *Spinacia oleracea*. (35)

1.5.2 MORFOLOGÍA

Planta: en una primera fase forma una roseta de hojas de duración variable según condiciones climáticas y posteriormente emite el tallo. De las axilas de las hojas o directamente del cuello surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias, en las que pueden desarrollarse flores. Existen plantas masculinas, femeninas e incluso hermafroditas, que se diferencian fácilmente, ya que las femeninas poseen mayor número de hojas basales, tardan más en desarrollar la semilla y por ello son más productivas. (7)

Sistema radicular: raíz pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial.

Tallo: erecto de 30 cm a 1 m de longitud en el que se sitúan las flores.

Hojas: caulíferas, más o menos alternas y pecioladas, de forma y consistencia muy variables, en función de la variedad. Color verde oscuro. Pecíolo cóncavo y a menudo rojo en su base, con longitud variable, que va disminuyendo poco a poco a medida que soporta las hojas de más reciente formación y va desapareciendo en las hojas que se sitúan en la parte más alta del tallo. (7)

Flores: las flores masculinas, agrupadas en número de 6-12 en las espigas terminales o axilares presentan color verde y están formadas por un periantio con 4-5 pétalos y 4 estambres. Las flores femeninas se reúnen en glomérulos axilares y están formadas por

un periantio bi o tetradentado, con ovarios uniovulares, estilo único y estigma dividido en 3-5 segmentos. (35)

1.5.3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Soporta temperaturas por debajo de 0°C, que si persisten bastante, además de originar lesiones foliares, producen una detención total del crecimiento, por lo que el cultivo no rinde lo suficiente. La temperatura mínima mensual de crecimiento es de aproximadamente 5°C. La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de gran importancia práctica, dado que la mayor demanda de esta verdura coincide con el período otoñal-primaveral.(35)

Las condiciones de iluminación y temperatura influyen decisivamente sobre la duración del estado de roseta. Al alargarse los días (más de 14 horas de luz diurna) y al superar la temperatura los 15°C, las plantas pasan de la fase vegetativa (roseta) a la de “elevación” y producción (emisión de tallo y flores). La producción se reduce mucho si el calor es excesivo y largo el fotoperiodo, dado que las plantas permanecen en la fase de roseta muy poco tiempo, con lo que no se alcanza un crecimiento adecuado. Las espinacas que se han desarrollado a temperaturas muy bajas (5-15°C de media mensual), en días muy cortos, típicos de los meses invernales, florecen más rápidamente y en un porcentaje mayor que las desarrolladas también en fotoperiodos cortos, pero con temperaturas más elevadas (15-26°C). También las lluvias irregulares son perjudiciales para la buena producción de espinacas y la sequía provoca una rápida elevación, especialmente si se acompaña de temperaturas elevadas y de días largos. (35)

Es una especie bastante exigente en cuanto a suelo y prefiere terrenos fértiles, de buena estructura física y de reacción química equilibrada. Por tanto, el terreno debe ser fértil, profundo, bien drenado, de consistencia media, ligeramente suelto, rico en materia orgánica y nitrógeno, del que la espinaca es muy exigente. No debe secarse fácilmente, ni permitir el estancamiento de agua. En suelos ácidos con pH inferior a 6,5 se desarrolla mal, a pH ligeramente alcalino se produce el enrojecimiento del pecíolo y a pH muy elevado es muy susceptible a la clorosis. (7)

1.5.4 MATERIAL VEGETAL

Existen dos variedades botánicas de la espinaca, aunque todas las variedades comerciales cultivadas pertenecen a las de semilla espinosa de hojas triangulares, cuyo limbo es sutil, de dimensiones algo reducidas, superficie lisa y pecíolo bastante largo. (16)

Los cultivares se clasifican por sus características morfológicas (color, forma de la hoja, longitud del pecíolo...) por su resistencia a la subida de flor y por su precocidad.

Las variedades más precoces presentan una menor resistencia a la subida de flor, por lo tanto son empleadas en siembras a finales de verano y otoño-invierno. Las variedades menos precoces son más resistentes a la subida de flor y se siembran a finales de invierno y en primavera. Otras características varietales a destacar son la resistencia a mildiu (*Peronospora farinosa*, *P. spinaceae*, *P. efusa*) y la resistencia al frío. (16)

- Polka: resistente a tres cepas de mildiu. Planta semierecta, vigorosa de hojas muy lisas, color verde oscuro. Para cultivo de otoño, invierno y primavera.
- Rico: resistente a tres cepas de mildiu. Hojas abullonadas de color verde oscuro y muy productiva.
- Carambole: resistente a tres cepas de mildiu. Ciclo tardío, resistente a la subida de flor. Hoja gruesa y muy productiva.
- Rimbo: resistente a tres cepas de mildiu y a la subida de flor. Hoja carnosa de color verde oscuro y muy productiva.
- Bolero: resistente a cuatro cepas de mildiu. Buen color y buena calidad de la hoja.
- Resco: resistente a cuatro cepas de mildiu. Buen color y buena calidad de la hoja.
- Spinackor: resistente a cuatro cepas de mildiu. Hojas lisas verde oscura. Valida tanto para industria como para el mercado en fresco.
- Dolphin: ciclo corto y resistente a cinco cepas de mildiu. Su cultivo está poco extendido.
- Whale: ciclo largo y resistente a cinco cepas de mildiu. Su cultivo está poco extendido. (16)

1.5.5 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El cultivo de la espinaca en España se desarrolla fundamentalmente al aire libre en regadío; aunque está más indicado en los invernaderos de las zonas del interior. La producción de espinaca se puede destinar tanto a la industria como al mercado en fresco durante todo el año, mientras que en el norte y centro de Europa el periodo de producción es mucho más reducido (junio-octubre). (16)

El cultivo de la espinaca tiene muy buenas expectativas de futuro, especialmente el cultivo para industria debido al creciente mercado europeo. (35)

1.5.6 VALOR NUTRICIONAL

La espinaca es una hortaliza con un elevado valor nutricional y carácter regulador, debido a su elevado contenido en agua y riqueza en vitaminas tales como A, B₁, B₂, y C. Además de poseer en su estructura valiosos minerales como el Calcio, Fosforo y Hierro.

TABLA No 7. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LA ESPINACA.

Composición nutritiva de las espinacas por 100 g de producto comestible (según Fersini, 1976; Wattt <i>et al.</i>, 1975)	
Prótidos (g)	3.2-3.77
Lípidos (g)	0.3-0.65
Glúcidos (g)	3.59-4.3
Vitamina A (U.I.)	8.100-9.420
Vitamina B1 (mg)	110
Vitamina B2 (mg)	200
Vitamina C (mg)	59
Calcio (mg)	81-93
Fósforo (mg)	51-55
Hierro (mg)	3.0-3.1
Valor energético (cal)	26

(35)

1.5.7 PROPIEDADES MEDICINALES

Por su escaso valor energético, las espinacas constituyen un alimento de elección para quienes siguen dietas de adelgazamiento. Su contenido en fibra hace que tras consumirla se produzca una sensación de saciedad que puede ayudar a llevar a cabo una dieta de este tipo. (7)

Es buena para la vista ya que posee vitamina A. El mecanismo que explica la relación de la vitamina A con la vista se relaciona con una forma activa de dicha vitamina, el 11-cis-retinal. Ésta combina con una sustancia orgánica (opsina) con la que forma un compuesto activo llamado rodopsina que se encuentra en la retina del ojo humano. Los rayos de luz de baja intensidad descomponen la rodopsina de los bastoncillos (receptores sensibles a luz que hay en la retina) y por una serie de reacciones químicas se produce la excitación del nervio óptico y se originan en el cerebro estímulos visuales. Cuando no hay suficiente vitamina A, se produce ceguera nocturna porque los bastoncillos son sensibles a la luz de baja intensidad. La luteína y zeaxantina de las espinacas ayudan a prevenir la pérdida de visión ocasionada como consecuencia de la degeneración de la mácula del ojo y, por lo tanto, actúan como protectores frente al desarrollo de cataratas. El consumo de espinacas puede resultar muy útil para quienes padecen problemas oculares, como fotofobia, sequedad ocular o ceguera nocturna. (7)

Su excelente contenido en folatos, hace que el consumo de espinacas sea aconsejable para la mujer embarazada. La deficiencia de esta vitamina en las primeras semanas de embarazo provoca en el futuro bebé defectos del tubo neural, como la espina bífida o la anencefalia. Los requerimientos de folatos son superiores también en los niños, por lo que incluir verduras en su dieta habitual es una forma válida de prevenir deficiencias.

Las espinacas son una fuente muy importante de sustancias de acción antioxidante. Los antioxidantes bloquean el efecto dañino de los radicales libres. La respiración en presencia de oxígeno es esencial en la vida celular de nuestro organismo, pero como consecuencia de la misma se producen unas moléculas, los radicales libres, que ocasionan efectos negativos para la salud por su capacidad de alterar el ADN (los genes), las proteínas y los lípidos o grasas.

Existen situaciones que aumentan la producción de radicales libres, como el ejercicio físico intenso, la contaminación ambiental, el tabaquismo, las infecciones, el estrés, dietas ricas en grasas y la sobre exposición al sol.(7)

Se sabe que es la modificación del llamado "mal colesterol" (LDL-c) la que desempeña un papel fundamental en el inicio y desarrollo de la aterosclerosis. Los antioxidantes bloquean los radicales libres que modifican del mal colesterol. Bajos niveles de antioxidantes constituyen un factor de riesgo cardiovascular, de cáncer y enfermedades degenerativas. (35)

La espinaca es rica en un tipo de ácido orgánico conocido con el nombre de ácido oxálico. Este compuesto también abunda en las remolachas y las acelgas. Tiene la capacidad de formar en el intestino complejos insolubles con minerales como el calcio y el hierro que impiden su asimilación. Hay personas que tienen predisposición a formar cálculos en el riñón de "oxalato de calcio", motivo por el que se ha de restringir el consumo de espinacas de su dieta. (7)

Por otro lado, su alto contenido en potasio y la baja presencia en sodio potencian una acción diurética que favorece la eliminación del exceso de líquidos del organismo. Son beneficiosas en caso de hipertensión, hiperuricemia y gota, cálculos renales (salvo de oxalato de calcio) y en caso de retención de líquidos. Con el aumento de la producción de orina se eliminan, además de líquidos, sustancias de desecho disueltas en ella como ácido úrico, urea, etc.

Favorece el tránsito intestinal ya que la espinaca presenta propiedades laxantes. El consumo de alimentos ricos en fibra contribuye a prevenir o mejorar el estreñimiento. Se sabe que la fibra colabora en la reducción de la colesterolemia y la velocidad de paso de los azúcares hacia la sangre, por lo que beneficia en caso de riesgo cardiovascular y diabetes. (35)

La falta de hierro o de ácido fólico se relaciona con distintos tipos de anemia. En la espinaca abundan dichos nutrientes. Son además ricas en otros minerales y oligoelementos que favorecen la hematopoyesis, es decir, la formación de glóbulos rojos, por ello, su consumo está indicado en el tratamiento de las anemias.

Se han detectado aminas en diversas hortalizas. En la espinaca está presente la histamina, y en el tomate y la berenjena, la tiramina. Estos compuestos pueden provocar alergias y cefaleas en personas susceptibles. Dado que no hay estudios concluyentes al respecto, no se puede generalizar y, antes de prohibir el consumo de dichas verduras, será necesario realizar un exhaustivo examen clínico y dietético para no restringir la dieta de modo innecesario. (7)

1.6 LA ORTIGA

1.6.1 ORIGEN

Ortiga es el nombre común de las plantas del género *Urtica* de la familia de las *Urticaceae* todas ellas caracterizadas por tener pelos que liberan una sustancia ácida que produce escozor e inflamación en la piel. (7)

La ortiga es una planta de la familia de las Urticáceas. Es una de las "malas hierbas" más habituales, bien conocida por sus cualidades urticantes. Antiguamente se conocía también como "la hierba de los ciegos", pues hasta éstos la reconocen con solo rozarla. Es una de las plantas que más aplicaciones medicinales posee. (39)

1.6.2 HISTORIA

La ortiga es una especie cuyas hojas eran ya citadas en los tratados medievales como remedio en los estados asociados a un déficit en la diuresis. Sin embargo, desde hace veinte años sus partes subterráneas (raíces y rizomas) son objeto de interés en el tratamiento de la hiperplasia benigna de próstata (HBP), tal y como han puesto de manifiesto los numerosos trabajos de investigación realizados sobre ellas.

Dichas investigaciones han permitido acceder al conocimiento de sus más importantes principios activos y a su actuación sobre algunos de los factores implicados en la aparición de la HBP. Por otra parte, los más recientes ensayos clínicos realizados con extractos normalizados de ortiga indican un efecto positivo sobre los síntomas urinarios asociados a la HBP.

A ello se añade la gran tolerancia hacia los preparados elaborados con las partes subterráneas, ya que en ensayos a seis meses sólo un 0,7 por ciento de los pacientes mostró efectos secundarios, de escasa gravedad en todos los casos. (54)

1.6.4 MATERIAL VEGETAL

Hay varios tipos:

- La ortiga mayor (*Urtica dioica*), vulgarmente conocida como ortiga mayor y ortiga verde, es la más común. Alcanza entre 50 y 150 centímetros. La característica más conocida de esta planta es presencia de pelos urticantes cuyo líquido cáustico (acetilcolina) produce una irritación con picor intenso en la piel cuando se la toca o roza. Tiene el tallo de sección cuadrada, hojas ovales, con el borde aserrado, sus flores son pequeñas unisexuales, inconspicuas y agrupadas en glómérulos.
- La ortiga menor (*Urtica urens*) suele crecer al lado de la ortiga mayor, tiene unos 60 centímetros y picadura más rabiosa que su hermana mayor, pero con menos virtudes terapéuticas. (49)

1.6.5 ESPECIES

Existen más de 50 especies de Ortiga alrededor del mundo de entre las cuales destacan las siguientes, por su utilidad como plantas medicinales y fuente de principios activos para la industria farmacéutica:

Urtica angustifolia. China, Japón, Corea. *Urtica ardens*. China. *Urtica atrichocaulis*. Himalayas, suroeste de China. *Urtica atrovirens*. Oeste del Mediterráneo. *Urtica cannabina*. Oeste de Asia desde Siberia a Irán. *Urtica chamaedryoides* (ortiga de hojas de corazón). Sureste de Norteamérica. *Urtica dioica* (ortiga mayor ú ortiga toro). Europa, Asia, Norteamérica. *Urtica dubia* (ortiga de hoja grande). Canadá. *Urtica ferox* (ongaonga ú ortiga árbol). Nueva Zelanda. *Urtica fissa*. China. *Urtica galeopsifolia*. Centro o Este de Europa. *Urtica gracilentia* (ortiga de montaña). Arizona, Nuevo México, oeste de Texas, norte de México. *Urtica hyperborea*. En los Himalayas desde Pakistán a Bután, Mongolia y Tíbet, en grandes alturas. *Urtica incisa* (ortiga arbustiva). Australia. *Urtica kioviensis*. Este de Europa. *Urtica laetivirens*. Japón, Manchuria. *Urtica mairei*.

Himalayas, suroeste de China, noreste de India, Myanmar. *Urtica membranacea*. Región Mediterránea, Azores. *Urtica morifolia*. Islas Canarias (endémica). *Urtica parviflora*. Himalaya (altitudes bajas). *Urtica pilulifera* (ortiga romana). Sur de Europa. *Urtica platyphylla*. China, Japón. *Urtica pubescens*. Suroeste de Rusia este y centro de Asia.(7)

1.6.6 PRINCIPIOS ACTIVOS

- **Hojas, planta fresca:** Clorofila a y b, Carotenoides (beta-caroteno), Flavonoides, Sales minerales (hierro, calcio, sílice, azufre, potasio, manganeso), Ácidos orgánicos (caféico, clorogénico, gálico, fórmico, acético), Provitamina A, Mucílagos, Escopoletósido, Sitosterol.
- **En los tricomas (pelos urticantes):** Acetilcolina, Histamina, Serotonina.
- **Raíces:** Taninos, Fitosteroles, Ceramidas, Fenilpropanos, Lignanas, Polifenoles, Monoterpendioles, Aglutinina, Polisacáridos, Escopoletósido.
- **Semillas:** Mucílagos, Proteínas, Aceite: ácido linoléico, Tocoferoles. (50)

1.6.7 COMPOSICIÓN

Composición química: contiene flavonoides (de acción antioxidante y antiinflamatoria), sales minerales, ácidos orgánicos, pro vitamina A y C, mucílago, ácido fórmico, acetilcolina, clorofila, taninos, resina, silicio, acetilcolina, potasio, glucoquininas y una gran cantidad de clorofila (de ahí su color verde oscuro e intenso), histamina y serotonina.

La planta también posee una sustancia llamada secretina, que es uno de los mejores estimulantes de las secreciones estomacales, del páncreas y de la bilis, así como de los movimientos peristálticos del intestino.

También contiene clorofila y ácidos orgánicos, a los que se debe su marcado efecto diurético.

Propiedades de la ortiga comprobadas científicamente: los extractos son ligeramente hipoglucemiantes. Tiene propiedades bactericidas y efectos favorables en los tratamientos de las afecciones de la piel. (49)

Uso medicinal aprobado por la Comisión Revisora de Productos Farmacéuticos:
rubefaciente

1.6.8 RECOLECCIÓN

Se recogerá la planta entera, dependiendo del uso que se le vaya a destinar.

Puede utilizarse seca o recién recogida.

En fitoterapia, los naturistas aconsejan recolectar las sumidades floridas (*herba urticae*), o simplemente las hojas (*folium urticae*) de los tallos jóvenes.

Para llevar la recolección a buen fin, se procede antes de la floración, y el secado debe de realizarse lo más rápidamente posible.

Con fines medicinales se recolectará en los meses de mayo, junio, julio y agosto aunque no hay problema en recolectarla a lo largo de todo el año. Con fines alimenticios, se recolectará en cualquier periodo.

Por su poder urticante se deberá de recolectar con guantes y se cortarán sólo los tallos jóvenes y sanos.

Las raíces se recolectan en primavera (marzo) y en otoño (noviembre).

Antes de la aparición de las flores, la planta es más tierna.

Las hojas viejas no se deben usar debido a que son muy irritantes. (16)

1.6.9 CONSERVACIÓN

Se secarán a la sombra y bien extendida, en lugar bien ventilado. Una vez seca se guardarán sólo las hojas. Una vez secas dejará de ser urticante, y se podrán triturar para su conservación. De esta forma podemos continuar disfrutando de sus beneficios en invierno, momento en el que es imposible encontrarlas frescas. (50)

1.6.10 PARTES UTILIZADAS

Se utiliza la raíz y la planta entera. También se usa la planta fresca.

Principalmente las hojas (*Urticae folium/herba*), aunque también se pueden utilizar las raíces (*Urticae radix*).

Las raíces, además de las de la *Urtica dioica* L., son también beneficiosas las de la ortiga menor (*Urtica urens* L.), o especies híbridas de ambas, obtenidas durante el periodo de floración. Popularmente también se emplean los frutos. (7)

1.6.11 PROPIEDADES NUTRITIVAS

Nutricionalmente es de gran importancia por su riqueza en sales minerales y vitaminas que benefician a todos incluso a las personas que hacen dietas sin sal. Las ortigas contienen vitamina A y C, hierro, ácido salicílico y proteínas. (50)

1.6.12 PROPIEDADES MEDICINALES

Aparte de nutritiva, tiene gran cantidad de propiedades curativas:

- Analgésicas.
- Antialérgicas.
- Antianémicas.
- Antigotosas.
- Antihistamínicas.
- Antiinflamatorias.
- Antirreumáticas.
- Astringentes.
- Colagogas.
- Depurativas.
- Diuréticas.
- Galactógenas.
- Hemostáticas.

- Hipoglucemiantes.
- Remineralizantes.
- Rubefacientes.
- Tónicas. (7)

1.6.13 CONTRAINDICACIONES

- Evitar en caso de edemas originados por insuficiencia renal o cardíaca.
- No usar como tintura alcohólica en niños menores de 2 años y en personas en proceso de desintoxicación alcohólica.
- Como remedio diurético debe ser evitado por personas con problemas de hipertensión arterial, cardiopatías o insuficiencia renal, salvo por descripción y bajo control médico.
- La ingesta de 20 ó 30 semillas produce un efecto purgante drástico. (24)

1.6.14 EFECTOS SECUNDARIOS

- Las hojas frescas tiene una acción fuertemente irritante sobre la piel (urticante), con producción de una pápula y sensación de quemadura.
- La raíz, ocasionalmente puede producir molestias gástricas y reacciones alérgicas cutáneas.
- La cocción de las raíces puede irritar la mucosa gástrica.
- Los preparados de U.dioica están exentos de toxicidad tanto aguda como crónica.

(24)

1.7 ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO

Entendemos por Análisis Básico (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractibles no nitrogenadas (ELN) se determinan por cálculo 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. (5)

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. (1)

1.7.1 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 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 mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas. (5)

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 agua si está presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.
- 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 cantidad de agua puede afectar la textura. Ejemplo carnes curadas.
- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos. (5)

1.7.2 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. (5)

La determinación de cenizas es importante porque:

- Nos da el porcentaje de minerales presentes 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).
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos. (5)

1.7.3 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 ejercen 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. (5)

1.7.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico 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. (5)

1.7.5 EXTRACTO ETÉREO

El método Soxhlet utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter que se encuentran en el alimento.

Insoluble en agua y soluble en disolventes orgánicos. Proporcionan energía y son la principal reserva energética del organismo. Fuente de ácidos grasos esenciales, transporte de combustible metabólico y disolvente de algunas vitaminas. Influyen en la absorción de las proteínas y en la calidad de la grasa que se deposita en el cuerpo y de los productos grasos que se obtienen. (5)

1.7.6 EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO

Eminentemente energético, son sustancias que producen calor y energía de movimiento. Lo componen los azúcares y en particular la fibra, el almidón o fécula (5)

1.7.7 pH

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con más 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. (5)

1.7.8 ACIDEZ

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material. Ej: En aceites es el % en ácido oleico, en zumo de frutas es el % en ácido cítrico, en leche es el % en ácido láctico. (5)

Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado y el colorante.

Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; reacción que se puede observar con un colorante. Un ejemplo de colorante, y el más común, es la fenolftaleína, que vira (cambia) de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base.

El agente titulante es una base, y el agente titulado es el ácido o la sustancia que contiene el ácido. (5)

1.8 MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS

La mayoría de estas técnicas se basan en la interacción entre la radiación electromagnética y la materia. Cuanto menor es la longitud de onda de una radiación, mayor es la energía asociada. Dependiendo de la longitud de onda tenemos distintas radiaciones. (18).

Las técnicas que se basan en estas propiedades pueden ser:

- Espectrometría de UV visible.
- Espectrofotometría de fluorescencia.
- Espectrofotometría infrarroja.
- Espectrometría de absorción atómica.
- Fotometría de llama.
- Espectrometría de masas.
- Resonancia magnética nuclear y
- Resonancia de spin electrónico.

1.9 MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS

La cromatografía es un método de separación con alta resolución. Es un método físico de separación, donde los componentes se distribuyen en dos fases: una fase estacionaria y una fase móvil, que se va moviendo y transporta a los componentes a distintas velocidades por el lecho estacionario. Los procesos de retención se deben a continuas adsorciones y desorciones de los componentes de la muestra a lo largo de la fase estacionaria. (18).

Hay varios tipos de cromatografía. Los más importantes son:

- Cromatografía en columna: que puede ser líquida o de gases.
- Cromatografía líquida de alta presión.
- Cromatografía de gases.
- Cromatografía en papel.
- Cromatografía en capa fina. (18).

1.10 EVALUACIÓN SENSORIAL

El Análisis Sensorial o Evaluación Sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. Es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto, por lo tanto, la Evaluación Sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el "instrumento" utilizado son personas. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. (23)

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico - químico o microbiológico, que solo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando llegando el caso, de un aspecto de importancia: su grado de aceptación o rechazo. (23)

1.10.1 ATRIBUTOS SENSORIALES

- Gusto y sabor
- Textura
- Aroma y olor
- Color y apariencia

1.10.1.1 Gusto y sabor

Se entiende por gusto a la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo.

El resto de las sensaciones gustativas proviene de la mezcla de estas cuatro, en diferentes proporciones que causan variadas interacciones.

Se define por sabor como la percepción percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor. (23)

1.10.1.2 Textura

Textura es la apreciación sensorial subjetiva para definir estados de la materia, en el caso de los alimentos se aplica a propiedades dadas a cierto alimento definiéndolo como duro, blando, uniforme, áspero, liso, etc. (23)

1.10.1.3 Aroma y Olor

Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato. Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, por eso en el lenguaje común se confunden. (23)

1.10.1.4 Color y apariencia

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. Todos estos factores determinan el color que se aprecia:

Longitud de onda, intensidad de luz y grado de pureza.

El sentido de la visión es estimulado por impresiones luminosas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, éstas pasan por las lentes de los ojos y son enfocadas como imágenes en la retina.

La visión es de importancia fundamental para la evaluación de aspecto y color.

El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad.

El consumidor espera un color determinado para cada alimento, cualquier desviación de este color puede producir disminución en la demanda, además es importante para la sensación gustativa y olfativa.

Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, etc. (23)

1.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El conocimiento de la microbiología es la base para el manejo adecuado de los productos alimenticios. Así pues, el estudio del número y tipo de microorganismos presentes en un alimento permite:

- Conocer la fuente de contaminación del producto en examen.
- Evaluar las condiciones higiénicas de trabajo en las que se procesan o preparan los alimentos.
- Detectar la posible presencia de flora patógena que causa problemas de salud en el consumidor.

- Establecer en qué momento se producen fenómenos de alteración en los distintos alimentos, con el propósito de delimitar su periodo de conservación.

Y si bien el desarrollo microbiano desenfrenado y sus productos metabólicos indeseables ocasionan problemas al dañar nuestros alimentos, los microorganismos también se usan benéficamente para producir alimentos y bebidas de alto valor gastronómico. (5,23)

1.9.1 LEVADURAS Y MOHOS

Las levaduras y los mohos crecen más lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo, en los alimentos ácidos y en los de baja actividad de agua, crecen con mayor rapidez que las bacterias, determinando por ello importantes pérdidas por la alteración de frutas frescas y jugos, vegetales, quesos, productos cerealícolas, alimentos salazonados y encurtidos, así como en los alimentos congelados y en los deshidratados, cuyo almacenamiento se realiza en condiciones inadecuadas. Además, existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos. (8)

Las levaduras crecen más rápidamente que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. Mientras que los mohos son casi siempre aerobios estrictos, las levaduras generalmente crecen tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, aunque con mayor rapidez y hasta poblaciones más elevadas en presencia de este gas. La fermentación es completamente un proceso anaeróbico.

En los alimentos frescos y en los congelados, pueden encontrarse números reducidos de esporas y células vegetativas de levaduras, pero su presencia en estos alimentos es de escaso significado. Solo cuando el alimento contiene cifras elevadas de levaduras o mohos visibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración. La alteración por levaduras no constituye un peligro para la salud. (8)

1.9.2 AEROBIOS MESÓFILOS

La enumeración de gérmenes aerobios mesófilos es el indicador microbiano más común de la calidad de los alimentos. (8)

Esta determinación sirve para:

1. Conocer el nivel de microorganismos presentes en un producto, sea este preparado, precocido, refrigerado o congelado.
2. Conocer las fuentes de contaminación (aire, agua, materia prima, etc.) durante la elaboración de los alimentos.
3. Verificar la eficacia de los sistemas de limpieza y desinfección.
4. Conocer si se inicia la alteración de los alimentos y su probable vida útil.
5. Conocer si han ocurrido fallos en el mantenimiento de las temperaturas de refrigeración en los alimentos refrigerados.

Existen algunos métodos para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos tales como el de la placa pobre, de siembra por extensión en superficie, siembra por gotas en superficie, filtración a través de membrana, a demás de métodos automatizados. Cada método debe especificar la temperatura de incubación. (8)

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. LUGAR DE REALIZACIÓN:

La presente investigación se llevo a cabo en los siguientes lugares:

- Laboratorio de Bioquímica y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Farmacología, Química Farmacéutica y Farmacognosia de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Química Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Instalaciones de la Panadería España (en la ciudad de Guaranda).

2.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1 MATERIA PRIMA

- Hojas de Espinaca
- Hojas de Acelga
- Hojas de Ortiga
- Harina de trigo fortificada
- Agua
- Sal
- Azúcar
- Mantequilla
- Bicarbonato de sodio

2.2.2 EQUIPOS

- Horno de panificación
- Estufa (Mettler)
- Mufla (Mettler)
- Balanza analítica (Ohaus)
- Balanza de precisión (Shimadzu)
- pHmetro (Hanna)
- Autoclave
- Incubadora
- Cámara fotográfica (Sony)
- Computador (Acer)
- Equipo Kjeldhal
- Equipo Weende
- Equipo de Luz UV
- Cabina extractora de gases (Mettler)
- Bomba de vacío (Ruchi)
- Centrífuga
- Espectrofotómetro (Helios β)
- Digestor de fibra

2.2.3 MATERIALES

- Equipo de galletería: tazones, latas para hornear, recipientes varios
- Bolillo
- Cernidor
- Crisoles de porcelana
- Cápsulas de porcelana
- Cucharas
- Bandejas
- Moldes
- Pinza para Reparto

- Platos descartables
- Vasos descartables
- Jarra
- Servilletas descartables
- Vasos de precipitación
- Pipetas
- Pipeta de Pasteur
- Probetas
- Trípode
- Embudo
- Gotero
- Picetas
- Reloj temporizador
- Placas de Sílica gel
- Varilla de agitación
- Cucharas de dosificación
- Papel filtro, milipore
- Papel aluminio
- Platos
- Recipientes herméticos para conservación

2.2.4 REACTIVOS

- Agua destilada
- Alcohol al 96%
- Hidróxido de Sodio
- Ácido Sulfúrico
- Ácido Bórico al
- Desinfectante
- Sulfato de Sodio
- Zinc en lentejuelas
- Indicador Macro Kjeldahl

- Ácido Clorhídrico estandarizado 0.1N
- Alcohol α -amílico
- Sulfato de sodio
- Acetona
- Tolueno
- Ácido Bórico
- Lentejas de zinc metálico
- Ácido tricloro acético
- Metanol
- Ácido Fosfórico
- Acetonitrilo
- Éter de petróleo

2.2.5 MEDIOS DE CULTIVO

- Placas Pretri flim para Mohos y Levaduras
- Placas Pretri flim para Aerobios Mesófilos

2.3. TÉCNICAS

2.3.1 ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS DE SAL CON CLOROFILA

2.3.1.1 INGREDIENTES:

- 1600 g de harina de trigo fortificada
- 400 g de vegetal (Acelga, Espinaca, Ortiga) Troceado
- 70 g de azúcar pulverizada
- 12 g de sal
- 500 g de margarina suave
- 250 mL de Agua
- 8 g Bicarbonato de sodio

2.3.1.2 PREPARACIÓN:

1. Alistar ingredientes y el horno.
2. Lavar y desinfectar las hojas del vegetal fuente de clorofila
3. Trocear las hojas del vegetal fuente de clorofila
4. Pesar los ingredientes.
5. Cremificar la margarina, el azúcar y la sal.
6. Adicionar la harina, el vegetal troceado y el bicarbonato de sodio.
7. Amasar hasta obtener una pasta suave utilizando el agua.
8. Laminar y troquelar.
9. Moldear.
10. Colocar en bandeja o latas para hornear.
11. Hornear.

2.3.1.3 DATOS IMPORTANTES:

- Cocción: 12 a 18 min.
- Temperatura de la mezcla: 20 °C
- Temperatura del horno: 80 - 120 °C
- Rendimiento: De ésta receta se obtienen 380 galletas de 7 g aprox. c/u.
- Variación de porcentaje:

2000 g Harina \longrightarrow 100%

X g Vegetal \longleftarrow 20%

X g Vegetal = 400 g

2.3.2 ADICIÓN DE LA CLOROFILA A LA MASA DE LAS GALLETAS

La adición de la clorofila se realizó de manera directa es decir adicionando las hojas troceadas del vegetal seleccionado (Espinaca) por el panel de degustación en la proporción adecuada se determinada de la misma manera, formando parte de la masa de la galleta.

2.3.3 EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CLOROFILA EN HOJAS DE ESPINACA

Primero pesamos 5 g de hojas de espinaca sin nervaduras, machacamos las hojas y agregamos 25 ml de acetona, machacamos nuevamente hasta obtener una pasta color verde, filtramos y recogemos el filtrado en un vaso de precipitación

Verificamos que los restos de las hojas machacadas sean de color pardo grisáceo eso indica que la clorofila y se ha extraído por completo quedando la fibra o celulosa.

Procedemos a separar el filtrado en un embudo de separación añadiendo unas gotitas de éter de petróleo, agitamos unos 3 minutos y dejamos que repose, separamos la fracción etérea y recogemos el filtrado.

Realizamos una cromatografía en capa fina utilizando una placa de vidrio cubierta utilizando como fase estacionaria Sílica gel y como fase móvil Tolueno, Acetato de etilo en proporción 9:1.

Colocamos con ayuda de un capilar unas 5 gotas del extracto procurando concentrar muy bien la muestra a 2 cm del inicio de la placa cromatografía, la depositamos en un recipiente el cual contiene 5 ml de la mezcla solvente o fase móvil, depositamos la placa con mucho cuidado dentro del recipiente lo tapamos y esperamos 45 minutos aproximadamente para que la fase móvil arrastre los compuestos como las clorofilas xantofilas y carotenos en orden de polaridad, hasta obtener la separación en capas en la placa siendo separados en el siguiente orden de manera ascendente: Clorofila b, Clorofila a, Xantofilas, Carotenos

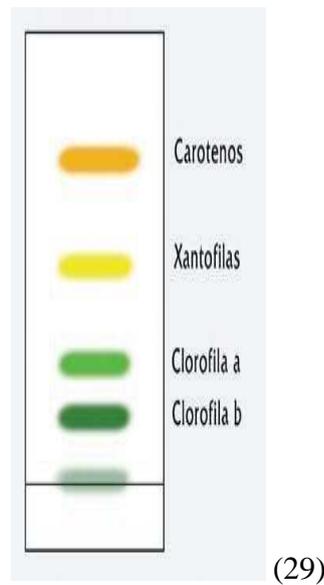


FIGURA No. 8 ILUSTRACIÓN DE UNA PLACA CROMATOGRÁFICA DE LA CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA DE LAS HOJAS DE ESPINACA.

2.3.4 CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA EN LAS HOJAS DE ESPINACA Y EN LAS GALLETAS DE SAL CON CLOROFILA

Para el cálculo de la concentración de clorofila en las hojas de espinaca y en las galletas de sal con clorofila se utilizaron las ecuaciones de Arnold, Jeffrey y Humphrey para calcular por espectrofotometría la cantidad de clorofila a, b y total proveniente de tejidos vegetales.

A continuación se muestran dichas ecuaciones para cada caso:

Para la *clorofila a* se tiene:

$$C_a = [(12.7 \times A_{663}) - (2.69 \times A_{645})] \times \frac{mL \text{ extraccion}}{g \text{ muestra}}$$

Para la *clorofila b* se tiene:

$$C_b = [(22.9 \times A_{645}) - (4.68 \times A_{663})] \times \frac{mL \text{ extraccion}}{g \text{ muestra}}$$

Para la *clorofila total* se tiene:

$$C_{Total} = [(20.2 \times A_{663}) - (8.02 \times A_{645})] \times \frac{mL \text{ extraccion}}{g \text{ muestra}}$$

2.3.5 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

2.3.5.1 TEST DE DEGUSTACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA

En el primer ensayo se realizó el test de degustación para verificar la palatabilidad de cada uno de los vegetales dando como resultado la eliminación de la investigación de la Ortiga ya que su sabor no es muy agradable al gusto seguramente por la presencia de minerales y ácido úrtico en las hojas de dicho vegetal

ENSAYO # 1: Ensayo para la elección del vegetal fuente de clorofila.

Población: 10 personas

Numero de muestras por persona: 6 (2 m₁, 2 m₂, 2 m₃)

Total de muestras: 60 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila, se repartieron de la siguiente manera:

20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Acelga.

20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Espinaca.

20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Ortiga.

Muestra 1: 20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Acelga.

Muestra 2: 20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Espinaca.

Muestra 3: 20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Ortiga.

2.3.5.2 TEST DE DEGUSTACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA ELECCIÓN DEL PORCENTAJE DE CLOROFILA EN LA GALLETA

Para realizar el análisis de aceptabilidad o rechazo de las galletas de sal con clorofila con las siguientes proporciones 10 %, 20 % y 30%; se utilizó el Test de Ordenamiento o Ranking, para los parámetros de: Aspecto, Sabor, Textura, Consistencia y Crocancia.

ENSAYO # 2: Ensayo para la elección del porcentaje de clorofila.

Luego de esto se procedió a realizar el segundo ensayo para verificar las características palatables de los dos vegetales restantes (Acelga, Espinaca)

Se realizó el Panel de degustación con 12 personas no entrenadas alumnos de la escuela de Bioquímica y Farmacia. Se les entregó dos galletas de cada proporción de vegetal junto con un vaso de Té negro para no afectar las papilas gustativas de los panelistas y así brinden una información objetiva. Las galletas fueron elaboradas con las siguientes proporciones para cada uno de los dos vegetales en estudio: 10 %, 20 % y 30 %

Población: 12 personas

Numero de muestras por persona: 12 (6 m₁, 6 m₂)

Total de muestras: 144 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila, repartidas de la siguiente manera:

72 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila proveniente de las hojas de Espinaca.

72 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila proveniente de las hojas de Acelga.

Muestra 1:

72 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila para prueba de degustación en panel de 12 personas, repartidas de la siguiente manera:

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 10 % de Clorofila proveniente de las hojas de Acelga.

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 20 % de Clorofila proveniente de las hojas de Acelga.

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de las hojas de Acelga.

Muestra 2:

72 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila para prueba de degustación en panel de 12 personas, repartidas de la siguiente manera:

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 10 % de Clorofila proveniente de las hojas de Espinaca.

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 20 % de Clorofila proveniente de las hojas de Espinaca.

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de las hojas de Espinaca.

2.3.6 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS GALLETAS.

2.3.6.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y MATERIA SECA (Método de Desecación en Estufa de aire caliente).

Principio.

Consiste en secar la muestra en la estufa a una temperatura de 103 ± 3 °C hasta peso constante, el secado tiene una duración de 2 - 3 horas.

Procedimiento.

- Pesar 1 – 10 gramos de muestra (previamente realizado su desmuestre) en un vidrio reloj, papel filtro o papel aluminio o chocolatín; o directamente en cápsula de porcelana previamente tarada, repartir uniformemente en su base.
- Colocar en la estufa a $103 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 2 – 3 horas.
- Enfriar en desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- La determinación debe realizarse por duplicado.

Cálculos.

$$SS(\%) = [(m_2 - m)/(m_1 - m)] \times 100$$

SS (%)= sustancia seca en porcentaje en masa

m= masa de la cápsula en gramos

m₁= masa de la cápsula de la muestra en gramos

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

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

2.3.6.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS. MÉTODO DE INCINERACIÓN EN MUFLA

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 reverbero y en la sorbona, para calcinar hasta ausencia de humos.
- Transferir la cápsula a la mufla e incinerar a 500 – 550 °C, hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso (esto se obtiene al cabo de 2 a 3 horas).
- Sacar la cápsula y colocar en el desecador, enfriar y pesar.
- La determinación debe hacerse por duplicado.

Cálculos

$$C\% = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

Donde:

%C = Porcentaje de ceniza

m = masa de la cápsula vacía en gramos

m₁ = masa de la cápsula con la muestra antes de la incineración en gramos.

m₂ = masa de la cápsula con las cenizas después de la incineración en gramos.

2.3.6.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 7050)

Principio

Se basa en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas 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. Después de este tratamiento el residuo es la fibra bruta.

Procedimiento

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema por adición en un papel aluminio y se registra este peso. (W₁)
- Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota este peso. (W₂)
- A cada vaso con la muestra se coloca 200mL de H₂SO₄ 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 pincel 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:

$$\%F = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} \times 100$$

Donde:

F = fibra

W 1 = peso del papel solo

W2 = peso del papel más muestra húmeda

W3 = peso del crisol más muestra seca

W 4 = peso del crisol más cenizas

Fibra bruta en base seca:

$$\%F.B.S = \frac{100 \times \%FB}{\%M.S}$$

Donde:

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

%FB= % Fibra Bruta

%M.S= % Materia Seca.

2.3.6.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Técnica 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 CO₂ 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 amoníaco 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, (W1) luego por adición se pesa 1 gramo de muestra y se registra el peso del papel solo y del papel más la muestra. (W2)
- 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 H₂SO₄ 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 son llevados a las hornillas para dar comienzo a la fase de destilación.

- El amoníaco como producto de la destilación es aceptado 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:

$$\%P = \frac{NHCl \times 0.014 \times 100 \times 6.25 \times mL\ HCl}{W_2 - W_1}$$

Donde:

%PB= % Proteína Bruta

W1= Peso del papel solo

W2= Peso del papel más muestra

mL HCl = mL de Ácido Clorhídrico utilizados al titular.

Proteína en Base Seca:

$$\%P.B.S. = \frac{100 \times \%PB}{\%M.S}$$

Donde:

%P.B.S = % Proteína en Base Seca.

%PB=% Proteína Bruta

%M.S= %Materia Seca.

2.3.6.5 DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO. (Método de Soxhlet)

Procedimiento:

- Pesar 2 gramos de muestra seca y colocar en el dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación.
- En el balón previamente tarado, adicionar 50 mL de éter etílico o éter de petróleo (se puede usar también 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 parrilla, controlar la entrada y salida de agua, extraer por 8-12 horas.
- Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilar el solvente.
- El balón con la grasa bruta o cruda colocar en la estufa por media hora, enfriar en desecador y pesar.

Cálculos:

$$\%Ex. E = \frac{P_1 - P}{m} \times 100$$

Donde:

%Ex. E= grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa.

P₁= masa del balón más la grasa cruda o bruta extraída en gramos.

P= masa del balón de extracción vacío en gramos

m= masa de la muestra seca tomada para la determinación en gramos.

2.3.6.6 EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO (ELnN)

$$\%ELnN = 100 - \sum (\%H + \%C + \%F + \%Ex.E + \%P)$$

Donde:

%ELnN= porcentaje de carbohidratos digeribles.

%H= porcentaje de humedad

%C porcentaje de cenizas

%F= porcentaje de fibra

%Ex. E= porcentaje de extracto etéreo

%P= porcentaje de proteína

2.3.6.7 DETERMINACIÓN DE pH

Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 389. Ver Anexo No. 1

2.3.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA GALLETA TESTIGO Y DE LAS GALLETAS DE SAL CON CLOROFILA

2.3.7.1 DETERMINACIÓN DE HONGOS (Mohos y Levaduras)

Para este ensayo se utilizó El Método Placas Petrifilm. VER ANEXO 1

2.3.7.1 DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS.

Para este ensayo se utilizó El Método Placas Petrifilm. VER ANEXO 2

2.3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron gráficos y análisis estadísticos para los datos concernientes al análisis Bromatológico, Microbiológico, Concentración de Clorofila presente en el Vegetal escogido, en la Galleta y para el Test de Degustación. Mediante los cuales se lograron establecer los resultados de este proyecto.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

3.1.1 TEST DE DEGUSTACIÓN

En el primer ensayo se realizó el test de degustación para verificar la palatabilidad de las galletas de sal que contienen Acelga, Ortiga y Espinaca al 30 % respectivamente y forma separada, por parte del panel de degustación conformado por 10 personas no entrenadas, quienes se inclinaron por las galletas que contenían Acelga y Espinaca.

3.1.2 TABULACIÓN DE TEST DE DEGUSTACIÓN

Se realizaron los siguientes ensayos para encontrar a la galleta con las características palatables más relevantes escogida por el panel de degustación.

3.1.2.1 ENSAYO # 1: Ensayo para la elección del vegetal, fuente de clorofila.

Población: 10 personas

Numero de muestras por persona: 6 (2 m_1 , 2 m_2 , 2 m_3)

Total de muestras: 60 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila, se repartieron de la siguiente manera:

20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Acelga.

20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Espinaca.

20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Ortiga.

Muestra 1: 20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Acelga.

Muestra 2: 20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Espinaca.

Muestra 3: 20 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de la Ortiga.

3.1.2.1.1 RESULTADOS Y GRÁFICOS DEL ENSAYO PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL, FUENTE DE CLOROFILA.

Después de haber realizado los ensayos preliminares se determinó que la proporción máxima de vegetal es de 30% ya que si se supera dicho porcentaje la galleta se hace difícil de moldear y sus características reológicas disminuyen. debido a eso se decidió probar el porcentaje mayor para elegir el vegetal.

CUADRO No. 1 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON EL 30% DE ACELGA.

Características		Galleta 1 (30 % de Acelga)
Aspecto	Agradable	10
	Desagradable	0
Sabor	Agradable	8
	Desagradable	2

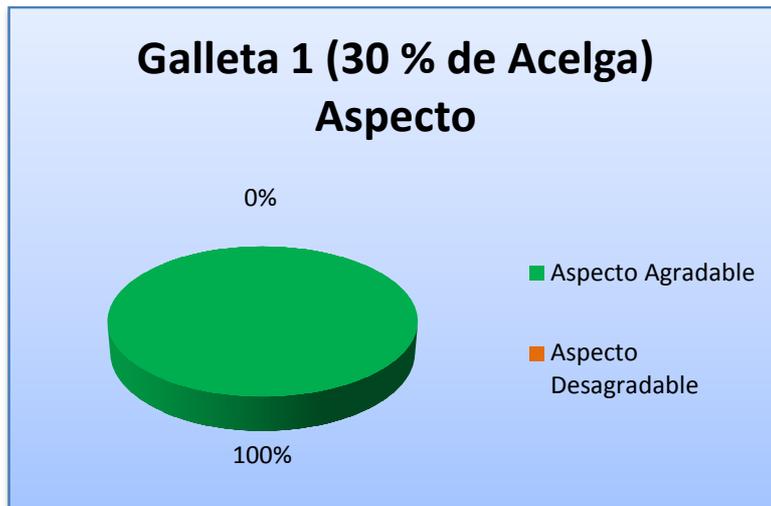


GRÁFICO No. 1. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON EL 30% DE ACELGA PARA ASPECTO.

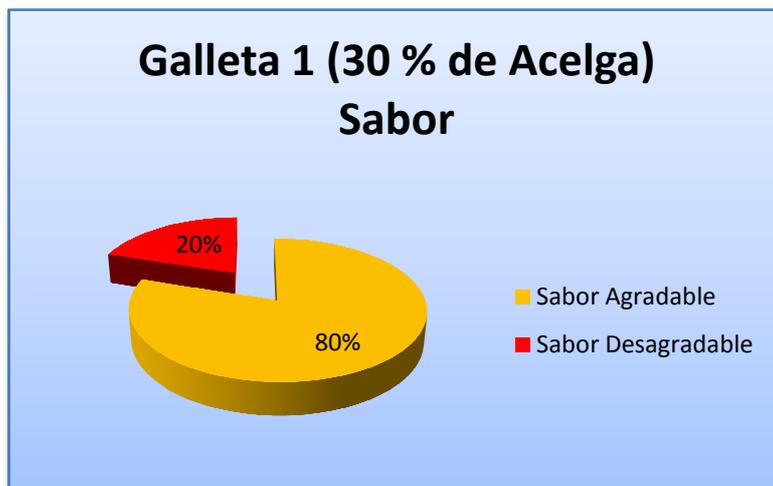


GRÁFICO No. 2. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON EL 30% DE ACELGA PARA SABOR.

Mediante el proceso de tabulación se identificó que al 100 % de personas les pareció Agradable el Aspecto de la galleta con el 30 % de Acelga, y ninguna persona dijo que su Aspecto fue Desagradable, mientras que el 80 % manifestó que el Sabor de esta galleta es Agradable, mientras que al 20 % de personas dijo que su Sabor es Desagradable.

CUADRO No. 2 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON EL 30% DE ESPINACA.

Características		Galleta 2 (30 % de Espinaca)
Aspecto	Agradable	8
	Desagradable	2
Sabor	Agradable	9
	Desagradable	1

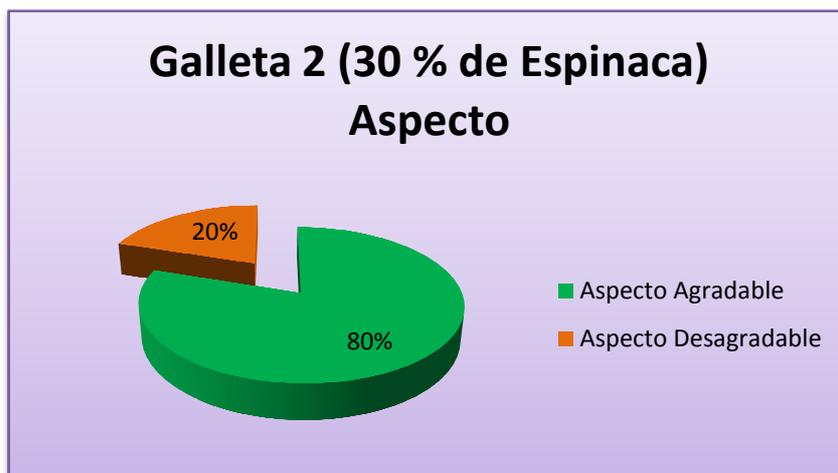


GRÁFICO No. 3. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON EL 30% DE ESPINACA PARA ASPECTO.

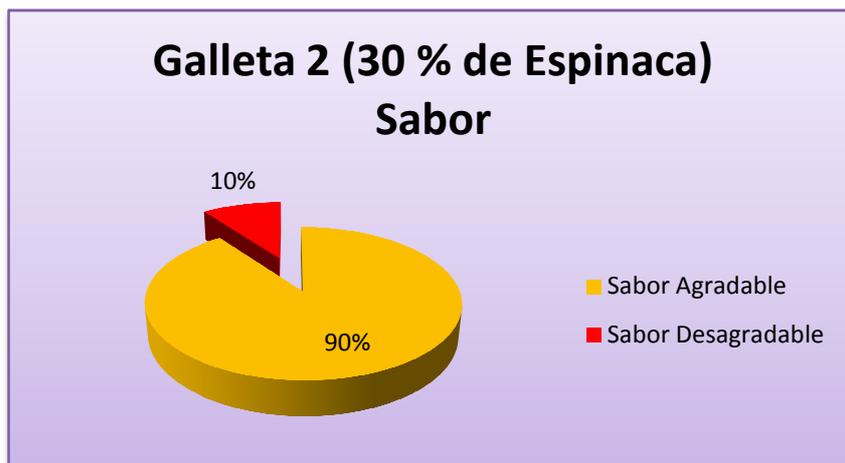


GRÁFICO No. 4. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON EL 30% DE ESPINACA PARA SABOR.

Continuando con el proceso de tabulación se identifico que al 80 % de personas les pareció Agradable el Aspecto de la galleta con el 30 % de Espinaca, al 20 % en cambio le pareció que el Aspecto es Desagradable, el 90 % manifestó que el Sabor de esta galleta es Agradable, mientras que al 10 % de personas dijo que su Sabor es Desagradable.

CUADRO No. 3 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON EL 30% DE ORTIGA.

Características		Galleta 3 (30 % de Ortiga)
Aspecto	Agradable	6
	Desagradable	4
Sabor	Agradable	3
	Desagradable	7

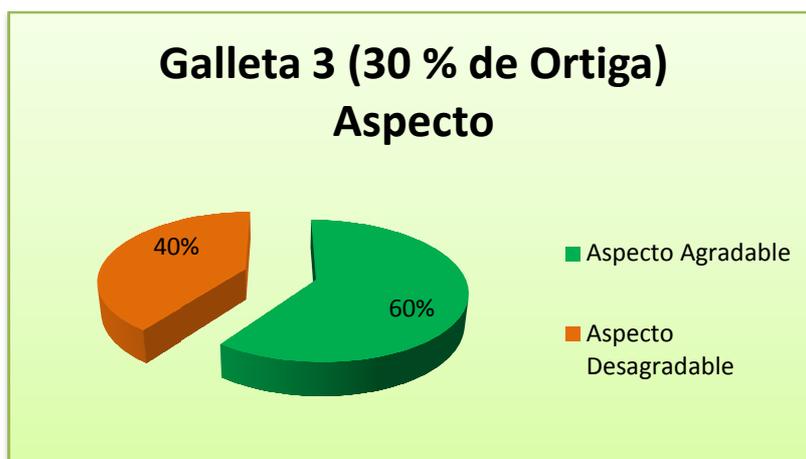


GRÁFICO No. 5. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON EL 30% DE ORTIGA PARA ASPECTO.

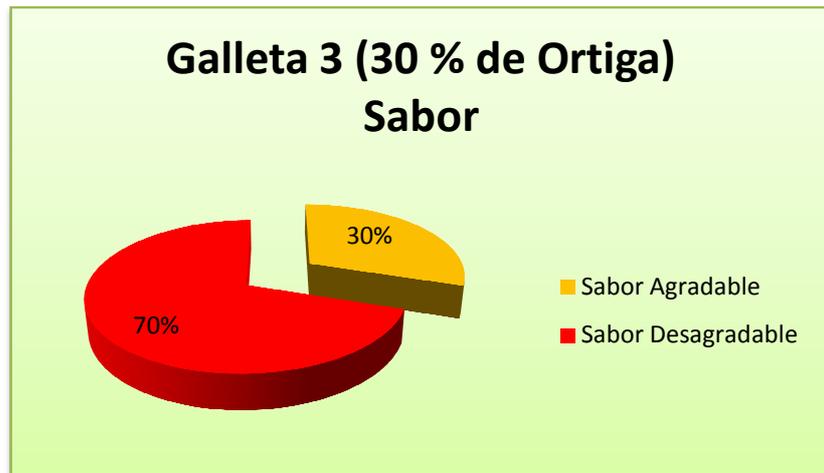


GRÁFICO No. 6. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON EL 30% DE ORTIGA PARA SABOR.

En el caso de la galleta con el 30 % de Ortiga los participantes se manifestaron de la siguiente forma: Al 60 % de personas les pareció Agradable el Aspecto de la galleta, al 40 % en cambio le pareció que el Aspecto es Desagradable, mientras que el 30 % manifestó que el Sabor de esta galleta es Agradable y al 70 % de personas el Sabor le pareció Desagradable.

Mediante los datos arrojados por el test de degustación podemos decir que las galletas que obtuvo mayor aceptación tanto en Aspecto como en Sabor fueron la de 30 % de Acelga y la de 30 % de Espinaca, mientras que la galleta con el 30 % de Ortiga fue desaprobada en esta prueba ya que su sabor no fue agradable. De esta manera se continuó con la siguiente prueba solamente con los dos vegetales restantes (Espinaca y Acelga) y se decidió no incluir a la Ortiga en el segundo ensayo ya que su sabor en la galleta no resultó ser Agradable.

3.1.2.2 ENSAYO # 2: Ensayo para la elección del porcentaje de clorofila.

Luego de esto se procedió a realizar el segundo ensayo para verificar las características palatables de los dos vegetales restantes (Acelga, Espinaca)

Se realizó el Panel de degustación con 12 personas no entrenadas alumnos de la escuela de Bioquímica y Farmacia. Se les entregó dos galletas de cada proporción de vegetal junto con un vaso de Té negro para no afectar las papilas gustativas de los panelistas y así brinden una información objetiva. Las galletas fueron elaboradas con las siguientes proporciones para cada uno de los dos vegetales en estudio: 10 %, 20 % y 30 %

Población: 12 personas

Numero de muestras por persona: 12 (6 m₁, 6 m₂)

Total de muestras: 144 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila, repartidas de la siguiente manera:

72 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila proveniente de las hojas de Espinaca.

72 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila proveniente de las hojas de Acelga.

Muestra 1:

72 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila para prueba de degustación en panel de 12 personas, repartidas de la siguiente manera:

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 10 % de Clorofila proveniente de las hojas de Acelga.

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 20 % de Clorofila proveniente de las hojas de Acelga.

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de las hojas de Acelga.

Muestra 2:

72 unidades de galletas de sal enriquecidas con Clorofila para prueba de degustación en panel de 12 personas, repartidas de la siguiente manera:

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 10 % de Clorofila proveniente de las hojas de Espinaca.

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 20 % de Clorofila proveniente de las hojas de Espinaca.

24 unidades de galletas de sal enriquecidas con el 30 % de Clorofila proveniente de las hojas de Espinaca.

3.1.2.2.1 RESULTADOS Y GRÁFICOS DEL ENSAYO PARA LA ELECCIÓN DEL PORCENTAJE DE CLOROFILA

CUADRO No. 4 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LAS GALLETAS DE SAL CON CLOROFILA, A TRES PORCENTAJES DE CADA VEGETAL.

Características		Acelga			Espinaca		
		Galleta	Galleta	Galleta	Galleta	Galleta	Galleta
		1	2	3	4	5	6
		10 %	20 %	30 %	10 %	20 %	30 %
Aspecto	Agradable	12	11	11	10	11	11
	Desagradable	0	1	1	2	1	1
Sabor	Agradable	5	5	5	6	9	8
	Desagradable	7	7	7	6	3	4
Textura	Suave	12	11	10	9	8	11
	Dura	0	1	2	3	4	1
	Blanda	4	0	2	1	1	1
Consisten.	Óptima*	8	11	10	11	11	9
	Dura	0	1	0	0	0	1
Crocancia	Si	8	10	11	11	11	9
	No	4	2	1	1	1	2
Totales	Positivos	45	48	47	47	50	48
	Negativos	15	11	13	13	10	12
	Total	60	60	60	60	60	60

*Consistencia típica de Galleta y no parecida a otro alimento panificable

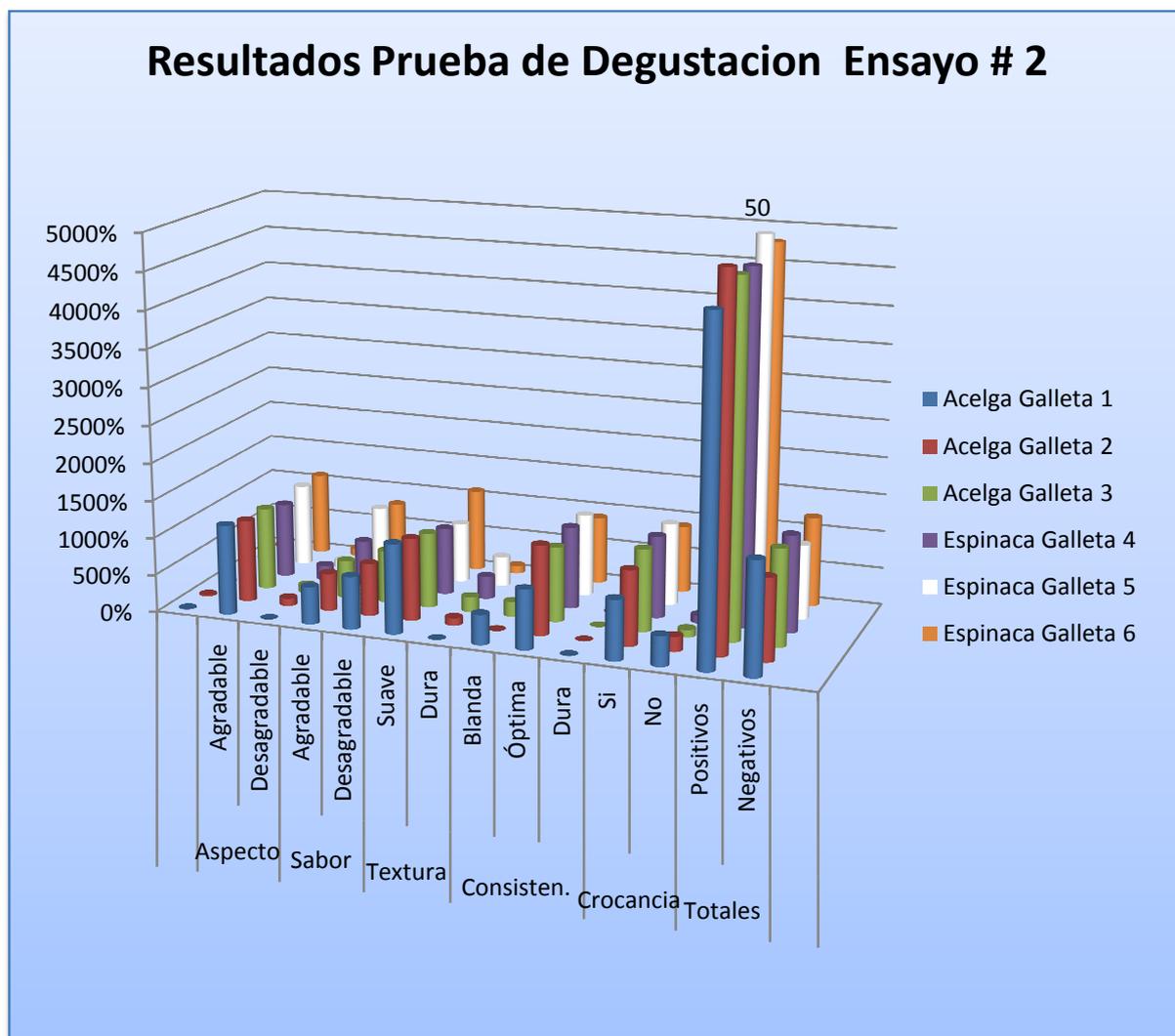


GRÁFICO No. 7. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL PORCENTAJE DE VEGETAL FUENTE DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL.

Mediante la interpretación de los resultados de la prueba de degustación para elegir el porcentaje de vegetal fuente de clorofila se determinó que la galleta número 5 que contenía el 20% hojas de Espinaca, es la de mayor aceptabilidad por parte del panel de degustación con 50 puntos positivos, frente a las demás galletas que en orden descendente obtuvieron 48 las galletas 2 y 6, 47 las galletas 3 y 4, y finalmente 45 la galleta 1.

CUADRO No. 5 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL PORCENTAJE DE CLOROFILA EN LAS GALLETAS DE SAL, A TRES PORCENTAJES DE CADA VEGETAL, TOMANDO EN CUENTA LA CARACTERÍSTICA DE SABOR.

Características	Acelga			Espinaca			
	Galleta 1	Galleta 2	Galleta 3	Galleta 4	Galleta 5	Galleta 6	
	10%	20%	30%	10%	20%	30%	
Sabor	Agradable	5	5	5	6	9	8
	Desagradable	7	7	7	6	3	4

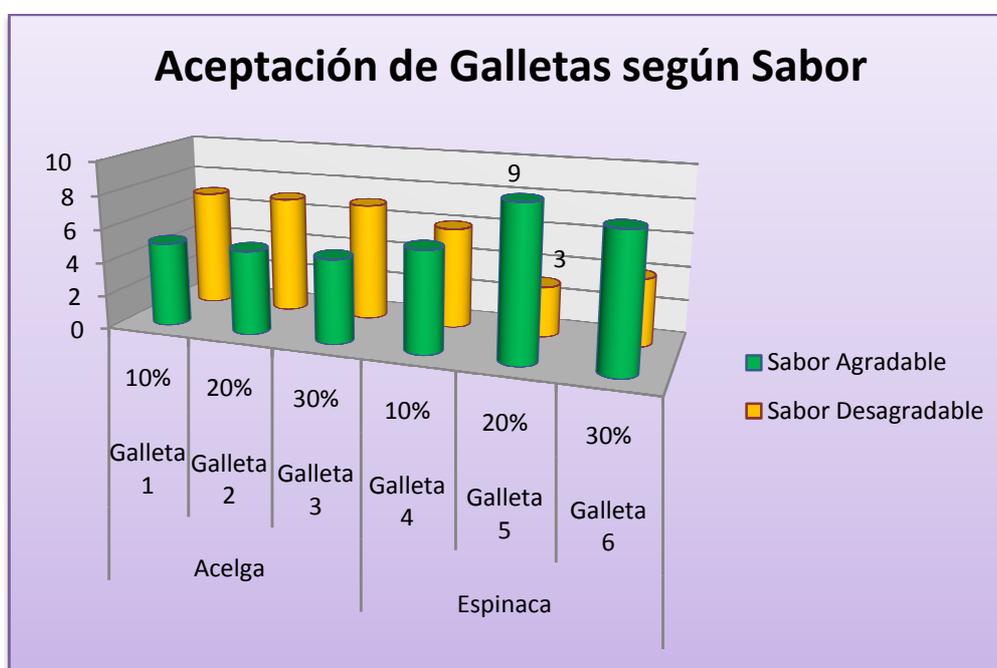


GRÁFICO No. 8. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL PORCENTAJE DE CLOROFILA EN LAS GALLETAS DE SAL, A TRES PORCENTAJES DE CADA VEGETAL, TOMANDO EN CUENTA LA CARACTERÍSTICA DE SABOR.

Del gráfico se puede observar que la galleta 5 demostró tener el mejor sabor de entre todas las demás galletas, característica que fue determinante al momento de analizar su aceptabilidad y tomar la decisión de la selección de la formulación de mayor aceptabilidad. Luego del respectivo análisis de los datos obtenidos se determinó que la galleta con las mejores características palatables fue la que contiene un **20 % de Espinaca**.

3.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA GALLETA CON CLOROFILA

CUADRO No. 6 RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA GALLETA CON CLOROFILA Y DE LA GALLETA TESTIGO.

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	GALLETA CON CLOROFILA	GALLETA TESTIGO	VALOR		VALOR REF. FAO
					PERMISIBLE NTE INEN 2085		
					Min.	Max.	
Proteína	Volumétrico	%	8.15	9.12	3.0	-	10.1
Grasa	Gravimétrico	%	16.20	18.35			14.7
Humedad	Gravimétrico	%	2.67	2.43	-	10.0	4.6
Cenizas	Gravimétrico	%	3.81	2.95			2.4
Fibra	Gravimétrico	%	4.17	1.17			4.1*
pH	Potenciométrico	U de pH	6.85	7.98	5.5	9.5	

*Tabla de Composición de Alimentos de Costa Rica, 2006

Nota: La Galleta Testigo se elaboró con los mismos ingredientes de la galleta objeto de estudio, exceptuando únicamente la clorofila contenida en los trozos de Espinaca.

3.2.1 Determinación de Proteína

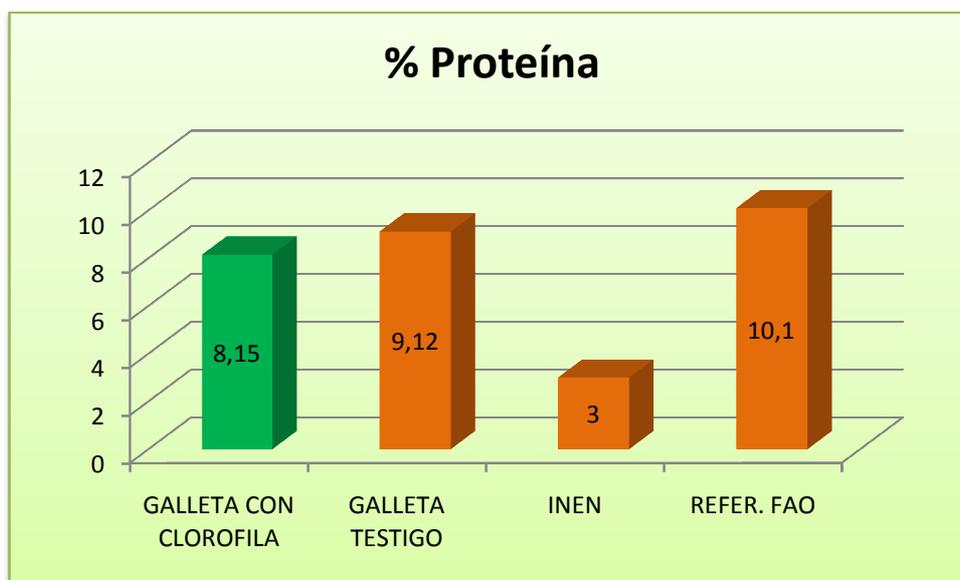


GRÁFICO No. 9. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA CON EL DE LA GALLETA TESTIGO Y LAS REFERENCIAS DEL INEN Y LA FAO.

Como se observa en el Gráfico N° 9 la galleta con clorofila posee un 8.15 % de Proteína mientras que la galleta testigo tiene 9.12 %, lo cual es mayor debido a que no se le ha adicionado el vegetal fuente de clorofila (Espinaca), por lo tanto el porcentaje de Proteína presente en la galleta de clorofila es menor y este se encuentra muy por encima de lo indicado en la NTE INEN 2085, el cual es de 3.0 % y debajo del valor de referencia de la FAO que es de 10.1 %.

3.2.2 Determinación de Extracto Etéreo o Grasa

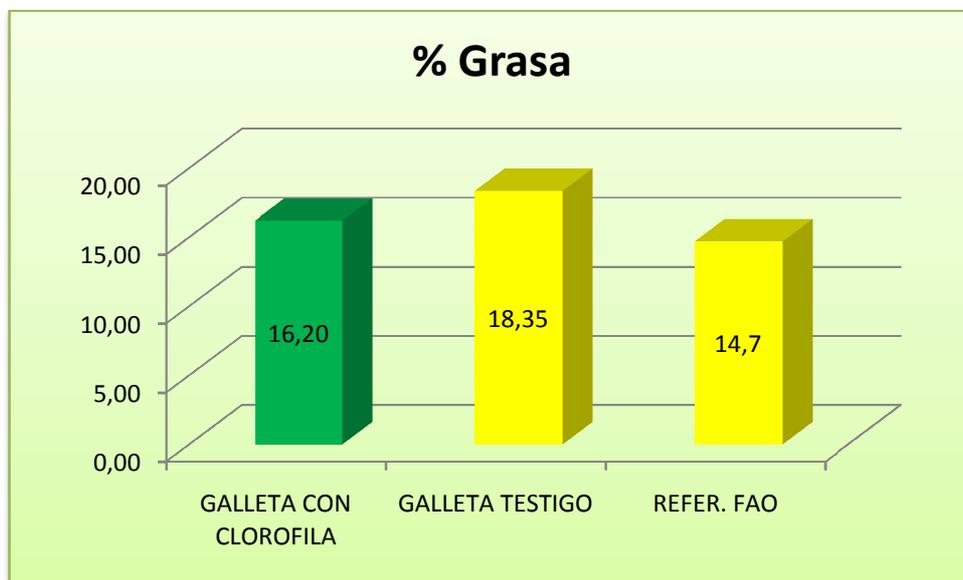


GRÁFICO No. 10. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE EXTRACTO ETÉREO O GRASA EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA CON EL DE LA GALLETA TESTIGO Y LA REFERENCIA DE LA FAO.

En el Gráfico N° 10 se puede evidenciar la diferencia en el contenido de Grasa de la galleta con clorofila el cual fue de 16.20 % mientras que el de la galleta testigo fue del 18.35 %. Sin embargo el valor de grasa de la galleta de sal con clorofila se encuentra por encima del valor establecido como referencia por la FAO el cual es de 14.7%. Estos valores no son mayormente lejanos ya que al utilizarse un vegetal para la elaboración de la galleta con clorofila este no aporta extracto etéreo o grasa y si lo hace es de forma mínima a eso se debe el menor contenido de grasa en dicha galleta.

3.2.3 Determinación Humedad

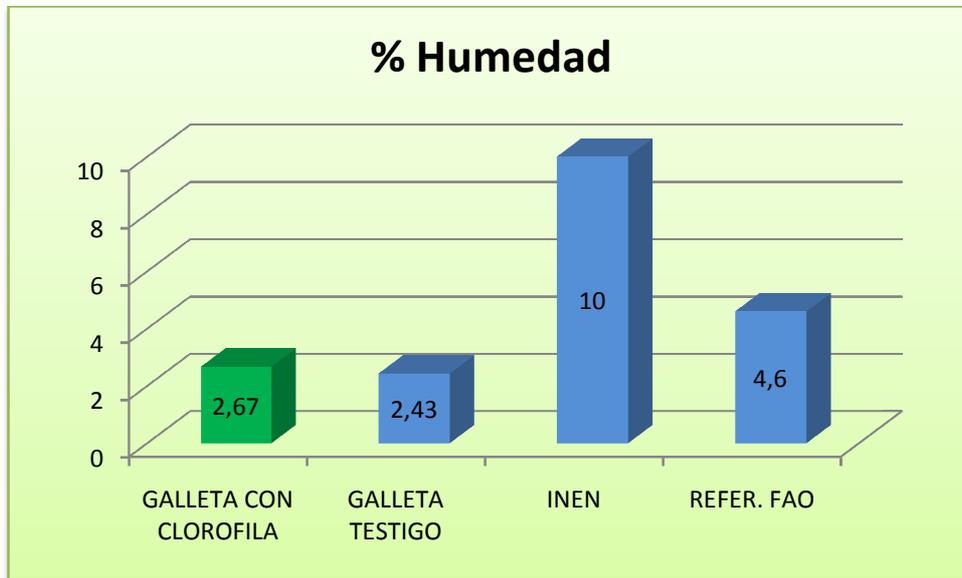


GRÁFICO No. 11. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA CON EL DE LA GALLETA TESTIGO Y LAS REFERENCIAS DEL INEN Y LA FAO.

El porcentaje de Humedad de la Galleta con Clorofila es de 2.67 % lo cual apenas difiere en 0.24 % de la galleta testigo la cual posee un 2.43 % de humedad. Valores que se encuentra por debajo del máximo permitido por el INEN y la FAO, los cuales son 10 % y 4.6 %, respectivamente. Esto se debe a que el vegetal añadido a la galleta con clorofila posee gran cantidad de agua, pero debido al proceso de horneado de la misma esta se evapora pero su aporte de humedad no es significativo con relación al valor presente en la galleta testigo.

3.2.4 Determinación de Cenizas.

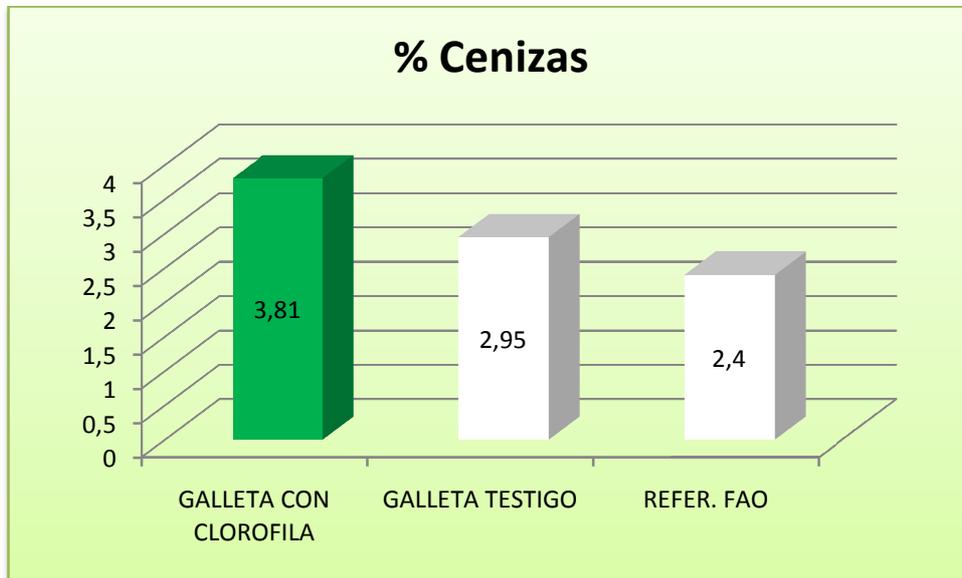


GRÁFICO No. 12. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS PRESENTES EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA CON EL DE LA GALLETA TESTIGO Y LA REFERENCIA DE LA FAO.

Se pudo observar que la cantidad de cenizas de la galleta con clorofila luego de su incineración fue de 3.81 %, mientras que la cantidad de cenizas de la galleta testigo fue de 2.95 %, valores que sobrepasan al valor referencial de la FAO que es de 2.4 %. Seguramente debido a que la contribución de minerales por parte del vegetal produce un incremento en la cantidad de residuos inorgánicos en la galleta con clorofila con relación a la galleta testigo y al valor de la FAO, las cuales no contienen restos vegetales.

3.2.5 Determinación de Fibra.

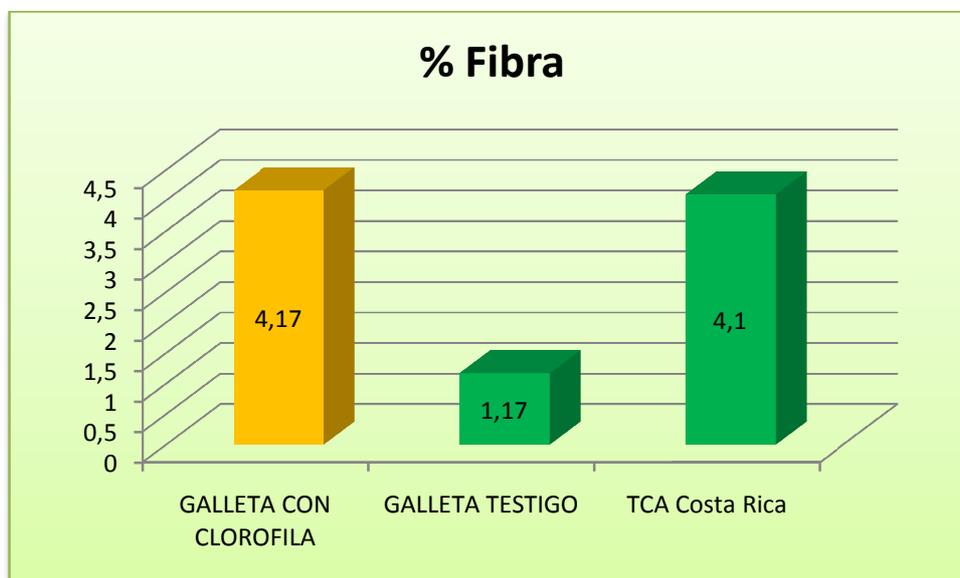


GRÁFICO No. 13. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE FIBRA PRESENTE EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA CON EL DE LA GALLETA TESTIGO Y LA REFERENCIA DE LA TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS DE COSTA RICA.

En la determinación de Fibra como se observa en el Gráfico No. 13 el porcentaje de la misma es significativamente mayor en la galleta con clorofila que en la galleta testigo, siendo de 4.17 % en la galleta con clorofila y 1.17% en la galleta testigo, pero se encuentra cercano al valor de la Tabla de Composición de Alimentos de Costa Rica, la que señala un valor de 4.1% de fibra para galletas de sal.

Resultado evidente ya que la galleta con clorofila posee restos vegetales apreciables a simple vista, los cuales aportan gran cantidad de fibra a este alimento.

3.2.6 Determinación Extracto Libre No Nitrogenado.

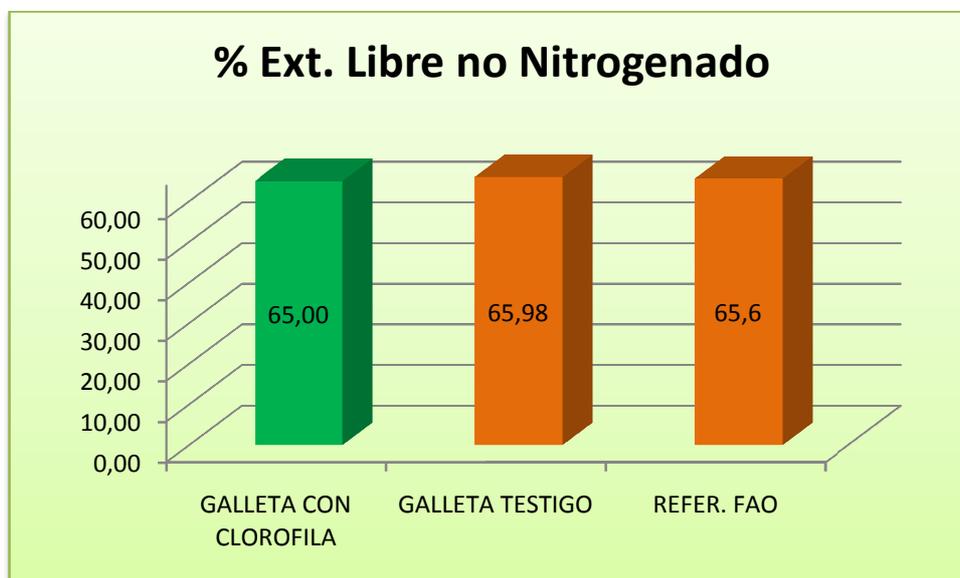


GRÁFICO No. 14. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO PRESENTE EN LA GALLETAS DE SAL CON CLOROFILA CON EL DE LA GALLETAS TESTIGO Y LA REFERENCIA DE LA FAO.

El Gráfico No. 14 nos muestra la relación de extracto libre no nitrogenado que existe entre la Galleta con Clorofila (20 % de hojas de Espinaca) y la Galleta Testigo, las cuales tienen 65 % y 65.98 %, respectivamente. Esto se debe a las concentraciones de almidón, azúcares aportados por los ingredientes necesarios para la preparación de la galleta testigo, existiendo un decremento de Extracto Libre no Nitrogenado por parte del vegetal adicionado (Espinaca) en la preparación de la Galleta con clorofila el cual no posee cantidades significativas de carbohidratos digeribles como azúcares y almidones, por esta razón el aporte de los mismos es menor que el de la galleta testigo. Sin embargo son cercanos al valor proporcionado por la FAO el que es de 65.6 %.

3.2.7 Determinación de pH

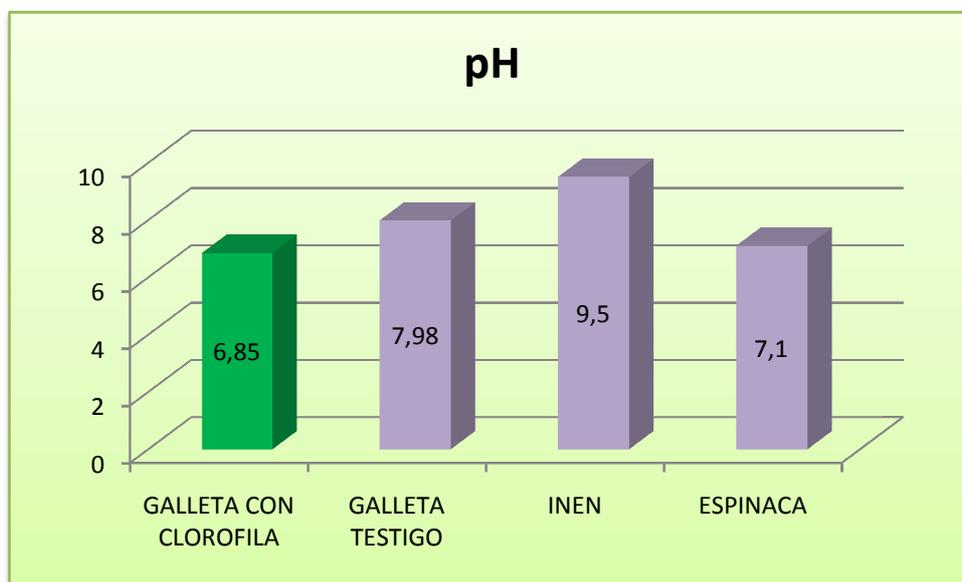


GRÁFICO No. 15. RELACIÓN DE pH DE LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA CON EL DE LA GALLETA TESTIGO Y LAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Como se observa en el Gráfico No. 40 se determinó que la galleta con clorofila tiene un pH de 6,85 mientras que la Galleta Testigo tiene un pH de 7,98 se puede ver una ligera acidez en la galleta con clorofila debido seguramente a la adición del vegetal (Espinaca) el cual es ligeramente ácido ya que posee un rango de pH de 6,3 – 7,1 con respecto a la galleta testigo cuyo pH es básico, sin embargo estos valores que se encuentran dentro de las especificaciones señaladas en la NTE INEN 2085 (Galletas requisitos), las que establecen un mínimo de 5,5 y un máximo de 9,5.

3.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO O DE CALIDAD SANITARIA DE LA GALLETA TESTIGO Y DE LA GALLETA CON CLOROFILA

Estos análisis se efectuaron por duplicado tanto en la Galleta Testigo como en la Galleta con Clorofila.

CUADRO No. 7 RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA GALLETA CON CLOROFILA, MOSTRANDO EL CONTENIDO PROMEDIO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.

HONGOS				
MUESTRAS	Mohos ufc/g	Requisito NTE INEN 2085	Levaduras ufc/g	Requisito NTE INEN 2085
Galleta Testigo	2×10^1		1×10^1	
Galleta con Clorofila	3×10^1	$2,0 \times 10^2 - 5,0 \times 10^2$	-	$2,0 \times 10^2 - 5,0 \times 10^2$

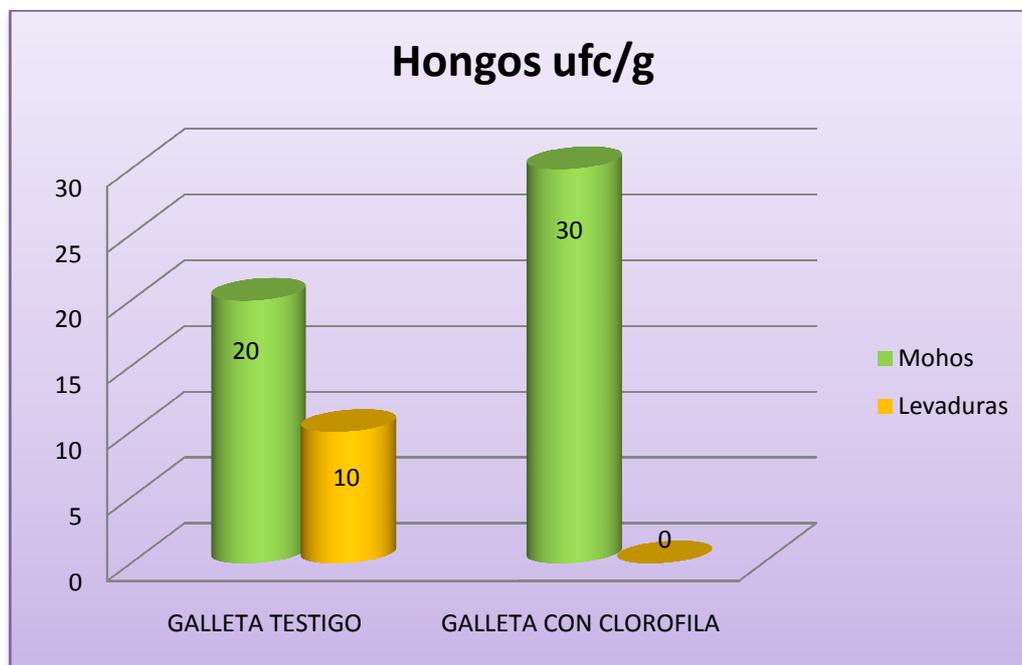


GRÁFICO No. 16. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE LEVADURAS Y MOHOS EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA CON EL DE LA GALLETA TESTIGO.

El contenido de Hongos en las galletas analizadas está muy por debajo de los límites máximos descritos en la NTE INEN 2085 que trata de los requisitos que deben cumplir las galletas, lo que garantiza su Calidad Sanitaria en el proceso de elaboración y conservación posterior, sin embargo hay que mencionar que la galleta testigo tiene un contenido menor de mohos (2×10^1 ufc/g) con respecto a la galleta con clorofila (3×10^1 ufc/g), mientras que en el contenido de levaduras en la galleta testigo (1×10^1 ufc/g) es mayor que el de la galleta con clorofila ya que en esta no se evidencio el crecimiento de estos microorganismos.

CUADRO No. 8 RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA GALLETA CON CLOROFILA, MOSTRANDO EL CONTENIDO PROMEDIO DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS (MOHOS Y LEVADURAS) EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.

MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS		
MUESTRAS	Aerobios Mesófilos ufc/g	Requisito NTE INEN 2085
Galleta Testigo	3×10^1	
Galleta con Clorofila	4×10^1	$1,0 \times 10^3 - 1,0 \times 10^4$

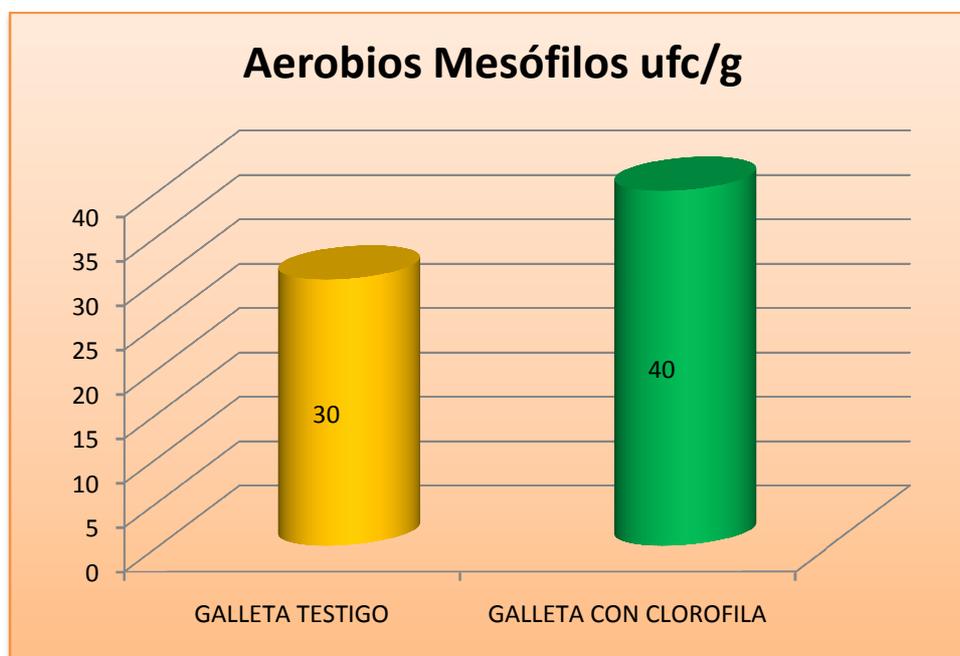


GRÁFICO No. 17. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE AEROBIOS MESÓFILOS EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA CON EL DE LA GALLETA TESTIGO.

Mediante este análisis se pudo evidenciar que la cantidad de aerobios mesófilos es mayor en la Galleta con Clorofila a relación de la Galleta Testigo ya que sus valores fueron 4×10^1 ufc/g y 3×10^1 ufc/g respectivamente, sin embargo estos valores se encuentran muy por debajo de los límites máximos descritos en la NTE INEN 2085 que trata de los requisitos que deben cumplir las galletas, lo cual garantiza su Calidad Sanitaria en el proceso de elaboración y en su conservación posterior.

Los valores de Hongos y Aerobios mesófilos de la Galleta con Clorofila son mayores que los de la Galleta Testigo ya que al contener trozos de vegetal estos mantienen mas humedad que en la galleta testigo; factor influyente en la replicación y sustento de los microorganismos señalados.

De esta manera se garantiza que el Alimento (Galletas con Clorofila) objetivo de esta tesis fue elaborado con normas sanitarias adecuadas y su conservación también demuestra ser efectiva.

3.4 CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA

Primeramente se calculo la cantidad de Clorofila presente en 5 g de hojas de espinaca a tres diluciones consecutivas de 1mL/25mL cada una partiendo su extracto, para luego continuar con la Galleta con Clorofila la cual contiene un 20 % de hojas de Espinaca.

Para el cálculo de la concentración de Clorofila en las hojas de Espinaca y para la Galleta con Clorofila aceptada por degustación se emplearon las siguientes formulas detalladas a continuación:

3.4.1 FÓRMULAS:

Para la *clorofila a* se tiene: $C_a = [(12.7 \times A_{663}) - (2.69 \times A_{645})] \times \frac{\text{mL extraccion}}{\text{g muestra}}$

Para la *clorofila b* se tiene: $C_b = [(22.9 \times A_{645}) - (4.68 \times A_{663})] \times \frac{\text{mL extraccion}}{\text{g muestra}}$

Para la *clorofila total* se tiene: $C_{Total} = [(20.2 \times A_{663}) - (8.02 \times A_{645})] \times \frac{\text{mL extraccion}}{\text{g muestra}}$

Siendo:

C_a : Concentración de clorofila a

C_b : Concentración de clorofila b

C_{Total} : Concentración de clorofila total

A_{663} : Longitud de onda a la que la clorofila a presenta su máximo de absorbancia

A_{645} : Longitud de onda a la que la clorofila b presenta su máximo de absorbancia

3.4.2 CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A, CLOROFILA B Y CLOROFILA TOTAL EN HOJAS DE ESPINACA.

DATOS:

Muestra: 5 g

Volumen de Extracción: 25 mL

A_{663} : 0.826

A_{645} : 0.354

$$C_a = [(12.7 \times 0.826) - (2.69 \times 0.354)] \times \frac{25\text{mL}}{5\text{g}}$$

$$C_a = 47.6897 \text{ mg/g}$$

$$C_b = [(22.9 \times 0.354) - (4.68 \times 0.826)] \times \frac{25\text{mL}}{5\text{g}}$$

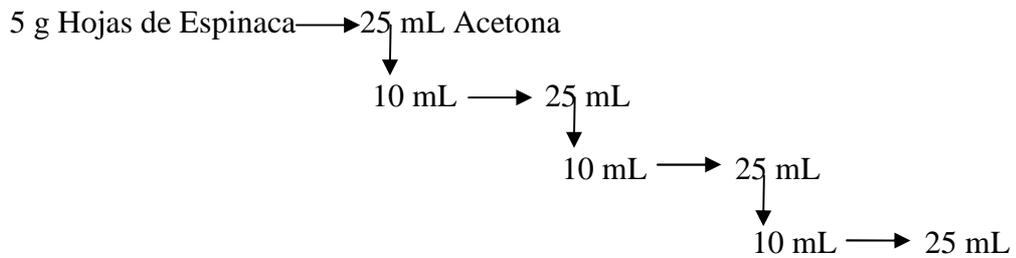
$$C_b = 21.2046 \text{ mg/g}$$

$$C_{Total} = [(20.2 \times 0.826) - (8.02 \times 0.354)] \times \frac{25\text{mL}}{5\text{g}}$$

$$C_{Total} = 97.6214 \text{ mg/g}$$

3.4.2.1 PROCESO DE DILUCIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A, CLOROFILA B Y CLOROFILA TOTAL EN HOJAS DE ESPINACA.

DILUCIONES:



CUADRO No. 9 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A, B Y TOTAL EN CADA UNA DE LAS TRES DILUCIONES SUCESIVAS DE HOJAS DE ESPINACA.

Parámetro	Concentración de Clorofila (mg/g)			
	Espinaca pura	Espinaca 1ra Dilución	Espinaca 2da Dilución	Espinaca 3ra Dilución
Clorofila	47.6897	18.4705	7.1891	2.4305
Clorofila b	21.2046	6.6016	1.8444	0.4924
Clorofila total	97.6214	36.9050	13.9240	4.6451

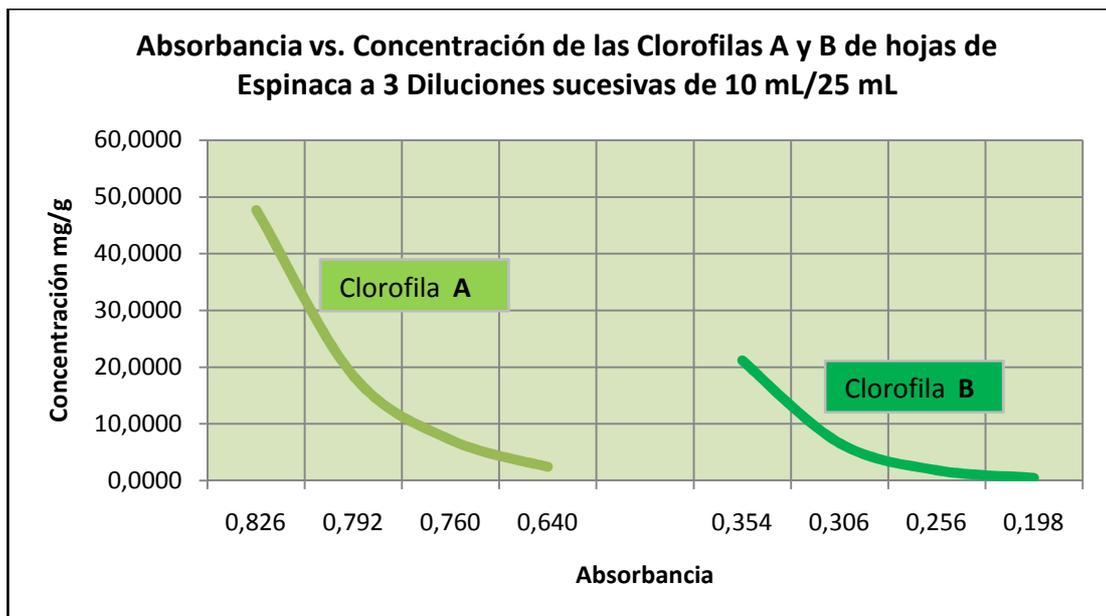


GRÁFICO No. 18. CURVAS DE ABSORBANCIA VS. CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A Y CLOROFILA B DE HOJAS DE ESPINACA EN TRES DILUCIONES SUCESIVAS DE 10 ML/25 ML CADA UNA.

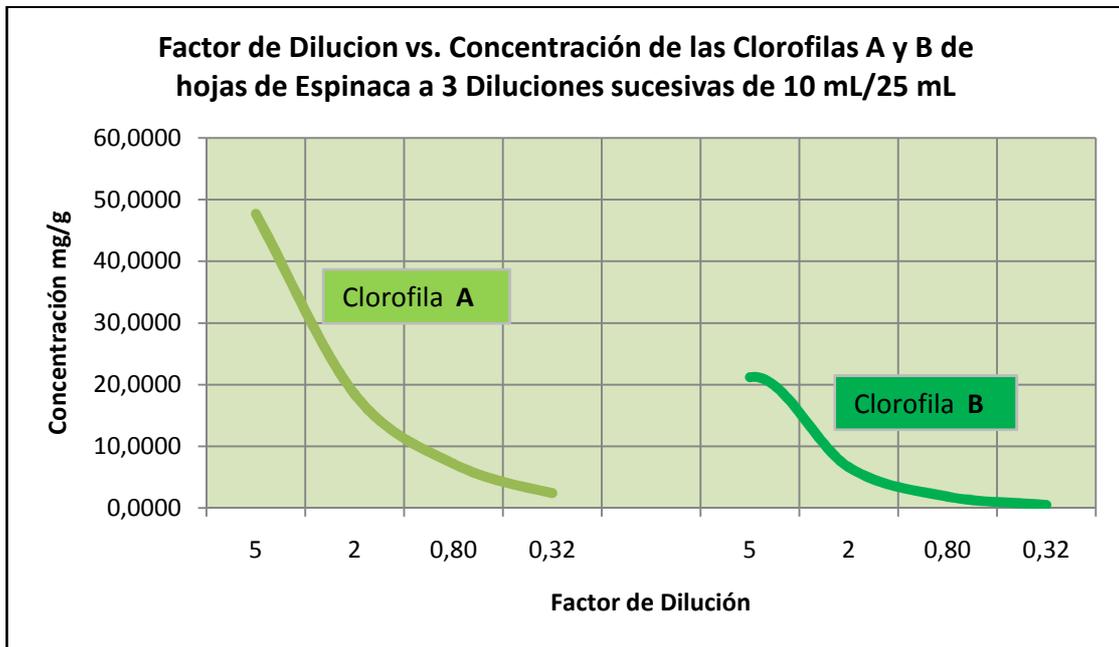


GRÁFICO No. 19. CURVAS DE FACTOR DE DILUCIÓN VS. CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A Y CLOROFILA B DE HOJAS DE ESPINACA EN TRES DILUCIONES SUCESSIVAS DE 10 ML/25 ML CADA UNA.

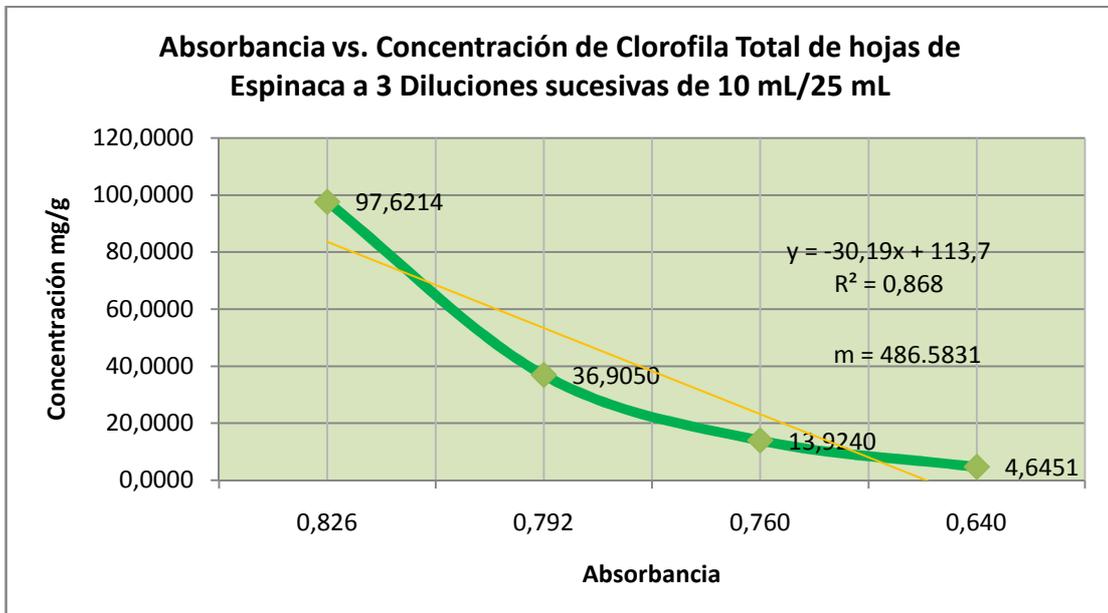


GRÁFICO No. 20. CURVA DE ABSORBANCIA VS. CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA TOTAL DE HOJAS DE ESPINACA EN TRES DILUCIONES SUCESSIVAS DE 10 ML/25 ML CADA UNA.

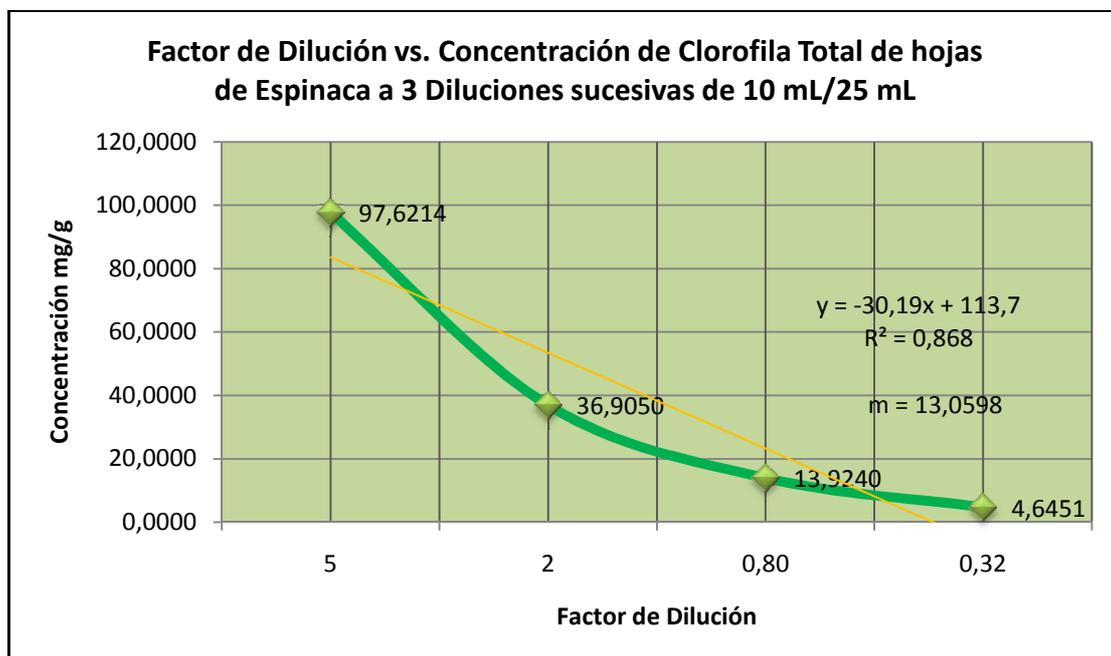


GRÁFICO No. 21. CURVA DE FACTOR DE DILUCIÓN VS. CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA TOTAL DE HOJAS DE ESPINACA EN TRES DILUCIONES SUCESIVAS DE 10 ML/25 ML CADA UNA.

3.4.2.2 CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA PRESENTE EN LA GALLETA ELEGIDA POR EL PANEL DE DEGUSTACIÓN LA CUAL CONTIENE UN 20% DE HOJAS DE ESPINACA.

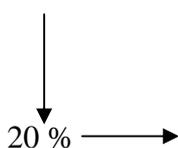
DATOS:

Muestra: 6.851 g (peso aproximado de cada galleta)

Volumen de Aforo para Extracción: 25 mL

A₆₆₂: 0.122

A₆₄₆: 0.127



$$C_b = [(22.9 \times 0.127) - (4.68 \times 0.122)] \times \frac{25\text{mL}}{6.851\text{g}}$$

$$C_b = 2.3373 \text{ mg/g}$$

$$C_b = 2.3373 \text{ mg/g}$$

↓

20 % → $C_b = 0.4674 \text{ mg/g}$

$$C_{Total} = [(20.2 \times 0.122) - (8.02 \times 0.127)] \times \frac{25\text{mL}}{6.851\text{g}}$$

$$C_{Total} = 5.2760 \text{ mg/g}$$

$$C_{Total} = 5.2760 \text{ mg/g}$$

↓

20 % → $C_{Total} = 1.0552 \text{ mg/g}$

3.4.2.3 RESULTADOS Y GRÁFICOS DEL CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA PRESENTE EN LA GALLETA DE SAL.

CUADRO No. 10 RESULTADOS Y DIFERENCIA ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILAS A, B Y TOTAL PRESENTES EN LA GALLETA ELEGIDA POR EL PANEL DE DEGUSTACIÓN Y LA CONCENTRACIÓN DE LAS MISMAS EN LAS HOJAS DE ESPINACA.

	Clorofila de Espinaca pura (mg/g)	Clorofila Galleta (mg/g)	Diferencia (mg/g)	% Diferencia
Clorofila a	47,6897	0,8814	46,8083	98,1518
Clorofila b	21,2046	0,4674	20,7372	97,7957
Clorofila total	97,6214	1,0552	96,5662	98,919

Después de haber realizado los cálculos para encontrar la concentración de Clorofila tanto en las hojas de Espinaca como en la Galleta con Clorofila (20 % de hojas de

Espinaca) y comparar las diferencias existentes entre las dos se pudo observar que la Galleta con Clorofila posee 1,0552 mg/g de Clorofila Total, lo cual comparado con la concentración de Clorofila Total en las hojas de Espinaca que es de 97,6214 mg/g existe una diferencia apreciable en la concentración, pero la presencia de la Clorofila es evidente en la galleta, aunque es poca, es apreciable y cuantificable. Ya que comparándola con la concentración de Clorofila proveniente de las Hojas de Espinaca que al ser una de las fuentes más conocidas por la elevada cantidad de clorofila que posee, la comparación con un producto horneado, galleta que ha sido sometido a varios procesos previos con cocción lo que puede degradar la clorofila, evidenciándose que la concentración de clorofila es evidentemente significativa, se podría decir que se comprobó la hipótesis de esta investigación, la cual fue tener una galleta con clorofila que sirva como un alimento con propiedades nutracéuticas.

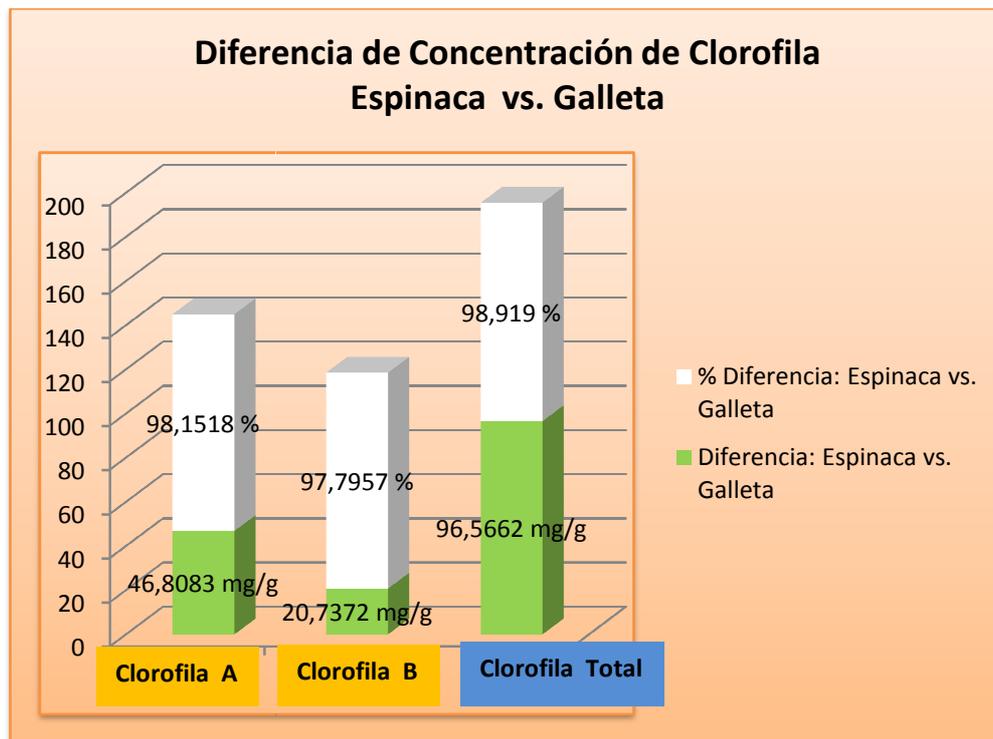


GRÁFICO No. 22. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILAS A, B Y TOTAL DE HOJAS DE ESPINACA PURA (SIN DILUCIÓN) Y EL PORCENTAJE DE DIFERENCIA DE CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A, B Y TOTAL ENCONTRADA EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA.

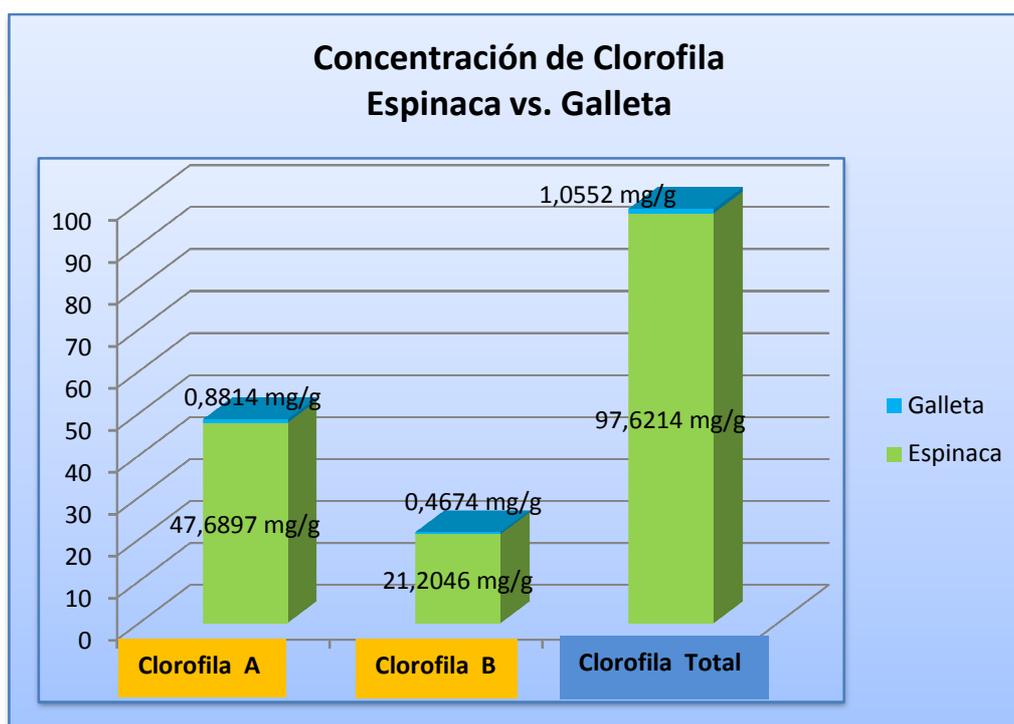


GRÁFICO No. 23. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILAS A, B Y TOTAL DE HOJAS DE ESPINACA PURA (SIN DILUCIÓN) Y LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A, B Y TOTAL ENCONTRADA EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA.

CUADRO No. 11 RESULTADOS Y DIFERENCIA ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILAS A, B Y TOTAL PRESENTES EN LA GALLETA ELEGIDA POR EL PANEL DE DEGUSTACIÓN Y LA CONCENTRACIÓN DE LAS MISMAS EN LA TERCERA DILUCIÓN DE HOJAS DE ESPINACA.

	Clorofila de Espinaca 3ra Dilución (mg/g)	Clorofila Galleta (mg/g)	Diferencia (mg/g)	% Diferencia
Clorofila a	2,4305	0,8814	1,5491	63,7359
Clorofila b	0,4924	0,4674	0,025	5,0771
Clorofila total	4,6451	1,0552	3,5899	77,2835

La concentración de Clorofila total presente en las hojas de Espinaca en su tercera dilución que fue de 4,6451 mg/g, con la concentración de Clorofila total presente en la Galleta con clorofila (20 % de hojas de Espinaca) que fue de 1,0552 mg/g, se puede observar que existe una diferencia evidente entre los dos valores pero que esta ya no es tan grande como al compararla con la de las hojas de Espinaca sin dilución.

Aquí se puede evidenciar que la clorofila presente en la galleta se aproxima a la concentración existente en las hojas de Espinaca en su tercera dilución, así queda evidenciado que la clorofila existente en la Galleta es comparable y cuantificable a una fuente vegetal muy conocida como loes la Espinaca que aunque la clorofila este diluida existe y es capaz de cumplir con sus propiedades desintoxicantes y antioxidantes, que es lo que busca este estudio.

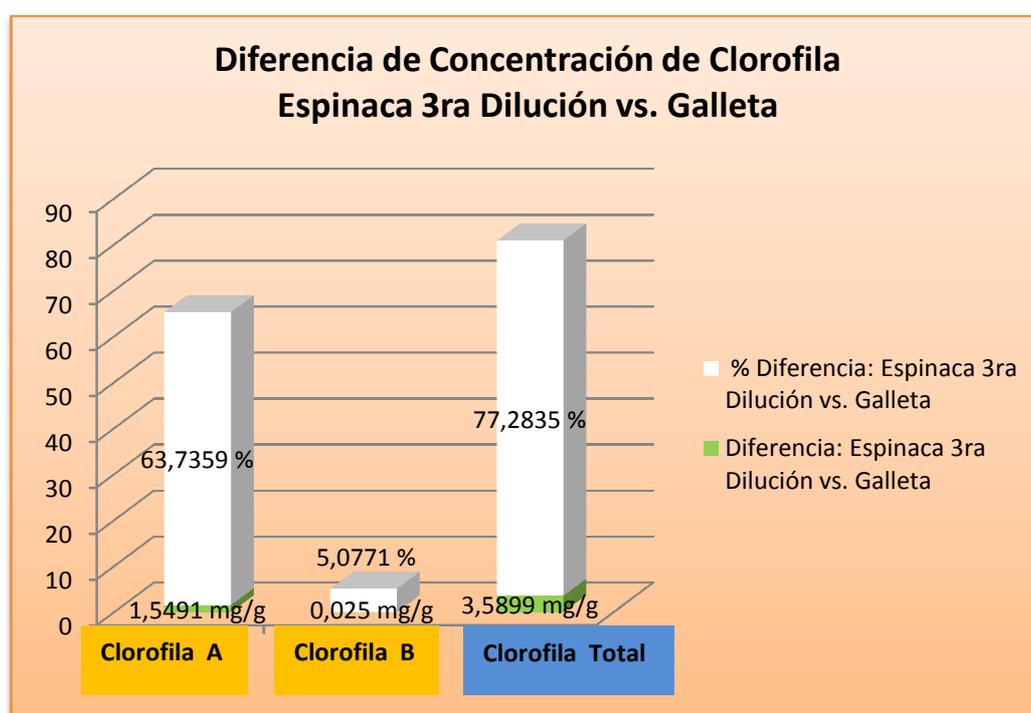


GRÁFICO No. 24. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILAS A, B Y TOTAL DE HOJAS DE ESPINACA EN LA TERCERA DILUCIÓN Y EL PORCENTAJE DE DIFERENCIA DE CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A, B Y TOTAL ENCONTRADA EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA.

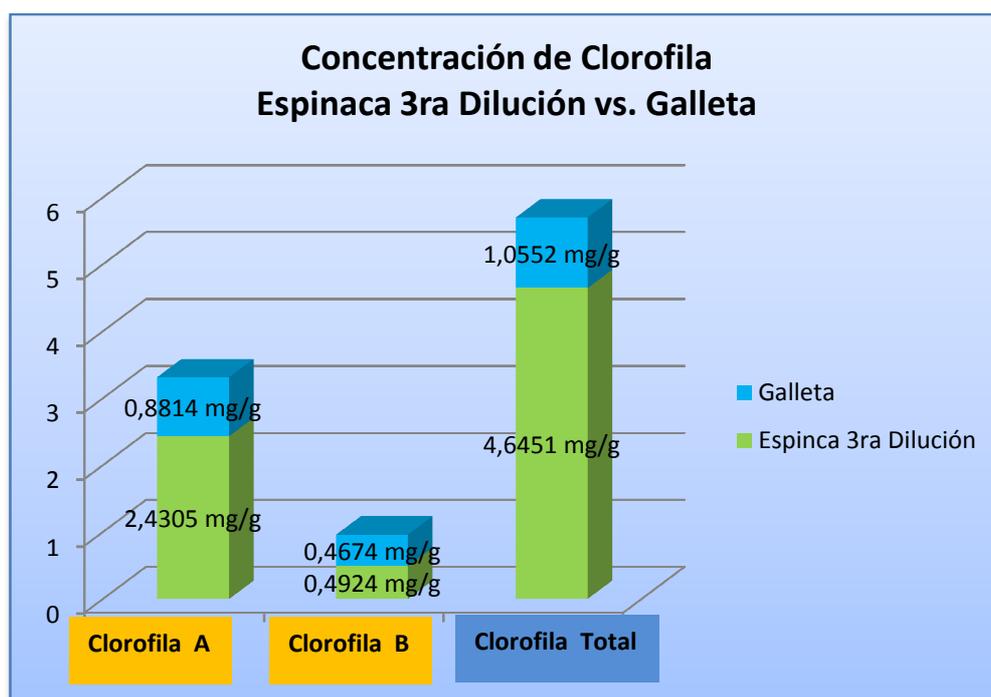


GRÁFICO No. 25. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILAS A, B Y TOTAL DE HOJAS DE ESPINACA EN LA TERCERA DILUCIÓN Y LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A, B Y TOTAL ENCONTRADA EN LA GALLETA DE SAL CON CLOROFILA.

Después de haber realizado el análisis necesario para determinar el contenido real de Clorofila presente en las galletas de sal se evidenció que su contenido de clorofila es comparable al de la tercera dilución de hojas de Espinaca ya que sus valores son cercanos en todos los casos, de manera especial en la concentración de clorofila b ya que la galleta analizada y la dilución de hojas de Espinaca tienen 0,4674 m/g y 0,4924 m/g.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

1. Se elaboró con éxito las Galletas de sal enriquecidas con clorofila, proveniente de 20 % de Espinaca, las mismas que poseen características palatables determinadas por degustación, por parte de un panel de personas no entrenadas. Galletas que una vez sometidas al Análisis Bromatológico y Microbiológico, demostraron que están dentro de lo estipulado en la NTE INEN 2085 (Galletas Requisitos), y por supuesto se logró averiguar su concentración de clorofila mediante la aplicación de técnicas espectrofotométricas.
2. Las características palatables de: Aspecto, Sabor, Consistencia, Textura y Crocancia de las galletas con Acelga, Ortiga y Espinaca, una vez analizados los datos del panel de degustación dieron el valor de 50 puntos de aceptación para la galleta con Espinaca, por lo cual se la selecciono de entre las tres opciones.
3. Luego de realizar la degustación y el análisis de las cinco características palatables que son: Aspecto, Sabor, Consistencia, Textura y Crocancia de las galletas elaboradas con las proporciones de 10%, 20% y 30% de Espinaca se determinó que 9 de 12 personas del panel de degustación se inclinaron por la galleta que contenía el 20 % de Espinaca
4. El control de calidad de la galleta con el 20% de hojas de Espinaca demuestra que esta contiene 1.0552 mg/g de clorofila total, 8.15 % de proteína, 16.20 % de grasa, 2.67 % de humedad, 3.81 % de cenizas, 4.17 % de fibra. Valores que indican un aumento de humedad, cenizas y fibra, y una leve disminución de proteína y grasa con relación a la galleta testigo (Galleta normal).

5. La utilización de las ecuaciones y técnica de Jeffrey y Humphrey para calcular por espectrofotometría la cantidad de clorofila a, b y total proveniente de tejidos vegetales sirvió para determinar la concentración de clorofila presente en la galleta, siendo una concentración de clorofila total de 1.0552 mg/g, la cual pese a ser mucho menor que la contenida en las hojas de Espinaca (97.6214 mg/g) es funcional y proporciona a las galletas el carácter Nutracéutico.
6. Los valores encontrados para Mohos, Levaduras, y Aerobios mesófilos, fueron: 3×10^1 ufc/g para Hongos (Mohos y Levaduras) y 4×10^1 ufc/g para Aerobios mesófilos, valores que están por debajo del mínimo expresado en la NTE INEN 2085 (Galletas, Requisitos). Debido al proceso de horneado al cual se somete la masa para la elaboración de las galletas el que limita o anula el crecimiento microbiano, lo que le asegura a este alimento un elevado período de vida útil y garantiza su Calidad Sanitaria
7. La metodología aplicada para el análisis cualitativo y cuantitativo de las clorofilas fue adaptada de procesos fitoquímicos, las demás técnicas de análisis son establecidas de acuerdo a la NTE INEN 2085 (Galletas, Requisitos).

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

1. Para fines comerciales y para prolongar el período de vida útil de las galletas de sal con clorofila se recomienda utilizar un empaque al vacío, para impedir la oxidación y enranciamiento del producto por la exposición al oxígeno del aire, y para evitar la absorción de humedad ambiental.
2. Las galletas de sal con clorofila al contener un porcentaje considerable de Fibra lo que mejoraría la digestión, el tránsito y la evacuación intestinal se recomienda su ingesta a las personas que padezcan de estreñimiento, tránsito intestinal lento y enfermedades relacionadas, para que de esta manera consigan alivio a dichos padecimientos consumiendo este Alimento Nutracéutico.
3. Además se recomienda realizar la determinación de otros parámetros como son presencia de minerales (magnesio, potasio, hierro, etc.) y averiguar su concentración, su capacidad de absorción en el organismo y conferir a las galletas estas propiedades nutricionales si fuese el caso.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN

El objetivo de esta tesis es preparar galletas de sal adicionando clorofila a la receta convencional que puede provenir de espinaca, acelga u ortiga, que deben tener características palatables, las cuales serán sometidas a análisis bromatológico y microbiológico, con el propósito de contribuir a su consumo y ayudar en la desintoxicación del organismo y equilibrar el sistema inmunológico. Se elaboraron galletas con los vegetales mencionados en proporciones de 10, 20 y 30% de cada uno de ellos, fueron sometidas a degustación, observándose que las galletas elaboradas con el 20% de Espinaca (en trocitos individuales a la masa galletera) obtuvieron 75% de aceptación por su aspecto, sabor, textura, crocancia y consistencia agradables. Mediante el proceso experimental, aplicando técnicas fitoquímicas y espectrofotométricas, las galletas fueron sometidas a análisis bromatológico y microbiológico obteniéndose galletas con 1.0552 mg/g de clorofila total, 8.15% de proteína, 16.20% de grasa, 2.67% de humedad, 3.81% de cenizas, 4.17% de fibra, en galletas con adición del 20% de espinaca. Los valores de mohos, levaduras, y aerobios mesófilos, encontrados fueron: 3×10^1 ufc/g y 4×10^1 ufc/g respectivamente, valores por debajo del mínimo expresado en la norma INEN 2085 (Galletas, Requisitos), lo que le asegura una buena calidad sanitaria, además de ser considerado un alimento energético, versátil y económico.

SUMMARY

To prepare salt cookies adding chlorophyll to the conventional recipe that can come from spinach, beet or nettle, which must have good flavor characteristic, is the objective of this thesis. They were subjected to bromatologic and microbiologic analysis, with propose of contributing to the chlorophyll consumption, help in the organism cleaning and to balance the immunologic system. Cookies were elaborated with the vegetables mentioned in quantities of 10, 20 and 30% of each one of them, they were subjected to tasting and it was observed that the cookies elaborated with 20% of spinach (in individual pieces to the cookies mass) obtained 75% of acceptance because of their aspect, flavor, texture and pleasant consistency. Through the experimental process, applying phitochemical and espectrophotomeric techniques, the cookies were subjected to bromatologic and microbiologic analysis obtaining cookies with 1.0552 mg/g of total chlorophyll, 8.15% protein, 16.20% fat, 2.67% humidity, 3.81% ash, 4.17% fiber, in cookies with an addition of 20% of spinach. The found values of molds, yeasts and mesophile aerobios, were: 3×10^1 ufc/g and 4×10^1 ufc/g respectively, values below the minimum expressed in the INEN 2085 norm (Cookies, Requirements), what assures them a good sanitary quality, besides being considered an energy, versatile and economic food.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1 BIBLIOGRAFÍA DE LIBROS, TESIS

1. **BADUID, S.** Química de los Alimentos. México, Addison Wesley y Logman, 1999.
2. **BRAVERMAN, J.B.S.** Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. México, El Manual Moderno, 1988.
3. **BREINHOLT V, HENDRICKS J, PEREIRA C,** et al. Dietary chlorophyllin is a potent inhibitor of aflatoxin B1 hepatocarcinogenesis in rainbow trout, Estados Unidos, Cancer Res., 1995; pp: 55,57-62
4. **BRUNETON, J.** Farmacognosia, fitoquímica, plantas medicinales, Impreso en España, 2da Edición, 2001.
5. **CAZAR, V.** Obtención del Concentrado Proteico del Lactosuero para Enriquecer Galletas, Tesis Bioquímico – Farmacéutico, Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia, 2008.
6. **CHEFTEL, J.C.,** Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos, Acribia, España, 1976.
7. **FONTQUER, P.** Plantas medicinales, Editorial Labor, s.ed. 1961.

8. **GALLEGOS, J.** Manual de Prácticas de Microbiología de Alimentos. Riobamba-Ecuador, s.ed. Xerox, 2007, pp: 35-50
9. **GILBERT & MARTIN** Experimental Organic Chemistry, Harcourt, 3ra edición, , pp: 171-186
10. **Instituto Ecuatoriano De Normalización. (INEN).** Determinación de Cenizas, Quito: INEN, pp: 1-4 (NTE INEN 520)
11. **Instituto Ecuatoriano De Normalización. (INEN).** Galletas Requisitos, Quito: INEN, pp: 1-5 (NTE INEN 2085)
12. **Instituto Ecuatoriano De Normalización. (INEN).** Determinación de Humedad, Quito: INEN, pp: 1- 3 (NTE INEN 520)
13. **Instituto Ecuatoriano De Normalización. (INEN).** Determinación de pH, Quito: INEN, pp: 1-3 (NTE INEN 526)
14. **Instituto Ecuatoriano De Normalización. (INEN).** Determinación de Proteína, Quito: INEN, pp: 1-4 (NTE INEN 519)
15. **Instituto Ecuatoriano De Normalización. (INEN).** Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos, Quito: INEN, pp: 1-3 (NTE INEN 1519-5)
16. **JAMES, W.O.** Introducción a la Fisiología Vegetal, Omega, Barcelona, 1967.
17. **KRAUSE, M.** Nutrición y Dietoterapia, Mc Graw Hill, 10ma edición México, 2004.
18. **LÓPEZ, A.P.** La investigación y el diseño de los alimentos funcionales, Alimentación, equipos y tecnología, México, s.ed., 2002.

19. **LOZANO, J.** Probióticos: Lo Favorable Alimentación, salud y enfermedad, La Alimentación, Argentina, s.ed., 2002.
20. **LUCERO, O.** Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos, Riobamba: Centro de Copiado Xerox, 2005.
21. **MARQUINA, D. Y SANTOS, A.** Probióticos, prebióticos y salud, Universidad Complutense Departamento de Microbiología III Facultad de Biología, Madrid, 2000.
22. **SCHWARTZ, S. J.** Chlorophylls in foods, Revisit Food Sci. Technol, Estados Unidos, 1990, pp: 1-17
23. **WITTIG, E.** Evaluación Sensorial, Ed. USACA, Santiago Chile, 1998
24. **ZARAGOZA, F.** Plantas Medicinales (Fitoterapia Práctica), 2da edición, España, 2001, pp: 57-9.

7.2 BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

25. **ACELGA CARACTERÍSTICAS**
<http://www.infoagro.com/hortalizas/ acelga.htm>
2007/09/24
26. **ACELGA INFORMACIÓN**
<http://www.euroresidentes.com/Alimentos/ acelga.htm>
2009/11/01
27. **ALIMENTOS FUNCIONALES**
[http://www.monografias.com/trabajos36/alimentosfuncionales/alimentos-
funcionales2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos36/alimentosfuncionales/alimentos-
funcionales2.shtml)
2010/07/12

28. **ALIMENTACIÓN SANA**
http://www.alimentacion_sana.com.ar/Portal%20nuevo/actual/htm
2008/04/04
29. **CLOROFILA**
http://www.dsalud.com/alimentacion_numero88.htm
2009/01/20
30. **CLOROFILA**
<http://www.otramedicina.com/2009/10/18/clorofila-y-mal-aliento>
2010/05/29
31. **CLOROFILA LIQUIDA**
http://www.lapulga.com.do/clorofila-liq16oz_3118033.html
2009/07/11
32. **CLOROFILA PROPIEDADES**
<http://www.blogcatalog.com/blogs/el-poder-terapeutico-de-las-frutas/all/explore/propiedades+clorofila>
2009/05/28
33. **CLOROFILA PROPIEDADES TERAPÉUTICAS**
http://www.solostocks.com/venta-productos/propiedades-clorofila-liquida_b
2005/10/13
34. **ELABORACIÓN DE GALLETAS**
<http://www.recetasencilla.com/pasteleria/profesional/galletas-tipo-sal.html>
2003/03/05

35. **ESPINACA**
<http://www.infoagro.com/hortalizas/espina.html>
2009/09/15
36. **EXTRACCIÓN DE CLOROFILA, PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS**
<http://cienciaparajovenes.blogspot.com/2010/05/extraccion-de-clorofila-y-cromatografia.html>
2007/03/10
37. **EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS**
<http://www.quiminet.com/pr8/Extracci%F3n%2Bpara%2Bclorofila.htm>
2006/10/30
38. **HISTORIA DE LA GALLETA**
<http://mialmadesnuda.espacioblog.com/post/historia-la-galleta>
2009/06/01
39. **HORTICULTURA**
<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/novedades/frutas%20frutillas.htm#top>
2010/05/08
40. **HORTALIZAS**
<http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/espina.html>
2009/10/20
41. **LAS CLOROFILAS**
<http://www.ecologiasocialnqn.org.ar/alimentos2.htm#E-140/Clorofilas>
2009/02/11

42. **LA FAO**
<http://www.fao.org/docrep/x5055S/x5055S02.html>
2009/06/06
43. **LAS CLOROFILAS**
<http://www.normagarcia bonito.com/51771.html>
2009/07/15
44. **LAS GALLETAS**
<http://www.gastronomiaycia.com/2009/08/27/galletas-de-jengibre>
2009/02/29
45. **MEDICINA NATURAL**
<http://www.botanical-online.com/medicinalsclorofila.htm>
2008/10/25
46. **MEDICINA TRADICIONAL**
<http://fai-mafitolab.med.uchile.cl/fitofarmacologia/fitoterapia.html>
2009/04/09
47. **MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS**
http://www.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/la_ciencia_quimica/Exp_qui_pigmentos_fotosinteticos.htm
2007/02/20
48. **PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS**
http://www.alipso.com/monografias/2014_pigmentosfotosinteticos/98i456.html
2008/05/09

49. **PLANTAS MEDICINALES**
<http://www.infojardin.net/fichas/plantas-medicinales/fragaria-vesca.htm>
2005/11/04
50. **RECETAS FÁCILES DE GALLETAS**
<http://www.suconfiteria.com.ar/recetas/agsaladas1.html>
2002/06/24
51. **SEGURIDAD ALIMENTARIA**
<http://www.oms.org/seguridadalimentaria>
2005/07/18
52. **TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**
<http://www.tecnoalimentalia.com.es>
2010/02/18
53. **PLANTAS CON CLOROFILA**
<http://propiedadesplantas.jaimaalkauzar.es/propiedades-de-la-ortiga.html>
2009/04/20
54. **PLANTAS QUE CURAN**
<http://www.directomed.com/articulo/art/naturista/plantas.asp>
2009/12/26
55. **PROBIÓTICOS**
http://www.pronamed.cl/index.php?main_page=product_info_id=235
2007/03/17
56. **PROPIEDADES DE LA CLOROFILA**
<http://saludnatural.biomanantial.com/propiedades-de-la-clorofila>
2010/03/11

57. **PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR, ECUADOR**

<http://ecuador.nutrinet.org/areas-tematicas/alimentacion-escolar/casos-exitosos/72-programa-de-alimentacion-escolar>

2009/04/17

58. **RECETAS**

http://www.msd.es/publicaciones/mmerck_hogar/sec04/seccion/0431.htm

2004/08/15

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

ANEXO No. 1 DETERMINACIÓN DE pH NTE INEN 389.

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

ANEXO No. 2 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS MOHOS Y LEVADURAS.

MÉTODO DE RECuento: SIEMBRA POR EXTENSIÓN EN SUPERFICIE.

- Añadir a cada placa 20 mL de Agar Saboraud modificado fundido y enfriado a 45 – 50 °C al que se le ha adicionado previamente el volumen necesario de la solución stock de cloranfenicol para obtener una concentración final de 40 ppm.
- Solución stock de cloranfenicol: disuelva 1 gramo de antibiótico en 100mL de agua destilada estéril, filtre a través de una membrana de 0.45µm. Almacene en la oscuridad a 4 – 8 °C, deseche luego de un mes.
- Seque las superficies de las placas en la estufa a 50°C durante 30 minutos, sin tapa y con la superficie del agar hacia abajo.
- Preparar las muestras del alimento según lo indicado para la preparación y dilución de los homogeneizados. (15)
- Marcar 2 placas por dilución, tomar las correspondientes a las más altas y sembrar en cada una 1 mL de la disolución del respectivo tubo. Repetir esta operación con cada dilución hasta llegar a la más concentrada, usar siempre la misma pipeta, pero homogeneizando 3 veces la dilución antes de sembrar cada placa. Sembrar mínimo 3 diluciones.
- Extender las alícuotas de 1 mL sobre la superficie del medio, tan pronto como sea posible. Dejar secar las superficies de las placas 15 minutos.
- Sellar las placas con parafilm, incubarlas en posición normal a 20 – 24 °C durante 3 – 5 días. O a temperatura ambiente durante 5 – 7 días. No mueva las placas. (15)

Cálculos:

$$C = n \times f$$

Donde:

C= unidades propagadoras de Colonias de hongos por g ó mL, de producto.

n= Numero de colonias contadas en la placa

10= factor para convertir el inóculo a 1mL

f= factor de dilución. (15)

**ANEXO No. 3 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS AEROBIOS
MESÓFILOS.**

MÉTODO DE RECUENTO: SIEMBRA EN PLACAS PETRIFILM.

- Preparar las muestras del alimento según lo indicado para la preparación y dilución de los homogeneizados.
- Marcar 2 placas por dilución, tomar las correspondientes a las más altas y sembrar en cada una 1 mL de la disolución del respectivo tubo, levantando lo menos posible y con mucha precaución la tapa que cubre la placa, con ayuda del aplicador fijar el inóculo en la superficie de la placa. Repetir esta operación con cada dilución hasta llegar a la más concentrada, usar siempre la misma pipeta, pero homogeneizando 3 veces la dilución antes de sembrar cada placa. Sembrar mínimo 3 diluciones (15).

Cálculos:

$$C = n \times f$$

Donde:

C= unidades propagadoras de Colonias de hongos por g ó mL, de producto.

n= Numero de colonias contadas en la placa

10= factor para convertir el inóculo a 1mL

f= factor de dilución. (15)

**ANEXO No. 4 MODELO DE LA FICHA PARA ENCUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL EN EL
ENSAYO 1.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**TEST DE DEGUSTACIÓN PARA GALLETAS ENRIQUECIDAS CON
CLOROFILA**

Escuche con atención el propósito del test de degustación antes de responder al mismo

Instrucciones:

1. Primeramente observe la galleta para responder a la característica de aspecto.
2. Deguste la galleta y evalúe el sabor de la galleta.
3. A continuación beba un poco del Té proporcionado por el facilitador, para que sus papilas gustativas se limpien y registren de mejor manera los estímulos
4. Continúe con las demás galletas de la misma manera.
5. Si tiene alguna duda o necesita ayuda pregunta al facilitador.
6. Responda el test solo con la información solicitada t de forma veraz.

		GALLETAS		
CARACTERÍSTICAS		1	2	3
ASPECTO	Agradable (A) Desagradable (D)			
SABOR	Agradable (A) Desagradable (D)			

Muchas Gracias por su tiempo...

**ANEXO No. 5 MODELO DE LA FICHA PARA ENCUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL EN EL
ENSAYO 2.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**TEST DE DEGUSTACIÓN PARA GALLETAS ENRIQUECIDAS CON
CLOROFILA**

Escuche con atención el propósito del test de degustación antes de responder al mismo

Instrucciones:

1. Primeramente observe la galleta para responder a la característica de aspecto.
2. Deguste la galleta y evalúe las demás características en el test.
3. A continuación beba un poco del Té proporcionado por el facilitador, para que sus papilas gustativas se limpien y registren de mejor manera los estímulos
4. Continúe con las demás galletas de la misma manera.
5. Si tiene alguna duda o necesita ayuda pregunta al facilitador.
6. Responda el test solo con la información solicitada t de forma veraz.

CARACTERÍSTICAS		GALLETAS					
		1	2	3	4	5	6
ASPECTO	Agradable (A) Desagradable (D)						
SABOR	Agradable (A) Desagradable (D)						
TEXTURA	Suave (S) Dura (D)						
CONSISTENCIA	Blanda* (B) Optima* (O) Dura (D)						
CROCANCIA	Si No						
Blanda*: Consistencia de pan Optima*: Consistencia de galleta							

Muchas Gracias por su tiempo...

ANEXO No. 6 INGREDIENTES Y ELABORACIÓN DE GALLETAS TESTIGO.

INGREDIENTES:

1. Harina de trigo fortificada
2. Azúcar pulverizada
3. Sal
4. Margarina suave
5. Agua
6. Bicarbonato de sodio

PREPARACIÓN:

12. Alistar ingredientes y el horno.
13. Pesar los ingredientes.
14. Cremificar la margarina, el azúcar y la sal.
15. Adicionar la harina y el bicarbonato de sodio.
16. Amasar hasta obtener una pasta suave utilizando el agua.
17. Laminar y troquelar.
18. Moldear.
19. Colocar en bandeja o latas para hornear.
20. Hornear.

ANEXO No. 7 CARACTERÍSTICAS DEL HORNO

HORNO INDUSTRIAL PANORÁMICO ECUAHORNOS

Especificaciones:

Como su nombre lo indica, está construido todo el frente en acero inoxidable y vidrios panorámicos que le dan un acabado elegante, montado sobre ruedas que facilitan su movimiento de un lugar a otro.

El horno Industrial Panorámico, por su capacidad es ideal para panaderías de mediana producción, produce entre 112 panes cada 10 minutos, un promedio de 5.376 panes por cada 8 horas de trabajo. Además dispone de un control de temperatura y ventilador de evacuación con controles exteriores.

Dispone de una amplia cámara de leudo, con capacidad para 112 panes aproximadamente distribuidos en 4 bandejas.

Datos:

Alto	158 cm.
Ancho	80 cm.
Fondo	84 cm.
Peso Aprox.	140 kg.

Imagen:



ANEXO No. 8 TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS DE AMÉRICA LATINA DE LA FAO.

TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS DE AMÉRICA LATINA

Descripción

A307 : Galleta

País de origen:	Bolivia	Madurez:	
Genérico:	Galleta	Género:	
Tipo:	Crocantes	Especie:	
Cepa:		Variedad:	
Parte:		Nombre alternativo:	
Proceso:	horneadas	Name:	
Grado:		Referencia:	
Mensaje:		Pérdida (%):	
Fuente:			

DATOS (por 100 ml o 100 g de porción comestible)

Nombre corto	Galleta, hostias, crocantes		
Agua (g)	7,5	Sodio (mg)	
Proteínas (g)	3,8	Potasio (mg)	
Grasas (g)	0,2	Calcio (mg)	59
Cenizas (g)	0,6	Fósforo (mg)	144
Fibra dietética (g)		Hierro (mg)	7,6
Carbohidratos totales (g)	87,9	Zinc (mg)	
Carbohidratos disponibles (g)		Vitamina A Equiv. totales (µg)	112
Energía (kcal)	369	β-caroteno Equiv. totales (µg)	
Ácidos grasos saturados (g)		Tiamina (mg)	
Ácidos grasos monoinsaturados (g)		Riboflavina (mg)	
Ácidos grasos poliinsaturados (g)		Niacina (mg)	1,8
Colesterol (mg)		Vitamina C (mg)	1,0



© FAO y LATINFOODS tienen el Copyright de esta Tabla, y alientan su difusión y reproducción sin fines comerciales. Sólo se requiere citar: " FAO / LATINFOODS. 2002. Tabla de Composición de Alimentos de América Latina".

<http://www.rlc.fao.org/bases/alimento>

ANEXO No. 9 TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS DE COSTA RICA (FRAGMENTO).

TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS DE COSTA RICA:

MACRONUTRIENTES Y FIBRA DIETÉTICA



Adriana Blanco - Metzler, MSc.
María de los Ángeles Montero-Campos, MSc.
Mireya Fernández - Piedra, Licda.
INCIENSA

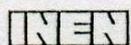


San José, Costa Rica
2006

CONTENIDO DE MACRONUTRIENTES Y FIBRA DIETÉTICA EN ALIMENTOS DE COSTA RICA
POR 100 g DE PORCIÓN COMESTIBLE (BASE FRESCA)

Código	Alimento	No. Muestras (n)	Humedad (g)	Energía (kcal)	Proteína Cruda (g)	Grasa (g)	Ceniza (g)	Carbohidratos (g)			Fibra dietética (g)			Año recolección muestra	Referencia bibliográfica
								Totales	Digeribles	Total	Insoluble	Soluble			
A-1	Arroz integral, hervido en agua, olla convencional	2	51,8	196	8,3	1,1	0,6	38,2	35,0	3,2	3,1	0,1	1993	41	
A-2	Arroz precocido, hervido en agua, olla convencional	1	57,0	171	3,4	0,3	0,6	38,7	36,2	2,5	2,4	0,1	1993	41	
A-3	Arroz pulido, hervido en agua, olla convencional	2	56,4	175	4,2	0,3	0,5	38,8	36,0	2,8	2,6	0,2	1993	41	
A-4	Galleta dulce, harina refinada, homeada, industrial	2	1,9	446	6,5	11,8	1,4	78,4	75,7	2,7	1,0	1,7	1993	42	
A-5	Galleta dulce, harina refinada, homeada, panadería	2	4,6	400	9,7	4,8	1,4	79,5	76,5	3,0	1,3	1,7	1993	42	
A-6	Galleta, harina integral, salada, industrial	2	3,8	420	10,1	10,2	3,9	72,0	61,8	10,2	3,2	2,0	1993	41	
A-7	Galleta, harina integral, dulce, industrial	2	3,1	460	7,3	15,8	1,7	72,1	67,1	5,0	3,5	1,5	1993	41	
A-8	Galleta salada, hojitas, tipo "cocktail", industrial, homeada, harina refinada	1	1,8	503	5,3	24,2	2,6	66,1	64,3	1,8	0,6	1,2	1993	42	
A-9	Galleta tipo salamina, harina refinada, homeada	1	3,7	427	10,4	11,8	4,3	69,8	65,6	4,2	1,5	2,7	1993	41	
A-10	Galleta de soda salada, industrial, homeada, harina refinada	2	2,8	385	9,7	1,2	2,5	83,8	79,7	4,1	1,8	2,3	1993	41	
A-11	Harina de maíz blanco precocido, industrial con cal, cruda	1	6,8	387	9,7	3,8	1,3	78,4	68,4	10,0	10,0	0,0	1994	42	

ANEXO No. 10 NORMA TÉCNICA INEN 2085, GALLETAS REQUISITOS



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 085:96

GALLETAS. REQUISITOS.

Primera Edición

COOKIES. SPECIFICATIONS.

First Edition

"ALMACEN"

DESCRIPTORES: Producto alimenticio; producto a base de harina, producto de pastelería, galletas, requisitos.

AL: 62.08-420

CDU: 664.665

CIU: 3117

ICS: 67.060.00

CCU: 04.665
ICS: 07.000.00

INEN

AL 02.00-420

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	GALLETAS. REQUISITOS.	NTE INEN 2 085-96 1996-11
---	----------------------------------	--

1. OBJETO

1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los diferentes tipos de galletas.

2. DEFINICIÓN

2.1 Para efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

2.1.1 **Galletas.** Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano.

2.1.2 **Galletas saladas.** Son aquellas definidas en 2.1.1 sin ningún agregado posterior al horneado.

2.1.3 **Galletas dulces.** Aquellas definidas en 2.1.1 que tienen connotación salada.

2.1.4 **Galletas dulces.** Aquellas definidas 2.1.1 que tienen connotación dulce.

2.1.5 **Galletas Wafer.** Producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sánduche.

2.1.6 **Galletas con relleno.** Aquellas definidas en 2.1.1 a las que se les añade relleno.

2.1.7 **Galletas revestidas o recubiertas.** Aquellas definidas en 2.1.1 que exteriormente presentan un revestimiento o baño. Pueden ser simples o rellenas.

2.1.8 **Levaduras.** Son microorganismos, enzimas y sustancias químicas que acondicionan la masa para el horneado.

3. CLASIFICACIÓN

3.1 Las Galletas se clasifican en los siguientes tipos:

3.1.1 **Tipo I.** Galletas saladas

3.1.2 **Tipo II.** Galletas dulces

3.1.3 **Tipo III.** Galletas wafer

3.1.4 **Tipo IV.** Galletas con relleno

3.1.5 **Tipo V.** Galletas revestidas o recubiertas

(Continúa)

INEN NTE 085-96. Es el producto alimenticio producido a base de harinas, productos de pastelería, galletas, etc. Esquemas.

1995-049

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Las galletas se deben elaborar en condiciones sanitarias apropiadas observándose buenas prácticas de manufactura y a partir de materias primas sanas, limpias, exentas de impurezas y en perfecto estado de conservación.

4.2 La harina de trigo empleada en la elaboración de galletas debe cumplir con los requisitos de la NTE INEN 616.

4.3 A las galletas se les puede adicionar productos tales como: azúcares naturales, sal, productos lácteos y sus derivados, lecitina, huevos, frutas, pasta o masa de cacao, grasa, aceites, levaduras y cualquier otro ingrediente apto para consumo humano.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos Específicos

5.1.1 *Requisitos Bromatológicos.* Las galletas deberán cumplir con los requisitos especificados en la tabla 1

TABLA 1.

REQUISITOS	Mín	Máx	Método de ensayo
pH en solución acuosa al 10 %	5,5	9,5	NTE INEN 526
Proteína % (% N x 5,7)	3,0	10,0	NTE INEN 519
Humedad %	-	10,0	NTE INEN 518

5.1.2 *Requisitos microbiológicos.*

5.1.2.1 Las galletas simples deben cumplir con los requisitos microbiológicos de la tabla 2

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para galletas simples

REQUISITOS	n	m	M	c
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	1
Mohos y levaduras ufc/g	3	$2,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	1

(Continúa)

5.1.2.2 Las galletas con relleno deben cumplir con los requisitos microbiológicos de la tabla 3

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para galletas con relleno

REQUISITOS	n	m	M	c
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	1
Mohos y levaduras ufc/g	3	$2,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	1
Estafilococos aureus ufc/g	3	$1,0 \times 10^2$	-	0
Enterobacterias NMP/g	3	<3 *	-	0

5.1.2.3 Las galletas recubiertas deben cumplir con los requisitos microbiológicos de la tabla 4

TABLA 4. Requisitos microbiológicos para galletas recubiertas

REQUISITOS	n	m	M	c
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	1
Mohos y levaduras ufc/g	3	$2,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	1
Estafilococos aureus ufc/g	3	$1,0 \times 10^2$	-	0
Enterobacterias NMP/g	3	<3 *	-	0

* Indica que en el método del número más probable NMP (con tres tubos por dilución), no debe dar ningún tubo positivo

Donde:

- n: número de unidades de muestra
- m: nivel de aceptación
- M: nivel de rechazo
- c: número de unidades defectuosas que se aceptan

5.1.3 Aditivos

5.1.3.1 A las galletas se les puede adicionar aditivos tales como: saborizantes, emulsificantes, acentuadores de sabor, leudantes, humectantes, colorantes naturales y antioxidantes autorizados en cantidades permitidas de conformidad con la NTE INEN 2 074 .

(Continúa)

5.1.3.2 Para los rellenos de las galletas wafer y de las galletas con relleno, se permite el uso de colorantes artificiales que consten en las listas positivas de aditivos alimentarios para consumo humano según NTE INEN 2 074.

5.1.4 Contaminantes

5.1.4.1 Las galletas en sus diferentes tipos deberán cumplir con los contenidos máximos de metales tóxicos indicados en la tabla 5.

TABLA 5.

METAL	UNIDAD	CONTENIDO MÁXIMO
Arsénico, como As	mg/kg	1,0
Piomo, como Pb	mg/kg	2,0

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 476.

6.1.2 Cuando $n = 1$ el requisito máximo que debe cumplir es el que corresponde a m .

6.2 Aceptación o Rechazo

6.2.1 Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, se repetirán los ensayos en la muestra testigo reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 Las galletas se deben envolver y empacar en material adecuado que no altere el producto y asegure su higiene y buena conservación.

7.2 La calidad de todos los materiales que conforman el envase, como por ejemplo: tinta, pegamento, cartones, etc., deben ser grado alimentario.

(Continúa)

8. ROTULADO

8.1 El rotulado debe cumplir con lo indicado en la NTE INEN 1 334. Además debe constar la forma de conservación del producto.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 476:1980	<i>Productos empaquetados o envasados. Método de Muestreo al azar.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 518:1981	<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la Pérdida por calentamiento.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 519:1981	<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la Proteína.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 526:1981	<i>Harinas de origen vegetal. Determinación del ión hidrógeno.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:1992	<i>Harina de trigo. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 334:1986	<i>Rotulado de Productos Alimenticios para consumo humano. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-5:1990	<i>Control Microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aeróbicos mesófilos REP.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 074:1986	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Colombiana ICONTEC NTC 1241. *Productos alimenticios. Galletas.* (cuarta revisión), Bogotá 1995.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 085 TITULO: GALLETAS, REQUISITOS. Código: AL 02.08-420

ORIGINAL:

Fecha de iniciación del estudio: 1995-08-31

REVISIÓN:

Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo:

Oficialización por Acuerdo No. de:

publicado en el Registro Oficial No. de:

Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de a:

Subcomité Técnico (o Comité Interno): de alimentos, Galletas, Requisitos

Fecha de iniciación: 1996-01-29 Fecha de aprobación: 1996-05-08

Integrantes del Subcomité Técnico (o Comité Interno):

NOMBRE:

- Dr. Javier Moncayo (Presidente)
Ing. Ana Correa
Dr. Víctor Ramos
Nut. Michele O. Fried
Dr. Oscar Luzuriaga
Dr. Pablo Maldonado
Ing. Pablo Romero
Ing. Gregorio Ordóñez
Ing. Juan Carlos Salazar (Secretaría)
Ing. Norma Navas
Ing. Silvana Torres
Ing. María Dávalos (Secretaría Técnica)

INSTITUCION REPRESENTADA:

- NABISCO
MINISTERIO DE INDUSTRIAS
COLEGIO DE QUÍMICOS DE PICHINCHA
TRIBUNAL ECUATORIANO DEL CONSUMIDOR
UNIVERSIDAD CENTRAL - FACULTAD QUÍMICA
PRODUCTOS SCHULLO
COLEGIO DE INGENIEROS DE ALIMENTOS
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE
LA UNIVERSAL
INEN
INEN
INEN - Regional Chiriquí

Handwritten number: 0354776

P.V.P. S/. 2 565,00

Otros trámites:

CARACTER: Se recomienda su aprobación como: OBLIGATORIA

Aprobación por Consejo Directivo en sesión de 1996-07-31 como Obligatoria

Oficializada como OBLIGATORIA

Por Acuerdo Ministerial No. 352 de 1996-10-17

Registro Oficial No. 62 de 1996-11-06

ANEXO No. 11 FOTOGRAFÍAS

• Elaboración de las galletas



- **Pruebas de degustación**



- **Determinación de humedad**



- **Determinación de ceniza**



- **Determinación de extracto etéreo**



- **Determinación de pH**



- **Análisis microbiológico de Mohos, Levaduras y Aerobios mesófilos.**



- **Determinación de la cantidad de clorofila presente en las hojas de espinaca**



- **Determinación de la cantidad de clorofila presente en las galletas de sal con clorofila**





- **Lectura de Absorbancias de la Clorofila, en la Galleta y en la Espinaca.**

