



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL NUTRITIVO Y NUTRACÉUTICO DE  
DONAS ELABORADAS CON UNA MEZCLA DE HARINA DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa Willd*) Y HARINA DE TRIGO (*Triticum vulgare*)”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**BIOQUÍMICO FARMACEÚTICO**

**PRESENTADO POR**

**ERICA MARIELA JAYA VELOZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2010**

## **DEDICATORIA**

*Primero y antes que nada, doy gracias a **Dios**, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*A mis padres Angela y Hugo por su apoyo total a lo largo de la carrera, a la Dra. Olga Lucero por su asesoría y dirección en el trabajo de investigación, al Doctor Galo Insuasti, distinguida docente, colaborador y guía en este trabajo.*

*Y a todos aquellos, que los llevo en mi memoria y corazón, que fueron participes en la realización de esta investigación.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Esta tesis es una parte de mi vida y comienzo de otras etapas por esto y más, la dedico a Dios, a mis padres por su incondicional amor, y por ser fuente de mi inspiración para alcanzar mis metas, a mis hermanos por su apoyo a lo largo de mi carrera, a mi esposo por su amor, comprensión y ejemplo de fortaleza.*

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

El Tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación: **“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL NUTRITIVO Y NUTRACÉUTICO DE DONAS ELABORADAS CON UNA MEZCLA DE HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) Y HARINA DE TRIGO (*Triticum vulgare*)”**, de responsabilidad de la señorita egresada Erica Mariela Jaya Veloz, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dra. Yolanda Díaz <b>DECANA FAC. CIENCIAS</b>	-----	-----
Dr. Luis Guevara <b>DIRECTOR ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA</b>	-----	-----
Dra. Olga Lucero <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	-----	-----
Dra. Galo Insuasti <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	-----	-----
Dra. Mayra Espinoza <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	-----	-----
Tc. Carlos Rodriguez <b>DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN</b>	-----	-----
<b>NOTA DE TESIS</b>	-----	

Yo Erica Mariela Jaya Veloz, 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

---

ERICA MARIELA JAYA VELOZ

**ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

AOAC	Association of Oficial Analytical Chemist
Ab	Absorbancia
aa	aminoácido
°C	Grados Centígrados
cm	Centímetros
cal	calorías
g	Gramos
h	Hora
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
I.p	Índice de peróxido
Kg	Kilogramo
L	Litro
M	Muestra
Ms	Masa seca
min	Minutos
mEq	Miliequivalentes
mg	Miligramos
mL	Mililitro
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
%	Porcentaje
St	Estándar
t	Tiempo
T	Total
UFC	Unidades formadoras de colonias
VDR	Valor diario recomendado
W	Peso

## 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	Donas.....	1
1.1.1	Origen y Descripción.....	1
1.1.2	Materias primas e ingredientes.....	2
1.1.2.1	Levadura.....	3
1.1.2.2	Huevos.....	3
1.1.2.3	Grasa Vegetal.....	3
1.1.2.4	La Margarina.....	4
1.1.2.5	Azúcar.....	4
1.1.2.6	Sal.....	5
1.1.2.7	Leche.....	5
1.1.2.8	Harina de trigo.....	6
1.1.3	Cómo hacer donas.....	13
1.1.4	Composición, características y valor nutritivo.....	14
1.1.5	Principales Consumidores.....	15
1.1.6	Control de Calidad.....	15
1.2	La Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....	17
1.2.1	Origen e Historia.....	17
1.2.2	Taxonomía y morfología.....	18
1.2.3	Quinoa y nutrición.....	19
1.2.4	Composición nutritiva de la quinoa.....	19
1.2.4.1	Nutrientes contenidos en la quinoa.....	20
1.2.6	Valor nutracéutico.....	25
1.2.7	Presentación de la quinoa.....	27
1.2.8	Harina de quinoa.....	28
1.2.9	Calcio.....	29
1.2.9.1	Beneficios del Calcio.....	29
1.2.9.2	Síntomas carenciales de calcio.....	30
1.2.9.3	Donde encontramos el Calcio.....	30
1.2.9.4	Enemigos del Calcio.....	31
1.2.9.5	Factores que aumentan la absorción de calcio.....	31
1.2.9.6	Factores que disminuyen la absorción de calcio.....	32
1.2.9.7	Osteoporosis.....	33
1.2.9.8	Dosis recomendada de calcio.....	33
1.2.10	Zinc.....	34
1.2.10.1	Definición extendida.....	34
1.2.10.2	Funciones.....	35

1.2.10.3	Fuentes naturales de Zinc.....	35
1.2.10.4	Deficiencia de Zinc.....	36
1.2.10.5	Quiénes pueden necesitar refuerzos de zinc para prevenir su deficiencia.....	37
1.2.10.6	Factores que afectan o inhiben la absorción de zinc .....	37
1.2.10.7	Factores que facilitan la absorción.....	38
1.2.10.8	Dosis diarias recomendadas de zinc.....	38
1.3	Alimentos Nutritivos.....	39
1.4	Alimentos Nutracéuticos.....	40
1.5	Análisis proximal y/bromatológico.....	41
1.5.1	Determinación de humedad.....	41
1.5.2	Determinación de cenizas.....	42
1.5.3	Determinación de fibra.....	43
1.5.4	Determinación de proteína.....	43
1.5.5	Extracto etéreo.....	44
1.5.6	Extracto libre no nitrogenado.....	44
1.5.7	Acidez.....	44
1.6	Métodos Espectrofotométricos.....	45
1.7	Evaluación Sensorial.....	45
1.7.1	Atributos sensoriales.....	46
1.7.1.1	Gusto y sabor.....	46
1.7.1.2	Aroma y olor .....	46
1.7.1.3	Color y apariencia.....	46
1.8	Análisis microbiológico.....	47
1.8.1	Levaduras y Mohos.....	48
1.8.2	Aerobios mesófilos.....	48
1.9	Prueba de Estabilidad.....	49
1.9.1	Método de la Estufa.....	49
1.9.2	Índice o número de peróxido.....	49
<b>2.</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>50</b>
2.1	Lugar de investigación.....	50
2.2	Materiales, equipos y reactivos.....	50
2.2.1	Material vegetal.....	50
2.2.2	Equipos.....	50
2.2.3	Materiales.....	51
2.2.4	Reactivos.....	52
2.2.5	Medios de cultivo.....	52
2.3	Métodos.....	53
2.3.1	Determinaciones físicas.....	53
2.3.2	Determinaciones químicas.....	53
2.3.3	Degustación.....	53
2.3.4	Determinaciones microbiológicas.....	53
2.4.	Fase experimental.....	54
2.4.1	Proceso de elaboración de donas.....	54
2.4.1.1	Material de investigación	55
2.4.2	Análisis del potencial nutritivo de las donas.....	55
2.4.3	Análisis del valor nutracéutico de las donas.....	61
2.4.4	Análisis microbiológico de la dona testigo y de la dona con harina de	65

	quinua: trigo 30:70.....	65
2.4.5	Prueba de estabilidad.....	65
2.4.6	Evaluación Sensorial.....	68
3	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	69
3.1	Tabulación de degustaciones.....	69
3.2	Análisis del potencial nutritivo de las donas elaboradas con harina de quinua trigo 30:70 frente a una dona testigo.....	71
3.2.1	Determinación de humedad.....	71
3.2.2	Determinación de ceniza.....	71
3.2.3	Determinación de proteína.....	72
3.2.4	Determinación fibra.....	74
3.2.5	Determinación extracto etéreo.....	75
3.2.6	Determinación extracto libre no nitrogenado.....	76
3.3	Análisis del potencial nutracéutico de las donas elaboradas con harina de quinua trigo 30:70 frente a una dona testigo.....	76
3.3.1	Determinación de Calcio.....	77
3.3.2	Determinación de Zinc.....	78
3.4	Análisis de la calidad sanitaria de la dona testigo y de las donas elaboradas con harina de quinua: trigo 30:70.....	79
3.5	Prueba de estabilidad de la dona testigo y de las donas elaboradas con harina de quinua: trigo 30:70.....	83
	<b>CONCLUSIONES</b>	85
	<b>RECOMENDACIONES</b>	86
	<b>RESUMEN</b>	87
	<b>SUMARY</b>	88
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	89
	<b>ANEXOS.</b>	96

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Aporte en el valor diario recomendado de proteína de testigo y muestra.....	dona de 72
CUADRO No. 2	Aporte en el valor diario recomendado de fibra de y muestra.....	dona testigo 74
CUADRO No. 3	Aporte en el valor diario recomendado de muestra.....	dona testigo y de 76
CUADRO No. 4	Aporte en el valor diario recomendado de zinc y de muestra.....	de dona testigo 78
CUADRO No. 5	Contenido promedio de hongos (mohos y levaduras) en las muestras estudiadas.....	78
CUADRO No. 6	Contenido promedio de microorganismos aeróbios en las muestras estudiadas.....	79
CUADRO No. 7	Contenido nutricional promedio en muestras estudiadas.....	80
CUADRO No.8	Parámetros de estabilidad de dona testigo y dona de proporción 30:70 de harina de quinua: trigo.....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Sustancias de fortificación.....	8
TABLA No. 2	Requisitos físicos y químicos de la harina de trigo.....	9
TABLA No. 3	Composición de la harina de trigo por cada 100 gr.....	9
TABLA No. 4	Valor nutricional de donas y otros productos de panificación y repostería.....	14
TABLA No. 5	Taxonomía de la quinua ( <i>chenopodium quinoa willd</i> ).....	18
TABLA No. 6	Composición proximal de los cereales y granos andinos (g/100g de Materia seca).....	21
TABLA No. 7	Contenido de azúcares en granos andinos (g/100 g materia seca).....	23
TABLA No. 8	Constituyentes minerales de los cereales (mg/100g de materia seca).....	23
TABLA No. 9	Perfil de aminoácidos (aa): %aa/100gr de proteínas.....	24
TABLA No. 10	Comparativo de los componentes de la quinua con otros grandes alimentos (kg).....	26
TABLA No. 11	Comparativo de los componentes de la quinua con otros productos (kg).....	26
TABLA No. 12	Dosis diaria recomendada de calcio.....	34
TABLA No. 13	Dosis diaria recomendad de zinc.....	38

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Diferencia entre la dona testigo y las donas de harina de quinua: trigo 40:60 M1, 30:70 M2 y 20:80 M3.....	69
GRÁFICO No. 2	Relación de contenido de humedad en dona testigo y dona de proporción 30:70 de harina de quinua: trigo.....	70
GRÁFICO No. 3	Relación de contenido de cenizas en dona testigo y dona de proporción 30:70 de harina de quinua: trigo.....	71
GRÁFICO No. 4	Relación de contenido de proteína en dona testigo y dona de proporción 30:70 de harina de quinua: trigo.....	72
GRÁFICO No. 5	Relación de contenido de proteína en dona testigo y dona de proporción 30:70 de harina de quinua: trigo.....	73
GRÁFICO No. 6	Relación de contenido de extracto etéreo en dona testigo y dona de proporción 30:70 de harina de quinua: trigo.....	74
GRÁFICO No. 7	Relación de contenido de extracto libre no nitrogenado dona testigo y dona de proporción 30:70 de harina de quinua: trigo.....	75
GRÁFICO No. 8	Relación de contenido de calcio dona testigo y dona de proporción 30:70 de harina de quinua: trigo.....	76
GRÁFICO No. 9	Relación de contenido de zinc dona testigo y dona de proporción 30:70 de harina de quinua: trigo.....	77
GRÁFICO No. 10	Relación de contenido de levaduras y mohos en la dona testigo como en las donas con harina de quinua: trigo 30:70.....	79
GRÁFICO No.11	Relación de contenido de aeróbios mesófilos en la dona testigo como en las donas con harina de quinua: trigo 30:70.....	80

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA No. 1	Donas	1
FIGURA No. 2	Proceso productivo de donas	13
FIGURA No. 3	Quinoa real	18
FIGURA No. 4	Escala brillo chocolate	99

**ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO No. 1	Determinación de la cantidad de microorganismos mohos y levaduras. Método de recuento: siembra por extensión en superficie.	94
ANEXO No. 2	Determinación de la cantidad de microorganismos aeróbios mesófilos. Método de vertido en placa.	95
ANEXO No. 3	Modelo de la ficha para encuesta de evaluación sensorial.	97
ANEXO No. 4	Ingredientes y elaboración de donas testigo	98
ANEXO No. 5	Escala de brillo del chocolate	99
ANEXO No. 6	Fotografías	100

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años hemos escuchado o leído sobre los enormes avances de la medicina, sin embargo, poco sabemos sobre la influencia de estos avances sobre la ciencia de los alimentos y, más aún, sobre las tendencias de nuestra alimentación en el futuro. La estrecha relación entre salud y alimentos ha sido reconocida por más de dos mil 500 años. Hipócrates, el filósofo griego y padre de la medicina, postuló el siguiente lema: “Permitan a los alimentos que sean su medicina y la medicina que sea su alimento”. Esta frase corta pero profunda y sustantiva resume la nueva tendencia de los alimentos en este naciente siglo XXI.

El conocimiento de nuestra propensión genética a enfermedades; las principales enfermedades que causan la mayoría de las muertes en el mundo moderno: las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la diabetes así como el incremento de las expectativas de vida por los avances de la medicina ha despertado el interés en mejorar la calidad de vida, siendo la dieta el factor más importante. En la industria alimentaria estos aspectos han generado una revolución que ha cambiado y continuará cambiando lo que comeremos en el futuro. Estos alimentos han sido denominados por la industria como alimentos funcionales o nutraceuticos, y han sido definidos como “cualquier alimento o ingrediente del mismo que proporcione un beneficio probado a la salud humana”.

Debido a este gran cambio en el “diseño de alimentos”, en el futuro no será extraño caminar por los pasillos del supermercado y comprar un bote de nieve o helado que prevenga el cáncer de seno o el de próstata. Tampoco será extraño encontrar productos aún más a la medida, como alimentos diseñados especialmente para protegernos de una propensión genética a problemas cardíacos. Estas tendencias, aunque parezcan futuristas, son una realidad muy cercana.

El uso de los cereales en la alimentación ha constituido la principal fuente de nutrientes desde la antigüedad. Los estudios de sus propiedades alimentarias revelan que no existe

ningún otro grupo de alimentos que sea capaz de proporcionar prácticamente todos los nutrientes que necesita el organismo humano. Existen muchos productos derivados de los cereales como las harinas integrales tal es el caso de la harina de quinua que el aspecto más sobresaliente que destacan los científicos sobre ella es la gran cantidad de calcio que contiene y es asimilado totalmente por el organismo debido a la presencia de zinc, esto hace que evite la descalcificación y la osteoporosis además que posee una proteína de alto valor ya que contiene todos los aminoácidos esenciales.

Hoy en día la elaboración de harina de quinua no es muy común, aunque existen ejemplos como el de Supermercado Camari que es un sistema de comercialización solidaria con los pequeños productores; esta harina puede usarse en mezclas con harina de trigo o arroz para enriquecer o fortificar alimentos sin ningún problema. La harina de quinua es un alimento simple y rápido de preparar, muy versátil, puede sustituir a otras harinas. En sopas, platos de fondo, postres, bebidas, alimentos de repostería como pan, galletas, panqueques, bizcochuelos etc.

Un alimento de bollería y repostería en el que se puede sustituir la harina de trigo por harina de quinua son las donas (donuts) que son roscones de pan dulce. En la actualidad nos podemos dar cuenta que es un producto de gran consumo que se lo encuentran en todas las panaderías; además en el Ecuador existe una franquicia llamada Dunkin' Donuts es una cadena internacional especializada en donas con alrededor de 50 variedades.

De allí la necesidad de que esta investigación entregue al consumidor una opción más al momento de adquirir productos de consumo masivo como son las golosinas en este caso donas ya que a estas se les adicionó harina de quinua en tres proporciones de las cuales una tuvo mayor aceptación a la que posteriormente se determinó el potencial nutritivo y nutracéutico frente a una dona testigo, y se estableció su calidad sanitaria y estabilidad durante un período de 14 días.

Este trabajo permitió comprobar que la dona con harina de quinua en proporción 70:30 (trigo:quinua) que fue la que tuvo mayor aceptación posee mayor valor nutritivo y nutracéutico que la dona testigo (trigo) que es la que se expende normalmente en el mercado. El incremento en el valor nutritivo y nutracéutico se debe a un mayor aporte de proteína, fibra, calcio y zinc principalmente.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1 DONAS

También llamado dona, rosquilla o berlina es un toro o rosco de pan dulce que puede ser frito o asado.



FIGURA No. 1 DONAS

#### 1.1.1 ORIGEN Y DESCRIPCIÓN

##### 1.1.1.1 Origen

Los orígenes del donut se disputan; unos historiadores afirman que sus precursores se pueden encontrar entre la gente medieval del norte de Europa, pero la forma popular que se asocia hoy en día con el término *doughnut* no se realizó hasta que un marinero, llamado Hanson Crocket Gragory, hiciera el famoso agujero en uno de los palos del timón de un barco, para solucionar el problema de que la masa no se friera bien en el centro.

### **1.1.1.2 Descripción**

Hay muchos tipos de donuts; algunos están glaseados con varios colores y a veces llevan confites, otros están rellenos de mermelada o natillas. Las tres clases de donuts son el tipo pastel, los leudados (fermentados con levadura), y los tradicionales. Un donut tiene en promedio aproximadamente 300 calorías y 25 g de grasa.

Los donuts con forma de anillo se hacen juntando los extremos de un pedazo largo y delgado de masa o usando moldes que cortan simultáneamente los pedazos externos e internos, quitando la masa en el centro. La masa central la quitó por primera vez, en 1847, un marinero llamado Hanson Gregory, debido a que la masa no se freía bien al estar en el centro. El pedazo restante es cocinado o devuelto a la masa para hacer más unidades. Un donut en forma de disco puede ser puesto en un molde toroidal para que aparezca el agujero central.

Alternativamente, un depositador de donuts puede usarse para ubicar un círculo de masa líquida directamente en el horno. Los donuts pueden hacerse desde yemas hasta tipos especiales de masa para pasteles. Los hechos con yemas de huevo contienen cerca de 25% de aceite por peso; mientras que los de pastelería contienen alrededor de 20% de aceite. Los que son de tipo pastel se fríen cerca de 90 s a una temperatura de 190 a 198 °C, por los dos lados. Los que tienen base en yemas de huevo toman más tiempo, cerca de 150 s, a una temperatura de 182 a 190 °C. Los que son tipo pastel normalmente pesan entre 24 y 28 g, mientras que los hechos con yema de huevo pesan en promedio 38 g y son generalmente más grandes una vez terminados.

En algunos casos son alimentos ricos en grasas hidrogenadas, por lo que su consumo debe acompañarse de una vida activa y deben hacer parte de una dieta variada, para mantener la ingesta de calorías dentro de las recomendadas 2000 diarias. (33)

### **1.1.2 MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES**

#### **1.1.2.1 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. (3)

### **1.1.2.2 Huevos**

Además de contribuir con nutrientes, sabor y color, los huevos pueden ayudar a crear la estructura de los pasteles. Como el gluten, la clara de huevo es una mezcla de proteínas; forma películas y apresa aire cuando se la bate, y al calentarse se coagula, con lo cual se produce rigidez. Las proteínas de la yema de huevo tienen propiedades similares. Esto es particularmente importante cuando los huevos se combinan con cantidades proporcionalmente bajas de harina débil.

En el horno, el gluten, almidón y huevo se ponen rígidos, y las burbujas de aire subdivididas se inflan más debido al calor. El vapor de agua generado entra en las burbujas y también contribuye a inflarlas. Esto explica por qué la capacidad de los huevos de batirse y la estabilidad de su espuma tienen tanta importancia para el pastelero. (3)

### **1.1.2.3 Grasa vegetal**

A diferencia de la harina y los huevos que forman la estructura y la endurecen, la grasa vegetal la ablanda. Pero muchas recetas requieren que se bata la grasa para incorporar aire antes de combinarla con los otros ingredientes. Esto se llama cremorizar la grasa, cuando la masa se cuece en el horno, la grasa se derrite y libera las burbujas de aire que contiene, con lo cual contribuye a la acción esponjadora del polvo para hornear y del vapor que se está dilatando. Luego, la grasa derretida se deposita alrededor de las paredes celulares de la estructura en proceso de coagulación y ablanda y lubrica la textura.

El tamaño de las cavidades dentro de la estructura celular, y por ende, el volumen del producto, es afectado por el número y tamaño de las burbujas de aire y las gotitas de agua

atrapadas dentro de la grasa batida. Estos, a su vez, son determinados por la plasticidad de la grasa y el uso de emulsionantes. El estado de la emulsión es afectado, también, por los otros ingredientes presentes y la secuencia de su incorporación a la masa. Estas diferencias entre masas se producen, por ejemplo, cuando se batien la grasa y el azúcar antes de incorporar los restantes ingredientes, en lugar de batirlos todos juntos en una sola operación. Tales modificaciones en el procedimiento del mezclado suelen producir diferencias en la textura y volumen de pasteles elaborados a partir de fórmulas idénticas. Las principales fuentes de grasa en pastelería son la manteca vegetal y la margarina. (36)

#### **1.1.2.4 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. (26)

#### **1.1.2.5 Azúcar**

Como la grasa vegetal, el azúcar funciona como ablandador en los productos horneados y, como todos los ingredientes, tiene atributos adicionales. Además de dar dulzura, el azúcar en forma de sacarosa proporciona más sustrato fermentable en los productos esponjados por levadura. La levadura no fermenta la sacarosa directamente, sino que la hidroliza primero por medio de la enzima invertasa, que la convierte en glucosa y fructuosa. Luego, la levadura fermenta primero la glucosa y, al consumirse ésta, comienza a fermentar la fructuosa. El azúcar también tiene la propiedad de retener humedad en los productos horneados. En este sentido, los productos hidrolíticos de la sacarosa, o sea glucosa y fructuosa, que en combinación se llaman azúcar invertido, suelen ser superiores a la sacarosa.

Por eso, se usan mucho los jarabes de azúcar invertido en varios productos horneados elaborados sin levadura. Los jarabes de maíz producidos por hidrólisis de almidón, que

contienen glucosa, maltosa y dextrinas, también poseen la propiedad de retener humedad. La sacarosa, fructuosa, glucosa, maltosa y las dextrinas contribuyen, además, a las diferentes clases de empardeamiento que se desarrollan en los productos horneados. (26)

#### **1.1.2.6 Sal**

La sal tiene varias funciones principales en los productos horneados, actúa principalmente sobre la formación del gluten ya que la gliadina es menos soluble en agua con sal, obteniéndose así mayor cantidad de gluten.

La obtención de masa más compacta que aquella que no posee sal, haciéndola más fácil de trabajar, regula la fermentación ya que no permite que la levadura fermente desordenadamente, retardando el crecimiento de microorganismos fermentativos secundarios como son los productores de ácido acético.

Por su higroscopicidad que es la capacidad de absorción de agua esta influye en la duración y en el estado de conservación del pan. (26)

#### **1.1.2.7 Leche**

La leche utilizada comúnmente en panificación es la leche en polvo descremada, por sus múltiples razones de orden práctico, tales como: su uniformidad, su facilidad de manejo, la ausencia de necesidad de refrigeración, su precio, su mínima pérdida por fácil empleo, bajo espacio al almacenar y duración.

La leche ejerce así mismo un marcado efecto tampón o buffer sobre las reacciones químicas de la masa, las que ocurren como resultado de las fermentaciones.

Las funciones que cumple la leche en la masa es la mejora del aspecto y color del pan, la lactosa de la leche que no es fermentada por la levadura, otorga un rico color dorado a la corteza, resultado de las reacciones de pardeamiento no enzimático de estas con las proteínas bajo influencia del calor en el horno.

*Ayuda a que se forme una corteza fina:* Debido a que la leche capta humedad y la retiene, evita la migración desde la corteza hacia el medio ambiente, dando una mejora a la conservación del pan tanto como su aroma y sabor.

*Aumenta el valor nutritivo del pan:* La caseína, la cual representa alrededor del 75% de las proteínas de la leche, es una proteína casi perfecta, desde el punto de vista del balance de aminoácidos, por lo cual aumenta a niveles altos el valor nutritivo. Además, la lisina presente en la leche, contribuye a solucionar la deficiencia del contenido de este aminoácido en la harina de trigo. Además la leche aporta minerales y vitaminas. (3)

### **1.1.2.8 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). (13)

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.

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 quinua, 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. (38)

Harina de trigo es el nombre genérico de los productos que se obtienen al moler el grano de trigo libre de sus envolturas celulósicas. (13)

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 *Jlm* (No. 70).

### **Generales de aditivos**

#### *1. Agentes leudantes*

- Las harinas autoleudantes pueden contener agentes leudantes, tales como: bicarbonato de sodio y fosfato monocalcico 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 monocalcico, leudantes artificiales más comunes,

pueden usarse combinados hasta un límite máximo de 4,5% (m/m).

## 2. *Mejoradores y/o blanqueadores*

- Cloro; blanqueador de harina, máximo 100 m g/ 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".

## 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 I.

**TABLA No 1. SUSTANCIA DE FORTIFICACIÓN**

<b>SUSTANCIAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>REQUISITO MÍNIMO</b>
Hierro reducido o micronizado	mg/Kg	55,0
Tiamina (vitamina B1)	mg/Kg	4,0
Rivoflavina (vitamina B2)	mg/Kg	7,0
Acido fólico	mg/Kg	0,6
Niacina	mg/Kg	40

FUENTE: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA PARA HARINA DE TRIGO. REQUISITOS INEN 616

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.	Max.	Pastificios	Galletas	Autoleud.	Min.	Max.				
		Min.	Max.			Min. Max.	Min.Max.	Min. Max.						
Humedad	%	14,5		15		-	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 panificables enriquecida extra, el porcentaje de cenizas será máximo de 1,6 %  
FUENTE: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA PARA HARINA DE TRIGO. REQUISITOS INEN 616.

TABLA3. COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE TRIGO POR CADA 100 gr.

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

<b>Vitamina B1 (Tiamina)</b>	0,4 mg	0,1 mg	0,7 mg
<b>Vitamina B2 ( Riboflavina)</b>	0,215 mg	0,04 mg	0,494 mg
<b>Vitamina B3 (Niacina)</b>	6,365 mg	0 mg	5,904 mg
<b>Vitamina B6 ( Piridoxina)</b>	0,341 mg	0,044 mg	0,2 mg
<b>Vitamina E</b>	1,23 mg	0,06 mg	0,06 mg
<b>Ácido fólico</b>	44 mcg	0 mcg	128 mcg
<b>Vitamina metanfetamina mcg</b>	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, mohoso, amargo o dulce. Debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, libre de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales. (25)

### **Su composición simplificada es:**

Glúcidos.....	74-76%
Prótidos.....	9-11%
Lípidos.....	1-2%
Agua.....	11-14%
Minerales.....	1-2%

#### *1. Glúcidos: Almidón*

Es el componente principal de la harina. Es un polisacárido de glucosa, insoluble en agua fría, pero aumentando la temperatura experimenta un ligero hinchamiento de sus granos. El almidón está constituido por dos tipos de cadena:

- Amilosa: polímero de cadena lineal.
- Amilopectina polímero de cadena ramificada.

#### *2. Prótidos: Gluten*

La cantidad de proteínas varía mucho según el tipo de trigo, la época de recolección y la tasa de extracción.

El gluten es un complejo de proteínas insolubles en agua, que le confiere a la harina de trigo la cualidad de ser panificable. Está formado por:

- Glutenina, proteína encargada de la fuerza o tenacidad de la masa.
- Gliadina, proteína responsable de la elasticidad de la masa.

La cantidad de gluten presente en una harina es lo que determina que la harina sea "fuerte" o "floja".

La harina fuerte es rica en gluten.

La harina floja es pobre en gluten.

### 3.- *Lípidos:*

Las grasas de la harina proceden de los residuos de las envolturas y de partículas del germen.

### 4.- *Agua:*

La humedad de una harina, no puede sobrepasar el 15%, es decir que 100 kilos de harina pueden contener, como máximo, 15 litros de agua.

### 5.- *Minerales:* Cenizas

Las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio, potasio, etc., procedentes de la parte externa del grano, que se incorporan a la harina según su tasa de extracción. (13)

## 1.1.2.8.1 LA CLASIFICACIÓN

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

### a. **Harina panificable**

\***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.

**b. 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.(13)

**c. 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.

**\*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.

**\*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.(13)

**\*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.

**d. 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. (13)

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. (38)

### 1.1.3 COMO HACER DONAS

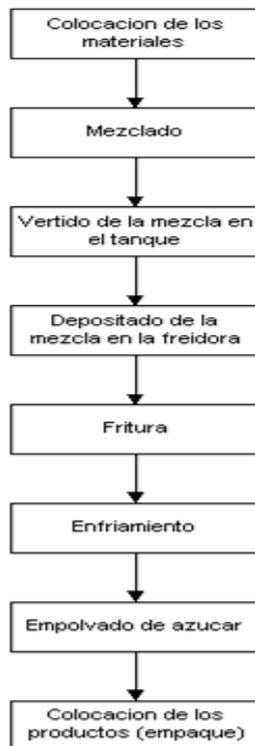


FIGURA No. 2 PROCESO PRODUCTIVO DE DONAS (47)

### 1.1.4 COMPOSICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y VALOR NUTRITIVO

Dependiendo del tipo de donas tienen pesos variados, así tenemos que la dona normal peso entre 43 a 48g; la dona rellena tiene un peso entre 54 a 58g y la dona pequeña tiene un peso entre 28 a 32g.

**TABLA 4. VALOR NUTRICIONAL DE DONAS Y OTROS PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN Y REPOSTERÍA**

Tabla de Calorías y Macronutrientes por Raciones de alimentos o platos definidos (I)									
Bollería y pastelería									
Nombre de los alimentos	Ración	g ración	kcal/ ración	Nutrientes por 100 g de porción comestible					
				kcal	Prote	Carbo	Grasas	Coles	Fibra
Bizcocho genovesa (sin grasa)	Una ración	80	283	354	4,7	77,2	2,9	67	ND
Bizcocho de soletilla	Un bizcocho	12	48	400	8	83	4	ND	ND
Brazo de gitano	Una ración	100	351	351	4,3	58,1	11,3	86	2,4
Buñuelos	Una unidad	20	83	413	6,3	51,6	20,1	ND	ND
Coca	Una porción	100	394	394	8	68	10	ND	ND
Cráquers	Una unidad	2	9	458	9,5	68,3	16,3	ND	6,1
Croissant	Una unidad	65	280	431	8	48	23	130	5,5
Croissant de chocolate	Una unidad	65	272	419	5	48	23	130	9
Donetes	Una unidad	18	83	459	6,2	47,8	27	24	ND
Donuts chocolate	Una unidad	50	238	475	7	42	31	ND	ND
Donuts crema	Una unidad	60	301	501	5,5	43,1	34,1	ND	2,8
Donuts normales	Una unidad	50	310	419	6	47	23	24	1,5
Dupis	Una unidad	50	188	376	7	48,6	17,1	ND	ND
Ensaimada	Una unidad	65	263	404	5	42	24	ND	ND

FUENTE: [www.iespana.es/tranbel/la\\_dieta\\_definitiva/tabla\\_calorias](http://www.iespana.es/tranbel/la_dieta_definitiva/tabla_calorias)

### **1.1.5 PRINCIPALES COMSUMIDORES**

"El público objetivo, o tipología del consumidor, es muy amplio, ya que puede ser consumido tanto por niños como adultos".

Por ejemplo, los niños se centran en donas rellenas, o recubiertas de chocolate. Por otro lado, una misma persona puede ser consumidora de diferentes tipos de dona 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, la demandada de alimentos que sean más nutritivos es cada vez mayor.(37)

### **1.1.6 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. (19)

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. (19)

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. (19)

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. (19)

## **1.2 LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)**

### **1.2.1 ORIGEN E HISTORIA**

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un producto originario de los países andinos y su consumo es ancestral en la dieta de la población campesina. Su cultivo fue artesanal en las zonas altas andinas hasta la década del año 90, en que se produce una importante posibilidad de exportación a los mercados norteamericano y europeo. El cereal milenario de los indígenas es originario del altiplano Andino, cultivado desde tiempos preincaicos. Su cultivo estaba muy desarrollado antes de la llegada de los españoles, siendo la quinua tan conocida como el maíz y constituye parte del alimento básico de las comunidades andinas.

Con la introducción del trigo la quinua fue desplazada hacia tierras más altas y disminuyó su producción. La quinua es un grano, conocido como un pseudo cereal, de color blanco, rojo o negro, con un alto contenido de proteína. Bolivia fue la pionera en exportar quinua y de este país se trajeron al Ecuador nuevas variedades y líneas genéticas.

Un problema para su consumo masivo fue la alta concentración de saponinas en su corteza, que obligaba a un proceso húmedo previo a su consumo. A finales de los años 80 se desarrolló un equipo de descortezado en seco que elimina la saponina. Como consecuencia el mercado interno fue creciendo considerablemente y sobre todo la exportación. Actualmente se continúa exportando; últimamente se ha abierto un importante mercado de quinua orgánica, al que están accediendo exportadores ecuatorianos. La partida arancelaria NANDINA de este producto es 1008901000 "Quinua"(49)

### 1.2.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA



FIGURA No. 3 QUINOA REAL

En la Tabla 5 observamos la taxonomía

TABLA 5. TAXONOMÍA DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Chenopodiaceae
<b>Género:</b>	Chenopodium
<b>Especie:</b>	Quinoa

FUENTE: <http://ccbolgroup.com/quinoa.htm>

#### **Morfología:**

**Altura:** La QUINUA es una planta herbácea que puede alcanzar los 2 m de alto.

**Tallo:** Su tallo es delgado, de forma tubular y puede tener o no ramas secundarias.

**Hojas:** Las hojas de la QUINUA tienen diversas formas y colores, generalmente verdes, rojas o moradas.

**Inflorescencia:** La QUINUA tiene una inflorescencia terminal en punta, que da lugar a una panoja cargada de semillas.

**Semillas:** Las semillas miden hasta 2.5 mm, y tienen alto valor nutritivo, con buen balance de aminoácidos, y contenido de saponinas. (47)

### **1.2.3 QUINUA Y NUTRICIÓN:**

La quinua posee un excepcional balance de proteínas, grasa, aceite y almidón, un alto grado de aminoácidos, entre los aminoácidos están la lisina (importante para el desarrollo del cerebro) y la arginina e histidina básicos para el desarrollo humano durante la infancia, igualmente que es rica en metionina y la cistina, es asimismo rica en hierro, calcio, fósforo y vitaminas mientras que es pobre en grasas, complementando de este modo a otros granos y/o legumbres como las vainitas.

El promedio de proteínas en el grano es de 16%, pero puede contener hasta 23%. Esto es más del doble que cualquier otro cereal. El nivel de proteínas contenidas es muy cercano al porcentaje que dicta la FAO para la nutrición humana.

La grasa contenida es de 4 a 9%, de los cuales la mitad contiene ácido linoleico, esencial para la dieta humana. También contiene un alto nivel de calcio, fósforo, hierro.

En contenido nutricional de la hoja de quinua se compara a la espinaca. Los nutrientes concentrados de las hojas tienen un bajo índice de nitrato y oxalato, los cuales son considerados elementos perjudiciales en la nutrición. (32)

### **1.2.4 COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LA QUINUA**

La quinua es considerada por la FAO y la OMS como un alimento único por su altísimo valor nutricional. Como un alimento libre de gluten puede consumirla la gran parte de la población, incluyendo las personas celíacas (alérgicas al gluten). La quinua mantiene sus cualidades nutritivas incluso en procesos industriales, y es capaz de sustituir notablemente a las proteínas de origen animal.

Alimentarse para conservar la salud y evitar las enfermedades es la base de la alimentación sana, para ello se han de conocer las propiedades nutritivas de cada

alimento que consumimos. Estas propiedades se concentran en una serie de sustancias llamadas nutrientes, que debemos obtener de los alimentos.

Estos nutrientes son los que intervienen en el metabolismo y son aprovechados por el organismo para satisfacer nuestras necesidades.

#### **1.2.4.1 Nutrientes contenidos en la Quinoa**

La calidad nutricional de un producto depende tanto de la cantidad como de la calidad de sus nutrientes. La **QUINUA** tiene un excepcional valor nutritivo, con proteínas de alto valor biológico y excelente balance de aminoácidos esenciales, ubicados en el endosperma o núcleo del grano, a diferencia de otros cereales que los tienen en el exosperma o cáscara, como el arroz o trigo.

La **QUINUA** ofrece la mayor cantidad de aminoácidos esenciales que cualquiera de los más importantes cereales del mundo, destacando la lisina que es uno de los más escasos en los alimentos de origen vegetal y que está presente en el cerebro humano.

La quinoa, además de las vitaminas del complejo B, contiene vitamina C, E, tiamina, riboflavina; posee un alto contenido de minerales, tales como fósforo, potasio, magnesio y calcio entre otros.

Personas que por circunstancias propias se ven obligadas a consumir poca leche y productos lácteos, tiene en la quinoa un sustituto ideal para el abastecimiento de calcio.

No tiene colesterol, no engorda debido a que se de fácil digestibilidad y no forma grasas en el organismo, debido a que la presencia de ácidos ólicos no saturados en la **QUINUA** es prácticamente nula. (48)

**TABLA No 6. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS CEREALES Y GRANOS ANDINOS (g/100g DE MATERIA SECA)**

	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>	<b>Fibra cruda</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Carbohidratos</b>
Trigo Manitoba	16.0	2.9	2.6	1.8	74.1
Trigo Inglés	10.5	2.6	2.5	1.8	78.6
Cebada	11.8	1.8	5.3	3.1	78.1
Avena	11.6	5.2	10.4	2.9	69.8
Centeno	13.4	1.8	2.6	2.1	80.1
Triticale	15.0	1.7	2.6	2.0	78.7
Arroz	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2
Maíz	11.1	4.9	2.1	1.7	80.2
Sorgo	12.4	3.6	2.7	1.7	79.7
Quinua	14.4	6.0	4.0	2.9	72.6

FUENTE: KENT 1983, REPO-CARRASCO 1992

La importancia de las proteínas de las plantas andinas radica en la calidad de las mismas. Las proteínas de quinua, son principalmente del tipo albúmina y globulina. La proteína de la quinua, la chenopodina, es una proteína tipo globulina 11S.

Es importante recalcar la cantidad relativamente alta de aceite en la quinua, aspecto que ha sido muy poco estudiado. Esto, convierte a estos granos en una fuente potencial para la extracción de aceite. El porcentaje de ácidos grasos libres es de 0.091 para la quinua. El índice de saponificación para la quinua es 195. El material insaponificable encontrado en la quinua es 5.01.

Al determinar el contenido de ácidos grasos se encontró que el mayor porcentaje de ácidos grasos presentes en estos aceites es el Omega 6 (ácido linoleico), siendo de 50,24% para quinua, valores muy similares a los encontrados en el aceite de germen de maíz, que tiene un rango de 45 a 65%.

El Omega 9 (ácido oleico), se encuentra en segundo lugar, siendo 26,04 para aceite de quinua. Los valores encontrados para el Omega 3 (ácido linolénico), son de 4,77 para el aceite de quinua, seguido del ácido palmítico con 9,59 para el aceite de quinua. Encontramos también ácidos grasos en pequeña proporción, como el ácido esteárico. (45)

Como podemos observar, el 82,71% de ácidos grasos en el aceite de quinua pertenece a ácidos grasos insaturados. En las últimas décadas los ácidos grasos insaturados han cobrado gran importancia por la actividad benéfica para el organismo que se les atribuye, al mantener la fluidez de los lípidos de las membranas.

**El almidón** es el carbohidrato más importante en todos los cereales. Constituye aproximadamente el 60- 70 % de la materia seca. En la quinua, el contenido de almidón es de 58.1-64.2 %. El almidón en las plantas se encuentra en la forma de gránulos. Los gránulos de cada especie tienen, un tamaño y forma característicos. Los gránulos del almidón de la quinua tienen un diámetro de 2  $\mu$ m, siendo más pequeños que los granos comunes. Sería importante estudiar sus propiedades funcionales; mencionan que el almidón de quinua tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación. Estos almidones podrían ofrecer una alternativa interesante para sustituir almidones modificados químicamente. (20)

Los polisacáridos, en los granos de quinua se encuentran azúcares libres, en pequeñas cantidades. Los cultivos andinos tienen mayor contenido de azúcares que los cereales comunes. En la siguiente tabla se presenta el contenido de azúcares en quinua.

**TABLA No 7. CONTENIDO DE AZÚCARES EN GRANOS ANDINOS (g/100 g MATERIA SECA)**

	<b>Glucosa</b>	<b>Fructosa</b>	<b>Sacarosa</b>	<b>Maltosa</b>
Quinoa	1.70	0.20	2.90	1.40

FUENTE: OLSEN, J. 2002. *Quinoa (quinoa)*. <http://www.geocities.com>

En la siguiente tabla se presenta el contenido de minerales de la quinoa y otros granos. En la quinoa resalta el alto contenido de calcio, magnesio y zinc.

**TABLA No 8. CONSTITUYENTES MINERALES DE LOS CEREALES (mg/100g DE MATERIA SECA)**

	<b>Trigo</b>	<b>Cebada</b>	<b>Avena</b>	<b>Centeno</b>	<b>Arroz</b>	<b>Quinoa</b>
Ca	48	52	94	49	15	94*
Mg	152	145	138	138	118	270***
Na	4	49	28	10	30	11.5***
P	387	356	385	428	260	140*
Fe	4.6	4.6	6.2	4.4	2.8	16.8*
Cu	0.6	0.7	0.5	0.7	0.4	3.7***
Zn	3.3	3.1	3.0	2.0	1.8	4.8***

FUENTE: OLSEN, J. 2002. *Quinoa (quinoa)*. <http://www.geocities.com>

TABLA No 9. PERFIL DE AMINOÁCIDOS (AA): %AA/100gr DE PROTEÍNAS

AMINOACIDOS	QUINUA	TRIGO	LECHE
<b>Histidina *</b>	4.6	1.7	1.7
<b>Isoleucina *</b>	7.0	3.3	4.8
<b>Leucina *</b>	7.3	5.8	7.3
<b>Lisina *</b>	8.4	2.2	5.6
<b>Metionina *</b>	5.5	2.1	2.1
<b>Fenilalanina *</b>	5.3	4.2	3.7
<b>Treonina *</b>	5.7	2.7	3.1
<b>Triptofano *</b>	1.2	1.0	1.0
<b>Valina *</b>	7.6	3.6	4.7
<b>Acido Aspártico</b>	8.6	-	-
<b>Acido Glutámico</b>	16.2	-	-
<b>Cisteína</b>	7.0	-	-
<b>Serina</b>	4.8	-	-
<b>Tirosina</b>	6.7	-	-
<b>Argina *</b>	7.4	3.6	2.8
<b>Prolina</b>	3.5	-	-
<b>Alanina</b>	4.7	3.7	3.3
<b>Glicina</b>	5.2	3.9	2.0
*Aminoácidos esenciales			

FUENTE: OLSEN, J. 2002. *Quinoa (quinoa)*. <http://www.geocities.com>

La quinua posee un valor calórico que es mayor que otras cereales, tanto en grano y en harina alcanza a 350 Cal/100gr., que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías.

La composición de aminoácidos esenciales, le confiere un valor biológico comparable solo con la leche, el huevo y la menestra, constituyéndose por lo tanto en uno de los principales alimentos de nuestra Región.

**Tabla No 10. COMPARATIVO DE LOS COMPONENTES DE LA QUINUA CON OTROS GRANDES ALIMENTOS (Kg)**

<b>componentes%</b>	<b>quinua</b>	<b>carne</b>	<b>huevo</b>	<b>queso</b>	<b>leche vacuno</b>	<b>leche humana</b>
Proteínas	13.00	30.00	14.00	18.00	3.50	1.80
Grasas	6.10	50.00	3.20	-	3.50	3.50
Hidratos de carbono	71.00	-	-	-	-	-
Azúcar	-	-	-	-	4.70	7.50
Hierro	5.20	2.20	3.20	-	2.50	-
Calorías 100 Grs.	370.00	431.00	200.00	24.00	66.00	80.00

FUENTE: <http://usuarios.lycos.es/quinua/marcoconceptual.htm>

**Tabla No 11. COMPARATIVO DE LOS COMPONENTES DE LA QUINUA CON OTROS PRODUCTOS (Kg)**

<b>componentes%</b>	<b>quinua</b>	<b>trigo</b>	<b>maíz</b>	<b>arroz</b>	<b>avena</b>
Proteínas	13.00	11.43	12.28	10.25	12.30
Grasas	6.70	2.08	4.30	0.16	5.60
Fibras	3.45	3.65	1.68	VEGETAL	8.70
Cenizas	3.06	1.46	1.49	0.60	2.60
Calcio	0.12	0.05	0.01	-	-
Fósforo	0.36	0.42	0.30	0.10	-
Hidratos de Carbono	71.00	71.00	70.00	78.00	60.00

FUENTE: <http://usuarios.lycos.es/quinua/marcoconceptual.htm>

La Quinoa como proteína vegetal ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es fácil de digerir, forma una dieta completa y balanceada.(47)

## **1.2.6 VALOR NUTRACÉUTICO**

### **1.2.6.1 La quinoa previene cáncer de mama y osteoporosis.**

La quinoa, el grano andino que ya dio mucho que hablar, ahora sorprende más al conocerse que también contiene fitoestrógenos, sustancias que previenen enfermedades crónicas como la osteoporosis, cáncer de mama, enfermedades del corazón y otras alteraciones femeninas ocasionadas por la falta de estrógenos durante la menopausia.

El bioquímico del Servicio de Laboratorio de Diagnóstico e Investigación en Salud (Seladis), de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) en La Paz-Bolivia, Roger Carvajal, durante una reunión con productores de quinua planteó la necesidad de certificar de manera científica, mediante estudios de laboratorio de alta tecnología, la presencia de fitoestrógenos en la quinua y sus niveles de concentración.

Esta certificación científica contribuirá a que los productores impulsen de forma decidida la comercialización de la quinua en el mercado nacional y en el ámbito internacional. De acuerdo a estudios científicos realizados por laboratorios internacionales, los fitoestrógenos se encuentran en la mayoría de los cereales y también en la soya.

Pero hasta ahora, no se efectuó un estudio de esta naturaleza en la quinua, sin embargo se tiene la presunción de que presenta niveles elevados de fitoestrógenos, lo cual hay que probarlo.

Roger Carvajal señaló que en el altiplano boliviano se estableció que en las mujeres de esta región no se registran casos de osteoporosis, pero esta enfermedad se presenta en mujeres de otros segmentos sociales asentadas en las ciudades y donde el consumo de quinua es bajo.

Todo parece indicar que la ausencia de osteoporosis tiene relación con la dieta del altiplano que es rica en granos que contienen fitoestrógenos que son sustancias que permiten la absorción de calcio y esto hace que las mujeres de esta región no sufran osteoporosis.

Si esto es así, hay que probarlo de manera científica, y el valor de la quinua crecería aún más en el campo nacional e internacional", indicó Carvajal que también anunció la disponibilidad del Seladis de trabajar en esta investigación y en otras áreas para apoyar al sector productivo de la quinua.

Los productores tienen la esperanza de contar con este estudio para darle mayor valor al grano.

**Proteínas.-** El Seladis estableció que la quinua real es el primer alimento que posee las proteínas completas, es decir 21 aminoácidos y entre los más conocidos está la lisina, tirosina, metionina y triptófano, y lo interesante es que se presentan en cantidades adecuadas y aptas para el consumo humano.

Si uno consume este alimento no es necesario otros vegetales. En síntesis es el alimento más completo con todas sus propiedades que incluso llega a reemplazar a la leche y carne. Se trata entonces de un regalo de la naturaleza al hombre andino gracias al sistema de conservación que utilizaron sus antecesores durante muchos años, destacó Carvajal. (45)

### 1.2.7 PRESENTACIÓN DE LA QUINUA

**Quinua en grano:** Es un producto muy nutritivo (16% de proteína) y no contiene glúten para usar como arroz, es una excelente guarnición para carnes, también sopas, entradas, platos de fondo, etc. La proteína de la Quínua es de una extraordinaria calidad.

**Pastas de quinua:** Es una gran opción para los jóvenes, adultos, y para quienes desean un buen alimento sano y nutritivo Aunque debemos señalar que nuestras pastas están hechas con una mezcla de sémola de trigo candeal y sémola de Quinoa Real Orgánica y los resultados son extraordinarios, obteniendo textura y gusto muy delicado.

**Harina de Quinua;** Para repostería, incrementa el valor nutritivo de cualquier alimento; en pastas, panes, galletas, etc. Además es una de las pocas harinas para celíacos que tiene un gran valor nutritivo.

**Harina tostada de Quinua:** Quinua cocida finamente molida, para mezclar con agua fría y azúcar para refrescos o con agua hervida, Leche y azúcar, también para acompañar una rica Sandía.

**Hojuelas de Quinua:** Quinua procesada tipo avena, para sopas, en el desayuno con leche, para postres se puede cocer con frutas, etc. (30)

### **1.2.8 HARINA DE QUINUA**

Es muy recomendado tanto para niños y adultos; sobre todo a personas celíacas. La quinua es la base de la alimentación de los niños del altiplano. Sólo hoy se reconoce el alto valor nutritivo de este cereal andino con un 18% de proteínas, de excelente asimilación y equilibrada composición de aminoácidos y que además es rico en hierro, calcio, fósforo, fibra, vitamina E y complejo B. Sería ideal incluir la quinoa, en sus distintas preparaciones en nuestra dieta semanal.

El aspecto más sobresaliente que destacan los científicos sobre ella es la gran cantidad de calcio que contiene y es asimilado totalmente por el organismo debido a la presencia de zinc, esto hace que evite la descalcificación y la osteoporosis, a diferencia de otros productos que también contiene calcio pero no son absorbidos por el cuerpo.

Esta harina dura seis meses en el cuerpo manteniendo inalterable sus cualidades, esto significa que la harina de Quinoa tiene una importante calidad microbiológica, también encontramos en ella fitoestrógenos que son sustancias medicinales que actúan sobre la parte hormonal, metabólica y circulatoria.

Entre sus minerales encontramos un importante contenido en Litio, el cual es esencial para mejorar los estados depresivos, además este producto es completamente natural y no presenta en su consumo ninguna contraindicación. De hecho, en algunos países europeos como Rumania, a las personas con estos cuadros se les recomienda ingerir productos elaborados con quinoa para mejorar su condición. (30)

La harina de quinua está compuesta por altos contenidos de proteína que llegan a un 15% a 18% (en comparación, la del trigo llega al 1%-15% aproximado). Además, presenta proteínas del tipo globulinas, parecidas a las globulinas del amaranto, distintas a las del trigo y de calidad biológica superior.

La ausencia de gluten la vuelve recomendable para los pacientes celíacos intolerantes a este compuesto, y posee un balance de aminoácidos muy semejante al de la carne, por lo que podría reemplazar su consumo.

La harina de quinua también posee fitoestrógenos (daidzeína y genisteína) que poseen propiedades medicinales vinculadas a la actividad hormonal, metabólica y a la circulación de la sangre, aspectos que el estudio recomienda investigar más. (39)

### **1.2.9 CALCIO**

El calcio es un mineral que tiene muchas propiedades pero es muy conocido por nutrir los huesos, prevenir la osteoporosis y como relajante muscular.

El calcio es el mineral que más abunda en el cuerpo humano y se necesita en cantidades importantes. Desempeña múltiples funciones fisiológicas. La función más importante del calcio es la construcción de los huesos. Junto con el fósforo y el magnesio, los huesos crecen, se mantienen y son fuertes. Los huesos están compuestos principalmente de calcio y fósforo.

#### **1.2.9.1 Beneficios del calcio**

El calcio protege de la osteoporosis (formación anormal dentro del hueso) y es útil en su tratamiento.

Ayuda a la salud dental, forma el esmalte, conserva a los dientes y previene las caries. Es también un tranquilizante natural que sirve para inducir el sueño. Ayuda a disminuir la tensión arterial y el colesterol previniendo las enfermedades cardiovasculares.

Participa en la transmisión del impulso nervioso e interviene en la permeabilidad de la membrana. Resulta también efectiva en la esquizofrenia histadélica. El calcio es necesario para la formación de coágulos sanguíneos, en varios estudios se ha demostrado que el calcio previene el cáncer de colon y el cáncer de mama y mantiene la piel en buen estado y salud.

Varios estudio han demostrado que si ingerimos 1200 miligramos de calcio al día se pueden mejorar los síntomas del síndrome premenstrual.

### 1.2.9.2 Síntomas carenciales de calcio

La enfermedad propia de la carencia de calcio es la hipocalcemia y provoca sobre los huesos raquitismo, osteoporosis, descalcificación y retrasos de crecimiento. La mala absorción del calcio se puede producir por el exceso de grasas, fosfatos o déficit de magnesio, insuficiencia del páncreas, colitis o diarreas y la inmovilidad. La tensión psico-emocional o la insuficiencia renal hacen perder el calcio a través de la orina.

El exceso de calcio se denomina hipercalcemia y el primer síntoma es la excreción excesiva de orina (poliuria) con una marcada necesidad de beber constante y abundantemente (polidipsia). También es común la calcificación renal y la formación de cálculos (acumulación de partículas que forman una masa compacta).

### 1.2.9.3 Donde encontramos el calcio

Además de los lácteos tenemos muchos otros alimentos como:

- **Los frutos secos:** sésamo, almendras, avellanas, pistacho, girasol, nuez.
- **Verduras:** perejil, col rizada, cebolleta, espinaca, brócolis, acelga, aceitunas, puerro.
- **Legumbres:** soja, garbanzo, lentejas.
- **Cereales:** copos de avena, trigo, *quinua*.
- **Frutas:** higo seco, pasas, dátil.

Para mantener el equilibrio de calcio es muy importante la dieta alcalinizante que básicamente son las frutas, ensaladas y verduras, legumbres, frutos secos, cereales y el yogurt. La dieta equilibrada esta integrada en un 80% de alimentos alcalinos y un 20% de ácidos como son el azúcar, café, alcohol, proteínas animales, pescados y huevo.

Los huesos representan alrededor de un 1/6 del peso total del cuerpo. El adulto medio tiene en sus huesos 1,2 Kg. de Calcio. El exceso de fósforo dificulta la absorción del calcio.

Y sin el calcio en la sangre tendríamos convulsiones. (41)

#### 1.2.9.4 Enemigos del calcio

El sodio y el fósforo impiden la absorción del calcio en el cuerpo y posiblemente también ayudan a que el cuerpo lo elimine. Controlar el sodio en nuestra dieta es importante. La sal común es muy rica en sodio y contribuye a la mayoría del sodio que consumimos. También hay muchos alimentos procesados que los contienen y alimentos salados como los quesos y salchichas

Las sodas son ricas en sodio y fósforo y por esta razón aun las de dieta no deben consumirse o pueden consumirse esporádicamente.

Se sospecha que el exceso de cafeína y fibra también puede inhibir la absorción de calcio o producir la eliminación del mismo.

La absorción del calcio esta ligada a la vitamina D. Para que nuestro cuerpo absorba el calcio tenemos que estar consumiendo suficiente vitamina D. (31)

#### 1.2.9.5 Factores que aumentan la absorción de Calcio:

- **Vitamina D:** regula el desplazamiento del calcio que entra y sale del hueso. Mejora la capacidad de absorción de calcio a nivel intestinal, además interviene en la mineralización del osteoclasto, aumenta la secreción de osteocalcina y fosfatidil serina.

Su principal fuente son los productos lácteos.

- **Lactosa:** aumenta la absorción intestinal. Sin embargo, en algunos casos puede obstruirla como en personas deficiencia de lactasa.

- **Zinc:** el Zinc influye en el transporte de Calcio a través del recubrimiento intestinal.

### 1.2.9.6 Factores que disminuyen la absorción de Calcio:

- **Oxalatos y Fitato:** forman complejos con el calcio en el intestino y obstruyen su absorción. Los oxalatos se encuentran el ruibarbo, acelga, coles, espinaca, cacao y soya. Los fitatos están en la parte externa de la cáscara de cereales como la avena pero son destruidos cuando el grano integral se fermenta con levadura.

- **Inadecuada relación Calcio-Fósforo:** parece ser que dietas con un alto contenido de fósforo o una inadecuada relación Calcio-Fósforo conducen a hiperparatiroidismo secundario, así como a un aumento de calcio en la orina y aumento en la pérdida de calcio en los huesos. Se recomienda mantener una relación 1:1.

- **Ingestión de Proteína:** un régimen alto en proteína favorece la hipercalciuria por la oxidación del exceso de metionina y cistina de las dietas hiperproteicas.

- **Baja ingesta de Vitamina D:** necesarias para el aprovechamiento y absorción de calcio.

- **Alta ingesta de Fibra:** la fibra enlaza calcio en el intestino y esto disminuye su absorción. Principalmente este efecto lo tiene la fibra insoluble.

- **Alcohol y Drogas:** el alcohol disminuye la absorción del calcio y puede producir huesos anormales.

Entre las drogas implicadas en la disminución de la absorción del calcio se encuentran: corticoesteroides, difenilhidantoina, difosfanatos, diuréticos, anticonvulsivantes, preparados de tiroides y antiácidos con aluminio.

- **Ingestión en Cafeína:** la cafeína aumenta la cantidad de calcio eliminado en la orina. Tomar 6 tazas de café o más el día lleva a un equilibrio negativo del calcio.

- **Tabaco y alcohol:** disminuye la absorción intestinal de calcio.

### 1.2.9.7 Osteoporosis

Cuando las mujeres entran en la menopausia, comienzan a notar síntomas de descalcificación generado por la falta de estrógenos (estimulan la formación de nuevo tejido óseo). Esta descalcificación se ve aumentada siempre que la dieta no sea la correcta. Existe una pérdida de masa ósea del 3-5 % por año durante los años que le siguen inmediatamente a la menopausia, mientras que la pérdida es menor a 1% por año luego de los 65 años. Una dieta con cantidades adecuadas de calcio puede ayudar a disminuir la pérdida de masa ósea en todas las mujeres.

### 1.2.9.8 Dosis diarias recomendadas de calcio

En la Tabla 11 se establecen la ingesta adecuada de calcio según el Departamento de Nutrición del IOM (Institute of Medicine: Instituto de Medicina) y la USDA (United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de Estados Unidos) tanto para infantes, niños y adultos. (31)

**TABLA No 12. DOSIS DIARIA RECOMENDADA DE CALCIO**

<b>Edad</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	<b>(mg/día)</b>	<b>(mg/día)</b>
0 a 6 meses	210	
7 a 12 meses	270	
1 a 3 años	500	
4 a 8 años	800	
9 a 13 años	1300	
14 a 18 años	1300	
19 a 50 años	1000	
51 años o más	1200	
Embarazo y lactancia (menores de 18 años)		1300
Embarazo y Lactancia (mayores de 18 años)		1000

FUENTE: <http://www.lindisima.com/ayurveda/calcio.htm>

### **1.2.10 ZINC**

El zinc es un mineral esencial para nuestro organismo. Está ampliamente distribuido en diferentes alimentos. Nuestro organismo contiene de 2 a 3 g. de zinc.

Más del 85% del total de zinc presente en nuestro organismo se deposita en los músculos, huesos, testículos, cabellos, uñas y tejidos pigmentados del ojo. Se elimina principalmente en las heces a través de secreciones biliares, pancreáticas e intestinales.

El requerimiento diario va desde los 2 a 10 mg diarios y se encuentra mayormente en productos de mar, carnes y lácteos, aunque también en frutos secos y cereales fortificados. Su dosis diaria es cubierta naturalmente en una alimentación normal.

#### **1.2.10.1 Definición extendida**

Los primeros reportes en cuanto a la importancia del zinc en seres humanos se dieron a conocer durante la década del 60 al estudiar niños con malnutrición en el Medio Oriente (Egipto e Irán).

Fue en 1963 que la Dra. Prasad, cuando analizaba adolescentes y jóvenes que tenían anemia por deficiencia de hierro, retraso en el crecimiento y en la maduración sexual, quien descubrió su importancia al observar que los pacientes respondían favorablemente ante la ingesta de suplementos de zinc.

La mayoría del zinc se absorbe en el intestino delgado siendo el yeyuno el lugar de mayor velocidad en el transporte del mismo. La absorción es un proceso saturable ya que cuando los niveles de zinc disminuyen se produce un aumento en la velocidad de transporte. Luego es transportado principalmente por la albúmina (proteína plasmática) al hígado a través de la circulación portal. Desde allí se distribuirá a diferentes tejidos. El zinc forma parte de 100 enzimas, las cuales están ligadas al retinol, al metabolismo de proteínas y glúcidos, como así también a la síntesis de insulina, ARN, y ADN. (54)

#### **1.2.10.2 Funciones:**

- Colabora con el correcto funcionamiento de la glándula prostática y el desarrollo de los órganos reproductivos,
- Previene el acné al regular la actividad de las glándulas sebáceas,
- Interviene en la síntesis de proteínas,
- Interviene en la síntesis de colágeno,
- Intervienen la respuesta frente al estrés,
- Promueve la cicatrización de heridas,
- Intensifica la respuesta inmunológica del organismo,
- Es protector hepático,
- Es fundamental para formar los huesos,
- Forma parte de la insulina,
- Es un potente antioxidante natural ya que es un componente de la enzima antioxidante superoxidodismutasa,
- Aumenta la absorción de la vitamina A,
- Interviene en el normal crecimiento y desarrollo durante el embarazo, la niñez y la adolescencia,
- Ayuda a mantener los sentidos del olfato y del gusto,
- Ayuda a mantener las funciones oculares normales.

#### **1.2.10.3 Fuentes naturales de Zinc**

El zinc se encuentra en una amplia variedad de alimentos. La absorción de zinc es mayor si este proviene de proteínas animales que de proteínas vegetales.

- ***Alimentos de origen animal:***  
Las carnes, el pescado, yema de huevo, carne de cordero, hígado, ostras, aves, sardinas, mariscos.

- ***Alimentos de origen vegetal:***

levadura de cerveza, algas, legumbres, setas, nueces de pecán, lecitina de soja, soja, cereales integrales. (35)

#### **1.2.10.4 Deficiencia de zinc**

La deficiencia de zinc ocurre a menudo como consecuencia de una ingesta inadecuada o una absorción pobre o cuando la excreción de zinc está aumentada como así también cuando aumentan los requerimientos de nuestro organismo.

Entre las principales causas podemos nombrar enfermedades como la cirrosis hepática, la diabetes y la insuficiencia renal. Todas ellas generan carencia de zinc o hipozingemia. Así mismo las diarreas crónicas ayudan a la disminución del zinc en nuestro organismo. También el factor genético puede influir en la deficiencia; como en la acrodermatitis enteropática, enfermedad hereditaria infantil que se manifiesta como una incapacidad de absorber zinc de la dieta en forma adecuada. Tanto el exceso de sudor como el consumo de aguas duras provocan pérdida de zinc.

La deficiencia o carencia de este mineral ocasiona:

- Debilidad y manchas blancas en uñas
- Pérdida de los sentidos del gusto y olfato
- Piel con acné
- Pérdida de apetito
- Alteraciones oculares
- Retraso en el desarrollo sexual
- Alteración en el crecimiento
- Pérdida del cabello
- Cansancio y fatiga
- Impotencia, infertilidad
- Debilidad del sistema inmune, susceptibilidad a procesos infecciosos
- Aumento del nivel de colesterol sanguíneo
- Cicatrización lenta de heridas y lesiones en la piel

- Trastornos prostáticos
- Diarrea

#### 1.2.10.5 ¿Quiénes pueden necesitar refuerzos de zinc para prevenir su deficiencia?

- Mujeres durante el embarazo y la lactancia,
- Infantes y niños,
- Personas desnutridas o malnutridos (anorexia nerviosa),
- Personas con diarrea crónica,
- Individuos con síndrome de mal absorción: enfermedad celíaca, enfermedad de crohn o colitis ulcerosa,
- Alcohólicos,
- Pacientes sometidos a cirugía gastrointestinal,
- Vegetarianos,
- Ancianos.

#### 1.2.10.6 Factores que afectan o inhiben la absorción de zinc

- **Hierro:** Los suplementos de hierro de altas dosis (mayor a 25 mg) pueden disminuir la absorción de zinc. Esto no ocurre con el hierro proveniente de la dieta. No se recomienda tomar los suplementos entre comidas para así disminuir su efecto con respecto al zinc.
- **Calcio:** el calcio en combinación con el ácido fítico inhibe al zinc ya que forma complejos insolubles para el intestino.
- **Fitatos:** presentes en granos integrales, maíz y arroz. Los fitatos se unen al mineral bloqueando su absorción. Existen diferentes tratamientos que las industrias alimentarias realizan sobre ciertos alimentos para disminuir el contenido de fitatos y así mejorar la absorción de zinc y de hierro.
- **Fibra:** presente en alimentos que también contienen fitatos.
- **Cadmio:** niveles tóxicos de cadmio pueden inhibir la absorción de zinc.
- **Caseína:** proteína presente en la leche muestra tener un efecto negativo sobre la absorción de zinc.
- **Medicamentos:** antibióticos (tetraciclinas y quinolonas), anticonvulsivos (valproato de sodio), diuréticos, anticonceptivos, y corticoides.

### 1.2.10.7 Factores que facilitan la absorción

- **Proteínas animales:** la cantidad de proteínas presente en una comida lleva a un aumento de la ingesta de zinc y tiene un efecto positivo sobre la absorción de zinc
- **Histidina y metionina** (aminoácidos)
- **Ácidos orgánicos:** el agregado de ácido cítrico a ciertas comidas puede estimular la absorción de zinc

### 1.2.10.8 Dosis diarias recomendadas de zinc

En la Tabla No 13 se establecen la ingesta diaria recomendada de zinc según el Departamento de Nutrición del IOM (Institute of Medicine: Instituto de Medicina) y USDA (United States Department of Agriculture: Departamento de Agricultura de Estados Unidos) tanto para infantes, niños y adultos. Los datos están expresados en mg/día (miligramos por día).

**TABLA No 13. DOSIS DIARIA RECOMENDADA DE ZINC**

<b>Edad</b>	<b>Hombres (mg/día)</b>	<b>Mujeres (mg/día)</b>
0-6 meses<	2	
7-12 meses	3	
1-3 años	3	
4-8 años	5	
9-13 años	8	8
14-18 años	11	9
19-50 años	11	8
>50 años	11	8
embarazo		11-12
lactancia		12-13

FUENTE: <http://www.zonadiet.com/nutrición/calcio.htm#RequerimientoDiario>

La ingesta de zinc recomendada para bebés de hasta 6 meses se basa en la Ingesta Adecuada (IA) que refleja la ingesta promedio de zinc de bebés saludables que se alimentan con leche materna. (35)

### **1.3 ALIMENTOS NUTRITIVOS**

Las combinaciones nutritivas son aquellas en donde se incluyen cada uno de los grupos de alimentos en cada comida principal: desayuno, almuerzo y cena.

No todos los alimentos tienen las mismas sustancias nutritivas, cada uno aporta una ó más de ellas en menor ó mayor proporción, es por esto, que se debe comer SIEMPRE todos los grupos de alimentos, y en cantidades adecuadas de acuerdo a la edad, sexo y actividad física que realizan. El elegir alimentos saludables y nutritivos, es un hábito que se debe establecer en casa y desde la niñez. Sin embargo, muchas veces la elección depende de los gustos, de los hábitos y costumbres familiares, y porque no decir de las que impone la sociedad. (29)

#### **Beneficios de una combinación nutritiva**

Nos va a aportar elementos necesarios para conservar una buena salud. Proporcionando alimentos que:

- Nos den energía
- Nos protejan y permitan el crecimiento
- Y regulen las diferentes funciones de nuestro organismo. (29)

#### **El valor nutritivo de los alimentos**

Este viene dado por la cantidad de nutrientes que aportan a nuestro organismo cuando son consumidos. Estos nutrientes pueden ser lípidos, glúcidos, proteínas, vitaminas y minerales. El valor nutritivo es diferente en cada grupo de alimentos, algunos alimentos poseen más o menos nutrientes que otros. Es por eso, que para clasificarlos se debe tomar en cuenta el nutriente que más abunda en su composición. (53)

Los alimentos también cumplen distintas funciones en el organismo. De acuerdo a su función los alimentos se clasifican en:

- Energéticos
- Reparadores
- Reguladores (53)

#### **1.4 ALIMENTOS NUTRACÉUTICOS**

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. (28)

Según la Doctora Maureen Mackey de la Monsanto, define como alimentos nutraceuticos a los alimentos que proveen beneficio para la salud más allá de la nutrición básica. (28)

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. (42)

Los nutraceuticos 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. (42)

## **Características**

Cuando hablamos de nutraceuticos, 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. (42)

## **1.5 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. (14)

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. (14)

### **1.5.1 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. (9)

En la mayoría de las industrias alimentarias la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales. (9)

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. (9)

### **1.5.2 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. (8)

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. (8)

### **1.5.3 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. (6)

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. (6)

### **1.5.4 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. (11)

### **1.5.5 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.

### **1.5.6 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

### **1.5.7 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 cítricas es el % en ácido cítrico, en leche es el % en ácido láctico. (69) 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. (46)

## 1.6 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. (36).

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.

## 1.7 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. (24)

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 capital: su grado de aceptación o rechazo. (24)

## **1.7.1 ATRIBUTOS SENSORIALES**

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

### **1.7.1.1 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. (24)

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. (24)

### **1.7.2.2 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. (24)

### **1.7.2.3 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. (24)

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 (24)

## **1.8 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. (7)

### **1.8.1 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. (15)

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. (4)

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. (4)

### **1.8.2 AEROBIOS MESÓFILOS**

La enumeración de gérmenes aerobios mesófilos es el indicador microbiano más común de la calidad de los alimentos. (4)

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. (4)

## **1.9 PRUEBA DE ESTABILIDAD**

Es la resistencia a la auto oxidación, es una cualidad apreciada, que supone la capacidad para mantener su calidad organoléptica durante el almacenamiento y depende de su composición en ácidos grasos insaturados y de la presencia de componentes menores de propiedades antioxidantes (tocoferoles en grasas vegetales) así como de agentes pro oxidantes (Luz, calor, catalizadores como Fe y Cu, enzimas como la lipasa, lipoxigenasa y fosfolipoxigenasas). Para medir la estabilidad se estudia las variaciones en la absorción de oxígeno frente al tiempo en condiciones normalizadas.

**1.9.1 MÉTODO DE LA ESTUFA.-** Consiste en calentar la muestra (12 a 30 g) extendida en una cápsula plana o caja petri y colocarla en estufa termo regulada a 60 °C (o a 65 °C según School) y analizar periódicamente, el contenido de peróxidos o detectar el sabor y olor rancio.

El test de estabilidad descrito sirve también para verificar la efectividad de los antioxidantes, realizando la prueba con o sin la adición de una cantidad definida de ellos. La relación de ambos valores se denomina Factor de Protección.

$$FP = \frac{\text{Estabilidad de la muestra que contiene antioxidantes}}{\text{Estabilidad de la muestra testigo (sin antioxidantes)}}$$

## **1.9.2 ÍNDICE O NÚMERO DE PERÓXIDO**

Es el número de miliequivalentes de oxígeno activo por Kg de sustancia grasa o muestra. Indica en qué extensión ha sufrido la muestra la autooxidación. (18)

## **CAPÍTULO II**

### **2. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN.**

La presente investigación se llevó a cabo en:

- Laboratorio de Bioquímica y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Química Industrial 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
- Laboratorio del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia de Tecnología Ambiental. CESTTA – ESPOCH.

#### **2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.**

##### **2.2.1 MATERIAL VEGETAL**

- Harina de trigo (*Triticum vulgare*) proveniente de Supermercados Camari.
- Harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) proveniente de Supermercados Camari.

##### **2.2.2 EQUIPOS**

- Estufa (Memmet)
- Mufla (Memmet)
- Balanza analítica (Scientech)
- Balanza de precisión (Shimadzu)

- pHmetro (Hanna)
- Autoclave
- Incubadora
- Selladora
- Cámara fotográfica (Sony)
- Computador (Compag)
- Refrigerador (Indurama)
- Equipo Kjeldhal
- Equipo Weende
- Cabina extractora de gases (Memmert)
- Espectro de absorción atómica (SHIMADZU)
- Plancha precalcinadora

### **2.2.3 MATERIALES**

- Filtros con fritas
- Desecador
- Matraces volumétricos
- Pipetas volumétricas - Cápsulas de porcelana
- Espátula
- Pinza
- Crisoles de porcelana
- Varilla de vidrio
- Pízetas
- Probeta graduada
- Reloj
- Vaso de precipitación
- Bureta
- Matraz
- Soporte universal
- Papel filtro
- Porta dedales

- Parafilm

#### **2.2.4 REACTIVOS**

- Sulfúrico Ácido
- Sodio Hidróxido
- Clorhídrico Ácido
- Agua destilada
- Desinfectante
- Sodio Sulfato
- Bórico Ácido
- Sulfato Cúprico
- Metanol
- Agua Bidestilada
- Éter de petróleo
- Hexano
- Ácido Nítrico
- Yoduro de Potasio
- Yodo
- Almidón soluble
- Tiosulfato de Sodio
- Fenolftaleína

#### **2.2.5 MEDIOS DE CULTIVO**

- Agar Saboraud
- Agar PCA

## 2.3 MÉTODOS

### 2.3.1 Determinaciones físicas

- **Aspecto:** Organoléptico
- **Textura:** Organoléptico
- **Olor:** Organoléptico
- **Sabor:** Organoléptico

### 2.3.2 Determinaciones químicas

- **Humedad NTE INEN 518:** Método de desecación en estufa de aire caliente.
- **Cenizas NTE INEN 520:** Método de incineración en mufla
- **Proteínas AOAC 2049:** Método volumétrico
- **Extracto etéreo AOAC 960:** Método gravimétrico
- **Fibra AOAC 7050:** Método gravimétrico
- **Acidez NTE INEN 38:** Método Volumétrico
- **Peróxidos NTE INEN 277:** Método Volumétrico
- **Calcio** Método interno. Referencia Cookbook. Sección 10 ITEM 1.4
- **Zinc** Método interno. Referencia Cookbook. Sección 10 ITEM 1.4

### 2.3.3 Degustación Test Pareado según WITTIG, E.

### 2.3.4 Determinación microbiológica

- **Recuento de microorganismos aerobios mesófilos NTE INEN1529-5:** Método de vertido en placa.
- **Recuento de mohos y levaduras NTE INEN 1529-10:** Método de Recuento:Siembra por Extensión en Superficie

## **2.4 FASE EXPERIMENTAL**

### **2.4.1 Proceso de elaboración de donas**

Las donas se elaborarán a tres proporciones diferentes de harina de quinua: trigo: 20:60,30:70, y 40:60. Para su elaboración se requieren de los siguientes ingredientes los cuales fueron de marcas comerciales que encontramos en el mercado:

- Margarina
- Azúcar
- Sal
- Harina de trigo
- Harina de quinua
- Huevos
- Levadura
- Aceite
- Chocolate

#### **Procedimiento:**

1. En un recipiente previamente limpio colocar todos los ingredientes.
2. Con la ayuda de una batidora de amasar eléctrica mezclar bien los ingredientes hasta obtener una masa homogénea y consistente.
3. Cubrir la masa y dejar reposar durante unos 30 minutos en un lugar caliente.

4. Extender la masa sobre un superficie enharinada e ir formando las donas procurando que estas tengan un grosor aproximado de 2 cm. Taparlas y dejar reposar; otra vez; en un lugar caliente.
5. Freírlos en aceite caliente a una temperatura aproximada de 180°C con el lado que ha subido más, hacia abajo. Dorarlos por ambos lados y sacarlos.
6. Dejarlos escurrir sobre servilletas absorbentes y dejarlas enfriar.
7. Posteriormente bañar la parte superior con chocolate tratando de dosificar la misma cantidad en todas las donas y dejar secar el chocolate. (1)

#### **2.4.1.1 Material de investigación**

Luego de que las donas fueron sometidas a degustación se obtuvo que la de mayor aceptación es la dona de proporción 30:70 harina de quinua:trigo a la cual se procedió a comparar con una dona testigo de harina de trigo (proceso de elaboración ver Anexo 4) para lo cual se les realizó el respectivo análisis del potencial nutritivo y nutracéutico así como las pruebas microbiológicas y de estabilidad.

Para todos los análisis la parte utilizada fue la dona en su totalidad tanto la masa como el recubrimiento de chocolate.

#### **2.4.2 Análisis del potencial nutritivo de las donas.**

##### **2.4.2.1 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  $103 \pm 3$  °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

m<sub>1</sub>= masa de la cápsula de la muestra en gramos

m<sub>2</sub>= masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en gramos.

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

**2.4.2.2 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 CO<sub>2</sub>, 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  $500 - 550^{\circ}\text{C}$ , 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

m<sub>1</sub> = masa de la cápsula con la muestra antes de la incineración en gramos.

m<sub>2</sub> = masa de la cápsula con las cenizas después de la incineración en gramos.

### 2.4.2.3 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 sustancias se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo que queda es la fibra bruta.

#### Procedimiento

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema por adición en un papel aluminio y se registra este peso. (W<sub>1</sub>)
- Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota este peso. (W<sub>2</sub>)
- A cada vaso con la muestra se coloca 200mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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 reflujó 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 20 mL de NaOH al 22 % manejando los vasos con sumo cuidado y se deja por unos 30 minutos exactos. Los tiempos se toman desde que empieza la ebullición.
- Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de bomba de vacío, preparando además los crisoles de Gooch con su respectiva lana de vidrio para proceder a la filtración.
- Se coloca los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.
- En las paredes del vaso se raspa con el policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200 mL 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.

### 2.4.2.4 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 CO<sub>2</sub> 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 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado (grado técnico).
- Cada balón con todo este contenido es llevado hasta las hornillas del Macro Kjeldahl para su digestión, a una temperatura graduada en 2.9 por un tiempo de 45 minutos a partir del momento que se clarifica la digestión.
- Luego de este tiempo son enfriados hasta que se cristalice el contenido de los balones.
- Una vez terminada la fase de digestión se procede a preparar la etapa de destilación para lo cual colocamos en los matraces erlenmeyer 50mL de ácido bórico al 2.5% y los colocamos en cada una de las terminales del equipo de destilación.
- En cada balón con la muestra cristalizada se coloca 250mL de agua destilada más 80 mL de hidróxido de sodio al 50% añadiendo también 3 lentejas de zinc, con todo esto contenido son llevados a las hornillas para dar comienzo a la fase de destilación.
- El amoníaco como producto de la destilación es receptado hasta un volumen de 200 mL en cada matraz.
- Se retira los matraces con su contenido, mientras que el residuo que se encuentra en el balón es desechado y se recupera las lentejas de zinc.
- Para la fase de titulación se arma el soporte universal con la bureta y el agitador magnético.
- En cada matraz se coloca 3 gotas del indicador Macro Kjeldahl.

- Las barras de agitación magnética son colocadas en el interior de cada matraz y llevados sobre el agitador magnético y se carga la bureta con HCl al 0.1 N.
- Se prende el agitador y se deja caer gota a gota el ácido clorhídrico hasta obtener un color grisáceo transparente que es el punto final de la titulación.
- El número de mL de HCl al 0.1 N. gastado se registra para el cálculo respectivo.

### **Cálculos**

Porcentaje de Proteína:

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

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.

#### 2.4.2.5 Determinación de extracto etéreo. (AOAC 960/Gravimétrico )

##### 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 y extraer por 8 a 12 horas.
- Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilar el solvente.
- El balón con la grasa bruta o cruda colocar en la estufa por media hora, enfriar en desecador y pesar.

##### Cálculos:

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

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

P<sub>1</sub>= 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.

#### 2.4.2.6 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

### **2.4.3 Análisis del valor nutracéutico de las donas**

#### **2.4.3.1 Determinación de calcio.** (Método PE/LAB-CESTTA/36)

#### **2.4.3.2 Determinación de Zn.** (Método PE/LAB-CESTTA/37)

Para estos ensayos se utilizo el método de espectroscopia de absorción atómica.

**Principio:** Se basa en el principio que los átomos libres en estado fundamental pueden absorber la luz a una cierta longitud de onda. La absorción es específica, por lo que cada elemento absorbe a longitudes de onda únicas.

#### **Preparación de las muestras para la lectura**

Una vez llegadas las muestras al laboratorio en condiciones asépticas se trituro para así obtener la muestra analítica del producto completo, se llevo a la balanza y se peso 5 g de la misma en una cápsula de porcelana. Para la determinación de minerales como el calcio y zinc en alimentos, es necesario la realización de una combustión de la muestra para liberar los elementos de interés de la matriz y así poder realizar el análisis.

- Llevar los 5gramos de muestra contenidos en la cápsula a la mufla por 2 horas a una temperatura de 550 °C.
- Sacar de la mufla y enfriar en el desecador. Posteriormente agregar 2mL de HNO<sub>3</sub> 1:1 y llevar a sequedad sin ebullición.
- Llevar nuevamente a la mufla por 2 horas a 550°C.
- Enfriar y añadir 2mL de HCl concentrado.
- Filtrar y aforar a 20mL con agua acidulada.
- Colocar en un vial de vidrio para su lectura en el espectro de absorción atómica.

### **Procedimiento de lecturas de concentración**

Las lecturas fueron realizadas inmediatamente después de finalizada la preparación tanto de las muestras como de los estándares.

### **Parámetros instrumentales para la lectura de Ca:**

- Longitud de onda: 422.7 nm
- Slit: 0.5 nm
- Modo de Lámpara: BGC-D2 (lámpara de cátodo hueco).
- Corriente de lámpara: 10 mA

### **Parámetros instrumentales para la lectura de Zn:**

- Longitud de onda: 213.95 nm
- Slit: 1 nm
- Modo de Lámpara: lámpara de cátodo hueco.
- Corriente de lámpara: 5 mA

### **Cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica.**

Se inició la configuración operacional del instrumento, así como del sistema de captura de datos, permitiendo un período no menor a 20 minutos para el calentamiento de las lámparas.

### **Calibración**

Se verificó la sensibilidad del instrumento con las soluciones estándares preparadas en las concentraciones marcadas en el manual de operación. Es necesario comprobar que se tiene una calibración inicial y periódica aceptable.

Se ajustó el instrumento a cero con el blanco de calibración y soluciones estándares de menor a mayor concentración y se registró al menos tres replicas de la absorbancia de cada uno. Se elaboró una curva de calibración leyendo o registrando los estándares del elemento y graficando absorbancia o altura del pico en función de la concentración, y mediante la computadora integrada al equipo se ajustó la curva mediante la ecuación de la recta ( $y = mx + b$ )

## **Determinación**

Introducir el blanco de reactivos, las muestras analizar y registrar los valores de absorbancia. Se debe analizar al menos un blanco de reactivos con cada grupo de muestras.

### **2.4.4 Análisis microbiológico de la galleta testigo (harina de trigo) y de la dona con harina de quinua: trigo 30:70**

#### **2.4.4.1 Determinación de hongos (mohos y levaduras)**

Para este ensayo se utilizó El Método de Recuento: Siembra por Extensión en Superficie. Ver anexo 1

#### **2.4.4.2 Determinación de microorganismos aerobios mesófilos.**

Para este ensayo se utilizó el método de vertido en placa. Ver anexo

### **2.4.5 Prueba de estabilidad**

#### **2.4.5.1 Método de la estufa.**

Consiste en calentar la muestra (12 a 30 g) extendida en una cápsula plana o caja petri y colocarla en estufa termo regulada a 60 °c (o a 65 °c según school) y analizar periódicamente, el contenido de peróxidos o detectar el sabor y olor rancio en este caso se verificó las siguientes características sensoriales: color y brillo del baño de chocolate, textura, sabor y olor de la dona.

##### **2.4.5.1.1 Determinación del índice o número de peróxido NTE INEN277**

Es el número de miliequivalentes de oxígeno activo por Kg de sustancia grasa o muestra.

## **Procedimiento**

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada (ACEITE O GRASA; en cada de alimentos en los que la grasa se

utilizó como ingrediente para su elaboración o para su cocción por fritura, se debe extraer la grasa mediante soxhlet).

- Pesar, con aproximación a 0,01 mg, aproximadamente 5 g de muestra.
- Transferir la muestra al matraz Erlenmeyer de tapa esmerilada de 250 cm<sup>3</sup> y agregar 30 cm<sup>3</sup> de la solución de ácido acético glacial-cloroformo (3-2).
- Agitar el matraz Erlenmeyer hasta completa disolución del contenido y luego añadir 0,5 cm<sup>3</sup> de la solución saturada de yoduro de potasio, agitar el matraz Erlenmeyer con su contenido durante 1 min y añadir 30 cm<sup>3</sup> de agua destilada
- Usando la solución 0,1 N de tiosulfato de sodio titular gradualmente y con agitación constante el contenido en el matraz Erlenmeyer, hasta que el color amarillo haya casi desaparecido.
- Añadir 0,5 cm<sup>3</sup> de la solución indicadora de almidón y continuar la titulación cerca del punto final, agitando constantemente para liberar todo el yodo de las capas de cloroformo. Añadir la solución de tiosulfato de sodio gota a gota, hasta que el color azul desaparezca completamente.
- Si en la titulación se ha obtenido un valor menor de 0,5 cm<sup>3</sup>, repetir el ensayo usando solución 0,01 N de tiosulfato de sodio.
- Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos sin la muestra.

### **Cálculos**

$$I_p = (V \cdot N / m) \cdot 1\ 000$$

I<sub>p</sub> = índice de peróxido en meq. de oxígeno activo por Kg de producto

V = volumen de La solución de tiosulfato de sodio empleado en La titulación de La muestra, en cm<sup>3</sup>

N = normalidad de La solución de tiosulfato

P = masa de la muestra analizada en g

#### 2.4.5.1.2 Determinación de la acidez NTE INEN 38

En una grasa, el contenido de ácidos grasos libres, expresado convencionalmente como g del ácido representativo por cada 100 g de muestra o grasa.

**Índice de acidez o Número de acidez.** Es el número de mg de KOH requerido para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en 1 g de muestra o grasa.

#### Procedimiento

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada (ACEITE O GRASA; en caso de alimentos en los que la grasa se utilizó como ingrediente para su elaboración o para su cocción por fritura, se debe extraer la grasa mediante soxhlet).
- Sobre un matraz Erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup> pesar, con aproximación a 0,01 g, una cantidad de muestra preparada comprendida entre 5 g y 10 g si el producto es crudo, o entre 50 g y 60 g si el producto es refinado.
- Agregar 50 o 100 cm<sup>3</sup> (o más si la solución no queda perfectamente clara) de la mezcla (1:1) de alcohol –éter neutralizada y titular los ácidos grasos libres con la solución 0,1 N de NaOH o KOH hasta alcanzar el punto final correspondiente al indicador (coloración rosada persistente durante aproximadamente 30 segundos si es fenolftaleína, o viraje del rojo al azul si es azul alcalino 6B). La solución debe agitarse enérgicamente durante la titulación. El volumen de solución 0,1 N empleado en la titulación debe ser menor de 20 m cm<sup>3</sup>; en caso contrario debe usarse la solución 0,5 N de NaOH o KOH.

#### Cálculos:

$$A = (V \cdot N \cdot M) / (10 \cdot m)$$

Donde:

A = acidez del producto, en porcentaje de masa

V = Volumen de la solución alcalina empleada en la titulación, en cm<sup>3</sup>

N = Normalidad de la solución alcalina

m = masa de la muestra analizada, en g

M = Masa molecular del ácido usado para expresar el resultado (Vea en el cuadro 1)

$$I_A = (56.1 \cdot V \cdot N) / m$$

Donde:

$I_A$ = índice de acidez del producto, en mg/g

$V$ =Volumen de la solución alcalina empleada en la titulación, en  $\text{cm}^3$

$N$ =Normalidad de la solución alcalina

$m$ =masa de la muestra analizada, en g

#### **2.4.6 EVALUACIÓN SENSORIAL**

Para realizar el análisis de aceptabilidad o rechazo de las donas con harina de quinua: trigo 40:60, 30:70 y 20:80; se utilizó la ayuda del modelo de Ficha para Test Pareado para verificar la muestra que tiene mayor aceptación en comparación con la dona de harina de trigo (testigo)

## **CAPÍTULO III**

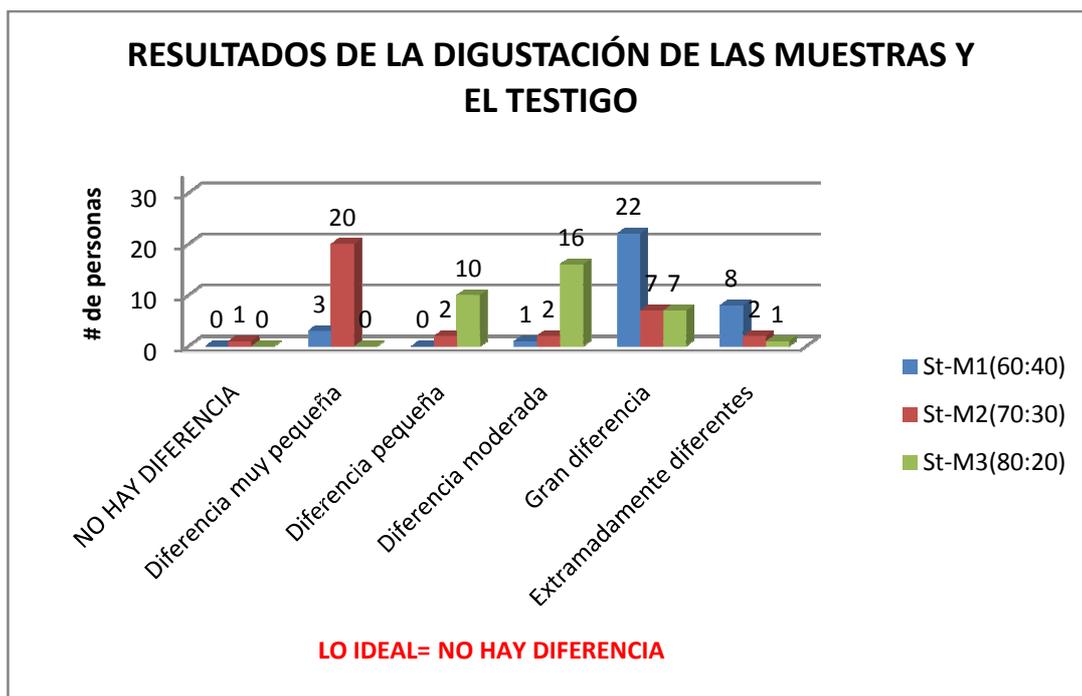
### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 TABULACIÓN DE DEGUSTACIONES**

En las pruebas de degustación se empleó muestras independientes de las donas elaboradas con harinas (trigo: quinua) en proporción 60:40, 70:30, 80:20 y de las donas testigo elaboradas con harina de trigo a una población de 34 alumnos del noveno semestre de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ver Anexo 3.

Mediante el proceso de tabulación se determinó que entre la dona testigo y la dona de quinua: trigo 30:70 (M2) existe menor diferencia.

En el gráfico N°1 se observa que de las 34 personas sometidas a degustación 20 afirman que la diferencia entre el estándar (dona testigo) y la muestra 2 (dona de trigo: quinua 70:30) es muy pequeña en comparación entre el estándar (dona testigo) y la muestra 1 (dona de trigo:quinua 60:40) en la que 22 personas dicen que existe una gran diferencia.



**GRÁFICO No. 1 DIFERENCIA ENTRE LA DONA TESTIGO Y LAS DONAS DE HARINA DE QUINUA: TRIGO 60:40 M1, 70:30 M2 Y 80:20 M3.**

Por los datos arrojados por las pruebas de degustación podemos darnos cuenta que la dona que obtuvo menor diferencia con el estándar es la de proporción harina de quinua: trigo 70:30; esta preferencia puede deberse a que la muestra 2(70:30) tiene las características sensoriales que le brinda un 30% de quinua que hace que tenga una mayor aceptación por el consumidor ya que el sabor y olor que le proporciona la quinua no es ni excesivo ni muy poco, esto demuestra que la sustitución de harina de trigo por harina de quinua no puede exceder de 30%, ya que limita su aceptación por el consumidor al evidenciar cambios en las características sensoriales, debido al sabor, color y olor intensos de este cereal andino. Por lo tanto la dona en esta proporción es la que se va utilizar para realizar la evaluación nutritiva y nutracéutica.

### 3.2 ANÁLISIS DEL POTENCIAL NUTRITIVO DE LAS DONAS ELABORADAS CON HARINA DE TRIGO: QUINUA 70:30 FRENTE A UNA DONA TESTIGO.

#### 3.2.1 Determinación de humedad

Como se observa en el Gráfico No. 2 se determinó un promedio de humedad de 20,89% en la dona testigo y 16,03% en la dona trigo: quinua (70:30). El valor de la humedad en el testigo supera en un 4,86% a la muestra con sustitución del 30% de harina de quinua. Esto se debe a que la dona testigo que es 100% harina de trigo contiene más gluten que retiene más agua. Estos valores de humedad no superan a encontrados en bibliografía para un bollo tipo donut con recubrimiento de chocolate que es de 21,8 garantizándose la conservación del producto.(56)

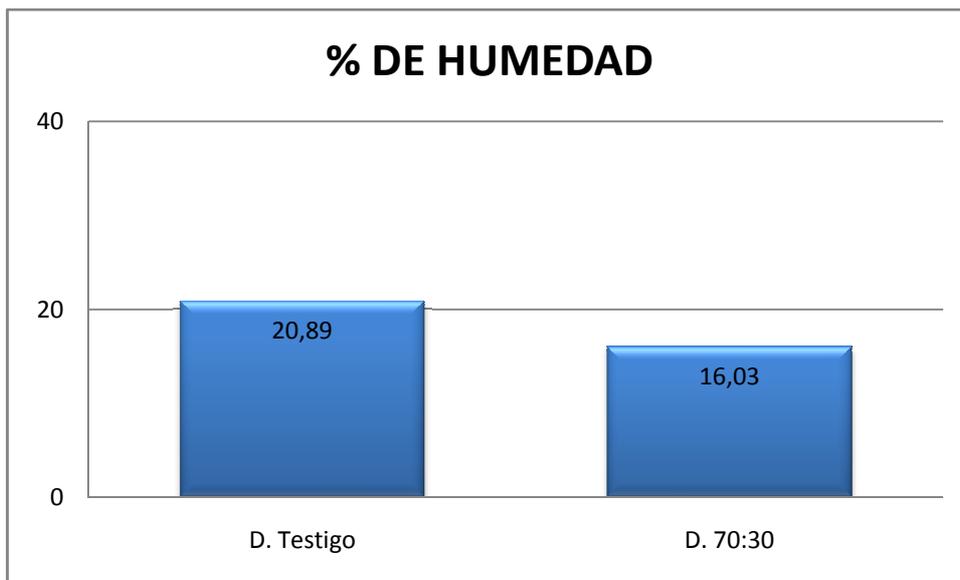
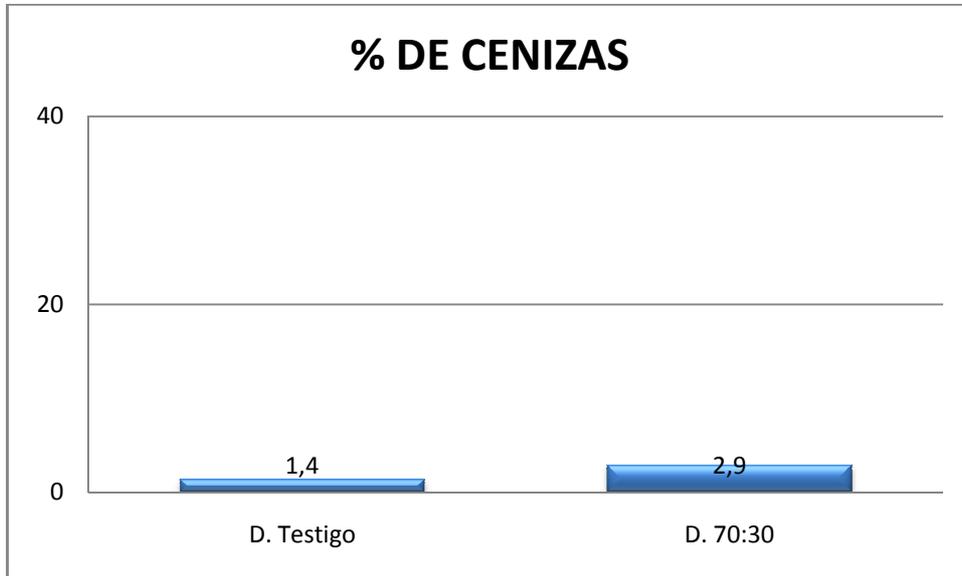


GRÁFICO No. 2 RELACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN DONA TESTIGO Y DONA DE PROPORCIÓN 70:30 HARINA DE TRIGO: QUINUA.

#### 3.2.2 Determinación de ceniza

De los resultados obtenidos en el laboratorio para la determinación de cenizas, se aprecia en el Gráfico No.3 que el porcentaje promedio de cenizas es menor en la dona testigo (1,4 %) que en la dona trigo: quinua (70:30) (2,9%) existiendo un incremento del 1,5 %. Este aumento en la dona trigo: quinua (70:30) se debe a que está además de los ingredientes con los que se elaboró la dona testigo posee un 30% de harina de quinua,

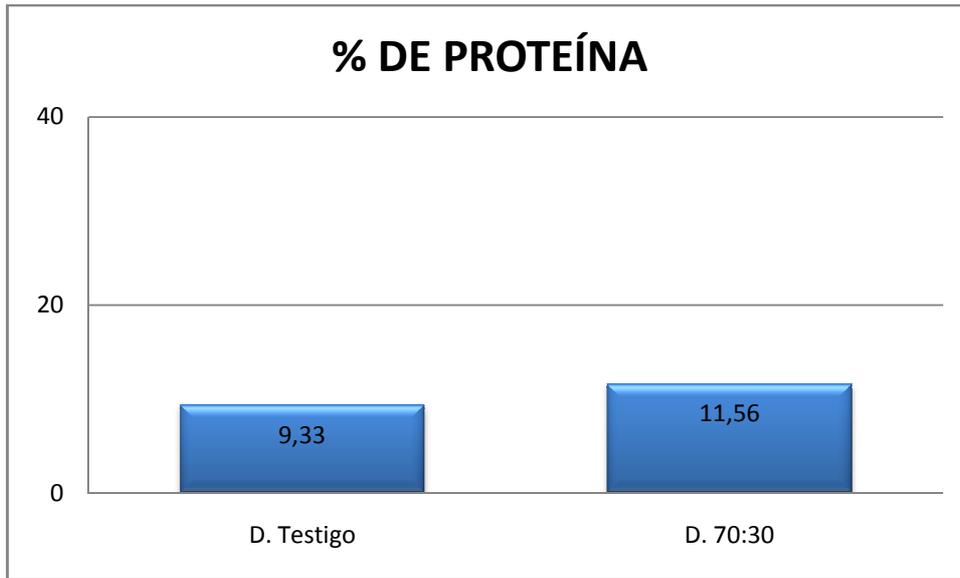
que según la Tabla de composición de alimentos Ecuatorianos tiene 2,4 % de ceniza (minerales) y el trigo 1,5 %; de tal forma que los elementos minerales se encuentran en mayor concentración, siendo esto indicativo de un incremento en el valor nutritivo.



**GRÁFICO No.3 RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZAS EN DONA TESTIGO Y DONA DE PROPORCIÓN 70: 30 HARINA DE TRIGO: QUINUA.**

### **3.2.3 Determinación de proteína**

Como se observa en el Gráfico No. 4 la proteína en la donación testigo es de 9,33%, mientras que en la donación trigo: quinua (70:30) es de 11,56% existiendo un incremento del 2,2%, esto se debe al aporte de proteína por parte de la harina de quinua; que según la tabla de composición de alimentos ecuatorianos tiene 13 % de proteínas y el trigo 11,43% razón por la cual se debe un mayor aporte de proteína de la donación de proporción 70:30 que de la donación testigo.



**GRÁFICO No. 4 RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN DONA TESTIGO Y DONA DE PROPORCIÓN 70:30 HARINA DE TRIGO: QUINUA.**

En el cuadro N° 1 se ve el valor diario recomendado de proteína para niños mayores de 4 años y adultos según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1334 Parte II es de 50g; por consiguiente la dona testigo que aporta con 9,33 por cada 100g contribuye con un 18,7%. A diferencia de la dona trigo: quinua (70: 30) que tiene un mayor aporte en la ingesta diaria recomendada de proteína de 23,1% existiendo un incremento de 4,42%.

**CUADRO No. 1 APORTE EN EL VALOR DIARIO RECOMENDADO DE PROTEÍNA POR PARTE DE LA DONA TESTIGO Y LA DONA TRIGO: QUINUA (70:30)**

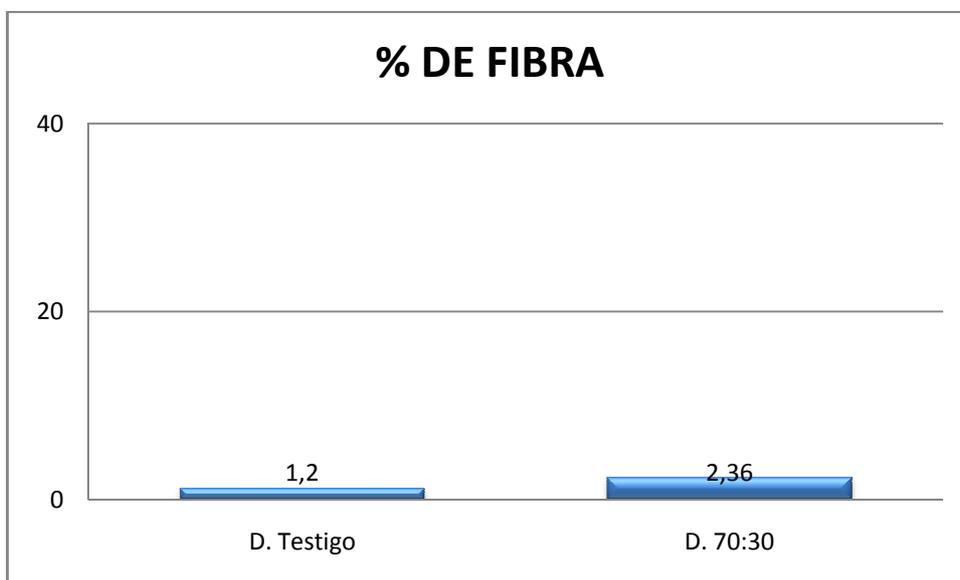
VDR*	Aporte/100g testigo	Aporte/100g muestra	% Aporte testigo	% Aporte muestra
<b>Niños &gt; de 4 años-adultos</b>	50g	50g	50g	50g
	9,33g	11,56g	18,7%	23,1%

\* El VDR se obtuvo de la NTE INEN 1334 Parte II.

### 3.2.4 Determinación Fibra.

De los resultados obtenidos en el análisis de Laboratorio para la determinación de fibra, se observa en el Gráfico No. 5 que el porcentaje promedio de la misma es mayor en la dona trigo: quinua (70:30) que en la dona testigo variando de 0,96% a 2,36% respectivamente con un incremento del 1,4%.

Este aumento incremento corresponde a la contribución de fibra de la harina de quinua; ya que esta posee 2,9% de fibra en comparación con la harina de trigo que contiene 1,8% por lo que existe un menor aporte de fibra por parte de la dona testigo.



**GRÁFICO No. 5 RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EN DONA TESTIGO Y DONA DE PROPORCIÓN 70:30 HARINA DE TRIGO: QUINUA**

Como se observa en el cuadro N°2 el valor diario recomendado de fibra para niños mayores de 4 años y adultos según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1334 Parte II es de 25g; por lo tanto las donas trigo: quinua (70:30) que aportan con 2,36g de fibra/100g contribuye a completar el valor diario recomendado en un 9,4% a diferencia de la dona testigo que solo aporta con un 3,8%, existiendo una diferencia del 5,6%.

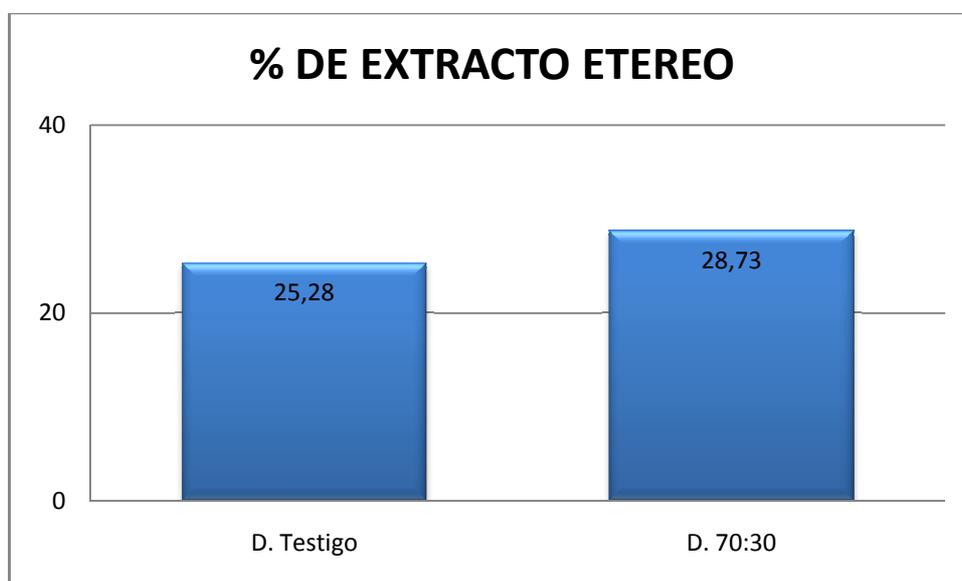
**CUADRO No. 2 APOORTE EN EL VALOR DIARIO RECOMENDADO DE FIBRA DE DONA TESTIGO Y MUESTRA**

	VDR*	Aporte/100g testigo	Aporte/100g muestra	% Aporte testigo	% Aporte muestra
<b>Niños &gt; 4</b>					
<b>años -adultos</b>	25g	0,96g	2,36g	3,8%	9,4%

\* El VDR se obtuvo de la NTE INEN 1334 Parte II.

### 3.2.5 Determinación Extracto Etéreo.

En el Gráfico No. 6 se puede observar que el promedio de extracto etéreo es de 25,28% en la dona Testigo y 28,73% en la dona trigo: quinua (70:30) siendo este valor superior debido a que la harina de quinua contiene un 2,6% de grasa a diferencia de la harina de trigo que contiene 1,2 %.

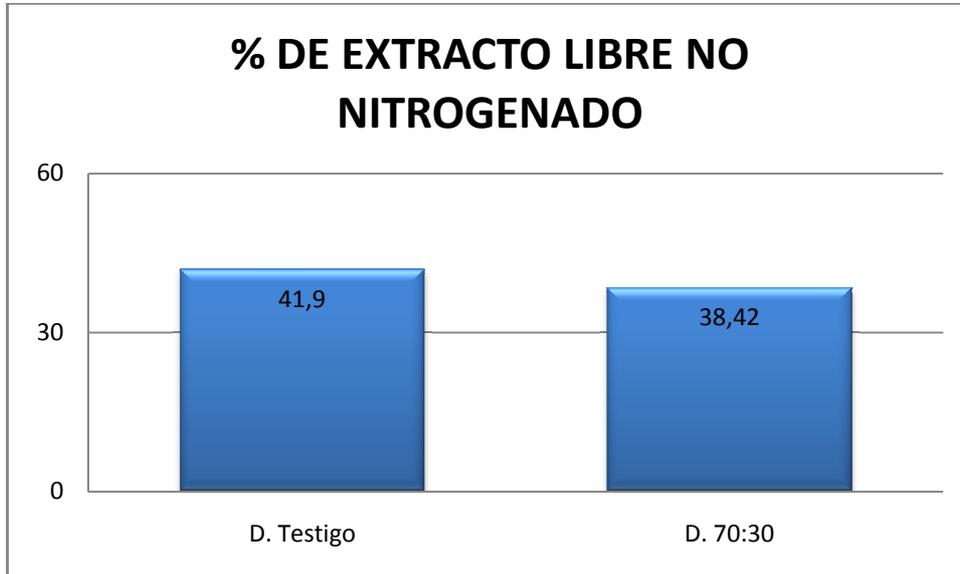


**GRÁFICO No. 6 RELACIÓN DE CONTENIDO DE EXTRACTO ETÉREO EN DONA TESTIGO Y DONA DE PROPORCIÓN 70:30 HARINA DE TRIGO: QUINUA.**

### 3.2.6 Determinación Extracto Libre No Nitrogenado.

El gráfico No. 7 nos muestra la relación de extracto libre no nitrogenado que existe entre la dona testigo (45,34%) y la dona trigo: quinua (70:30) (43,42%). Existiendo una disminución del 1,9 % azúcares digeribles debido a que existe un 30% de harina de quinua que aporta con menor cantidad de carbohidratos que la harina de trigo ya que la

harina de quinua posee 72,1% de carbohidratos digeribles en comparación con la harina de trigo que posee 75% de carbohidratos digeribles.

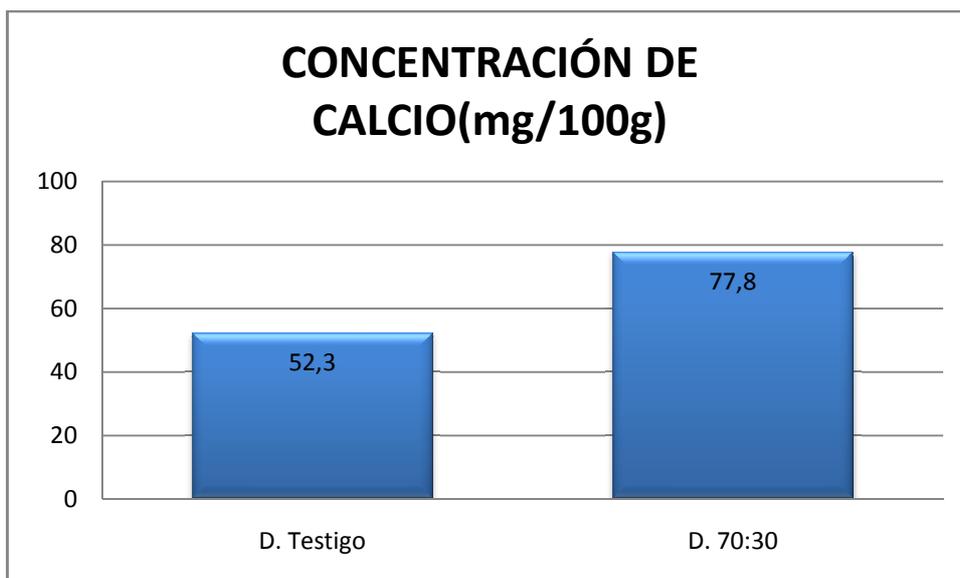


**GRÁFICO No. 7 RELACIÓN DE CONTENIDO DE EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO DONA TESTIGO Y DONA DE PROPORCIÓN 70:30 HARINA DE TRIGO: QUINUA**

### **3.3 ANÁLISIS DEL POTENCIAL NUTRACÉUTICO DE LAS DONAS TRIGO: QUINUA 70:30 FRENTE A UNA DONA TESTIGO**

#### **3.3.1 Determinación De Calcio**

Se procedió a realizar el análisis de calcio de la dona testigo y de la dona de harina de quinua: trigo 30:70. Determinándose que el contenido de calcio en la dona testigo es de 52,3 mg/100g y para la dona trigo: quinua (70:30) es de 67,8 mg/100g. La dona de proporción 70:30 tiene un mayor aporte de calcio debido a que la quinua tiene 94 mg de Calcio / 100g a diferencia que el trigo solo posee 48 mg de Ca / 100g.



**GRÁFICO No. 8 RELACIÓN DE CONTENIDO DE CALCIO DONA TESTIGO Y DONA DE PROPORCIÓN 70:30 HARINA DE TRIGO: QUINUA.**

En el cuadro N°3 de acuerdo al valor diario recomendado de calcio para niños mayores de 4 años y adultos según la norma técnica ecuatoriana INEN 1334 Parte II que es de 1000mg las donas trigo: quinua (70:30) contribuyen en mayor porcentaje que la dona testigo a completar este valor diaria recomendada.

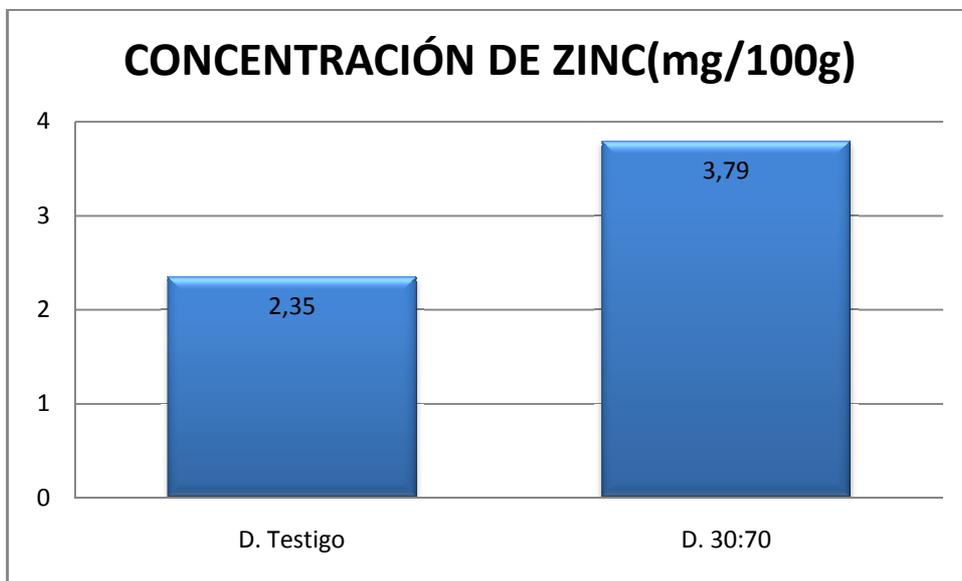
**CUADRO No. 3 APORTE EN EL VALOR DIARIO RECOMENDADO DE CALCIO DE DONA TESTIGO Y DE MUESTRA**

	VDR mg/día*	Aporte/100g testigo	Aporte/100g muestra	%Aporte testigo	%Aporte muestra
<b>Niños &gt;</b>					
<b>4años-adultos</b>	1000mg	52,3mg	77,8mg	5,2%	7,8%
<b>Embarazo y lactancia</b>	1300mg	52,3mg	77,8mg	4%	6%

\* El VDR se obtuvo de la NTE INEN 1334 Parte II

### 3.3.2 Determinación De Zinc

Se procedió a realizar el análisis de zinc de la dona testigo y de la dona de harina de quinua: trigo 30:70. Determinándose que el contenido de zinc en la dona testigo es de 2,35 mg/100g y para la dona trigo: quinua 70:30 es de 3,79 mg/100g. La dona trigo: quinua 70:30 tiene un mayor aporte de Zinc debido a que la quinua tiene 4,8 mg de Zn/ 100g a diferencia que el trigo solo posee 3,3 mg de Zn / 100g.



**GRÁFICO No. 9 RELACIÓN DE CONTENIDO DE ZINC DONA TESTIGO Y DONA DE PROPORCIÓN 70:30 HARINA DE TRIGO: QUINUA.**

En el cuadro N°4 de acuerdo al valor diario recomendado de calcio para niños mayores de 4 años y adultos según la norma técnica ecuatoriana INEN 1334 Parte II que es de 1000mg las donas trigo: quinua (70:30) contribuyen en mayor porcentaje que la dona testigo a completar este valor diaria recomendado.

**CUADRO No. 4 APOORTE EN EL VALOR DIARIO RECOMENDADO DE ZINC DE DONA TESTIGO Y DE MUESTRA**

	<b>VDR mg/día*</b>	<b>Aporte/100g testigo</b>	<b>Aporte/100g muestra</b>	<b>%Aporte testigo</b>	<b>%Aporte muestra</b>
<b>Niños &gt; 4años-adultos</b>	15mg	2,4mg	3,8mg	16%	25,3%
<b>Embarzo y lactancia</b>	20mg	2,4mg	3,8mg	12%	19%

\*El VDR se obtuvo de la NTE INEN 1334 Parte II

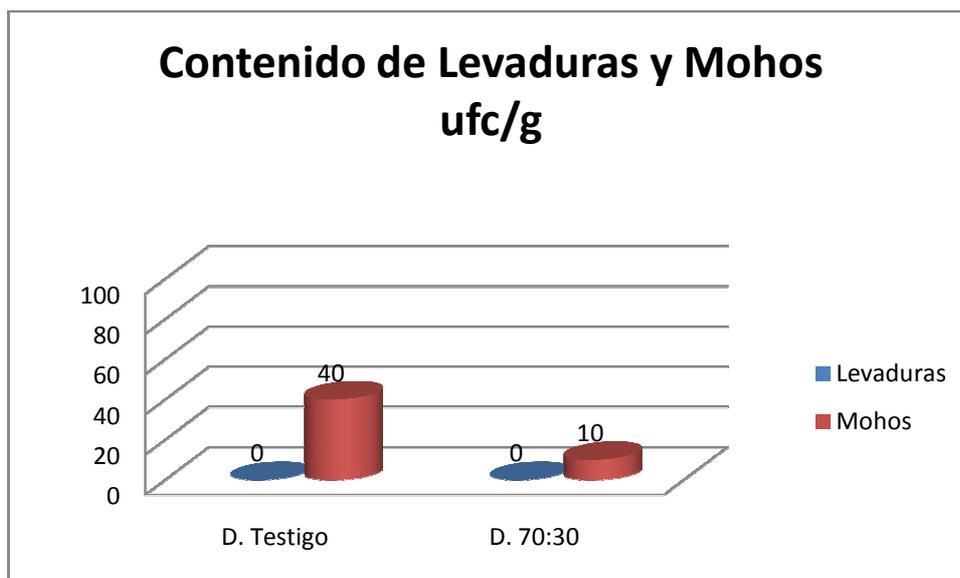
### **3.4 ANÁLISIS DE LA CALIDAD SANITARIA DE LA DONA TESTIGO Y DE LAS DONAS TRIGO: QUINUA (70:30).**

Este análisis se efectuó por duplicado tanto en la Dona Testigo como en las donas trigo: quinua (70:30).

**CUADRO NO. 5 CONTENIDO PROMEDIO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.**

<b>HONGOS</b>				
	<b>MOHOS</b>	<b>Requisito</b>	<b>Levaduras</b>	<b>Requisito</b>
<b>MUESTRAS</b>	<b>ufc/g</b>	<b>Bibliográfico</b>	<b>ufc/g</b>	<b>Bibliográfico</b>
D. Testigo	<b>40</b>	<b><math>2,0 \times 10^4 - 5,0 \times 10^2</math></b>	<b>0</b>	<b><math>2,0 \times 10^2 - 5,0 \times 10^2</math></b>
D. 30:70	<b>10</b>		<b>0</b>	<b><math>2,0 \times 10^2 - 5,0 \times 10^2</math></b>

El requisito bibliográfico se obtuvo de la NTE INEN 2085, galletas. Requisitos.



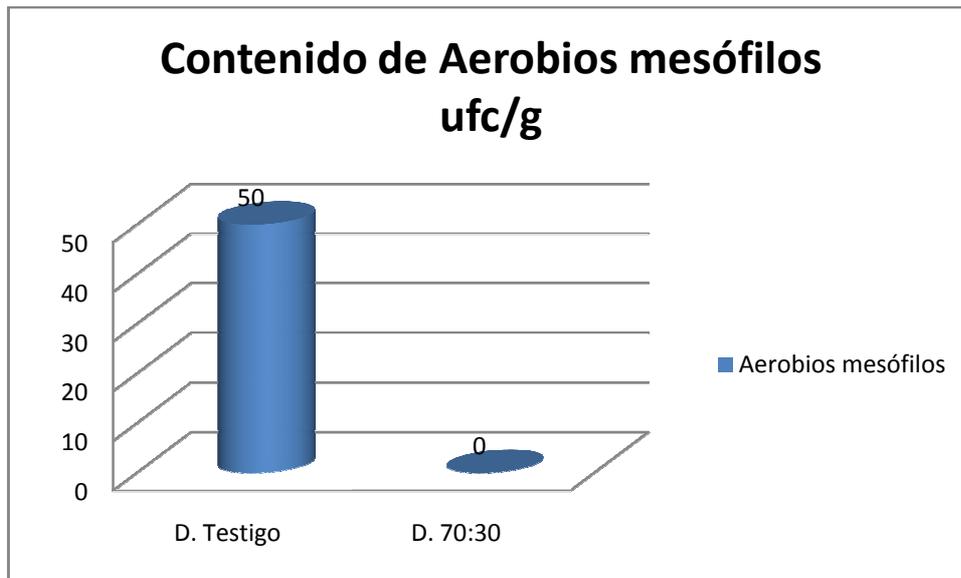
**GRÁFICO No. 10 RELACIÓN DE CONTENIDO DE LEVADURAS Y MOHOS EN LA DONA TESTIGO COMO EN LAS DONAS DE PROPORCION 70:30 HARINA DE TRIGO: QUINUA**

Estos resultados demuestran el contenido de mohos y levaduras en la dona testigo como en la dona trigo: quinua (70:30) son similares ya que se han utilizado las mismas materias primas y el mismo proceso para elaborarlas. Estos datos reflejan que ha existido una buena higiene durante el proceso de elaboración de las donas ya que los valores obtenidos para contenido de mohos y levaduras están dentro de los requisitos de la NTE INEN 2085 para galletas recubiertas se ha utilizado esta norma ya que no existe ninguna norma para donas

**CUADRO No.6 CONTENIDO PROMEDIO DE MICROORGANISMOS AERÓBIOS EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.**

<b>MICROORGANISMOS AERÓBIOS MESÓFILOS</b>		
<b>MUESTRAS</b>	<b>AERÓBIOS MESÓFILOS</b>	<b>Requisito Bibliográfico</b>
	<b>ufc/g</b>	
D. Testigo	<b>50</b>	<b><math>1 \times 10^4 - 3,0 \times 10^4</math></b>
D. 30:70	<b>Ausencia</b>	<b><math>1 \times 10^4 - 3,0 \times 10^4</math></b>

El requisito bibliográfico se obtuvo de la NTE INEN 2085, galletas. Requisitos.



**GRÁFICO No. 11 RELACIÓN CONTENIDO DE AERÓBIOS MESÓFILOS EN LA DONA TESTIGO COMO EN LA DONA DE PROPORCIÓN 70:30 HARINA DE TRIGO: QUINUA.**

El contenido de aeróbios mesófilos tanto para la dona testigo como para la dona trigo: quinua (70:30) se encuentra dentro de los requisitos establecidos por la NTE INEN 2085 para galletas recubiertas; se ha utilizado esta norma ya que no existe ninguna norma para donas.

**CUADRO No.7 CONTENIDO NUTRICIONAL PROMEDIO EN MUESTRAS ESTUDIADAS.**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>DONA TESTIGO</b>	<b>DONA TRIGO: QUINUA (70:30)</b>
<b>HUMEDAD (%)</b>	20,9	16,0
<b>CENIZAS (%)</b>	1,4	2,9
<b>PROTEÍNA (%)</b>	9,3	11,6
<b>FIBRA (%)</b>	1,2	2,4
<b>Ex. ETÉREO (%)</b>	25,2	28,7
<b>ELnN (%)</b>	41,9	38,4
<b>CALCIO (mg/100g)</b>	52,3	77,8
<b>ZINC (mg/100g)</b>	2,4	3,8

### 3.5 PRUEBA DE ESTABILIDAD DE LA DONA TESTIGO Y DE LA DONA TRIGO: QUINUA (70:30).

**CUADRO No. 8 PARÁMETROS DE ESTABILIDAD DE DONA TESTIGO Y DONA DE PROPORCIÓN 70:30 HARINA DE QUINUA: TRIGO**

# Análisis	Tiempo (días)	Acidez (%)* Testigo	Acidez (%)* Dona 30:70	I. p** Testigo	I. p** Dona 30:70	Color Testigo	Color Dona 30:70	Brillo*** chocolate Testigo	Brillo chocolate Dona 30:70	Textura Testigo	Textura Dona 30:70	Sabor Testigo	Sabor Dona 30:70	Olor Testigo	Olor Dona 30:70
1	-	0.10	0.09	1,32	1,29	Café	Café oscuro	Brillante	Brillante	Blanda	Blanda	Dulce	Dulce	Característico	Característico
2	2	0.11	0.10	1,34	1,33	Café	Café oscuro	Brillante	Brillante	Blanda	Blanda	Dulce	Dulce	Característico	Característico
3	4	0.14	0.12	1,39	1,36	Café	Café oscuro	Brillante	Brillante	Blanda	Blanda	Dulce	Dulce	Característico	Característico
4	6	0.15	0.14	1,42	1,43	Café	Café oscuro	Brillante	Brillante	Blanda	Blanda	Dulce	Dulce	Característico	Característico
5	8	0.17	0.15	1,43	1,44	Café	Café oscuro	Normal	Normal	Blanda	Blanda	Dulce	Dulce	Característico	Característico
6	10	10.18	0.16	1,52	1,5	Café	Café oscuro	Normal	Normal	Blanda	Blanda	Dulce	Dulce	Característico	Característico
7	12	0.19	0.17	1,58	1,55	Café	Café oscuro	Normal	Normal	Blanda	Blanda	Dulce	Dulce	Característico	Característico
8	14	0.20	0.19	1,62	1,61	Café	Café oscuro	Normal	Normal	Blanda	Blanda	Dulce	Dulce	Característico	Característico

\* % de Acidez en ácido oleico

\*\*\* Escala brillo chocolate: ver Anexo 5

\*\*Índice de Peróxido en mEq de O<sub>2</sub>/ Kg de muestra

En el cuadro N°9 se evidencia que en la prueba realizada para la estabilidad tanto en la dona testigo como en la dona de trigo: quinua 30:70 los valores de acidez y peróxidos durante el período de 14 días no hubo una variación significativa que indique deterioro del producto; existiendo un ligero incremento pero que se mantiene en condiciones aceptables en relación a la norma técnica ecuatoriana INEN 0033:73 para el aceite de soya utilizado en la fritura en la que el valor máximo de acidez es de 0,2 % en y ácido oleico y el valor máximo del índice de peróxido es de 2,1 mEq de O<sub>2</sub>/ Kg de muestra.

De similar manera en lo que se refiere a características organoléptica no se evidenció cambios significativos durante los 14 días tanto en la dona testigo como en la muestra estudiada.

Esto se debe a que se utilizaron materias primas de marca para su elaboración lo que contribuye a disminuir condiciones desfavorables o deteriorativas indeseables como la lipólisis por acción de microorganismos. Igualmente las condiciones de almacenamiento de las muestras durante el período de evaluación fue a temperatura ambiente en un empaque interno plástico (polipropileno borietado) para evitar en lo posible el contacto con el aire y humedad; y un empaque externo de cartón que protege de la luz evitando así en lo posible el enranciamiento oxidativo y lipolítico de las muestras.

Sin embargo el ligero incremento a lo que se refiere acidez peróxidos pueda deberse a una cantidad de aire que quedo en el empaque primario ya que no fue sellado al vacío o también a una lipólisis por acción de enzimas de los microorganismos contenidos en las muestras.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES.

1. La dona de mayor aceptación fue la que tiene la proporción trigo: quinua (70:30) esto es por una alta similitud respecto al testigo.
2. Mayores porcentajes al 30% de harina de quinua limita la aceptación organoléptica del consumidor.
3. La dona trigo: quinua (70:30) muestra una composición mayor respecto a la dona testigo en ceniza y extracto etéreo.
4. La dona trigo: quinua (70:30) aporta con un 4,42% más al requerimiento diario recomendado de proteína respecto a lo que aporta la dona testigo.
5. La dona trigo: quinua (70:30) aporta con un 5,6% más en el requerimiento diario recomendado de fibra respecto a lo que aporta la dona testigo.
6. La dona trigo: quinua (70:30) aporta con un 2,6% más en el requerimiento diario recomendado de calcio y en un 9,3% más en el requerimiento diario de zinc respecto a lo que aporta la dona testigo.
7. Según los resultados observados se puede concluir que la dona trigo: quinua (70:30) tiene un elevado potencial nutritivo y nutracéutico respecto a la dona testigo.
8. El procedimiento de elaboración de la dona trigo: quinua (70:30) respalda una estabilidad química durante 14 días de investigación pudiendo extenderse por un tiempo prudencial.
9. El proceso de elaboración descrito en el trabajo garantiza estabilidad microbiológica conjuntamente con el empaquete adecuado.

## CAPÍTULO V

### 5. RECOMENDACIONES

1. Al producto final que son las donas con harina de quinua: trigo 30:70 para fines de comercialización y para prolongar el periodo de vida útil se recomienda utilizar un empaque al vacío, para impedir la oxidación y enranciamiento del producto por el oxígeno del aire, y para evitar la absorción de humedad.
2. Se sugiere la utilización de harina de quinua así como otros derivados de la quinua, en la elaboración de innumerables y novedosos productos con un muy importante valor agregado, ya que los beneficios en cuanto a nuestra salud serían muchos, incrementando de esta forma la producción de los llamados *ALIMENTOS NUTRACÉUTICOS*.
3. Se recomienda realizar la cuantificación de otros parámetros como la concentración de fitoestrógenos, para de esta forma tener una información más amplia del producto tanto nutricional como nutracéutico.

## CAPÍTULO VI

### 6. RESUMEN

Se realizó la determinación del potencial nutritivo y nutracéutico de donas (pan con cobertura) elaboradas con harina de quinua frente a una elaborada con harina de quinua (testigo) como incentivo para su consumo.

Se utilizó método experimental, aplicándose diferentes técnicas como: determinaciones físicas, microbiológicas, composición bromatológica, y evaluación sensorial. Se elaboró donas con harina de quinua y trigo en proporción 40:60, 30:70 y 20:80 respectivamente, observándose que la muestra de proporción 30:70 obtuvo mayor aceptación. Posteriormente se realizó evaluación nutritiva y nutracéutica de la dona testigo (harina de trigo) y la muestra de proporción 30:70 (quinua:trigo), obteniéndose en la proporción 30:70 (quinua:trigo) mayores componentes nutritivos: 11,56% proteína, 16,03% humedad, 2,9% ceniza, 2,36% fibra, 28,73% extracto etéreo, 38,4% extracto libre no nitrogenado y nutracéuticos: 77,8 mg/100g Calcio y 3,8 mg/100g Zinc. En el análisis microbiológico se pudo observar que durante el proceso de preparación, se limita o anula el crecimiento microbiano, y en el análisis de estabilidad demuestra que se mantiene inalterable durante 14 días en los cuales se puede consumir.

Se determinó que la dona con contenido del 30% de quinua posee mayor valor nutritivo y nutracéutico que una hecha solo con harina de trigo por lo que se recomienda realizar la cuantificación de otros parámetros como fitoestrógenos, para de esta forma tener una información más amplia del producto.



## CAPÍTULO VII

### BIBLIOGRAFÍA DE LIBROS Y FOLLETOS

1. **ANDRADE, R.** 1998. Artes y Secretos de la Repostería. 4ª ed. Zaragoza: Acribia. pp. 27.
2. **CABALLERO, J. y RUBIO, C.** 2003. Tecnología de Alimentos de Repostería. España: Floraprint. pp. 1063,1066.
3. **DEL ALAMO SANZA, M. y NEVAREZ, I.** 2006. Wine Agin in Bottle from Artificial Systems (Staves and Chips) and Oak Woods, Anthocianyn. 2ª ed. Canadá: Alambra. pp. 456,678.
4. **DUNCAN J.** 1983. Tecnología De La Industria Galletera. España: Acribia pp. 78, 81, 85, 89.
5. **GALLEGOS, J.** 1996. Prácticas de Microbiología de Alimentos. Riobamba. pp. 43,45. (Documento).
6. **HERBARIO NACIONAL DEL ECUADOR.** 2006. Sección Botánica del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Quito. pp. 34-39. (Documento)
7. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.** Quito. Grasas y Aceites Comestibles: Determinación de Acidez. Quito: INEN, 1973. 6p. (AL 02.07-304 Norma Técnica no. 0038).
8. \_\_\_\_\_ . Harinas de Origen Vegetal: Determinación de la Ceniza. Quito: INEN, 1981. 4p. (AL 02.02-304 Norma Técnica no. 0520).

9. \_\_\_\_\_ . Harinas de Origen Vegetal: Determinación de la pérdida por calentamiento. Quito: INEN, 1981. 4p. (AL 02.02-302 Norma Técnica no. 0518).
10. \_\_\_\_\_ . Grasas y Aceites: Determinación del índice de peróxido. Quito: INEN, 1978. 6p. (AL 02.07-312 Norma Técnica no. 0526).
11. \_\_\_\_\_ . Harinas de Origen Vegetal: Determinación de Proteína. Quito: INEN, 1981. 6p. (AL 02.02-203 Norma Técnica no. 0519).
12. \_\_\_\_\_ . Galletas: Requisitos. Quito: INEN, 2005. 5p. (AL 02.06-301 Norma Técnica no. 2085).
13. \_\_\_\_\_ . Harina de Trigo: Requisitos. Quito: INEN, 2006. 11p. (AL 02.02-401 Norma Técnica no. 0616).
14. \_\_\_\_\_ . Control Microbiológico de los Alimentos: Determinación de la Cantidad de Microorganismos Aerobios Mesófilos. REP. Quito: INEN, 2006. 9p. (AL 01.05-303 Norma Técnica no. 1529-5).
15. \_\_\_\_\_ . Control Microbiológico de los Alimentos: Mohos y Levaduras Viables. Recuento en Placa por Siembra en Profundidad. Quito: INEN, 1998. 9p. (AL 01.05-308 Norma Técnica no. 1529-10).
16. \_\_\_\_\_ . Aceite de Soya: Requisitos. Quito: INEN, 1973. 5p. (AL 02.07-415 Norma Técnica no. 0033:73 – 10).

17. \_\_\_\_\_ . Rotulado de Productos Alimenticios Para Consumo Humano: Parte 2 Rotulado Nutricional. Requisitos. Quito: INEN, 2008. 37p. (AL 01.05-401 Norma Técnica no. 1334 – 2).
18. **LUCERO, O.** 2005. Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos. Riobamba: Xerox. pp. 74-80.
19. **TOJO SIERRA, R. y TRABAZO, L.** 2006. Alimentos Funcionales: su papel en la nutrición preventiva y curativa. 2<sup>a</sup> ed. Asturias: Cantabria. pp. 245-247.
20. **SKOGG, D. ; WEST, D. HOLLER, F.** 1995. Química Analítica. 6<sup>ta</sup> ed. México: Mc Graw-Hill. pp. 432-478.
21. **TURÓN, J. y PÉREZ, M.** 1997. Enciclopedia de la Agricultura. 3<sup>er</sup> ed. España: Idea Books. pp. 768.
22. **VALVERDE, F.** 1998. Plantas Útiles del Litoral Ecuatoriano, Ecociencia, Ecuador. 2(1): 16-20. Enero.
23. **VALVERDE, RAÚL.** 1987. Caracterización y Dosificación de los Ácidos Grasos de la Quinoa. Ecuador. s.e. pp. 123-143.
24. **VASARI, B.** 17 Mayo 2009. Quinoa: el cereal milenario. Revista La Familia. Diario el Comercio. Suplemento Dominical. Quito: El Comercio. (1244): 22-23.
25. **WITTIG, E.** 1998 Evaluación Sensorial. 1<sup>a</sup> ed. Chile. Usaca. pp 298.

## BIBLIOGRAFÍA DE TESIS

26. **BAYAS, G;** 2002. Elaboración de Leche-quinua Saborizada-Gelificada. Tesis Ing Alimentos. Ambato. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias e Ingeniería de Alimentos. pp. 27-34, 71-73.
27. **GAVILANEZ, FERNANDO;** 1992. Utilización de Harina de Quinoa Precocida en Panificación. Tesis Ing Alimentos. Ambato. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias e Ingeniería de Alimentos. pp. 47-49.
28. **MEDRONDA, D;** 2002. Utilización de Diferentes Niveles de Harina de Quinoa en la Elaboración de Mortadela. Tesis Ing Pecuarias. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. pp. 28,29.

## BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

### 29. ALIMENTOS FUNCIONALES,

<http://www.monografias.com/trabajos36/alimentosfuncionales>

(2009-05-17)

### 30. ALIMENTOS NUTRITIVOS,

<http://es.shvoong.com/tags/alimentos/>

### 31. BENEFICIOS DE LA HARINA DE QUINOA Y DE LA HARINA DE CASTAÑA

<http://www.nutricion.pro/23-08-2007/alimentos/beneficios-de-la-harina-de-quinua-y-de-la-harina-de-castana>

(2007-08-23)

**32. CALCIO: LA IMPORTANCIA DE ESTE PODEROSO NUTRIENTE**

<http://www.lindisima.com/ayurveda/calcio.htm>

(2006-03-13)

**33. CEREALES, PANADERÍA, BOLLERÍA, GELATERÍA, HARINA Y DERIVADOS**

<http://www.silliker.com/spain/análisisfísicoquímico/microbiológico/html/industries.es/>

(2009-05-23)

**34. CHENOPODIUM QUINOA**

[http://es.wikipedia.org/wiki/Chenopodium\\_quinoa](http://es.wikipedia.org/wiki/Chenopodium_quinoa)

**35. DÓNUT**

[Donut/http://es.wikipedia.org/wiki/D%C3%B3nut](http://es.wikipedia.org/wiki/D%C3%B3nut)

**36. DULCES NUESTRA GRAN TENTACIÓN,**

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/novedades/golosinas.htm>

(2009-05-06)

**37. EL ZINC EN LA ALIMENTACIÓN**

<http://www.zonadiet.com/nutricion/calcio.htm#RequerimientoDiario>

**38. ESPECTROFOTOMETRÍA,**

[http://miksci.unizar.es/bioquimica/temas/ingesta/vit\\_ascorbico.htm](http://miksci.unizar.es/bioquimica/temas/ingesta/vit_ascorbico.htm)

(2009-07-15)

**39. ESTABILIDAD DEL CHOCOLATE**

<http://www.digital.unal.edu.co/dspace/bitstream/10245/1562/1/bibianachicasandraosorio>

(2003-08-24)

**40. HARINA**

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Chef/harina.htm#top>

**41. HARINAS DE CASTAÑA Y QUÍNOA COMBATEN OSTEOPOROSIS Y DEPRESIÓN**

[http://www.lanacion.cl/prontus\\_noticias/site/artic/20050520/pags/20050520211459.html](http://www.lanacion.cl/prontus_noticias/site/artic/20050520/pags/20050520211459.html)

**42. HISTORIA DE LA GALLETA**

<http://mialmadesnuda.espacioblog.com/post/historia-la-galleta>  
(2009-06-01)

**43. KOHON, I. El Calcio**

<http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=437>

**44. NUTRACÉUTICOS,**

<http://www.monsanto.com/products/benefits.asp>  
(2009-06-21)

**45. LA QUINUA EN EL ECUADOR A TRAVES DE LOS DATOS DEL III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO**

<http://www.sica.gov.ec/censo/contenido/quinua>  
(2006-09-12)

**46. PROCESO PRODUCTIVO DE DONAS**

[www.tpcc.org.tw/index-english.asp](http://www.tpcc.org.tw/index-english.asp)

**47. PRODUCTOS DE BOLLERÍA**

[www.iespana.es/trabel/la\\_dieta\\_definitiva/tablas\\_calorias.htm#1](http://www.iespana.es/trabel/la_dieta_definitiva/tablas_calorias.htm#1)

**48. PROPIEDADES DE LOS CEREALES**

<http://www.botanical-online.com/cerealespropiedades.htm>

**49. ¿QUÉ ES LA ACIDEZ TITULABLE EN LOS ALIMENTOS Y COMO SE DETERMINA?**

[http://mx.answers.yahoo.com/dir/index;NaD.;\\_ylv=3?sid=3967&link=li](http://mx.answers.yahoo.com/dir/index;NaD.;_ylv=3?sid=3967&link=li)  
(2009-10-14)

**50. QUINOA (QUINUA)**

<http://ccbolgroup.com/quinua.html>

**51. QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)**

<http://usuarios.lycos.es/quinua/marcoconceptual.htm>

**52. QUINUA HISTORIA Y PRESENTACIÓN**

<http://www.prodiversitas.bioetica.org/quinua.htm>

**53. QUINUA-QUINOA / CAÑIHUA**

[http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20ICA/productos/quinua\\_mag.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20ICA/productos/quinua_mag.pdf)

**54. REVISTA DE INVESTIGACIONESAGROPECUARIAS,**

<http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/ria.htm>  
(2009-06-12)

**55. TABLAS DE COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS ALIMENTOS**

[http://www.dietas.net.ar/bollo/tipo\\_donut/lb0.php](http://www.dietas.net.ar/bollo/tipo_donut/lb0.php)  
(2009-09-17)

**56. VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS,**

[http://mx.answers.yahoo.com/dir/index;\\_ylt=AqiRIxmZ6o2G0FP6SS](http://mx.answers.yahoo.com/dir/index;_ylt=AqiRIxmZ6o2G0FP6SS)

**57. ZINC**

<http://www.ventanasalud.com/htmls/supplements/zinc.htm>

## **CAPÍTULO VIII**

### **1. ANEXOS.**

#### **ANEXO No. 1 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 Sabouraud 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. (16)
- 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. (16)

**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. (16)

**ANEXO No. 2 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS AERÓBIOS  
MESÓFILOS. MÉTODO DE VERTIDO EN PLACA.**

- Para cada dilución el ensayo se hará por duplicado. En cada una de las cajas petri bien identificadas se depositara 1mL de cada dilución. Para cada depósito se usara una pipeta distinta y esterilizada.
- Inmediatamente verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20mL de agar para recuento en placa PCA fundido y templado a  $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , la adición del medio no debe de más de 45 minutos a partir de la preparación de la primera dilución.
- Cuidadosamente el inóculo de siembra con el medio de cultivo imprimiendo a la placa movimientos de vaivén 5 veces en sentido de las agujas del reloj y 5 veces en sentido contrario.
- Como prueba de esterilidad verter agar en una caja que contenga el diluyente sin inocular no debe haber desarrollo de colonias.
- Dejar reposar las placas para que se solidifique el agar.

- Invertir las placas e incubarlas a  $30^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 a 75 horas.
- Pasado el tiempo de incubación seleccionar las placas de dos diluciones consecutivas que presenten 15 y 300 colonias y utilizando un contador de colonias contar todas las colonias existentes en el medio incluso las pequeñas pero se debe tener cuidado para no confundirlos con partículas de alimentos para esto utilizar lupas de aumento.
- Las colonias de crecimiento difuso deben considerarse como una sola colonia si el crecimiento de este tipo de colonia cubre menos de un cuarto de la placa; si cubre más la caja no será tomada en cuenta en el ensayo.
- Anotar el número de colonias y la respectiva dilución. (15).

**Cálculos:**

$$N = \frac{\sum c}{V(n_1 + 0,1n_2)d}$$

Donde:

$\sum c$ = Suma de colonias consideradas en todas las placas seleccionadas.

V= Volumen inoculado en cada caja petri.

$n_1$ = número de placas de la primera dilución seleccionada.

$n_2$ = número de placas de la segunda dilución seleccionada.

d= factor de dilución de la primera dilución seleccionada. d=1 cuando se ha inoculado muestra líquida sin diluir. (15)

## ANEXO No. 3 MODELO DE LA FICHA PARA ENCUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

La resultados obtenidos en la siguiente encuesta serán utilizados para el trabajo de tesis titulado “Evaluación del Potencial nutritivo y nutracéutico de donas elaborados con una mezcla de harina de quinua y harina de trigo” por lo que agradecemos su colaboración al responder cada una de las preguntas de la manera más objetiva.

**Tipo:** diferencia  
**Método:** pareado  
**Producto:** Donas

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

• *Sírvase indicar si hay diferencia entre las muestras y el estándar y el grado de diferencia dentro de cada par:*

	<b>Par:estándar-Muestra1</b>	<b>Par:estándar-Muestra2</b>	<b>Par:estándar-Muestra3</b>
No hay diferencia	—	—	—
Diferencia muy pequeña	—	—	—
Diferencia pequeña	—	—	—
Diferencia moderada	—	—	—
Gran diferencia	—	—	—
Extremadamente diferencia	—	—	—

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

**ANEXO No. 4 INGREDIENTES Y ELABORACIÓN DE DONAS TESTIGO.**

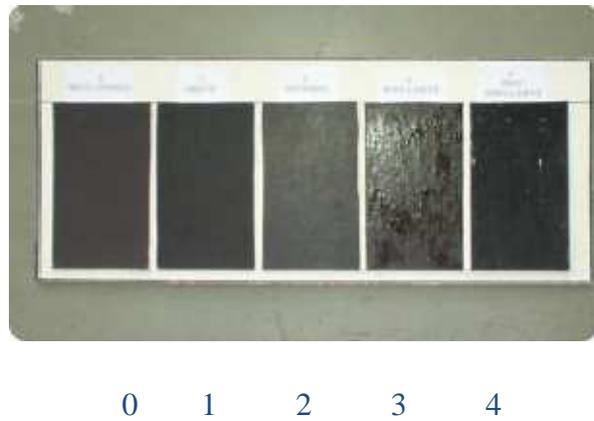
Para la elaboración de las donas de quinua: trigo se requieren de los siguientes ingredientes:

- Margarina
- Azúcar
- Sal
- Harina de trigo
- Huevos
- Levadura
- Aceite
- Chocolate

**PROCEDIMIENTO:**

8. En un recipiente previamente limpio colocar todos los ingredientes.
9. Con la ayuda de una batidora de amasar eléctrica mezclar bien los ingredientes hasta obtener una masa homogénea y consistente.
10. Cubrir la masa y dejar reposar durante unos 30 minutos en un lugar caliente.
11. Extender la masa sobre un superficie enharinada e ir formando las donas procurando que estas tengan un grosor aproximado de 2 cm. Taparlas y dejar reposar; otra vez; en un lugar caliente.

- 12.** Freírlos en aceite caliente a una temperatura aproximada de 180°C con el lado que ha subido más, hacia abajo. Dorarlos por ambos lados y sacarlos.
- 13.** Dejarlos escurrir sobre servilletas absorbentes y dejarlas enfriar.
- 14.** Posteriormente bañar la parte superior con chocolate tratando de dosificar la misma cantidad en todas las donas y dejar secar el chocolate. (1)

**ANEXO No. 5 ESCALA DE BRILLO DEL CHOCOLATE****FIGURA No. 4 ESCALA BRILLO CHOCOLATE**

- 0      Muy opaco
- 1      Mate
- 2      Normal
- 3      Brillante
- 4      Muy brillante

**NOTA:** en la carta de brillo, 3 (Brillante) es el brillo característico de una muestra de chocolate. (40)

## ANEXO No. 6 FOTOGRAFÍAS

- **Determinación de humedad**



- **Determinación de ceniza**



- **Determinación de extracto etéreo**





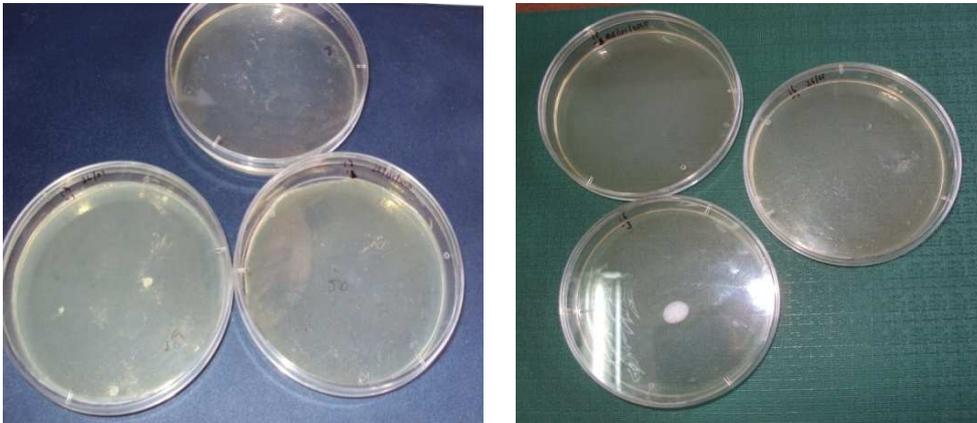
- **Determinación de Proteína**



- **Análisis microbiológico. Mohos y Levaduras**



- **Análisis microbiológico. Aeróbios Mesófilos.**



- **Proceso de Elaboración de las Donas**

