



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

FORMULACIÓN DE UN MUFFIN DE CHOCOLATE, GUAYABA Y  
ESPIRULINA PARA NIÑOS DE DOS A OCHO AÑOS DE EDAD

AUTOR

SAMANTA MICHELLE DELGADO ALMEIDA

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

FORMULACIÓN DE UN MUFFIN DE CHOCOLATE, GUAYABA Y  
ESPIRULINA PARA NIÑOS DE UNO A OCHO AÑOS DE EDAD

“Trabajo de Titulación en conformidad a los requisitos establecidos para optar  
por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos”

Profesor Guía

M. Sc. Darío Miguel Posso Reyes

Autor

Samanta Michelle Delgado Almeida

Año

2019

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

"Declaro haber dirigido el trabajo, formulación de un muffin de chocolate, guayaba y espirulina para niños de uno a ocho años de edad, a través de reuniones periódicas con la estudiante Samanta Michelle Delgado Almeida, en el semestre 201920, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Dario Miguel Posso Reyes

Máster en Ciencias e Ingeniería en Alimentos

C.C: 1713040952

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

"Declaro haber revisado este trabajo, formulación de un muffin de chocolate, guayaba y espirulina para niños de uno a ocho años de edad de la estudiante Samanta Michelle Delgado Almeida en el semestre 201920, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Pablo Esteban Cueva Costales

Master en Ciencia de Alimentos

C.C: 1716331069

## **DECLARACIÓN DE AUDITORIA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Samanta Michelle Delgado Almeida

C.C: 1750490490

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por siempre estar presente en mi vida y me permitió culminar esta etapa tan importante para mí y darme la fortaleza para seguir adelante

A mis padres por su apoyo incondicional, por su amor, paciencia y lucha por verme crecer como persona y como profesional.

A mis amigos, profesores y a mi tutor que caminaron conmigo a lo largo de esta etapa universitaria.

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiarme en cada paso a lo largo de mi vida, bendiciéndome en cada etapa y dándome fuerza día a día.

A mis padres Ricardo y Marisol por que siempre me han apoyado y me han dado los valores que poseo, me impulsaron a siempre tener la frente en alto y nunca desfallecer les debo todo lo que ahora puedo decir que soy, para ellos con todo mi amor les dedico este trabajo.

A mi hermano por su apoyo y motivación para seguir adelante.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación fue desarrollar un producto perteneciente a la industria de panificación a base de una formulación comercial con la adición de espirulina (*Arthrospira platensis*) como potenciador proteico y férrico para niños de uno a ocho años. Se realizaron 3 formulaciones con diferentes concentraciones de espirulina de 1%(MS-1), 2%(MS-2) y 3% (MS-3), se evaluó mediante análisis químico proximal y bromatológico el efecto de esta incorporación en las características nutricionales y sensoriales del muffin realizando análisis de aceptabilidad para atributos de sabor, color, olor y textura mediante una escala hedónica facial de cinco puntos y para los análisis se encontró diferencias significativas (Tuckey al 5%). Como resultado se concluyó que el Muffin de chocolate con una concentración de 1% de espirulina (MS1) tuvo una mayor aceptación. Se realizó también un análisis químico proximal del muffin logrando obtener información nutricional de cada tipo de formulación, como resultado se obtuvo un porcentaje de hierro y proteína gradual entre los tratamientos 1%, 2% y 3% con la adición de espirulina, el tratamiento (MS-3) Se concluyó que es el que tiene mayor cantidad de hierro y proteína debido a que se le incorporó el porcentaje más alto de la alga es decir 3% de espirulina, fue el mejor con respecto a cantidad de macro y micronutrientes. Finalmente se realizó un análisis costo-beneficio donde se comprobó que elaborar los muffins es factible con razón de que la TIR es de 32%, para llegar al punto de equilibrio de debe generar ingresos de USD 87808,07 lo que representa a 146346,78 unidades con un costo variable de 0,20 centavos y finalmente un precio de venta al público de 0,60 centavos.

**Palabras clave:** muffin de chocolate, espirulina, hierro, proteína, malnutrición.

## ABSTRACT

The objective of the present titration work was to develop a product belonging to the bakery industry based on a commercial formulation with the addition of spirulina (*Arthrospira platensis*) as a protein and ferric enhancer for children from one to eight years old. Three formulations with different concentrations of spirulina of 1% (MS-1), 2% (MS-2) and 3% (MS-3) were carried out. The effect of this incorporation in the nutritional and sensory characteristics of the muffin was evaluated by means of proximal and bromatological chemical analysis, performing acceptability analysis for attributes of flavor, color, odor and texture by means of a five-point facial hedonic scale and significant differences were found for the analyses (Tuckey at 5%). As a result, it was concluded that chocolate muffin with a concentration of 1% spirulina (MS1) had a greater acceptance. A proximal chemical analysis of the muffin was also carried out, obtaining nutritional information of each type of formulation, as a result a percentage of iron and gradual protein was obtained between the 1%, 2% and 3% treatments with the addition of spirulina, the treatment (MS-3). It was concluded that it is the one that has the greatest amount of iron and protein due to the fact that the highest percentage of the algae was incorporated, that is 3% of spirulina, it was the best with respect to the amount of macro and micronutrients. Finally, a cost-benefit analysis was carried out in which it was proven that muffin production is feasible, given that the IRR is 32%, to reach the equilibrium point it must generate income of USD 87808.07, which represents 146346.78 units with a variable cost of 0.20 cents and finally a retail price of 0.60 cents.

**Keywords:** Chocolate muffin, Spirulina, Iron, Protein, Poor nutrition.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1 Objetivo general .....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
3. MARCO TEÓRICO .....	3
3.1 La espirulina y sus generalidades .....	3
3.1.1 Clasificación Taxonómica .....	4
3.1.2 Composición Físico Química .....	5
3.1.3 Importancia de la Espirulina.....	10
3.1.4 Producción de espirulina.....	11
3.1.5 Productores de espirulina en Ecuador .....	13
3.1.6 Usos de la Espirulina .....	14
3.2 La Malnutrición y los requerimientos nutricionales en niños .	15
3.2.1. La malnutrición a nivel mundial.....	15
3.2.2. La malnutrición en Ecuador .....	16
3.2.3. Prevención de la malnutrición en Ecuador.....	17
3.2.4. Hierro.....	18
3.2.5 Fuentes alimenticias ricas en hierro.....	22
3.2.6 Proteína .....	22
3.2.7. Vitamina C .....	26
3.3 Producto Horneado. ....	27
3.3.1 Muffin como medio para consumo de espirulina .....	28
3.4 Alimentos fortificados .....	28

4. METODOLOGÍA .....	29
4.1 Ubicación.....	29
4.2 Materiales y Equipos para elaboración de muffins. ....	29
4.3 Proceso de elaboración del muffin. ....	31
4.3.1 Proceso de elaboración del relleno.....	34
4.4 Formulación del muffin.....	37
4.4.1 Ensayos preliminares .....	37
4.4.2 Desarrollo de las formulaciones.....	37
4.4.1 Diseño experimental .....	38
4.5 Análisis de aceptabilidad del muffin .....	39
4.6 Análisis bromatológicos del muffin .....	40
4.7 Análisis Costo- beneficio.....	41
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
5.1 Formulación del muffin.....	41
5.2 Análisis de aceptabilidad.....	44
5.3 Análisis bromatológicos del muffin .....	50
5.4 Análisis costo- beneficio y punto de equilibrio.....	53
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
6.1 Conclusiones .....	57
6.2 Recomendaciones.....	58
REFERENCIAS .....	59
ANEXOS .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Espirulina</i> ( <i>Arthrospira platensis</i> ) .....	5
Tabla 2. Propiedades físicas de la espirulina. ....	5
Tabla 3. Composición de macronutrientes de la <i>Espirulina</i> en 100 g de producto deshidratado. ....	6
Tabla 4. Composición de minerales de la espirulina deshidratada .....	6
Tabla 5. Composición de vitaminas de la espirulina deshidratada.....	7
Tabla 6. Composición de lípidos de la espirulina deshidratada .....	8
Tabla 7. Composición de los aminoácidos esenciales y no esenciales de la espirulina deshidratada .....	9
Tabla 8. Principales productores de espirulina a nivel mundial. ....	11
Tabla 9. Principales empresas productoras de suplementos alimenticios a base de espirulina o llamadas micro algas en Latinoamérica.....	12
Tabla 10. Indicadores de tratamientos .....	31
Tabla 11. Características del diseño experimental para análisis de aceptabilidad.....	38
Tabla 12. Métodos usados para el análisis bromatológico del muffin .....	40
Tabla 13. Formulación de muffins con diferentes tratamientos de espirulina... ..	42
Tabla 14 Promedio análisis sensorial según el Nivel de <i>Espirulina</i> .....	44
Tabla 15. Tabla de calorías del muffin y requerimiento calórico diario. ....	50
Tabla 16. Resultados del análisis químico del muffin de chocolate, guayaba y espirulina.....	51
Tabla 17. Análisis Físico Químico (Proteína y hierro) de las Muestras .....	52
Tabla 18 Resumen de inversiones. ....	53
Tabla 19. Resumen de costos y gastos.....	53
Tabla 20. Punto de equilibrio.....	54

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Espirulina Platensis .....	4
Figura 2. Alimentos con alta cantidad de hierro.....	22
Figura 3. Alimentos ricos en proteína .....	24
Figura 4. Fuentes altas en vitamina C .....	27
Figura 5. Proceso para elaborar muffin .....	32
Figura 6. Proceso para elaborar el relleno de guayaba .....	35
Figura 7. Muffins de chocolate con espirulina y guayaba. ....	44
Figura 8. Promedio de Espirulina según variable sensorial .....	45
Figura 13. Comparación de la Propiedades Físico-Químicas para las muestras de Muffin de chocolate con guayaba .....	52
Figura 14. Punto de Equilibrio .....	55

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la civilización las culturas ancestrales demostraban su ingenio al utilizar recursos naturales llevando hábitos alimenticios a base de hierbas y plantas propias de su entorno dejando como una enseñanza una forma de vida basada en respeto y armonía con el ecosistema. En la actualidad la vida rápida, ocupaciones y el esfuerzo físico y mental dentro de la sociedad ha llevado a que el ser humano deje de lado los buenos hábitos alimenticios y la adecuada alimentación. En consecuencia, a esto se han ido desarrollando diversos problemas en cuanto a la salud que dejan secuelas colectivas. (OMS, 2003). Por ello es necesario dar importancia a alimentos que cubran las necesidades de nutrientes vitales para el correcto funcionamiento del organismo como tal, existen fuentes naturales que pueden ayudar a llegar a cubrir estos requerimientos nutricionales y uno de estos es la espirulina.

La espirulina existe ya hace tres millones de años en el planeta, su consumo se remonta desde el siglo IX como una fuente alimenticia, se cree que en el siglo VXI en México fue consumida por los aztecas, ya que existen registros históricos que reportan que los nativos recolectaban esta alga en el lago Texcoco y elaboraban pastelillos hechos a base de espirulina, era uno de los alimentos básicos de origen vegetal en su dieta diaria. En la actualidad esta alga es muy popular en el mundo y es conocida como un súper alimento por su alto valor nutricional. (Ortega, 1994)

Dentro de los alimentos de mayor cantidad de micro y macronutrientes se encuentra esta micro alga ya que tiene un alto poder nutritivo y es de fácil asimilación comparándola con otras fuentes de origen vegetal e incluso de origen animal, por esta razón se han convertido en una alternativa para complementar el déficit de nutrientes en la dieta humana. Para mantener una buena salud desde el punto de vista nutricional el hombre debe consumir diariamente una cierta cantidad de micro y macronutrientes los cuales se encuentran en los alimentos, sin embargo la constante adaptación que se ha desarrollado a lo largo de la evolución ha causado que exista una amplia gama de productos procesados que tienen muy bajo o no tienen micronutrientes ya que no se

enfocan en la nutrición en sí más bien buscan intereses personales propios de las empresas, en consecuencia a esto se elaboran productos con bajo valor nutricional y por lo tanto esto se refleja en problemas graves de salud, una alimentación inadecuada con dietas desequilibradas causan una llamada “hambre oculta” por qué se desarrolla en periodos largos de tiempo y no son perceptibles sus consecuencias hasta que llega un punto de causar un daño irreversible. aunque la persona consume su dieta habitual y se llene no significa que haya consumido todos los nutrientes que necesita su organismo para su correcta salud nutricional, si no que el déficit o carencia de micro y macronutrientes genera un organismo hambriento de una correcta nutrición. (Henrikson R. , 1994)

Estos requerimientos del organismo humano los puede cubrir la espirulina esta es alta en contenido de micro y macronutrientes, en proteína representa un 55% a 70% del total de su composición y contiene los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita para su correcto funcionamiento. Es una fuente rica en hierro altamente asimilable, este mineral es importante ya que no se absorbe en su totalidad en el intestino y por ello se requiere cantidades considerables en la dieta diaria. Es uno de los minerales más relevantes por su deficiencia tanto mundial como nacional (Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud , 2014)

La espirulina con su alto valor en nutrientes y vitaminas junto con los ingredientes intrínsecos en el muffin, ofrecen lo necesario en micro y macronutrientes en la dieta tanto de la población infantil como adulta mejorando los aspectos nutricionales de los mismos. Al conocer los diferentes beneficios de consumo de esta alga y las bondades alimenticias que representa, es que se da una idea para la creación de productos a base de espirulina. (Fábregas, 2003)

Por lo ya expuesto, el objetivo del presente proyecto es el desarrollo de un muffin con alto valor proteico y alta cantidad de hierro en su composición, evaluando estas características mediante análisis de aceptabilidad y bromatológicos, siendo una alternativa de consumo para niños ya que en Ecuador no existe

productos con esta alga y menos productos de panificación que sean enriquecidos con la misma.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Formulación de un muffin de chocolate, espirulina y guayaba para niños de uno a ocho años de edad.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Desarrollar tres formulaciones de muffins con diferentes concentraciones de espirulina.
- Analizar el contenido de proteína y hierro de las distintas formulaciones del muffin de chocolate con espirulina y guayaba.
- Valorar la aceptabilidad de cada formulación mediante pruebas hedónicas.
- Realizar un análisis costo beneficio de la realización del producto.

## **3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1 La espirulina y sus generalidades**

La espirulina es una cianobacteria filamentosa del genero *Arthrospira*, crece en diferentes hábitats principalmente en regiones tropicales y subtropicales con temperaturas de 35°C, esta necesita una gran cantidad de radiación solar, su crecimiento se da en aguas alcalinas con pH de 8.5 Y 11, ricas en dióxido de carbono, oxígeno y su producción industrial se la realiza con bicarbonato de sodio; todas estas condiciones hacen que no pueden proliferar otros microorganismos por ello hace que la espirulina tenga una cierta pureza y sea dominante en su ambiente (Tomaselli, 1997).

El consumo de espirulina se remonta a unos 3.500 millones de años; es una de las plantas más antiguas y de estas micro algas se cultiva en diferentes lugares del mundo, desde los aztecas que recolectaban en un lago llamado Tenochtitlan, luego se secaba y comercializaba en el mercado de la ciudad, consumían desde los que recolectaban peces en la costa e incluso en los palacios de la nobleza, todos se alimentaban con espirulina. Cabe mencionar que también se alimentaban con espirulina en África en el lago Chad, ellos hace siglos elaboraban galletas con esta alga y en la actualidad es consumida por deportistas e incluso se enriquece alimentos para los astronautas en la NASA (Ponce, 2013).



*Figura 1* *Espirulina Platensis*

Tomado de (Nación Farma, 2019)

### **3.1.1 Clasificación Taxonómica**

Según la clasificación del manual de bacteriología determinativa de Bergey la *Espirulina* (*Arthrospira*) corresponde a las bacterias que son fotosintéticas oxigénicas. (Castenholz, 2001) La clasificación taxonómica de *Espirulina platensis* se representa en la tabla 1.

Tabla 1.

*Clasificación taxonómica de Spirulina (Arthrospira platensis)*

<b>Dominio</b>	<b>Bacteria</b>
<b>Filo</b>	Cyanobacteria
<b>Clase</b>	Cyanophyceae
<b>Orden</b>	Oscillatoriales
<b>Familia</b>	Phormidiaceae
<b>Subfamilia</b>	Phormidioceae
<b>Genero</b>	Arthrospira
<b>Especie</b>	<i>Arthrospira platensis</i>

Tomado de (Chamorro G S. M., 1996)

**3.1.2 Composición Físico Química**

La espirulina es una micro alga que contiene un alto contenido proteico, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Su absorción en el organismo está entre 85 a 95%. Además, es una fuente rica en proteínas con un 65% del total de su composición. La calidad de proteína es alta como se puede observar en la tabla 7 debido a que contiene metionina, lisina, fenilalanina, leucina, isoleucina, treonina, triptófano y valina es decir todos los aminoácidos esenciales ya que nuestro cuerpo no lo produce y se requiere en la alimentación (Henrikson R. , 1994).

Tabla 2.

*Propiedades físicas de la espirulina.*

<b>Apariencia</b>	<b>Polvo fino</b>
<b>Color</b>	Verde azulado
<b>Olor y sabor</b>	Muy fuerte, sabor a alga
<b>Densidad</b>	0,5 g/lt

<b>Tamaño de partícula</b>	9 a 25 $\mu$
----------------------------	--------------

Tomado de (USDA., 2018)

Tabla 3.

*Composición de macronutrientes de la Espirulina en 100 g de producto deshidratado.*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>100</b>
<b>Agua</b>	G	4,68
<b>Energía</b>	Kcal	290
<b>Energía</b>	KJ	1.213
<b>Lípidos totales</b>	G	7,72
<b>Proteína</b>	G	57,47
<b>Carbohidrato</b>	G	23,9
<b>Azúcares totales</b>	G	3,1
<b>Fibra</b>	G	3,6

Tomado de (USDA., 2018)

En la tabla 2, se observa las propiedades físicas de la espirulina y como se observa en la tabla 3, la espirulina tiene más de la mitad de su peso en proteínas, por ello es una opción para el enriquecimiento de productos, debido a su bajo aporte de lípidos y azúcares lo convierte en un alimento con bajo aporte calórico.

Tabla 4.

*Composición de minerales de la espirulina deshidratada*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>100</b>
<b>Hierro</b>	Mg	28,5
<b>Calcio</b>	Mg	120

<b>Magnesio</b>	Mg	195
<b>Fosforo</b>	Mg	118
<b>Potasio</b>	Mg	1363
<b>Sodio</b>	Mg	1048
<b>Zinc</b>	Mg	2
<b>Cobre</b>	Mg	6,1
<b>Manganeso</b>	Mg	1,9
<b>Selenio</b>	Ug	7,2

Tomado de (USDA, 2017)

La espirulina contiene diversos minerales en su composición, los cuales son vitales en nuestra dieta. En su composición, como se observa en la tabla 4, se encuentran minerales como el potasio, magnesio, fósforo, cobre, y hierro, en mayor cantidad que muchos otros alimentos, lo que nos brinda una excelente fuente para enriquecer con minerales diversos productos, incluso no es común tener más de 10 minerales en un solo alimento.

Tabla 5.

*Composición de vitaminas de la espirulina deshidratada.*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>100</b>
<b>Vitamina C</b>	mg	10,1
<b>Tiamina (B1)</b>	mg	2,38
<b>Riboflavina (B2)</b>	mg	3,67
<b>Niacina (B3)</b>	mg	12,82
<b>Acido pantoténico (B5)</b>	mg	3,48
<b>Vitamina B6</b>	mg	0,364
<b>Folato (B9)</b>	ug	94
<b>Colina (B7)</b>	mg	66
<b>Vitamina A</b>	ug	29
<b>Caroteno</b>	ug	342

<b>Vitamina E</b>	mg	5
<b>Vitamina K</b>	ug	25,5

Tomado de (USDA, 2017)

Como se observa en la tabla 5, la espirulina tiene la mayoría de vitaminas que nuestro cuerpo necesita para su correcto funcionamiento, la espirulina tiene tanto las vitaminas +A, E, K, así como las vitaminas del complejo B, como la B1, B2, B3, B5, B6, B9. y Vitamina C por su sobresaliente cantidad en 100 g de espirulina.

Tabla 6.

*Composición de lípidos de la espirulina deshidratada*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>100</b>
<b>Ácidos grasos saturados</b>	G	2,65
<b>Ácido mirístico</b>	G	0,08
<b>Ácido palmítico</b>	G	2,50
<b>Ácido esteárico</b>	G	0,08
<b>Ácidos grasos mono saturados</b>	G	0,68
<b>Ácido palmitoleico</b>	G	0,33
<b>Ácido oleico</b>	G	0,35
<b>Ácidos grasos poliinsaturados</b>	G	2,08
<b>Ácido linoleico</b>	G	1,26
<b>Ácido linolenico</b>	G	0,82

Tomado de (USDA, 2017)

La espirulina también contiene buena fuente de lípidos como se observa en la tabla 6, desde ácidos palmíticos hasta ácido linoleico y linoleico, teniendo 9 tipos de ácidos grasos dentro de un mismo alimento (USDA, 2017).

En cuanto a la concentración lipídica se encuentra en 5.5% al 7% del peso de la espirulina en seco, aunque otra fuente se aclara que tiene más concentración de lípidos aproximadamente de 11% obtenidos mediante otros procedimientos mejoradas de extracción (Belay, 2002).

Tabla 7.

*Composición de los aminoácidos esenciales y no esenciales de la espirulina deshidratada*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>100</b>
<b>Triptófano</b>	G	0,93
<b>Tirosina</b>	G	2,97
<b>Isoleucina</b>	G	3,21
<b>Leucina</b>	G	4,94
<b>Lisina</b>	G	3,02
<b>Metionina</b>	G	1,15
<b>Cisteína</b>	G	0,66
<b>Fenilalanina</b>	G	2,78
<b>Tirosina</b>	G	2,58
<b>Valina</b>	G	3,51
<b>Arginina</b>	G	4,14
<b>Histidina</b>	G	1,08
<b>Alanina</b>	G	4,51
<b>Acido aspártico</b>	G	5,79
<b>Ácido glutámico</b>	G	8,38
<b>Glicina</b>	G	3,09
<b>Prolina</b>	G	2,38
<b>Serina</b>	G	2,99

Tomado de (USDA, 2017)

### 3.1.3 Importancia de la Espirulina

Su importancia fundamentalmente se basa en la cantidad de los macro y micronutrientes que lleva en su composición esta cianobacteria. Incluso la Organización Mundial de la Salud la denominó como un superalimento para combatir los problemas de desnutrición y la insuficiencia de micronutrientes. Además, un informe del instituto intergubernamental para el uso de microalgas de la Organización mundial de la salud recomienda su uso en contra de la malnutrición aguda y el desarrollo sostenible del planeta. La espirulina es segura y se representa como importante e interesante por varias razones, es muy rico en hierro y proteínas incluso más que algunos alimentos de consumo diario en nuestra dieta habitual y por eso si puede ser administrado en la dieta sin ningún tipo de riesgo (Piccolo, 2011). Se ha usado en niños y adolescentes incrementando la masa muscular y su mal nutrición en combinación con su dieta diaria habitual, el aporte energético que brinda la espirulina es considerado apto para personas que sufren a menudo desgaste intelectual y físico. Además, ayuda a combatir el insomnio por su alto contenido en melatonina.

En países en desarrollo la malnutrición figura un problema muy grave ya que según la el Ministerio de Salud Pública de Ecuador refiere que uno de cada cinco niños tiene malnutrición, por ello es que la producción en lo que se refiere a fuentes de alimentos alternativos son de mucha importancia. (Mondragón, 1984). Se puede utilizar como suplemento en la dieta diaria ya que los resultados de estudios en cuanto a la toxicidad reflejan la inocuidad de este alimento y por lo tanto seguro su consumo, (Chamorro G S.-J. M., 1995).

La espirulina se emplea en varias industrias como fuente de pigmentos naturales, obtención de aditivos que se usan en fórmulas de alimentos y farmacéuticas incluso para la obtención de vitaminas, minerales y ácidos grasos. (Robledo D. , 1997). Por otra parte, se han realizado diferentes estudios acerca de efectos que la *Espirulina* tiene en el ser humano. Varios efectos descubiertos son efectos antioxidantes, antivirales, antitóxicos, anticancerígenos, inmuno-regulación y contra la hiperglicemia e hiperlipidemia (Belay, 2002). A nivel experimental se ha

comprobado in vitro e in vivo la efectividad del tratamiento con espirulina para varios tipos de anemia, alergias, leucemia (Liu Y, 2000). En enfermedades virales, diabetes, inmunodeficiencias, en tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, obesidad, reducción de hepatotoxicidad y procesos inflamatorios, por ello se considera a esta cianobacteria como un promotor de la salud y se lo puede llamar nutraceutico (Alvúdez-Morales A, 2002).

### 3.1.4 Producción de espirulina

El continente asiático es pionero en la producción de espirulina donde el cultivo de esta se lleva a cabo intensivamente dentro de varios estanques que son artificiales. Hablando sobre producción ésta oscila alrededor de 10.000 toneladas de esta biomasa anual mundial. El proceso de obtención se desarrolla en estanques con recubrimientos de grado alimenticio ubicados en los rebordes altos de 30 cm, el agua del estanque es nutritiva para el crecimiento adecuado de las algas y tiene 20 cm de profundidad, esta agua nutritiva se mantiene en movimiento constante girando de manera lenta para garantizar que las algas reciban luz solar, la temperatura del medio es de 30°C a 35° C con luz solar, la lava que recubre los estanques capta la luz y lo emite en la noche y es así como se mantiene caliente el estanque para el óptimo crecimiento de la espirulina. Después de siete días se recolecta por medio de filtros y se procede a lavar con agua pura y se seca inmediatamente y se procede a pulverizar para poder así elaborar encapsulados o comprimidos que se comercializan como suplementos alimenticios (Vonshak, 2000). En la tabla 8 se muestran los principales productores a nivel mundial.

Tabla 8.

*Principales productores de espirulina a nivel mundial.*

Compañía	País	Producción total (Ton)	Productos
----------	------	------------------------	-----------

<b>Eartrise Farms</b>	EEUU	450	Espirulina pulverizada, tabletas, alimentos formulados y colorante azul.
<b>Haiman-DIC Microalgae Co. Lid.</b>	India	330	Espirulina pulverizada, tabletas, alimentos formulados.
<b>Cyanotech Corp.</b>	EEUU	300	Espirulina con alto contenido en ficobiliproteínas, pigmentos fluorescentes utilizados en diagnósticos inmunológicos
<b>Nan Pao Resins Chemical Co. Lid.</b>	Taiwán	150	Polvo de espirulina y comprimidos.
<b>Dainippon INK&amp; Chemicals INC.</b>	Tailandia	135	Espirulina pulverizada, tabletas, alimentos formulados y colorante azul.
<b>Genix</b>	Cuba	100	Suplementos nutricionales con espirulina y cosméticos
<b>Ballapur Industries Lid. Spirulina Farm</b>	India	85	95% polvo de Espirulina y 5% comprimidos
<b>Myanmar Micro alga</b>	Myanmar	40	Comprimidos de espirulina
<b>Solarium Biotechnology</b>	Chile	28,6	Espirulina fresca, seca pulverizada
<b>Wuhan Micro alga Biotechnology Co.</b>	China	25	Polvo, comprimidos y capsulas de espirulina, alimentos para humanos, moluscos y crustáceos.

Tomado de (Vonshak y Sánchez, 2003)

En cuanto a Latinoamérica la espirulina se produce en algunos países como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9.

*Principales empresas productoras de suplementos alimenticios a base de espirulina o llamadas micro algas en Latinoamérica*

<b>Empresa</b>	<b>Productos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Microalgas cultivadas</b>
----------------	------------------	------------------	------------------------------

<b>Genix</b>	Suplementos alimenticios	Cuba	Espirulina sp.
<b>Solarium Biotechnology S.A</b>	Suplementos alimenticios en cápsula y polvo.	Chile	Espirulina máxima
<b>Algae Fuels S.A</b>	Harina enriquecida	Chile	Espirulina sp.
<b>Biolets S.A</b>	Suplementos alimenticios en cápsula y polvo.	México	Espirulina sp.
<b>Biomex</b>	Suplementos alimenticios en cápsula.	México	Espirulina sp.
<b>Acuisur</b>	Suplementos alimentarios para humanos y agricultura en cápsula, polvo y Suginori.	México	Espirulina sp.
<b>Andexs Biotechnology SRL</b>	Suplementos alimentarios en cápsula, polvo y Suginori.	Perú	Espirulina platensis y Chlorella sp.
<b>AndesSpirulina C.A</b>	Suplementos alimenticios en capsula, polvo y micro cápsula.	Ecuador	Espirulina sp.
<b>Solazyme</b>	Suplementos proteicos y aceites	Brasil	Especies autóctonas de Brasil
<b>Ocean Drop LTDA</b>	Suplementos alimenticios en cápsulas	Brasil	Espirulina sp y Chlorella sp.

Adaptado de (Vonshak y Tomaselli, 2009)

### 3.1.5 Productores de espirulina en Ecuador

Las principales empresas que producen espirulina en el Ecuador son Mertens&Aso (50% ganado), Aldanempres Cia. Ltda., Andespirulina, Ormaza, Exportadora Beltrán Sánchez, Mystic Farms entre otros.

En general las empresas que sobresalen son Mertens&Asó C.A que puso a producción una planta con capacidad de 33 toneladas de esta cianobacteria por año y por otro lado se encuentra Aldanempres Cia. Ltda en Cayambe, su capacidad de producción es de 14 toneladas de espirulina anual y una empresa

reconocida, aunque más pequeña que las mencionadas es AndesSpirulina C.A la cual produce 3 toneladas anuales y a base de Spirulina sp. Las empresas comercializan la espirulina en diferentes presentaciones por ejemplo como tableta, polvo micro capsula, y en lámina para elaborar suplementos alimenticios.

### **3.1.6 Usos de la Espirulina**

Debido a su composición nutricional, la espirulina tiene diversos usos biotecnológicos, industriales y nutricionales. Estas micro algas tienen diversos usos y se ha evidenciado un importante potencial que poseen para poder fabricar biocombustibles, se puede usar para la producción de biodiesel ya que pueden almacenar energía química, pero en forma de grasa o lípidos. Son fuentes también de sustancias anti microbianas e incluso tienen acción contra ciertos organismos que son resistentes y tienen un gran potencial para poder ser integradas en nanotubos y nano-fibras para que de esta forma pueda ayudar a conseguir moléculas anti microbianas que sean capaces de poder resolver problemas en cuanto a infecciones o contaminación que no han sido resueltos por los antibióticos más comunes (L. Ramirez-Merida, 2014).

La espirulina surge como un suplemento alimenticio atendiendo a la demanda creciente de este tipo de productos complementarios a la alimentación. Estas micro algas se destacan por su alto poder nutritivo en macro y micronutrientes, también son depurativas ya que poseen un ácido llamado algénico, este ayuda a eliminar sustancias que se consideran tóxicas para el cuerpo como son algunos minerales, mercurio, plomo, arsénico entre otras que se encuentran depositadas en la sangre. Además, la espirulina es incorporada en la industria de alimentos en diferentes alimentos preparados para consumo directo, su uso se remota en la dieta del hombre hace algunos siglos atrás en varios continentes por el lado de tribus como los Aztecas que cultivaban cianobacterias como es la *Spirulina máxima* y *Spirulina platensis* en un lago llamado Texcoco, se extraía de este lago y en telas se procedía a prensar y expulsar el agua y se colocaba en la arena para que el sol lo seque y así obtenían una masa que elaboraban pasteles que eran

expendidos en el mercado de la ciudad. Este producto se lo conocía como "tecuilatlatl" (Barros, 1999).

### **3.2 La Malnutrición y los requerimientos nutricionales en niños y**

Para hablar de la malnutrición primero se hablará de la nutrición, refiriéndonos a los requerimientos nutricionales de los niños objetivo los cuales son niños de 2 a 8 años de edad. Los niños de este rango de edad están en crecimiento rápido (57 cm en cuanto a la talla y al peso aumentan de 2,5 a 3,5 kg por año) hasta los 6 años a partir del séptimo año se vuelve más estable y el crecimiento es lineal es decir un promedio de 6 cm por año y 2 en los primeros años y 4,5 kg de peso cuando se acercan a la pubertad. El requerimiento promedio para los niños de 2 a 8 años es de 1,5 L/ día de agua, 130 g/día de carbohidratos, 22 g/día de fibra, 2 g/kg/día de proteína, 650 mg/día de calcio, 475 mg/día de fosforo, 8 mg/ día de hierro, 3,4 g/día de potasio, 1,1 g/ día de sodio, 20 mg/día de Vitamina C, 6,5 mg/día de Vitamina E, 350 µg/día de Vitamina K, 1,1 µg/día de Vitamina B12, 0,6 mg/día de Vitamina B6, 5 µg/día de vitamina D.

#### **3.2.1. La malnutrición a nivel mundial**

Una de las deudas más grandes a nivel mundial es la malnutrición infantil, ya que responde con aproximadamente la mitad de las muertes en niños menos de cinco años de edad. En el 2017, la desnutrición afecta a más de 160 millones de niños mientras que el sobrepeso a 40 millones; diferenciándose dependiendo del nivel de desarrollo del país (FAO, 2018). La desnutrición supera en grupos que tienen ingresos bajos y el sobrepeso en grupos de ingreso alto. En resultado, ya sea el sobrepeso o la desnutrición es un grave problema que afecta en general a la humanidad. En el año 1988, Amartya Sen ganó el premio Nobel por haber contribuido al análisis del bienestar económico, habla de la malnutrición en niños que se convierte en un problema social que restringe diferentes capacidades como por ejemplo la capacidad funcional de las personas. Las consecuencias de este mal pueden ser a largo, medio y corto plazo y va deteriorándose en términos de la salud, el desarrollo, ingresos, educación y en general afecta a la sociedad.

La desnutrición puede llegar a ser letal o dejar secuelas en los niños, la desnutrición crónica en los últimos 65 años ha causado en México alrededor de 2 millones de muertes prematuras y en Ecuador más de 300.000 muertes. Una de cada 6 infecciones respiratorias y del 3 al 4% de cuadros de diarrea en los niños se atribuye a la desnutrición en los mencionados países (Fernandez, 2017).

La CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) y el PMA (Programa Mundial de Alimentos) se comprometieron en elaborar instrumentos para lograr que los responsables puedan evidenciar y diseñar programas y políticas que logren erradicar la malnutrición en sus países. Con el *costo de la Doble carga de la malnutrición* ha crecido el número de países que están optando por el cambio o transición nutricional que tiene una herramienta que logra medir el impacto combinado del presente y el futuro del sobrepeso y desnutrición.

### **3.2.2. La malnutrición en Ecuador**

En América Latina incluyendo al Caribe el sobrepeso infantil se ubica en 7% y la desnutrición en un 11%, no obstante, hay países que la desnutrición llega a un 50% por Ejemplo en Guatemala, 24% en Ecuador o al otro extremo por ejemplo Chile solo existe 2% de desnutrición infantil. En Ecuador se ha caracterizado la malnutrición por disminuir paulatinamente, pero continúa impactando a una cuarta parte de niños menores de cinco años de edad y una inclinación hacia el sobrepeso y obesidad infantil. Es más preocupante ya que se disgrega por provincia, etnia, la quinta parte del ingreso y educación materna. Se puede pensar un cambio en tiempo de la malnutrición en niños a pesar de que ha existido un aporte y compromiso político, sigue siendo un gran porcentaje de niños en desnutrición.

La desnutrición crónica representa un 23,9% en niños menores de cinco años en el entorno de zonas rurales y el sobrepeso u obesidad se da en tres por cada diez niños, la deficiencia de nutrientes y sobrepeso puede darse en una misma persona, pero en diferentes etapas de su vida dando a entender que el problema

es como llevan su dieta ya que no es adecuada si padecen de estas patologías. El gobierno ecuatoriano quiere lograr diferentes estrategias para que existe disponibilidad de una variedad de dietas que sean nutritivas para la población, incluso pretenden reducir la mala nutrición (FAO., 2017).

### **3.2.3. Prevención de la malnutrición en Ecuador**

Están siendo impulsadas diferentes acciones como el programa de Alimentarte Ecuador que tiene énfasis a la atención a hogares que tienen niños y niñas menores de cinco años; el programa de promoción de lactancia materna como PANN 2000 que va dirigido a mujeres embarazadas y mamás que dan de lactar. El programa de micronutrientes que incluye diversos productos fortificados como es el trigo con hierro, la sal con yodo y la diversificación de dietas y suplementación con vitamina A y hierro; está el programa de Escuelas saludables el cual logra que los niños y niñas tengan acceso a una dieta adecuada, impulso a educación sanitaria, acceso a servicio de agua y saneamiento y también acceso a educa nutricional (UNICEF, 2016).

Existe amplia evidencia del impacto positivo del ámbito de los programas para reducir la desnutrición, destacan algunos estudios de The Lancet (2008 y 2013) además de los avances en cuanto a las políticas de seguridad alimentaria y nutricional por cada región. En el caso de la malnutrición hablando sobre la desnutrición y el sobrepeso, el foco son los niños hasta el primer año ya que son más vulnerables y es una etapa primordial para su desarrollo y crecimiento, reconocida mundialmente como "la ventana de los 1000 días". En cuanto al sobrepeso se da en la etapa entre los tres y seis años de edad ya que aquí es crucial establecer en su hogar hábitos saludables en la alimentación además de actividad física continua.

Martínez y Palma (2015) evidencian de que existe una relación entre dos tipos de intervenciones que son la directa y sensibles y las directas que logran énfasis en la etapa fetal y los primeros años de vida del niño. Martínez y palma junto con

The maternal and child nutrition study group (2013) señalan que las áreas a tratar son la producción de alimentos de alta calidad biológica, calidad e inocuidad de los mismos, asistencia alimentaria y sanitaria e información acerca de nutrición y salud. Las causas de la malnutrición aparecen en etapas tempranas de los niños y se da por mala alimentación, por déficit o exceso en la alimentación durante los primeros años de vida.

### **3.2.4. Hierro**

#### **3.2.4.1. Características del hierro**

Este micronutriente es un metal que cumple con importantes funciones ya que participa en diferentes procesos vitales en el organismo humano como por ejemplo la respiración celular y sistemas enzimáticos que son los responsables de la integridad celular. En la naturaleza naturalmente lo podemos encontrar como hidróxido férrico, óxido o como polímeros. Dentro de nuestro cuerpo en el organismo este metal actúa de manera funcional por ejemplo formando varios compuestos entre estos están las enzimas con un 15% y hemoglobina en 65% lo utilizan como grupo prostético o cofactor (transportador de citocromos, catalasas, oxigenasas, per oxidasas) además de mioglobina o también en la transferrina como hierro de transporte y también se utiliza como depósito que forma hemosiderina y la ferritina (Andrews, 2008).

El hierro en pequeñas dosis, es expulsado de la célula por descamación de una célula intestinal, puede ser liberado en el sudor, orina, excretado por heces o por descamación de la piel, es por eso que consumir hierro en la dieta es muy importante ya que debemos reponer el hierro que se ha usado y el que se ha perdido. Su exceso, así como su deficiencia puede lograr alterar funciones importantes de nuestro cuerpo, el metabolismo debe estar muy controlado incluso más en los niños ya que en ellos desde los 0 a 2 años suelen perder de 0.04 mg/Kg/d y en los niños de 2 a 8 años pierden de 0.03 mg/Kg/d.

### **3.2.4.2. Absorción del hierro**

El hierro es asimilado como hierro ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) que es la forma soluble en que puede atravesar la membrana de mucosa intestinal, el hierro principalmente se absorbe más eficazmente en el duodeno y en la parte alta del yeyuno, la membrana de la mucosa atrapa el hierro y permite que pase a la célula, dentro de la célula se oxida el hierro ferroso y se transforma a férrico. Aproximadamente solo se absorbe un 10% de hierro de los alimentos que consumimos y esto depende de diferentes factores inhibidores o promotores y puede variar la absorción hasta un 50%. En una dieta que se considera equilibrada por cada 100 kcal que se ingiere se tiene de 5 a 6 mg de hierro de los cuales solo se absorbe de 1 a 2 mg, pese a que es muy poca cantidad que se aprovecha se observa diferencias intra e inter individuales ya que una alimentación adecuada dará una cantidad suficiente de hierro al organismo por lo normal. Si se incrementa el hierro se aumenta la absorción sin embargo de 3 a 5 mg de hierro apenas se supera.

### **3.2.4.3. Regulación de la absorción por eventos fisiológicos y requerimientos de hierro**

Cuando el hierro ingresa por vía oral se prosigue con la digestión y en esta etapa es degradado de inicio por acción de la pepsina en el estómago, además, el ácido clorhídrico hace que se reduzca el hierro a un estado ferroso para poder absorberse. La absorción de este mineral está inversamente coordinado o relacionado con cada mecanismo que se menciona un estado de equilibrio férrico se va a absorber un 15% y cuando hay una deficiencia es hasta el 35%. (Nemeth, 2011). Existe una hormona llamada hepcidina que modula directamente los mecanismos, esta hormona es sintetizada por medio del hígado el cual va regulando su absorción y la movilidad del hierro. Se ha comprobado que tiene un papel importante en lo que se refiere al metabolismo del hierro, se enlaza con los casos de anemia crónica, y en caso de deficiencia de este mineral ésta refiere con casos de obesidad (Dietz, 1993).

El tipo de hierro que puede estar en un alimento es el medio por el que dependerá la absorción del mismo dentro del organismo, existen solo dos formas de hierro que tienen los alimentos son el no hemínico y el hemínico, este último mencionado es el que permite una mayor absorción del hierro.

#### **3.2.4.4. Importancia del hierro en la dieta diaria**

En el año 2011 alrededor de 300 millones de infantes en el mundo padecían de anemia. Lo que se cree es que es por carencia de hierro, el cual es un micronutriente importante y esencial para el buen desarrollo y crecimiento de las células en sistemas como el neuronal e inmunitario además activa la regulación del metabolismo energético. La carencia de este micronutriente es la consecuencia de una mala ingesta o mala absorción en la dieta, es de gran importancia y más aún en mujeres gestantes y niños ya que es necesario en periodo de crecimiento.

La anemia ferropénica se presenta más en niños porque tienen más necesidad de hierro por un largo periodo de crecimiento, principalmente en los cinco primeros años de vida. Esta anemia se relaciona con un incremento en la mortalidad en niños, mal rendimiento en la escuela y trastornos en el desarrollo cognitivo. Existe pruebas en niños de 24 a 59 meses de edad, que indican que la ingesta diaria de alimentos ricos en hierro o suplementos altos en este micronutriente genera un aumento de la ferritina que es un indicador y biomarcador de las reservas de hierro (Cook, 2005).

La OMS recomienda que se debe administrar diariamente alimentos o suplementos altos en hierro como medida de prevención y de salud pública, en niños escolares que están en un entorno donde prevalece la anemia ya que en los niños y lactantes es de 40% por delante si se administra este micronutriente diariamente en la proporción adecuada aumentará la concentración de hemoglobina y así mejoran los niveles de hierro.

### **3.2.4.5. Consecuencias de la deficiencia de hierro en la etapa de crecimiento**

El hierro se encuentra en cantidades pequeñas en el organismo humano, este actúa como cofactor en varios procesos biológicos que son importantes e indispensables para vivir, por ejemplo, para la fosforilación oxidativa, transporte de oxígeno, metabolismo de neurotransmisores. La carencia o deficiencia de hierro es un de las más importantes faltas nutricionales a escala mundial y causa primordial de anemia. Los niños y las mujeres en edad fértil (por pérdida de hierro en el sangrado menstrual) y las mujeres embarazadas por la necesidad de este mineral; son los más afectados en países en vías de desarrollo. El aumento de la necesidad y hierro en estas etapas no es suficiente solo con la dieta normal ya que no cubre las necesidades de hierro o la persona presenta mala absorción del mineral.

En los prematuros es inclusive más la predisposición de desarrollar anemia ya que tiene depósitos menores cuando nace y elevados requerimientos de hierro, en el niño mayor la etiología nutricional es menos dominante porque su dieta es más abundante y el ritmo de crecimiento es menor, si en esta etapa tienen anemia es porque lo vienen arrastrando desde pequeños en esta etapa predomina otras causas como síndrome de mala absorción o sangrados, de estos el sangrado más frecuente es el digestivo (INACG, 1981).

Se puede dar solución a la deficiencia de hierro, logrando modificar la dieta, suplementación o fortificación de alimentos, de manera ideal es incluir en la dieta alimentos ricos en hierro con una dieta adecuada sin embargo no siempre es posible lograr ya que los suplementos de hierro son costosos y existen limitaciones económicas. Una forma excelente de biodisponibilidad de hierro son los alimentos fortificados y es bueno ya que cuando se consume estos alimentos no es necesario una conducta de manera activa del sujeto y la suplementación de hierro medicinal se da cuanto se requiere una cantidad alta de hierro que no se cubre de manera normal (Meyers, 1983).

### 3.2.4.6 Fuentes alimenticias ricas en hierro

El hierro en los alimentos se encuentra de dos formas el hierro hemo y el no hemo, nuestro organismo absorbe de mejor manera el hierro hemo, los alimentos que tienen este hierro de origen vegetal y alimentos que son fortificados y enriquecidos con calcio también suelen tener hierro no hemo. Para una mejor absorción de este mineral de las fuentes de origen vegetal se debe acompañar con carnes blancas, rojas y alimentos que contengan vitamina C como las frutas de origen cítrico, también se los encuentra en cereales y en alimentos e origen animal como se observa en la figura 2 expresada en mg por cada 100g.

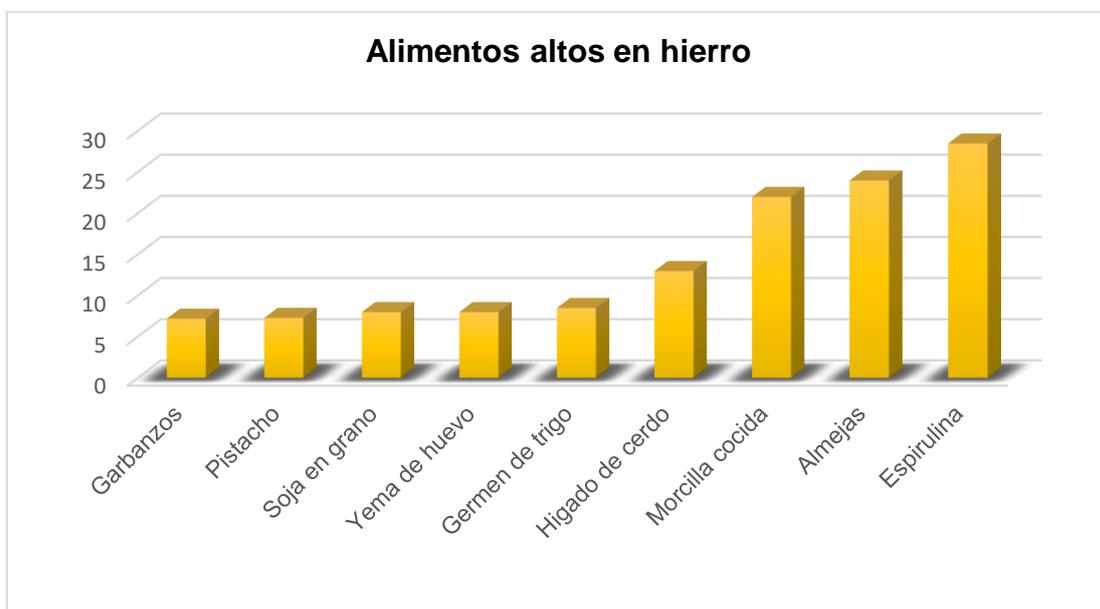


Figura 2. Alimentos con alta cantidad de hierro

Adaptado de (Mataix, 1993)

### 3.2.5 Proteína

#### 3.2.5.1. Características de la proteína

El correcto funcionamiento del organismo humano depende de una fuente muy importante de macronutrientes que cumplen funciones muy importantes y vamos

adquiriendo al suministrar a nuestro cuerpo y estas son las proteínas. Por cada gramo aportan 4 calorías lo mismo que los carbohidratos o hidratos de carbono, sin embargo, su función primordial no es energética, estas son el componente principal funcional y estructural de las células, además, cumplen con varias funciones dentro del organismo como, por ejemplo el papel de catalizar (enzimas), mecánico (colágeno y elastina), de protección (anticuerpos), almacén y transporte (citocromos, hemoglobina y mioglobina) mortalidad corporal (miosina y actina) y reguladora (hormonas) (Cheftel, 1989).

La proteína es uno de los macronutrientes que está presente en diferentes tipos de alimentos. Las proteínas están conformadas por cadenas de unidades estructurales de aminoácidos, su característica más importante es su contenido de nitrógeno que es de 16%, estos se unen por medio de enlaces peptídicos entre el grupo  $\alpha$ -amino y el grupo carboxilo, con pérdida de agua.

Existen 20 aminoácidos de los cuales el organismo humano puede fabricar 12 que son los aminoácidos no esenciales y los restantes ocho son llamados aminoácidos esenciales que son indispensables en la dieta y debemos incluir a través de la alimentación diaria. Los aminoácidos esenciales son fenilalanina, lisina, isoleucina, metionina, valina, treonina y triptófano. La histidina es un noveno aminoácido que es importante u indispensable en la etapa infantil puesto que se ha visto que un organismo infantil no puede sintetizar cierta cantidad que necesita. Los aminoácidos no esenciales son la glutamina, cisteína, ácido glutámico, ácido aspártico, hidroxilisina, alanina, serina, asparagina, prolina, tirosina, glicina, hidroxiprolina (Young, 1994).

En las recomendaciones dietéticas son de 40 a 60 gramos es lo que se recomienda como proteínas diarias en la dieta, puede variar según las diferentes necesidades y podría variar según la edad ya que los niños necesitan más cantidad de proteína diaria que las personas de mayor edad o las mujeres embarazadas necesitan un consumo mucho mayor, también depende de la salud de cada persona. Una deficiente o carencia de esta macromolécula puede ocasionar diferentes enfermedades, en los niños un retraso en su crecimiento y en el adulto alteraciones patológicas.

### 3.2.5.2. Fuentes alimenticias ricas en proteína

Las fuentes de aminoácidos esenciales se encuentran en proporciones diferentes en alimentos de origen vegetal como animal, se debe aseverar un correcto aporte de estos ocho aminoácidos fundamentales por ello es necesario llevar una dieta diría que sea equilibrada la cual debe incluir carnes blancas, rojas, alimentos de alto valor biológico ya que estos cuentan con todos los aminoácidos como se observa en la figura 3 expresada en g por cada 100g de alimento

En cuanto a los alimentos que son de origen vegetal no tienen todos los aminoácidos esenciales e incluso son deficitarios de varios de ellos, sin embargo, se puede llevar una dieta equilibrada si se combina varios alimentos para poder satisfacer algunos aminoácidos esenciales. (López R. , 2014)

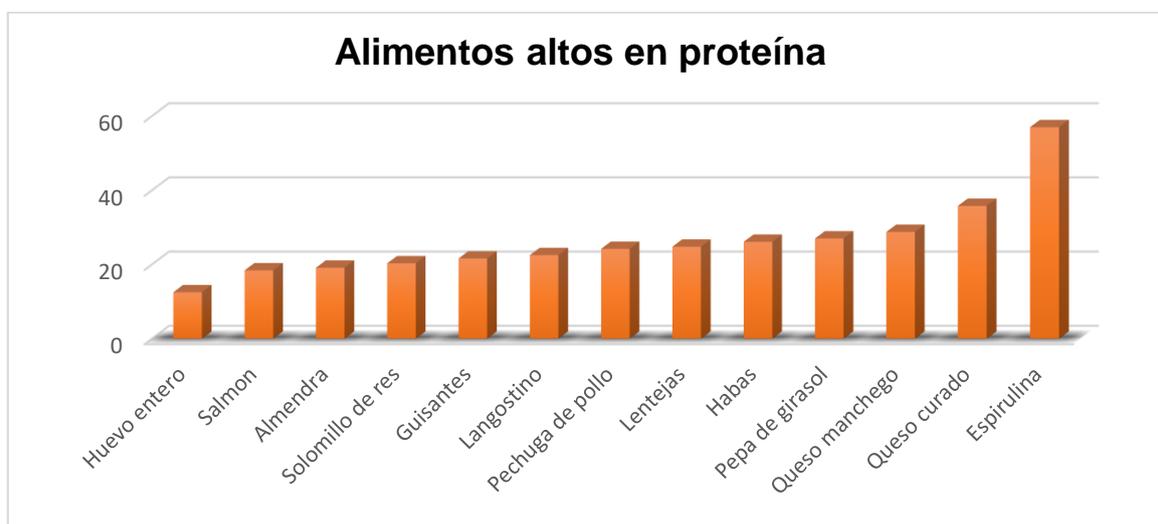


Figura 3. Alimentos ricos en proteína.

Adaptado de (López, 2014)

El requerimiento nutricional de este macronutriente es en adultos 0,8 g/kg/día, en infantes la cantidad es superior en niños menores de un año requieren de 1,5 g/kg/día, en niños de uno a tres años su requerimiento diario es de 1,1 g/kg/día, en escolares de pubertad de 4 a 13 años es de 0,95 g/kg/día, en la adolescencia de 14 a 18 años se requiere 0,85 g/kg/día y cuando hablamos de mujeres

embarazadas y lactantes es de 1,1 g/kg/día. En cuanto al % calórico por cubrir de proteína coincidente para un buen estado de salud dirigido a la población adulta se establece en 10 a 35% de kilocalorías en total.

### **3.2.5.3. Tipos de desnutrición calórica proteica**

La MPE (malnutrición proteino-energética) en niños es un grave problema a nivel mundial en la actualidad es uno de los problemas más importantes en el continente asiático, en América Latina, África y Cercano Oriente. La causa principal es la carencia de energía, no existe cifras exactas sobre la predominación de MPE, pero según la OMS (Organización Mundial de la Salud) han estimado que la asiduidad de esta malnutrición en niños que son menores de cinco años en países de desarrollo va disminuyendo paulatinamente de 42% en el año de 1975 a 35% en 1995. Sin embargo, en el año de 1975 aumento 195 millones y en el año 1994 a casi 200 millones y esto es el resultado de que una tercera parte en cuanto a la población mundial en niños menos de cinco años están desnutridos.

Cuando hay fallas en cuanto al crecimiento es la más importante expresión de la malnutrición proteino-energética, es causada por el bajo consumo de alimentos que son ricos en energía. Existen tres condiciones necesarias para poder evitar la mala nutrición y son buenas practicas alimentarias, disponibilidad y consumo de alimentos con alto valor biológico y buena salud, acceso a servicios médicos si una de ellas falla puede ser probable que existe una MPE.

La ingesta deficiente en hambrunas con periodos largos de tiempo y escasez de alimentos dan como resultado la pérdida de peso por perdida de musculo y el agotamiento que al final causa la muerte por inanición. Cicely William en la década de 1930, fue quien describió a detalle el termino y condición que designo "Kwashiorkor" y su significado es enfermedad del niño desplazado. Se describió como la más importante en la malnutrición y que se debía principalmente a la carencia de proteína. La solución era crear productos altos en proteína y poner a disponibilidad de los niños que se encuentren en riesgo. (Alvarez, 1991). En la actualidad la MPE consiste en una mala utilización de

energía y alimentos no solo a la carencia de un solo nutriente. La mala nutrición calórico proteica se presenta cuando hay una ineficiente cantidad de nutrimentos y calorías, en un extremo grado se presenta como Kwashiokor y marasmo en niños hasta tres años como resultado de una dieta baja en proteínas y energía (Henchion, 2017).

### **3.2.6. Vitamina C**

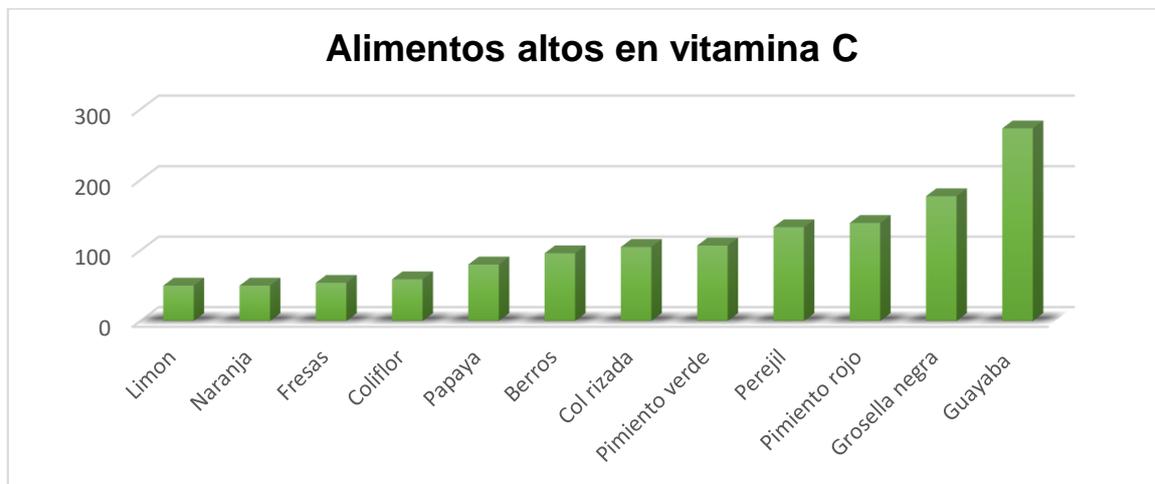
#### **3.2.6.1. Importancia del ácido ascórbico o Vitamina C en el metabolismo del hierro**

La vitamina C es un antioxidante que es necesario para poder formar y mantener el material intercelular adecuadamente. La insuficiencia o carencia de este micronutriente en los seres humanos puede llegar a provocar un lento proceso de cicatrización por ejemplo o provocar hemorragias y lento proceso de curación además de anemia. Esta vitamina es soluble en agua y por ello no se acumula en el organismo y por ello necesitamos una ingesta diría alta de esta vitamina. La podemos encontrar en frutas y vegetales. Es la más sensible a la luz, temperatura y oxígeno dentro de las vitaminas es por eso que se degrada muy fácil durante algún tipo de procedimiento o exposición de alimentos.

La vitamina C es importante para logran un buen funcionamiento del organismo. Este participa en el metabolismo de lípidos y vitaminas, desarrollo de tejidos conectivos, síntesis de hormonas y neurotransmisores, cicatrización de heridas y la función inmune. Esta vitamina C es importante para lograr la biosíntesis de sustancias y moléculas y logran inhibir la per oxidación de fosfolípidos de la membrana y además de que actúa en procesos de desintoxicación de radicales libres (NAP., 2000).

Entre los alimentos que contienen vitamina C entre las frutas se destaca la Guayaba, su aporte en esta vitamina y provitamina A es recomendable el consumo de la población y es de mayor importancia a personas que sufren carencias de vitaminas en su dieta. En la figura 4 se muestran los alimentos más

representativos en cuanto a vitamina C representado en mg por cada 100 gr de alimento.



*Figura 4.* Fuentes altas en vitamina C

Adaptado de (NAP, 2000)

### 3.3 Producto Horneado.

El muffin es considerado un producto horneado y mezclas secas de panadería según la norma técnica ecuatoriana (INEN, 2018). Es conocido también como magdalena o panquecito, es elaborado como producto de repostería, es horneado en moldes de manera individual, su forma es cilíndrica o con formas normalmente tienen un tipo de copa ancha en la parte superior por la adición de componentes químicos que hacen que se expanda la masa al hornearse. Normalmente se presentan en un papel que lo envuelve, su tamaño puede variar se presenta con el diámetro igual o inferior en comparación a la palma de la mano de un adulto. En las características físicas el inglés tiene una textura muy esponjosa (Crocker, 2000).

Se encontraron estudios realizados en América latina, en México específicamente sobre la elaboración de muffins según (Hood, 1992), indica que se clasifican dentro del grupo de panes rápidos ya que estos se preparan en un corto lapso de tiempo debido a que la acción leudante no se realizó con levadura

activa si no con agentes químicos y vapor por ello no se debe esperar para que el producto fermente, incluso en la mayoría de este tipo de panes les conviene que el gluten se desarrolle aunque solo sea parcialmente y la masa de los muffins se las manipula muy poco que ya si no los muffins no serán suaves ni ligeros, se llega a lograr hidratar los ingredientes secos porque de lo contrario se vuelve la masa dura, irregular y forman unos agujeros largos y grandes que se los denomina túneles. Además, el alto porcentaje de azúcar y grasa ayuda al acortamiento del conjunto de proteínas de tamaño pequeño llamado gluten. (Matz, 1978).

### **3.3.1 Muffin como medio para consumo de espirulina**

La razón por la cual a los niños les encanta los pasteles es porque tienen una necesidad biológica de azúcar debido al rápido crecimiento. El principal crecimiento de los niños se da antes de los 16 años y es cuando más necesitan alimentos con alto contenido calórico.

El sabor dulce es de preferencia innata ya que cuando el niño está en el útero materno recibe todos los nutrientes de su madre por el líquido amniótico, al final del embarazo incluso es capaz de reaccionar con diferentes expresiones a los sabores como al amargo y muestran agrado por el sabor dulce (Corminas, 2005).

Al nacer, muestra preferencia por el sabor dulce de la leche materna, algo que se mantiene durante la infancia. Incluso este sabor actúa también como analgésico para el infante, se caracteriza por ser un sabor que reconforta además de que los alientos de sabor dulce dan energía lo cual es necesario para los niños en etapa de crecimiento. Es por ello que se optó por un producto dulce y más aun siendo éste de chocolate, ya que es un producto de mayor demanda en el mundo por su sabor y aroma.

### **3.4 Alimentos fortificados**

Los alimentos fortificados son elementos que se adicionan a cierto alimento para poder compensar con deficiencias nutricionales y poder tener equilibrio en la

dieta, mejorar funciones fisiológicas además de prevenir enfermedades, a la elaboración en cierta etapa del alimento se la adiciona, elimina o sustituye uno o varios componentes. Unos proveen de nutrientes a la población dirigida a niños y adolescentes, otros proporcionan minerales, energía y proteína, están alimentos que se enriquecen para poder superar las deficiencias alimenticias y existe otro bloque que son suplementos para dietas dirigidos a deportistas. El objetivo de los alimentos fortificados es prevenir diferentes falencias en la dieta diaria de micro y macronutrientes, se encuentran alimentos fortalecidos con antioxidantes, proteína o hierro. la carencia o deficiencia de este último es una de las causas principales de anemia y se presenta en un alto número de niños. (FAO, 2017).

Los alimentos que se adiciona nutrientes se elaboran con el objetivo de prevenir enfermedades como ya se mencionó por ejemplo las barras suplementadas son calcio dirigidas a mujeres de mediana edad para prevenir osteoporosis, productos con proteína de soya para reducir el riesgo de sufrir cáncer de mama o productos con ácido fólico para prevenir cardiopatías, productos con adición de hierro para reducir la anemia en niños de temprana edad.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 Ubicación**

El presente trabajo de investigación y desarrollo de las formulaciones de muffins se realizaron en las instalaciones de la Universidad de las Américas en el laboratorio de procesamiento de alimentos, ubicado en el campus Queri, Quito-Ecuador.

### **4.2 Materiales y Equipos para elaboración de muffins.**

#### **Insumos**

- Espirulina en polvo
- Chocolate
- Harina de trigo
- Azúcar

- Cacao puro
- Levadura química
- Huevos
- Mantequilla
- Leche
- Sal
- Miel
- Agua
- Vainilla
- Guayaba
- Ácido cítrico

### **Materiales**

- Ollas de acero inoxidable
- Espátulas
- Bowls
- Probetas de 100 ml
- Manga
- Cuchillos
- Envases de vidrio
- Fundas plásticas Ziploc con cierre hermético
- Pirotines
- Moldes de polipropileno

### **Equipos**

- Balanza digital GX-6000
- Cocina
- KitchenAid K SM150PS
- Horno eléctrico DHG-9030<sup>a</sup>
- Refrigerador
- Termómetro de rango de 40 a 200°C
- Cronometro

### 4.3 Proceso de elaboración del muffin.

En la figura 5 se puede evidenciar las operaciones necesarias para elaborar un muffin y seguidamente se describe cada proceso. En tabla 10 se describe los indicadores de los tratamientos realizados.

Tabla 10.

#### *Indicadores de tratamientos*

Tratamiento	Indicador
Muffin con 1% de espirulina	MS-1
Muffin con 2% de espirulina	MS-2
Muffin con 3% de espirulina	MS-3

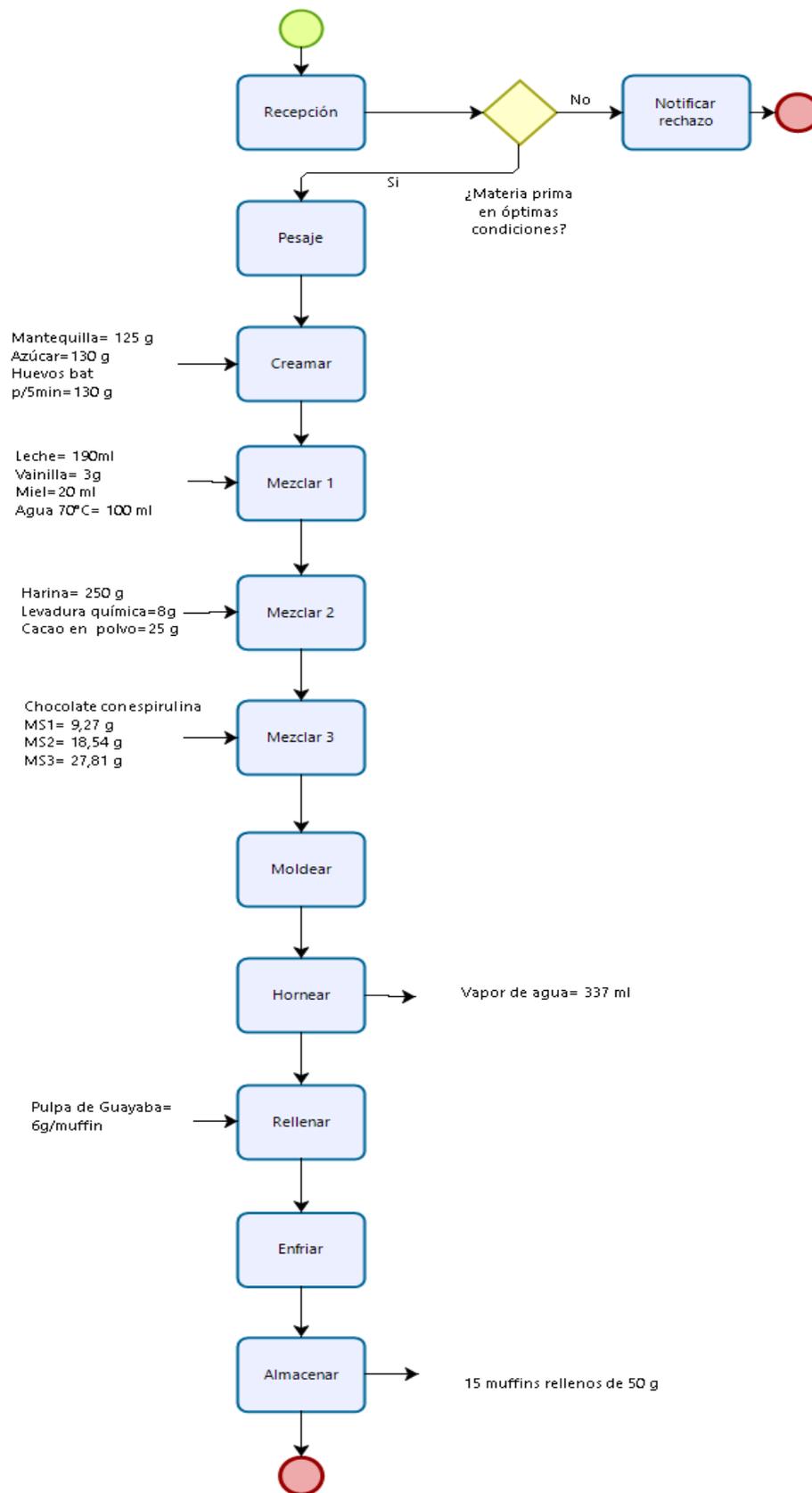


Figura 5. Proceso para elaborar muffin.

A continuación, se describe operaciones necesarias para el proceso de elaboración del muffin de chocolate (Red Star, 2002).

- **Recepción - Dosificación**

Después de verificar e inspeccionar visualmente la materia prima asegurando que se encuentre en óptimas condiciones para asegurar la calidad de los mismos se procede con la recepción de los siguientes ingredientes: harina preparada, polvo de hornear, bicarbonato de sodio, Azúcar, Agua, leche, Huevo, mantequilla, Cacao en polvo, miel, trozos de chocolate y espirulina.

- **Pesaje**

Se pesan todos los ingredientes para la elaboración de los muffins teniendo en cuenta y respetando los gramos descritos para cada formulación (MS-1, MS-2, MS-3).

- **Cremado.**

Para el cremado se añade a la mezcla de los siguientes ingredientes: 130 g de huevos, 125 g mantequilla derretida, 130 g de azúcar blanca y se mezcla hasta que se obtenga una crema consistente amarilla como se observa en el anexo 23.

- **Homogenizado – Mezcla 1**

En se la siguiente mezcla se añade los ingredientes líquidos como se observa en el anexo 24, es decir los 190 ml de leche, 3 g de vainilla como se observa en el diagrama de flujo. Y se añade finalmente 20 g de miel y 100 ml de agua a 70° de temperatura. Se bate a velocidad media por 5 minutos

- **Mezcla 2**

En un recipiente se tamiza con un tamiz (No. 70) de 212 micras, los ingredientes secos evitando que se incorpore partículas no deseadas a la masa. Se prepara los ingredientes: 250 g de harina preparada, 8 g de polvo de hornear, 1 g de bicarbonato de sodio, 25 g de cacao en polvo, se mezcla todos los ingredientes

entre sí. En este proceso se incorpora aire a todos los ingredientes secos como se observe en el anexo 25.

- **Mezcla 3**

Para la mezcla tres se incorpora el chocolate derretido con la espirulina como se evidencia en el anexo 26, para luego dejar enfriar y poder incorporar, en este caso se realiza para los diferentes tratamientos ya que es un indicador por el motivo de que varía el porcentaje de espirulina y chocolate en cada formulación.

- **Mangueado – Pesado - Moldeado**

Para evitar desperdicios se coloca en la manga la masa de manera uniforme en los moldes para muffins pesando cada porción, 50 g de masa por muffin, como se observa en el anexo 27.

- **Horneado**

Se pre calienta el horno a una temperatura de 180°C por 15 min y luego a 200°C por 15 minutos más, se deja enfriar por 10 minutos, se retiran del horno para el siguiente proceso de enfriamiento.

- **Rellenado**

En cuanto al relleno de guayaba se incorpora 6 g dentro de cada muffin elaborado como se evidencia en el anexo 29.

- **Enfriado**

Se retiró los muffins del horno y se procedió a dejarlos sobre una rejilla durante 15 minutos para enfriarlos completamente se colocó en una bandeja momentáneamente.

#### **4.3.1 Proceso de elaboración del relleno**

Se entiende por pulpa pasteurizada a un producto que se formula a base de fruta, ácido orgánico, agua, azúcar, y con adición de gelificante para obtener textura y que no se deforme fácilmente dentro del muffin.

En la figura 6 se puede evidenciar las operaciones necesarias para elaborar el relleno

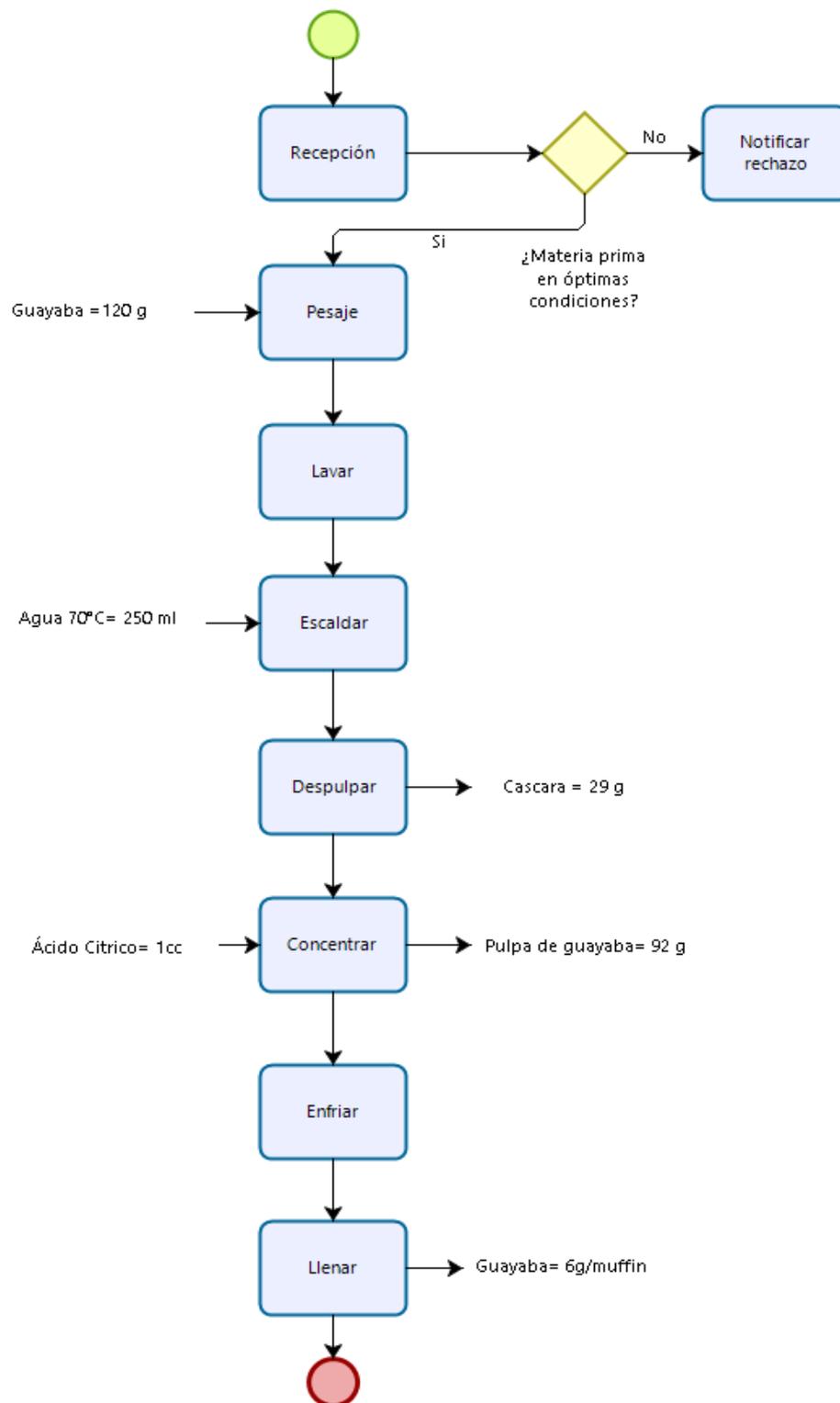


Figura 6. Proceso para elaborar el relleno de guayaba

- **Recepción**

La fruta debe tener una maduración adecuada, la firmeza y el color de la fruta es un buen indicador de madurez. Si la fruta no se encuentra en óptimas condiciones se descarta.

- **Pesado**

Se pesa la guayaba y se elimina frutas con signos de deterioro obteniendo finalmente 120 g de la fruta.

- **Lavado**

Se elimina todas las partículas extrañas, se realiza este proceso con hipoclorito de sodio con tiempo de 15 min y concentraciones de 0,2%.

- **Escaldado**

Se procede con este proceso para ablandar la guayaba inactivando las enzimas de pardeamiento, este método se realiza como un tipo de cocción breve para que la guayaba no pierda la vitamina C.

- **Pelado y despulpado**

Se obtiene en este proceso una pulpa sin semillas y sin cáscaras y se licua homogenizando la mezcla.

- **Concentrado**

Se concentra la guayaba como se observa en el anexo 28, obteniendo 91 g y se añade 1cc de ácido cítrico para poder tener una mayor vida útil de la guayaba en el interior de los muffins.

- **Enfriar**

Se enfría el relleno para poder incorporarlo al muffin.

- **Llenado**

Se procede a llenar los muffins con 6 g de la pulpa obtenida para luego empacar y almacenar.

## **4.4 Formulación del muffin**

### **4.4.1 Ensayos preliminares**

Se realizaron varios ensayos previos para la obtención de una formulación base para posteriormente extrapolar a las formulaciones descritas en la tabla 13. La formulación base tenía todos los ingredientes tradicionales excluyendo a la espirulina, concluyendo con una formulación preponderante para poder así realizar las siguientes formulaciones con la adicción de espirulina. Como segundo ensayo, se adiciono la espirulina en la concentración de XX% en la etapa del proceso de mezclado 2 directamente en la harina con la harina Como resultado, las características físicas como el sabor, color y textura se vieron afectadas.

Con las pruebas preliminares realizadas, se decidió incorporar la espirulina en porcentajes no mayores al 3% de espirulina y en una etapa posterior al proceso con el chocolate. Se decidió incluir a espirulina con chocolate en forma de chispas o fragmentos después de obtener la masa. Así se obtuvieron las formulaciones con los diferentes porcentajes de espirulina MS-1, MS-2, MS-3.

### **4.4.2 Desarrollo de las formulaciones**

Se realizó una formulación base sin espirulina y 3 tratamientos donde se evaluó el efecto de la incorporación de distintas cantidades de espirulina (1, 2 y 3%) sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de muffins de chocolate y guayaba. Como se puede observar en la Tabla 10, el porcentaje de las formulaciones varió en la cantidad de chocolate ya que este disminuía en el mismo porcentaje que aumentaba la cantidad de espirulina. Se fue variando la cantidad de espirulina en cada tratamiento y se asignó un código, para la primera formulación se definió al 1% (MS-1), para la segunda formulación al 2% (MS-2) y para la tercera formulación al 3% (MS-3).

#### 4.4.1 Diseño experimental

##### VARIABLES INDEPENDIENTES

La variable independiente es la % de espirulina en polvo, como se observa en la tabla 11, ya que es la que cambia las características organolépticas y nutricionales del muffin,

Tabla 11.

*Características del diseño experimental para análisis de aceptabilidad*

<b>Características del diseño experimental del muffin</b>	
<b>Variable independiente :</b>	% de espirulina
<b>Tratamientos</b>	<b>% de espirulina</b>
<b>MS-1</b>	Formulación con el 1% de espirulina
<b>MS-2</b>	Formulación con el 2% de espirulina
<b>MS-3</b>	Formulación con el 3% de espirulina
<b>Variables dependientes:</b>	Sabor, color, textura, sabor Hierro y proteína.

##### VARIABLES DEPENDIENTES

Composición bromatológica: proteínas (Método DUMAS) y Hierro (Método AOAC 999.11).

Perfil de aceptabilidad del muffin de chocolate con espirulina y guayaba: prueba de aceptabilidad con panelistas no entrenados en criterios (Sabor, color, olor y textura).

##### Planteamiento de las hipótesis:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas que demuestren un cambio de los atributos sensoriales y bromatológicos frente a distintas concentraciones de espirulina (MS-1: 1%; MS-2: 2%; MS-3: 3%). en la preparación del muffin de chocolate con guayaba.

H<sub>1</sub>: Existen diferencias significativas que demuestren un cambio de los atributos sensoriales y bromatológicos frente a distintas concentraciones de espirulina MS-1: 1%; MS-2: 2%; MS-3: 3%). en la preparación del muffin de chocolate con guayaba.

Se trabaja con el nivel de significancia: 5% (0,05), la regla de decisión: si el valor de p-value es mayor que 0,05 se decide aceptar la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>), de lo contrario se decide aceptar la hipótesis nula (H<sub>0</sub>).

Para la evaluación de aceptabilidad se realizó un diseño experimental completamente al azar definido por tres tratamientos y tres repeticiones, mediante el análisis de Varianza (ANOVA), prueba de significancia (Tukey). Coeficiente de variación (CV) y la unidad experimental es el muffin con espirulina. Se analizó los datos obtenidos del resultado del análisis de aceptabilidad de las tres formulaciones con diferentes concentraciones de espirulina.

#### **4.5 Análisis de aceptabilidad del muffin**

Para el análisis de aceptabilidad se realizó mediante pruebas afectivas o llamadas también pruebas de consumidor en estas por medio de escalas de calificación de las muestras ofrecidas los panelistas no entrenados los cuales expresan su nivel de agrado, preferencia y aceptación del producto en cuestión, para las pruebas afectivas es necesario un mínimo de 30 jueces no entrenados los cuales serán consumidores potenciales (Anzaldúa-Morales, 1994). Por ello este análisis se realizará a 32 niños entre 3 a 8 años de edad, a los cuales se les presenta 3 muestras que representan las distintas formulaciones realizadas, la encuesta (anexo 7) se valora el sabor, color, olor y textura del muffin en escala de 1 a 5, siendo 1 "lo odie", "no me gustó", 3 "indiferente", 4 "me gustó" y 5 "me encantó". Para el diseño cada panelista recibió tres repeticiones de cada tratamiento (3x3) dando un total de 288 observaciones o unidades experimentales.

Para el análisis de los resultados se realizó un diseño experimental completamente al azar definido por tres tratamientos y tres repeticiones como se

observa en la tabla 11, se analizó los datos obtenidos del resultado del análisis de aceptabilidad de las tres formulaciones con diferentes concentraciones de espirulina, utilizando el software estadístico SPSS en su versión 20 en español y se aplicaron los siguientes métodos:

- Análisis de Varianza (ANOVA).
- Prueba de significancia (Tukey).
- Coeficiente de variación (CV).

#### 4.6. Análisis bromatológicos del muffin

Para el análisis bromatológico, se tomaron los servicios del Laboratorio Seid laboratory CIA. LTDA, ubicado en la calle Melchor Toaza N61-63 entre Av. Del Maestro y Nazareth, Quito- Ecuador. Laboratorio acreditado conforme a la NTE INEN ISO/IEC 17025:2018 a nivel nacional e internacional. Las muestras que se remitieron al laboratorio se enviaron en bolsas selladas con una cantidad de 100 g por cada formulación; se determinó la cantidad de proteína, carbohidratos, grasa, cenizas y hierro por medio de los métodos detallados en la tabla 12 y en la tabla 11 se detallan las características del diseño experimental para análisis bromatológico. Se realizó el análisis bromatológico de 100 g de muestra de muffin por cada tratamiento MS-1, MS-2, MS-3. En el tratamiento MS-1 se realizó un análisis completo ya que fue la formulación predilecta del análisis sensorial. Sin embargo, para los análisis bromatológicos con respecto a composición de proteína y hierro se realizó el análisis en todos los tratamientos.

Tabla 12.

*Métodos usados para el análisis bromatológico del muffin*

<b>Parámetros</b>	<b>Metodología</b>
Proteína	Dumas
Carbohidratos	Calculo
Grasa	AOAC 922.06

Cenizas	AOAC 923.03
Hierro	AOAC 999.11
Humedad	AOAC 925.10

#### **4.7. Análisis Costo- beneficio**

Según Blank y Anthony J. Tarquin (2004), el análisis costo-beneficio evalúa de forma exhaustiva los costos y los beneficios del proyecto. Su objetivo es determinar la viabilidad del proyecto, por ello es importante realizar el análisis y los datos deben ser cuantificados. Además, deben estar expresados en unidades monetarias para calcular los beneficios netos que traerá el proyecto para su ejecución. Se elaboró el análisis costo-beneficio de la elaboración del muffin de chocolate, espirulina y guayaba para determinar su rentabilidad. Para ello, se establecieron los costos de instalaciones, maquinaria, materiales, equipos de oficina, servicios básicos, mano de obra, arriendo y gastos financieros. Se realizó un resumen de inversiones, resumen de costos y gastos y cuanto al punto de equilibrio en base a los costos y gastos mencionados antes y a la cantidad de muffins producidos, se pudo determinar a través del número de las unidades producidas que son destinadas a la venta.

### **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **5.1 Formulación del muffin**

Como se puede observar en la tabla 13 se detallan todos los ingredientes que componen este producto horneado de los que se obtuvieron los diferentes tratamientos de los muffins, realizando antes una formulación base para poder concluir con una formulación estándar y realizar los tratamientos descritos. La espirulina, en este caso es la que brinda los componentes de interés que son la proteína y el hierro. Los tratamientos se especifican en la tabla 14 como muffin

con 1% de espirulina (MS-1), muffin con 2% de espirulina (MS-2) y muffin con 3% de espirulina (MS-3).

Tabla 13.

*Formulación de muffins con diferentes tratamientos de espirulina*

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>			
	<b>Base</b>	<b>MS-1</b>	<b>MS-2</b>	<b>MS-3</b>
<b>Harina trigo</b>	25,69	25,69	25,69	25,69
<b>Azúcar</b>	13,36	13,36	13,36	13,36
<b>Cacao puro</b>	2,57	2,57	2,57	2,57
<b>levadura</b>	0,83	0,82	0,82	0,82
<b>Química</b>				
<b>Huevos</b>	13,36	13,36	13,36	13,36
<b>Mantequilla</b>	12,85	12,85	12,85	12,85
<b>Leche</b>	19,52	19,53	19,53	19,53
<b>Sal</b>	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Agua</b>	2,57	2,57	2,57	2,57
<b>Miel</b>	2,06	2,06	2,06	2,06
<b>Vainilla</b>	0,31	0,31	0,31	0,31
<b>Guayaba</b>	3,70	3,70	3,70	3,70
<b>Chocolate</b>	3,10	2,13	1,18	0,23
<b>Espirulina</b>	0,00	1	2	3
<b>Total %</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

En la figura 7 se muestran los diferentes tratamientos con adicción de espirulina, la formulación base, MS-1, MS-2 y MS-3 respectivamente. Los ensayos a lo largo del proyecto fueron cambiando hasta lograr tres formulaciones finales para los análisis de aceptabilidad y bromatológicos. Al principio se modificó la cantidad de harina ya que no tenía consistencia, esto tiene que ver directamente con la proteína en la harina es decir la cantidad de gluten, mientras mayor sea este la

harina mejor será la precipitación de la masa del muffin y será más resistente al hundimiento y más firme. (Hoseney, 1991)

Para poder lograr que la masa se expanda más y se vea apetitoso se modificó varias veces el contenido de levadura química, esto resultó en una formulación adecuada con muy buena consistencia y expansión, esto se debe a que la levadura química es una combinación de bicarbonato sódico, almidón y sales ácidas. Cuando se mezcla la parte líquida batida de la masa uno de los ácidos activa el bicarbonato sódico, el segundo ácido no se ve activado hasta que llegue a entrar en contacto con el calor y por esta razón se lo llama levadura de doble acción, esto es un beneficio ya que aprovechamos desde el inicio a temperatura ambiente de la masa, hasta el final del horneado. (Guianola, 1990)

La característica física que más destaca es la textura y color de cada muffin por la consecuente adición de espirulina. Las diferentes formulaciones solo varían en la cantidad de espirulina y chocolate que lleva en su composición, esto causó la diferencia en los diversos aspectos físicos. Según Henrikson (1994), la espirulina se utiliza como suplemento alimenticio sustituyendo a la harina en diversos productos como pastas, bebidas instantáneas y productos de panificación con la finalidad de mejorar sus componentes nutricionales como sólidos totales y la proteína soluble, que es proporcional a la biomasa de la espirulina, siendo superior al de los controles en diversos estudios. Los cambios físicos se generan cuando se incrementa la espirulina, cambian por las características de la espirulina. El sabor es importante ya que al incrementar el % del alga en los productos, ésta deja un sabor residual muy característico que hace que no sea tan apetecible y también cambia el color por su concentración de clorofila y de ficocianina. Los estudios relacionados en cuanto a productos fortificados con espirulina son aceptables siempre y cuando la cantidad de espirulina no sea tan alta sobrepasando 50% del total. En lo que son características nutricionales tienen impactos favorables en los productos elaborados (Amini-Khoeyi, Seyfabadi, & Ramezanpour, 2012).



Figura 7. Muffins de chocolate con espirulina y guayaba.

## 5.2 Análisis de aceptabilidad

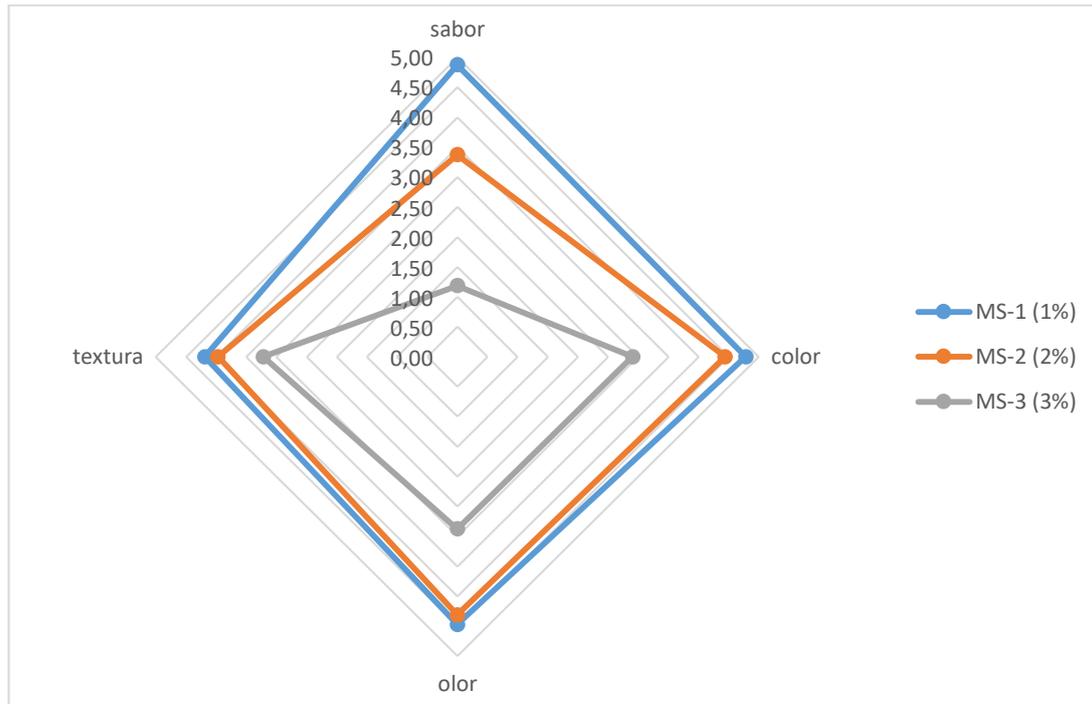
Para el análisis de la aceptabilidad se utilizan los promedios obtenidos en base a pruebas hedónicas de cinco puntos realizadas a 32 niños con edades comprendidas entre 3 y 8 años, ordenados en la tabla 14. El objetivo fue determinar la aceptabilidad del mejor porcentaje de Espirulina del Muffin de chocolate con guayaba que sea de agrado de los niños encuestados. Se realizó el análisis de las medias de cada tratamiento con el análisis tukey y mediante el análisis de varianza (ANOVA) se determinó que el nivel de espirulina afecta la aceptabilidad del producto en términos de sabor, color, olor y textura con un nivel de significancia del 0.05% ( $p\text{-value} < 0.05\%$ ) como se detalla en Anexo 5 y 6.

Tabla 14.

*Promedio análisis sensorial según el Nivel de Espirulina*

TRATAMIENTOS	SABOR		COLOR		OLOR		TEXTURA	
	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación
MS-1 (1%)	4,88 <sub>a</sub>	± 0,52	4,78 <sub>a</sub>	± 0,03	4,47 <sub>a</sub>	± 0,06	4,19 <sup>a</sup>	± 0,02
MS-2 (2%)	3,38 <sub>b</sub>	± 0,04	4,44 <sub>b</sub>	± 0,04	4,31 <sub>b</sub>	± 0,10	3,97 <sup>b</sup>	± 0,06
MS-3 (3%)	1,19 <sub>c</sub>	± 0,13	2,91 <sub>c</sub>	± 0,01	2,88 <sub>c</sub>	± 0,07	3,22 <sup>c</sup>	± 0,08

Nota: Superíndices diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ( $P > 0,005$ ) a, b, c mediante tukey con un nivel de significancia 0,05.



*Figura 8.* Promedio de Espirulina según variable sensorial

De la tabla 14 y la figura 8, se puede observar que el Muffin con mayor aceptación entre los niños encuestados es el que contiene 1% (MS-1) de Espirulina en polvo para su preparación con un promedio en sabor de 4,88, color 4,78, olor 4,47 y textura 4,19 (según escala de referencia del 1 al 5), seguido del Muffin preparado con el 2% (MS-2) de Espirulina con un promedio de 3,38 y en tercer lugar el muffin con el 3% (MS-3) de Espirulina con un promedio de 1,92.

- SABOR

En el análisis de varianza en el Anexo 8, se puede apreciar que existe una diferencia significativa entre las repeticiones del atributo Sabor. Según Bennion (1967), define al sabor como una cualidad la cual no se puede estandarizar ya que cada región o zona tienen sus preferencias propias. Existen personas que prefieren sabores que llevan a lo dulce en los productos de panificación y otros aprecias más el sabor corriente del producto elaborado en una fábrica, sin embargo, siempre debería ser característico, deleitoso y no ácido. En la figura 9 se muestran las diferencias significativas entre los tratamientos, se puede

observar que la formulación que corresponde al 1% de espirulina MS-1 es el de mayor aceptación es decir el tratamiento que tiene menos cantidad de espirulina y mayor cantidad de chocolate.

El sabor fuerte del muffin es por su contenido de espirulina ya que normalmente esta tiene un sabor muy intenso a salado-umami por la alta concentración de aminoácidos y minerales, también tienen fragmentos de ácidos grasos no saturados los cuales hacen que tengan notas de sabor de té verde u hojas. Inclusive, cuando se encuentran selladas dentro de un recipiente hermético se intensifica su sabor con un sabor mucho más fuerte también por el proceso de secado para la obtención de espirulina en polvo (Alija, 2013). Incluso el sabor de esta alga puede también inferir en el sabor salado por su medio de crecimiento, ya que este sabor proviene de la alta concentración que están presentes en el cultivo que crece la espirulina, como es cosechada en las granjas se les somete a un lavado especial y secado por atomización. En un estudio realizado con la incorporación de algas en porcentajes de hasta 20% de las algas en salchichas sus resultados fueron negativos para ciertos tipos de algas refiriendo al atributo de sabor ya que éste varió es decir se alteró y esto provocó que se redujera la aceptabilidad del producto (López I. B., 2009).

El sabor característico de la espirulina se pudo cubrir gracias a la adición de cacao fino de aroma y azúcar en la formulación. Cabe indicar que los sabores intensos de este tipo de cacao por su fermentación, mejoraron la aceptabilidad de las formulaciones (Stoles, 2012). Además, la guayaba tiene un sabor dulce aromatizado que se asemeja a la avellana y nuez, este es un sabor y olor penetrante muy grato al paladar que se mezcla perfectamente con el chocolate del muffin. Sin embargo, el chocolate y la guayaba no lograron cubrir todo el sabor que deja la espirulina en el tratamiento al 1% MS-1 y mucho menos en el tratamiento MS-3 que es el que lleva más alto porcentaje de espirulina.

Según un estudio de Cadena, Mosquera, & Martinez (2017), se realizó un chocolate con frutas deshidratadas y espirulina, tuvo doce tratamientos en total con diferentes porcentajes de espirulina en su composición, realizó un análisis de aceptabilidad y el tratamiento con mejor puntuación fue con 5% de espirulina

debido a que el porcentaje de incorporación de la alga fue bajo con respecto a los demás tratamientos, por ello los panelistas no detectaron el sabor de esta alga. Esto indica que a menos proporción de espirulina en los productos es de mejor agrado de los panelistas y podemos inferir que esta es la razón por la cual los panelistas no calificados pudieron estar influenciados en este atributo de sabor y elegir entre el muffin que menos porcentaje de espirulina tenga en su composición.

- COLOR

Se puede observar en el Anexo 11 que existe una diferencia significativa entre las entre las repeticiones del atributo Color. La importancia del color en los alimentos es significativa ya que no solo se considera como un índice de calidad, sino también como un carácter distintivo del alimento. El color tiene un efecto directo sobre el apetito y experiencia de consumo. Por ejemplo el color verde se asocia normalmente a la naturaleza y un emblema de vida sana, por lo tanto estimula el apetito (Calvo, 2013).

La espirulina tiene un color verde azulado muy intenso, este oscuro color de la microalga es debido a su alta concentración de pigmentos. El color verde se da por la clorofila, el color azul es por la ficocianina y el color naranja es por los carotenos. Cuando se mezclan estos pigmentos es el resultado del color oscuro e intenso de la espirulina, el cual domina cualquier color que sea del alimento que esté relacionado o que se combine con el mismo (IIMSAM, 2018).

En un estudio sobre la adición de espirulina en galletas realizado por Gutiérrez (2018), se demostró que el cambio de color de un alimento debido a la adición de espirulina es perceptible por el consumidor. Los panelistas puntuaron al atributo de color como aceptable el que tenía menos concentración de espirulina, ya que al comparar con el tratamiento control, los tratamientos con mayor cantidad de espirulina tuvieron resultados no favorables. Dichos resultados se asemejan al estudio ya que los panelistas calificaron al muffin de 1% (MS-1) de espirulina como el más aceptable. La diferencia en la escala hedónica radica en

este atributo y de forma descendente desde el primer hasta el último tratamiento ya que va aumentando el porcentaje de espirulina y esto hace que el color intenso de la microalga envuelva los colores del muffin principalmente y varié los porcentajes de aceptabilidad del mismo por el aspecto del muffin al final.

- OLOR

Del análisis de varianza se puede apreciar en el Anexo 14 que existe una diferencia significativa entre las repeticiones del atributo Olor. El olor característico del polvo de espirulina se ve afectado por factores propios del alga y por factores productivos. La espirulina comercial proviene de cultivos industriales los cuales en su entorno también conviven y existe presencia de otros microorganismos que cuando se los cosecha degradan de manera más rápida a la espirulina. La espirulina que es comercializada es decir la mayoría provienen de cultivos industriales, esto quiere decir que el secado llega a temperaturas muy elevadas para hacer más eficaz su producción y esto provoca que las células se rompan y se pierden diferentes nutrientes que son sensibles a temperaturas altas, entre estos nutrientes la pérdida de antioxidantes que están presentes en la espirulina hace que se acelere la oxidación de la alga y esto provoca un fuerte olor (Ecoespirulina, 2018).

El secado de la espirulina provoca que los olores se intensifiquen y se vuelve desagradable, pero es necesario para su consumo y su vida útil de 5 años. Su aroma es debido a la mezcla de aminoácidos que tienen nitrógeno y azufre con la cobalamina (Vitamina B12) estos componentes dan a la espirulina el olor a vegetales marinos. (IIMSAM, 2018). Esta es la razón por lo que varió el análisis de aceptabilidad con respecto a este atributo, por el intenso olor de la espirulina que con alta temperatura he incluso en el horneado puede haber incrementado la concentración y así generar las diferencias en la escala hedónica de este atributo.

- TEXTURA

En el atributo de textura entre los diferentes tratamientos si existió diferencias significativas como se puede observar en el Anexo 17, sin embargo, las diferencias no son tan marcadas como los demás atributos como se puede observar en el Anexo 16. Según Saltos (1993). La textura de un alimento es una característica organoléptica que está ligada a las sensaciones que se manifiestan a través de la tensión o el tacto. En cuanto a la percepción, se da con la mano o con la boca, es la consistencia o solidez y resistencia a la masticación. La textura no tuvo una gran diferencia entre los tratamientos ya que previamente se elaboró diferentes ensayos para lograr una buena consistencia de cada formulación, la pequeña diferencia existente puede ser provocada por la calidad de la harina ya que existen los trigos suaves o duros, y se enfocan en las puroindolinas que son dos proteínas básicas (PINB y PINA), que están directamente asociadas a la textura que se encuentra disponible en el endospermo, esta es una característica importante en la calidad del trigo y por lo tanto afecta las características físicas los muffins (Bhave, 2008).

El gluten, que es la proteína de la harina de trigo forma una red elástica que impide que los gases formados salgan cuando se expanden por la temperatura, además al aumentar la presión incrementa el volumen de la masa. Es necesario hornear la masa y dejar los muffins dentro hasta que el horno se enfríe ya que, si no, no se fijan las proteínas de esta manera la miga resulta estar alveolada ya que en las primeras formulaciones hubo variaciones en las características físicas, la consecuencia de haber retirado los muffins sin dejar enfriarlos en el horno provocó que las masas se manifesten correosas y apelmazadas.

De acuerdo a Gutiérrez (2018) al realizar un análisis de aceptabilidad para los atributos de color, sabor y textura este último tuvo mínimas diferencias significativas entre los tratamientos realizados, sin embargo las de mayor aceptación fueron los tratamientos elaborados con menor proporción de espirulina, inclusive comparándose con el tratamiento control fueron aceptables para los panelistas, en comparación con los muffins los tratamientos 1% (MS-1)

Y 2% (MS-2) fueron los más aceptados ya que al incluir más espirulina su composición se vuelve compacta y menos palatable.

### 5.3 Análisis bromatológicos del muffin

Los resultados de análisis bromatológico del muffin de chocolate con espirulina indican que es un producto balanceado y excelente para la dieta diaria de los niños. De acuerdo a la FAO (2017) un niño promedio de 2 a 8 años requiere un 50% a 60% de carbohidratos en su dieta; así como un mínimo de 20% en lípidos y en consumo de proteínas entre 10% al 35% de la energía total. Lo que nos lleva a inferir que cada muffin como se observa en la tabla 20, nos aporta 200,08 Kcal y aporta un 14% de las calorías diarias que debe consumir un niño de 4 a 8 años de edad. Su proporción en su composición se asemeja a las recomendaciones de la FAO, los muffins por cada 100 gramos aportan un 44% de carbohidratos, 28% de proteínas y 15% de grasa y como se observa en la tabla 15 se describe el porcentaje de calorías que ofrece el muffin.

Tabla 15.

*Tabla de calorías del muffin y requerimiento calórico diario.*

<b>Nutriente</b>	<b>Kcal</b>	<b>% VDR*</b>	<b>% muffin</b>
<b>Proteína</b>	56,36	30%	4%
<b>Carbohidratos</b>	89,92	50%	6%
<b>Grasa</b>	54,6	20%	4%
<b>Total kcal muffin (50 g)</b>	200,88	14%	
<b>Kcal Diarias</b>	1400	100%	

Nota: \* Valores dietéticos de referencia.

En la tabla 16 se puede observar que el muffin contiene altos niveles de nutrientes, dentro de macronutrientes el de interés es la proteína, se puede observar un 28% en su composición, Estudios realizados muestran que hijos de madres que cuando eran niñas consumían alimentos ricos en proteínas, como resultado tuvieron hijos que a los 3 años de edad eran significativamente más altos en comparación a madres que en su niñez consumieron solo alimentos

altos en calorías (Mantorell, 1995). Esto nos lleva a la conclusión de que una dieta equilibrada puede expresarse en siguientes generaciones así se cortaría el círculo de la malnutrición y el bajo peso en niños. Además, en la espirulina encontramos cerca del 95% de los nutrientes considerados indispensables en la nutrición humana, lo que la convierte en un alimento ideal para el ser humano, es una fuente rica en proteínas de alta digestibilidad (Michka, 1992).

Tabla 16.

*Resultados del análisis químico del muffin de chocolate, guayaba y espirulina.*

<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado por 100 g</b>	<b>Cantidad por porción (50 g)</b>
Proteína	%	28,17	14,09
Carbohidratos	%	44,95	22,48
Grasa	%	15,79	7,8
Hierro	mg/100	3,50	1,75
Ceniza	%	1,57	0,78
Humedad	%	28,17	14,08

El resultado de las muestras de las formulaciones de MS-1, MS-2, MS-3 difieren en el contenido de proteína y hierro ya que los muffins comerciales solo alcanzan alrededor de 2 g de proteína y en el muffin de chocolate, guayaba y espirulina alcanzan valores hasta 10,72g/100g MS-3. Esto se debe a la incorporación de la espirulina ya que en su composición aporta un 60% de proteínas. (López R. , 2014). El aporte de proteínas para un niño es de 30 g de proteína al día, como se puede observar en la tabla 21, el muffin aporta un 47% de proteínas ya que por cada 50 g tiene 14,09 % de este macronutriente en su composición.

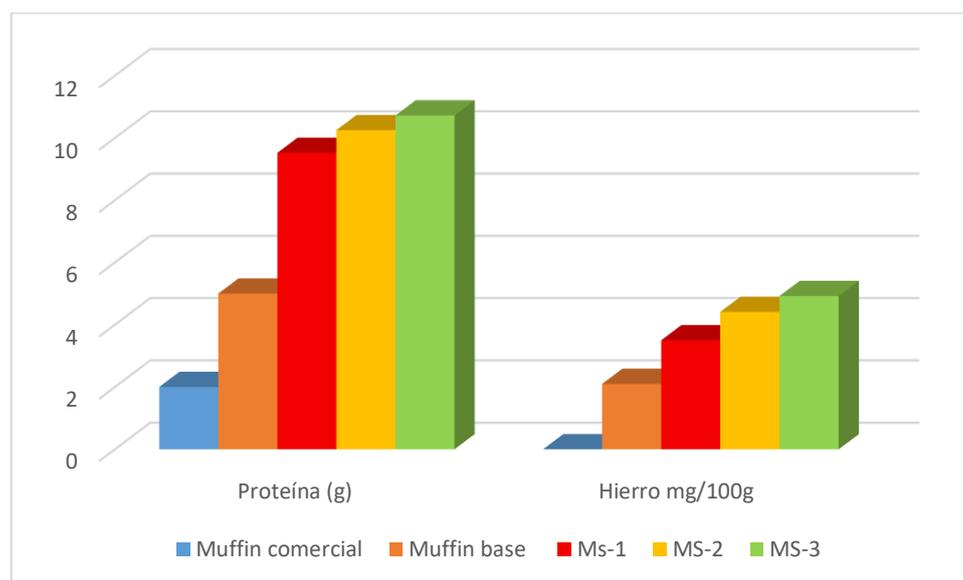
En cuanto al hierro, hubo un aporte importante ya que la mayoría de productos horneados no contienen hierro a menos que sean vitaminados. Diferentes estudios que muestran resultados similares en productos como galletas y helados donde la cantidad o mejor dicho, el porcentaje de hierro aumento con la

incorporación de espirulina en sus formulaciones (Malik P, 2013). El hierro obtenido fue de 4,41 mg /100 g de muffin, los niños necesitan diariamente para el correcto funcionamiento de su organismo y para su crecimiento un aporte de hierro de aproximadamente 9 mg en niños de 2 a 8 años de edad (Health, 2018). Con el aporte de hierro de 2,2 mg por cada 50 g se cubre un 25% de la ingesta diaria de este micronutriente. En la tabla 17 se muestra el resultado del análisis físico químico obtenido.

Tabla 17.

*Análisis Físico Químico (Proteína y hierro) de las Muestras*

Propiedades Físico Químicas	Muffin comercial	Muffin base	Ms-1	MS-2	MS-3
Proteína (g)	2	5	9,52	10,25	10,72
Hierro mg/100g	<1	2,1	3,5	4,41	4,92



*Figura 9. Comparación de la Propiedades Físico-Químicas para las muestras de Muffin de chocolate con guayaba*

De la tabla 17 y la figura 13, se puede apreciar que la muestra 1 de los análisis de laboratorio ingresó con un peso aproximado de 231,9 gramos, con una

diferencia de 4 gramos respecto a la muestra 2 y un gramo en comparación a la muestra 3. En cuanto a la proteína la muestra con mayor cantidad de este macronutriente se refleja en la tabla como la muestra MS-3, siguiéndole en forma descendiente la muestra MS-2 y finalmente la muestra MS-1 es la que muestra menos cantidad de proteína. En cuanto a la variable hierro la muestra MS-1 presenta menores niveles de hierro con 3,5 mg/100g, en comparación con el nivel de hierro encontrado en la muestra MS-2 de 4,41 mg/100g y a la muestra MS-3 de 4,92 mg/100g. Esto varía por la cantidad de espirulina adicionada de forma accedente en cada tratamiento,

#### 5.4 Análisis costo- beneficio y punto de equilibrio

Se realizó el resumen de inversiones (tabla 18), resumen costos y gastos (tabla 19), punto de equilibrio (tabla 20) y flujo de caja, VAN, TIR y costo- beneficio (Anexo 1) para de esta forma determinar si es viable o no la producción y comercialización de muffins de chocolate, guayaba y espirulina.

Tabla 18

*Resumen de inversiones.*

<b>Descripción</b>	<b>Costo Total</b>
Maquinaria y Equipo	\$ 12.266,40
Muebles y Equipo de Oficina	\$ 1.074,00
<b>Total</b>	<b>\$ 13.340,40</b>
Imprevistos (5%)	<b>\$ 667,02</b>
<b>Total Inversiones</b>	<b>\$ 14.007,42</b>

Tabla 19.

*Resumen de costos y gastos*

<b>Descripción</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Costos Directos</b>	<b>\$ 28 716,00</b>

Materiales Directos	\$	12 060,00
Mano de Obra Directa	\$	16 656,00
<b>Costos Indirectos</b>	<b>\$</b>	<b>4 308,59</b>
Materiales Indirectos	\$	2 200,00
Servicios Básicos	\$	698,00
Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$	600,00
Imprevistos	\$	810,59
<b>Gastos de Administración y Generales</b>	<b>\$</b>	<b>7 944,00</b>
Depreciaciones y Amortizaciones	\$	6 044,00
Arriendo	\$	1 900,00
<b>Gastos Financieros</b>	<b>\$</b>	<b>4 100,00</b>
<b>Total Costos y Gastos Anuales</b>	<b>\$</b>	<b>45 068,59</b>

El resultado del punto de equilibrio como se observa en la tabla 20 y figura 14 se indica que se necesita generar USD 87.808,07 lo que representa 146.346,78 unidades con un costo variable de 0,20 centavos y un precio de venta al público de 0,60 centavos considerando en este rubro la ganancia por unidad.

Tabla 20.

*Punto de equilibrio*

<b>Rubro</b>	<b>Costo Fijo</b>	<b>Costo Variable</b>
Materiales Directos		\$ 12 060,00
Mano de Obra Directa	\$ 16.656,00	
Materiales Indirectos		\$ 2.200,00
Servicios Básicos	\$ 139,60	\$ 558,40
Mantenimiento	\$ 120,00	\$ 480,00
Depreciación	\$ 6.044,00	
Imprevistos		\$ 810,59

Gastos Administrativos y			
Generales	\$	7.944,00	
Gastos Financieros	\$	4.100,00	
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>35.003,60</b>	<b>\$ 16.108,99</b>

Producción Real	\$	<b>80.000,00</b>
Costo Fijo	\$	35.003,60
Costo Variable Unitario	\$	0,20
Precio Unitario	\$	0,60
<b>Punto de Equilibrio</b>	<b>\$</b>	<b>87.808,07</b>

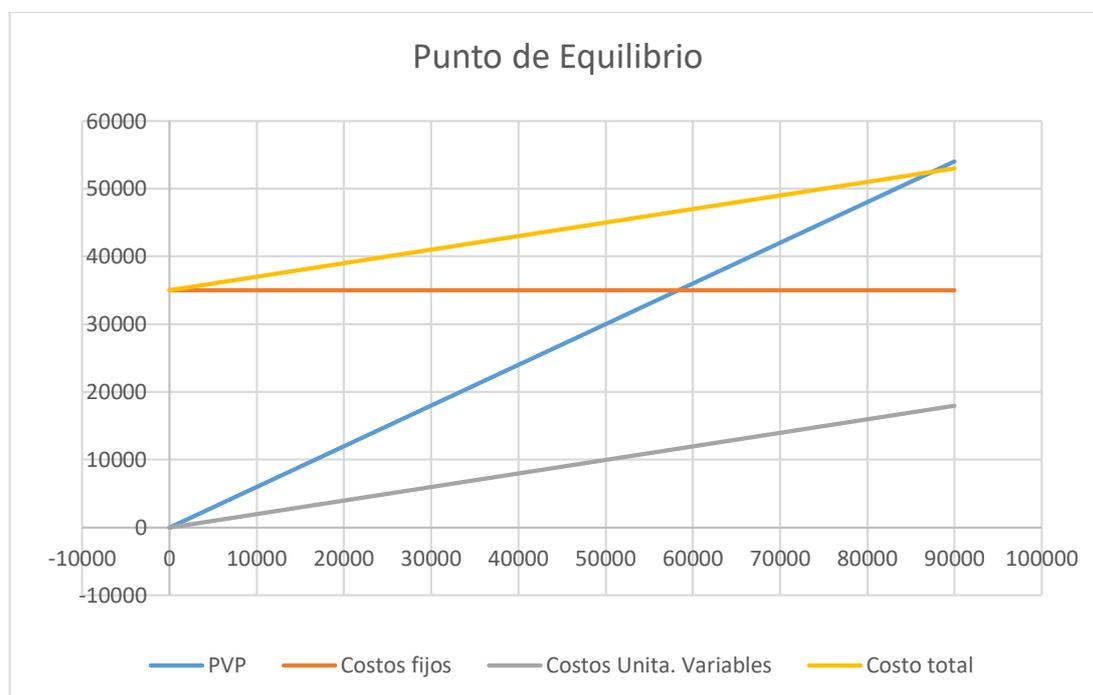


Figura 10. Punto de Equilibrio

El proyecto se llevará a cabo en 10 años y realizó el flujo de caja del proyecto y se calculó con estos valores el Valor Actual Neto (VAN) de USD 48.723,28, este es un indicador que significa que el proyecto es rentable además se obtuvo una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 32% que nos indica que el capital si se puede

recuperar en el tiempo, por lo tanto, se puede afirmar que el proyecto es rentable y se acepta el proyecto, estos dos datos hacen apreciable la realización de este proyecto. Finalmente, el resultado del análisis costo beneficio (B/C) se visualiza en \$1,39 esto quiere decir que por cada dólar invertido se recuperará y la ganancia será de 0,39 centavos Así se demuestra que la comercialización de los muffins de chocolate, guayaba y espirulina es rentable para su elaboración y se debe tener en cuenta que en el mercado existen productos horneados de este tipo con gramaje promedio de 80 g y precios promedio de \$0,65, pero no enriquecidos con proteína y hierro lo que hace que se pueda destacar en el mercado.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONE

### 6.1 Conclusiones

Se desarrolló 3 formulaciones diferentes con cantidades de 1% MS-1, 2% MS-2 y 3% MS-3 de espirulina previo se realizó una formulación base de para poder incorporar la espirulina y poder llegar a un producto similar a las características físicas y organolépticas a pesar de que la espirulina influyó de manera significativa en estas características del producto.

En análisis bromatológico del muffin en su composición tiene cantidades altas de proteína 28,17%, Carbohidrato 44,95 %, Grasa 15,79%, Hierro 4,41 mg/100g, Ceniza 1,57% y humedad 28,17%. Nos brinda 200,08 kcal lo cual corresponde a un 14% de la ingesta diaria recomendada para niños de 2 a 8 años de edad. En cuanto a los nutrientes de interés el muffin aporta el 47% de proteínas y el 25% de hierro por cada 50 g de producto, lo que en comparación con muffins y productos similares destaca su contenido de los mencionados nutrientes.

Con respecto al análisis sensorial existieron diferencias significativas entre tratamientos. Según la aplicación de pruebas estadísticas como tuckey al 5% el Muffin preparado con el 1% de espirulina presenta la mayor aceptabilidad entre los niños encuestados, ya que los tratamientos con 2% y 3% variaban mucho las características organolépticas, siguiendo con una hipótesis al rechazo de los tratamientos con mayor cantidad de espirulina es debido a la propiedad de fijación que tienen las proteínas de los compuestos de flavor, esto afecta directamente a estas características organolépticas, en el caso de la cianobacteria esta tiene un flavor fuerte que afecta negativamente la evaluación sensorial del muffin.

Se realizó posteriormente en análisis costo- beneficio donde se comprobó que elaborar los muffins es factible con razón de que se obtuvo una TIR de 32%, el punto de equilibrio es de ingresos de USD 87808,07 lo que representa a 146346,78 unidades con un costo variable de 0,20 centavos y un precio de venta al público de 0,60 centavos. No obstante, el precio de venta al público está

calculado con el 200% de margen de ganancia por lo que se puede variar ya que es de carácter netamente interno, el precio sugerido es por la innovación del producto en el mercado, sin embargo, con un margen menor el producto sigue siendo rentable.

## 6.2 Recomendaciones

En las formulaciones se sugiere adicionar un 5% de agua y un 1% de miel para evitar que la masa al final del horneado para mejorar la humectación. En el relleno se sugiere usar ácido cítrico para evitar el deterioro progresivo de la guayaba prolongando así la vida útil del producto.

Se recomienda el uso de la espirulina comercial estándar en polvo ya que la espirulina en forma natural tiene un alto contenido de humedad. Sin embargo, para diferentes productos como por ejemplo bebidas, se puede usar ya que es más termo estable que la industrializada.

Se recomienda utilizar esta cianobacteria en productos similares como bebidas, postres lácteos, cereales o chips ya que la espirulina contiene una buena fuente de macro y micronutrientes que aportará nutricionalmente a distintos productos si es que se lleva un correcto manejo de la misma en la elaboración.

Para evitar un alto nivel de hidratos de carbono se recomienda la incorporación de edulcorantes no calóricos y harinas sin gluten para personas con distintas enfermedades como la diabetes.

El uso de diferentes algas como por ejemplo la Alga Dulce (*Palmaria palmata*) puede mejorar las características físicas de los productos a elaborar, ya que son algas con diferentes características organolépticas, el sabor que es el atributo que más influye puede mejorar ya que es un sabor relativamente más tenue y delicado que la espirulina.

## REFERENCIAS

- Alija, J. (2013). Algas. Recuperado el 18 de marzo de 2019 de: <http://www.joseanalija.com/algas/>
- Alvarez, R. (1991). *Salud Pública y Medicina Preventiva*. México: El Manual Moderno.
- Alvídez, A. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: Alimentos funcionales. Recuperado el 20 de marzo de 2019 de: [www.uanl.mx/punlicaciones/respyn/iii/3/ensayos/alieemntos\\_funcionales.html](http://www.uanl.mx/punlicaciones/respyn/iii/3/ensayos/alieemntos_funcionales.html).
- Amini-Khoeyi, Z., Seyfabadi, J., & Ramezanpour, Z. (2012). *Effect of light intensity and photoperiod on biomass and fatty acid composition of the microalgae*. *Aquaculture International*, 41-49. Recuperado el 15 de mayo de 2019 de: <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-011-9440-1>
- Andrews, N. (2008). *The golden age of iron biology*. *Blood* 112,219-230. Recuperado el 2 de junio de 2019 de: <http://dx.doi.org/10.1182/blood-2007-12-077388>
- Anzaldúa, A. (1994). Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia S.A.
- Barros, C. (1999). La alimentación prehispánica en la obra de Sahagún. *Arqueología Mexicana*. Mexico: Conaculta.
- Belay, A. (2002). *The potencial application of Spirulina (Arthrospira) as a nutritional and therapeutic supplement in health management*. *JANA*. 5(2): 27-48. Recuperado el 11 de mayo de 2019 de: <http://www.macoc.fr/resources/The+Journal+of+the+American+Nutraceutical+Association+vol+5+spring+2002+Spiruline.pdf>.
- Bennion. (1967). "Fabricación de Pan". (4.<sup>a</sup> ed.). Zaragoza- España: Acribia.
- Bhave, M. (2008). *Molecular genetics of puroindolines and related genes: allelic diversity in wheat and other grasses*. *J. Cereal Sci.* 56: 171–180. Recuperado el 3 de junio de 2019 de: <http://dx.doi.org/10.1007/s11103-007-9263-7>.
- Cadena, N., Mosquera, C., & Martínez, T. (2017). Elaboración de chocolate con espirulina (spirulina máxima) endulzado con stevia y frutas deshidratadas. *guayaquil: Estec Conference Proceedings*.
- Calvo, M. (2013). Bioquímica de los alimentos. Recuperado el 2 de abril de 2019 de: [milksci.unizar.es/bioquimica/temas/aditivos/colorartif.html](http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/aditivos/colorartif.html)

- Castenholz, R. (2001). *General characteristics of cyanobacteria*. En *Bergey's Manual of Systematics of Archea and Bacteria*. Baltimore: The Williams and Wilkins Co.
- Chamorro, G.(1996). *Farmacología y toxicología del alga Spirulina*. Revista Invest, 389-399. Recuperado el 8 de abril de 2019 de: <https://www.worldcat.org/title/farmacologia-y-toxicologia-del-alga-spirulina/oclc/69848203>
- Chamorro, G. (1995). *Toxicología de la Spirulina*. En Tecnología de los alimentos (págs. 13-14). Recuperado el 20 de marzo de 2019 de: <https://www.algaespirulina.mx/pub/uploads/PDF%20ESPIRULINA/9.pdf>
- Cheftel, J. (1989). Proteínas alimentarias: Bioquímica, propiedades funcionales, valor nutricional, modificaciones químicas. España: Acribia.
- Cook, J. (2005). *Diagnosis and management of iron deficiency anaemia*. Clinical Haematol. 319-332. Recuperado el 14 de mayo de 2019 de: <https://doi.org/10.1016/j.beha.2004.08.022>
- Corminas, C. (2005). Embarazo y primer año de vida. Madrid: Edición Palabras.
- Crocker, B. (2000). El gran libro de los postres. Minnessota: Barnes & Noble
- Dietz, W. (1993). *Critical periods in childhood for the development of obesity*. Journal of Clinical Nutrition. 955-959. Recuperado el 2 de junio de 2019 de: <https://doi.org/10.1093/ajcn/59.5.955>
- Ecoespirulina*. (2018). El olor de la Espirulina. Recuperado el 10 de mayo de 2019 de: <https://ecoespirulina.es/informacion-util/opiniones-clientes-y-resultados/mala-experiencia-con-olor-espirulina/>
- Fábregas, J. (2003). Aplicaciones de los alimentos funcionales. Recuperado el 4 de mayo de 2019 de: [www.genes.org/06\\_NEWS/](http://www.genes.org/06_NEWS/)
- FAO. (2017). Procesamiento y fortificación de los alimentos. Recuperado el 18 de abril de 2019 de: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s10.htm>
- FAO. (2018). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Recuperado el 29 de marzo del 2019 de : <http://www.fao.org/3/i9553ES/i9553es.pdf>
- FAO. (2017). Necesidades Nutricionales. Recuperado el 27 de abril de 2019 de: <http://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>
- FAO. (2017). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Impacto Social y Económico de la Malnutrición: Ecuador: Recuperado el 13 de mayo de 2019 de: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/887479/>

- FAO. (2018). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Recuperado el 14 de mayo de 2019 de: <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>
- Fernandez, A. (2017). Impacto social y económico de la malnutrición . Naciones Unidas. Recuperado el 28 de mayo de 2019 de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42535-impacto-social-economico-la-doble-carga-la-malnutricion-modelo-analisis-estudio>
- Guianola, C. (1990). Repostería industrial. Madrid: Paraninfo.
- Gutiérrez, A. (2018). Evaluación de la incorporación de espirulina sobre propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- National Institutes of Health (2018). Hierro . *Strengthening Knowledge and Understanding of Dietary Supplements*. Recuperado el 27 de mayo de 2019 de: <http://dx.doi.org/10.21149/8824>
- Henchion, M. (2017). *Future protein supply and demand: Strategies and factors influencing a sustainable equilibrium*. Foods. Recuperado el 3 de junio de 2019 de: <https://doi.org/10.3390/foods6070053>
- Henrikson, R. (1994). En Microalga *Spirulina* es el superalimento del futuro. Barcelona: Urano.
- Henrikson, R. (2005). *Earth Food Spirulina*. Recuperado el 18 de marzo de 2019 de: <http://www.spirulinasource.com/earthfood.html>
- Hirata, M. (1999). *Antioxidant activities of phycocyanobilin prepared from Spirulina platensis*. Tokio. Conf. Appl. Algol.
- Hood. (1992). Definición y Estructura de la Amilosa. México: Limusa.
- Hoseney, C. (1991). Principios de Ciencia y Tecnología de cereales. Zaragoza: Acribia.
- IIMSAM. (2018). *Intergovernmental institution for the use of micro-algae spirulina against malnutrition*. Recuperado el 26 de marzo de 2019 de: <https://www.algaespirulina.mx/web/aspecto-en-la-comunicacion-de-espirulina.html>
- INACG. (1981). *Iron deficiency in infancy and childhood. A report of the International Nutritional Anemia* . Washington, D.C: Editorial Review Board. The Nutrition Foundation Inc.
- INEN. (2018). NTE INEN 3084. Mezclas secas de panadería. Requisitos. Recuperado el 17 de junio de 2019 de: [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_3084.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_3084.pdf)

- Ramirez-Merida, Q. (2014). Microalgas y cianobacterias y aplicación en Medicina. Revista electronica PortalesMedicos Vol 9N° 4, 149. Recuperado el 11 de mayo de 2019 de: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/microalgas-y-cianobacterias-aplicacion-en-medicina/>
- Liu, Y.(2000). *Spirulina platensis & Luekemia*. Recuperado el 9 de marzo de 2019 de: [www.gd-1.com/reserch2.htm](http://www.gd-1.com/reserch2.htm).
- López, I, (2009). *Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible seaweeds*. Meat Sci; 83: 492 - 8. Recuperado el 4 de junio de 2019 de: <http://dx.doi.org/10.3390/foods6070053>
- López, R. (2014). Las proteínas de los alimentos. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Malik, P. (2013). *Quality characteristics of ice cream enriched with spirulina powder*. International Journal of Food and Nutritional Sciences. Recuperado el 1 de mayo de 2019 de: <http://ijfans.com/vol2issue1/8.pdf>
- Mantorell, R. (1995). *Nutritional supplementation during the preschool years influences body size and composition of Guatemalan adolescents*. Recuperado el 22 de mayo de 2019 de: [http://dx.doi.org/10.1093/jn/125.suppl\\_4.1068S](http://dx.doi.org/10.1093/jn/125.suppl_4.1068S).
- Martinez, R. (2016). Seguridad alimentaria y nutricional en cuatro países andinos. *Serie Políticas Sociales*. División de Desarrollo Social. Naciones Unidas. Santiago: CAPAL.
- Mataix, J. (1993). Enriquecimiento o fortificación alimentaria: *hierro y cinc*. Madrid, Editorial Ergon. p. 211-246. Madrid: Editorial Ergon.
- Matz, S. (1978). *Cookie and cracker technology*. Kansas City: Avi Publishing Company.
- Blank y Anthony J. Tarquin. (2004). Ingeniería Económica. 5ª Ed. Texas: McGraw-Hill.
- Meyers, L. (1983). *Prevalences of Anemia and Iron deficiency anemia in Black and White women in the United States estimated by two methods*. Am J Public Health 73 (9): 1042-1049. Recuperado el 28 de mayo de 2019 de: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a112712>
- Michka, L. (1992). *La spiruline, une algue pour l'Homme et la Planète* La spiruline, une algue pour l'Homme et la Planète . Georg Editeur, Genève.
- Mondragón, B. (1984). Cultivo y uso del alga tecuitlatl (*Spirulina maxima*). Estudio recapitulativo. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México. 49 pp. Recuperado el 23 de mayo de 2019 de:

<https://www.thefreelibrary.com/Traditional+and+present+use+of+Spirulina+sp.+Arthrospira+sp.%2F+Uso...-a0155614704>

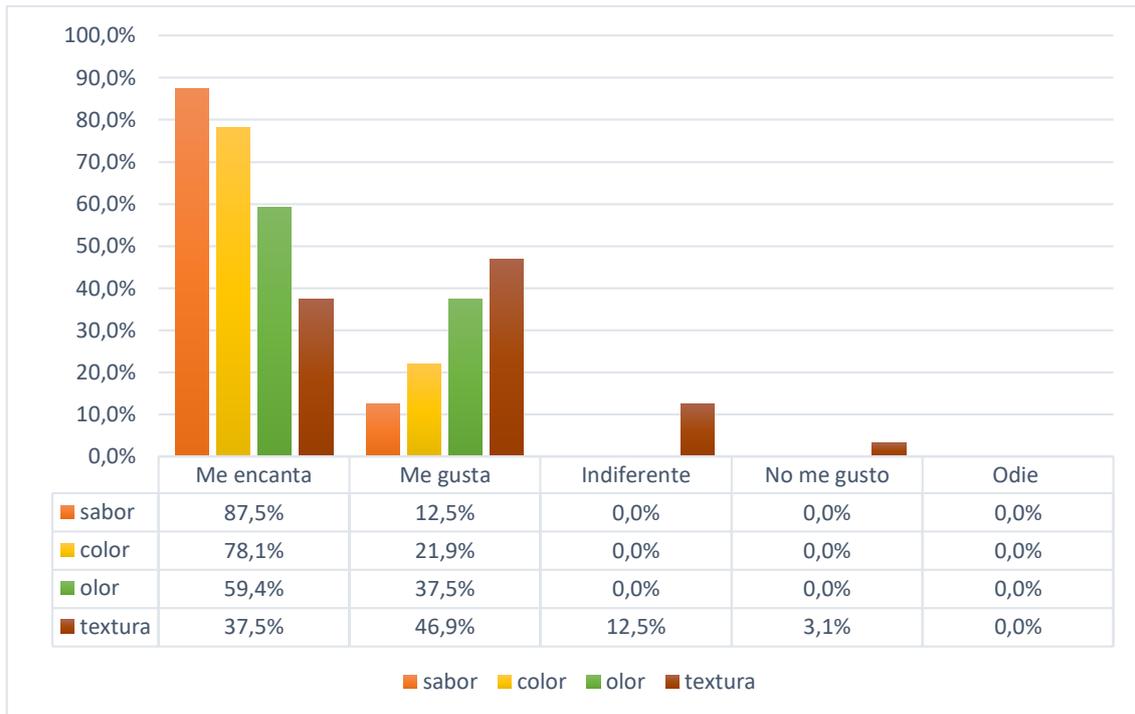
- NAP. (2000). *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids*. The National Academies Press. Recuperado el 12 de mayo de 2019 de: <https://doi.org/10.17226/9810>.
- Nemeth, E. (2011). *Disorders of iron metabolism. Part II: Iron deficiency and iron overload*. J Clin Pathol; 64: 287-296. Recuperado el 2 de junio de 2019 de: <http://dx.doi.org/10.1136/jcp.2010.086991>
- OMS. (2003). *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. Recuperado el 19 de mayo de 2019 de: [https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO\\_TRS\\_916\\_spa.pdf](https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_916_spa.pdf)
- Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud . (2014). Plan de acción para la prevención de la obesidad en niñez y adolescencia. Recuperado el 23 de mayo de 2019 de: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/red-icean/docs/Cd53-9-s.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/red-icean/docs/Cd53-9-s.pdf)
- Ortega, M. (1994). Ficología de México: algas continentales. Recuperado el 27 de marzo de 2019 de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57408506>> ISSN 0187-7151
- Piccolo, A. (2011). *Spirulina A livelihood and A. Business Venture*. Indian Ocean Commission. Recuperado el 19 de mayo de 2019 de: <http://www.fao.org/3/a-az386e.pdf>
- Ponce, E. (2013). Superalimento para un mundo en crisis: Spirulina a bajo costo. Recuperado el 10 de mayo de 2019 de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v31n1/art16.pdf>
- Robledo, D. (1997). Las algas y la biodiversidad. 13: 2-4. Conavio: *Biodiversitas*.
- Robledo, R. (1997). *Seaweed resources of Mexico*. Mexico: JICA.
- Saltos, H. (1993). Diseño experimental. Aplicación de procesos tecnológicos. Ambato- Ecuador: Pio XII.
- Sanchez, M. (2003). *Spirulina (Arthrospira) an edible microorganism*. A. Recuperado el 9 de abril de 2019 de: [www.javeriana.edu.co/universirtas\\_scientiarum/vol8nl/J\\_bernal.htm](http://www.javeriana.edu.co/universirtas_scientiarum/vol8nl/J_bernal.htm).
- Stoles, M. (2012). *El justo sabor del cacao: Desafíos y ventajas del comercio justo del cacao*. Universidad Andina Simón Bolívar sede Ecuador. Recuperado el 2 de junio de 2019 de: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3076/1/T1132-MELA-Stoler-Eljusto.pdf>.

- Tomaselli, L. (1997). *Morphology, Ultrastructure and Taxonomy of Arthrospira (Spirulina) maxima and Arthrospira (Spirulina) platensis*. En *Spirulina platensis (Arthrospira): physiology, cell-biology and biotechnology*. Londres: Taylor & Francis.
- UNICEF. (2016). La desnutrición infantil. Recuperado el 22 de mayo de 2019 de: [https://www.unicef.org/ecuador/media\\_9001.htm](https://www.unicef.org/ecuador/media_9001.htm)
- USDA. (2018). Servicio de Investigación Agrícola el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Recuperado el 14 de mayo de 2019 de: <https://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production>
- Vonshak, A. (2000). *Systematics and Ecophysiology. The ecology of Cyanobacteria*. (págs. 505-522). Holanda: Kluwer Academic Publishers.
- Young, V. (1994). *Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition*. New York: Academic Press.

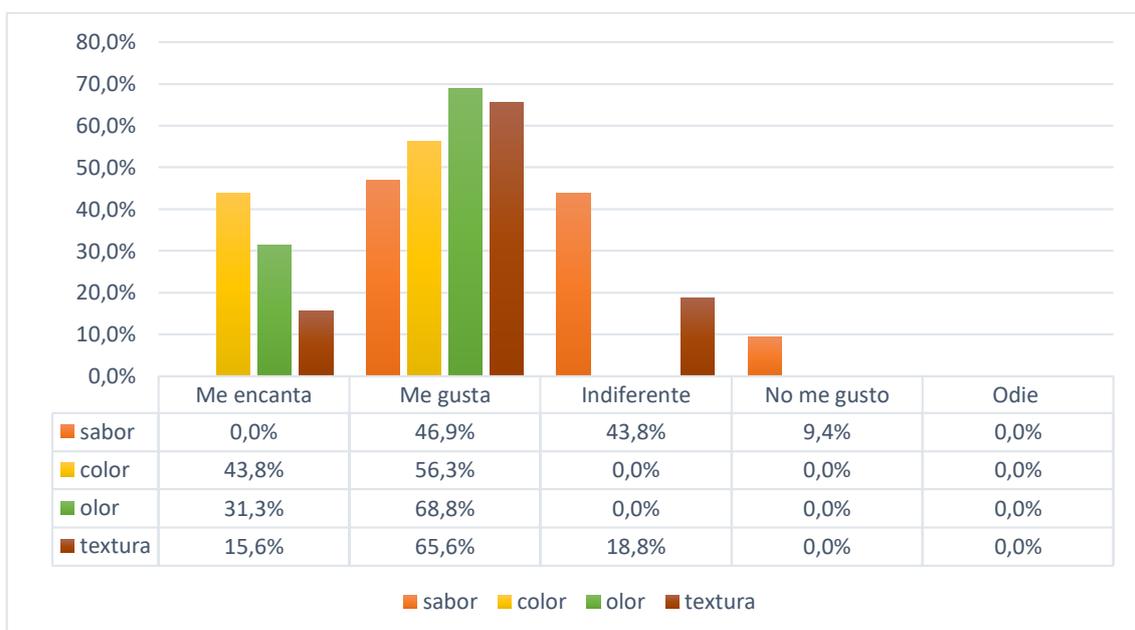
## **ANEXOS**



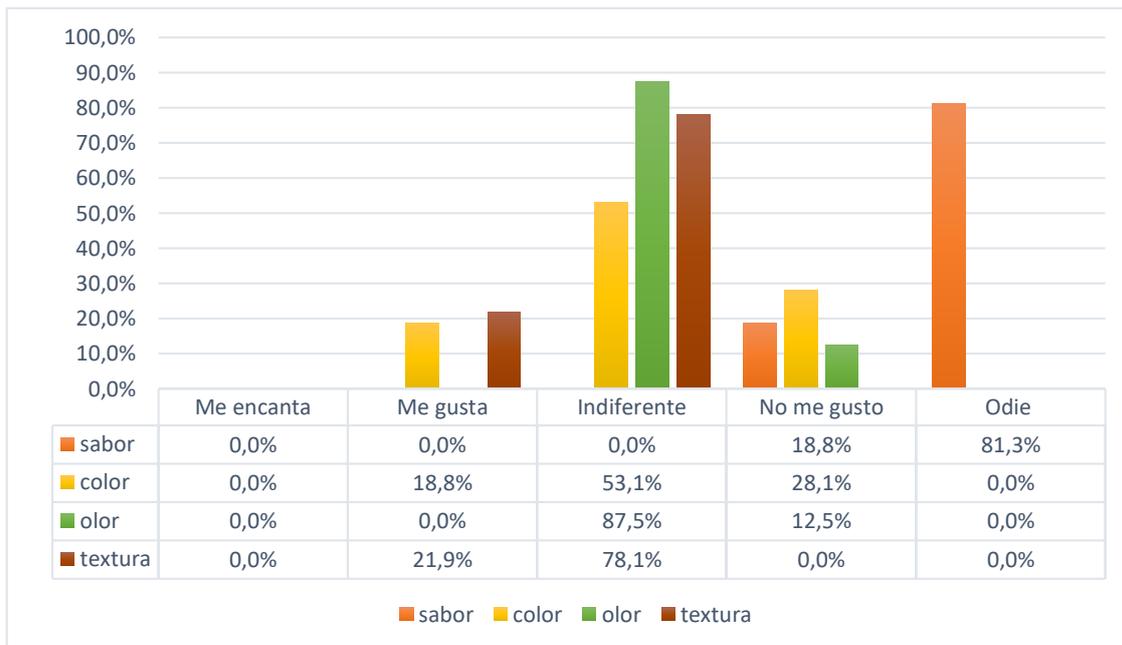
### Anexo 2. Porcentaje de aceptabilidad del Muffin con 1% de Espirulina, según variable sensorial



### Anexo 3. Porcentaje de aceptabilidad del Muffin con 2% de Espirulina, según variable sensorial



#### Anexo 4. Porcentaje de aceptabilidad del Muffin con 3% de Espirulina, según variable sensorial



#### Anexo 5 Análisis de varianza para las medias de los tratamientos (MS-1, MS-2, MS-3)

##### Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,994	2	9	,192

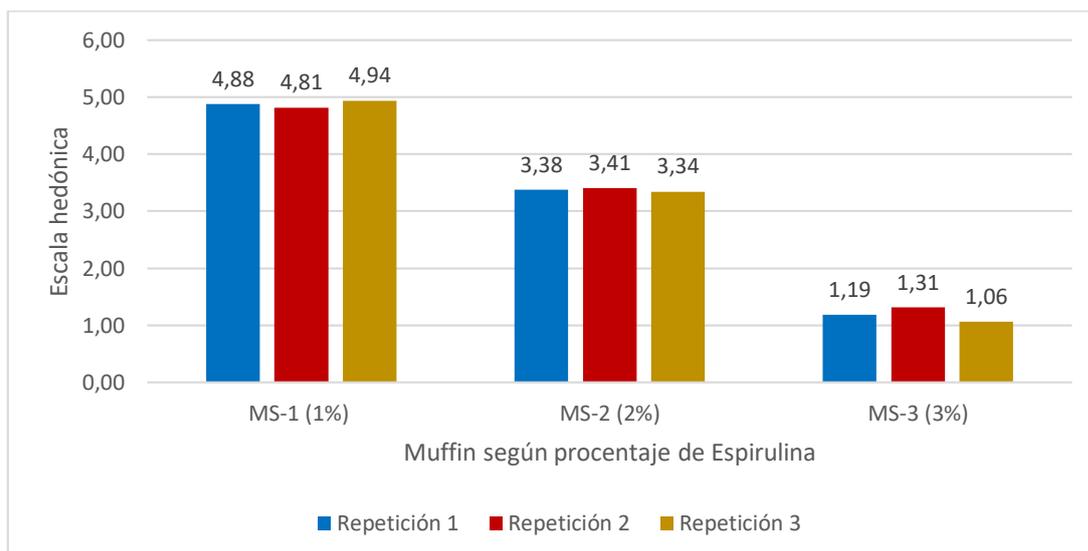
Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	8,806	2	4,403	11,310	,004
Error	3,504	9	,389		
Total	12,310	11			

## Anexo 6. Comparaciones múltiples entre tratamientos

(I) Tratamiento	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MS-1 (1%)	MS-2(2%)	,55500	,44119	,482	-,7323	1,8423
	MS-3 (3%)	2,03000*	,44119	,004	,7427	3,3173
MS-2(2%)	MS-1 (1%)	-,55500	,44119	,482	-1,8423	,7323
	MS-3 (3%)	1,47500*	,44119	,026	,1877	2,7623
MS-3 (3%)	MS-1 (1%)	-2,03000*	,44119	,004	-3,3173	-,7427
	MS-2(2%)	-1,47500*	,44119	,026	-2,7623	-,1877

Nota: \*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

## Anexo 7. Resultado de Aceptabilidad del Muffin según Porcentaje de Espirulina para la característica Sabor



## Anexo 8. Análisis de varianza para el atributo Sabor

Fuente De variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	20,662	2	10,331	14.68,877	,000
Error	,042	6	,007		
Total	20,704	8			

## Anexo 9. Comparaciones múltiples del sabor en los tratamientos.

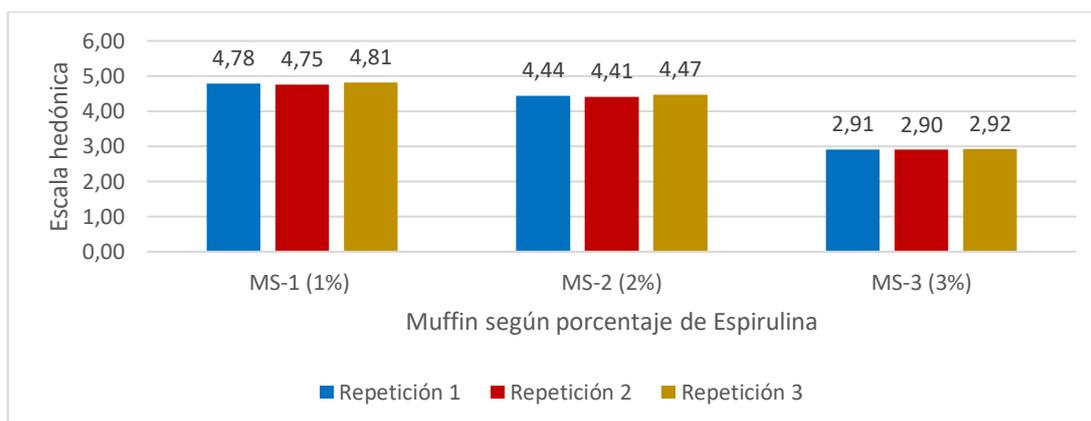
Variable dependiente: Sabor

HSD de Tukey

(I) Porcentaje	(J) Porcentaje	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MS-1	MS-2	1,50000*	,06848	,000	1,2899	1,7101
	MS-3	3,69000*	,06848	,000	3,4799	3,9001
MS-2	MS-1	-1,50000*	,06848	,000	-1,7101	-1,2899
	MS-3	2,19000*	,06848	,000	1,9799	2,4001
MS-3	MS-1	-3,69000*	,06848	,000	-3,9001	-3,4799
	MS-2	-2,19000*	,06848	,000	-2,4001	-1,9799

Nota: \*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

## Anexo 10. Resultado de Aceptabilidad del Muffin según Porcentaje de Espirulina para la característica Color



## Anexo11. Análisis de varianza para el atributo Color

Fuente De variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	5,968	2	2,984	4008,463	,000
Error	,004	6	,001		
Total	5,973	8			

## Anexo 12. Comparaciones múltiples para el atributo de Color.

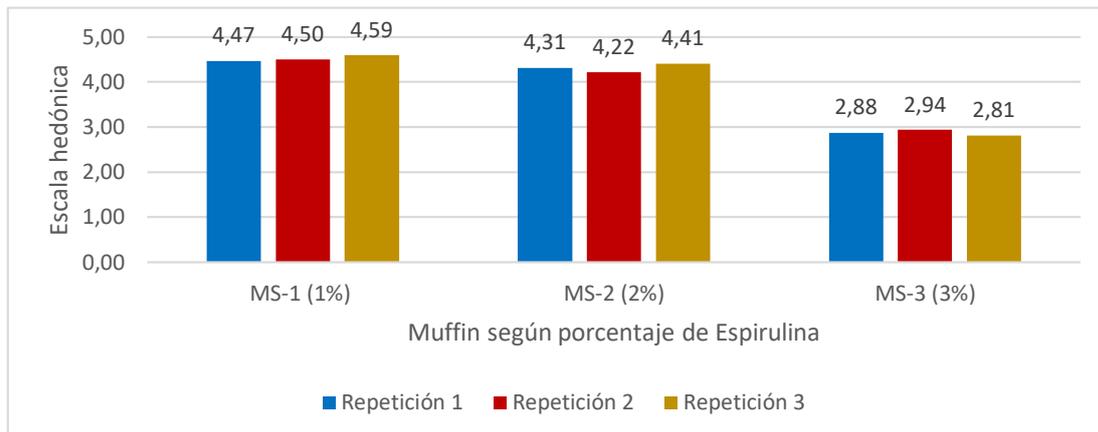
Variable dependiente: Color

HSD de Tukey

(I) Porcentaje	(J) Porcentaje	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MS-1	MS-2	,34333*	,02228	,000	,2750	,4117
	MS-3	1,87333*	,02228	,000	1,8050	1,9417
MS-2	MS-1	-,34333*	,02228	,000	-,4117	-,2750
	MS-3	1,53000*	,02228	,000	1,4616	1,5984
MS-3	MS-1	-1,87333*	,02228	,000	-1,9417	-1,8050
	MS-2	-1,53000*	,02228	,000	-1,5984	-1,4616

Nota: \*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

### Anexo 13. Resultado de Aceptabilidad del Muffin según Porcentaje de Espirulina para la característica Olor



### Anexo 14. Análisis de varianza para el atributo Olor

Fuente De variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	4,807	2	2,404	420,052	,000
Error	,034	6	,006		
Total	4,842	8			

### Anexo 15. Comparaciones múltiples para el atributo de Olor.

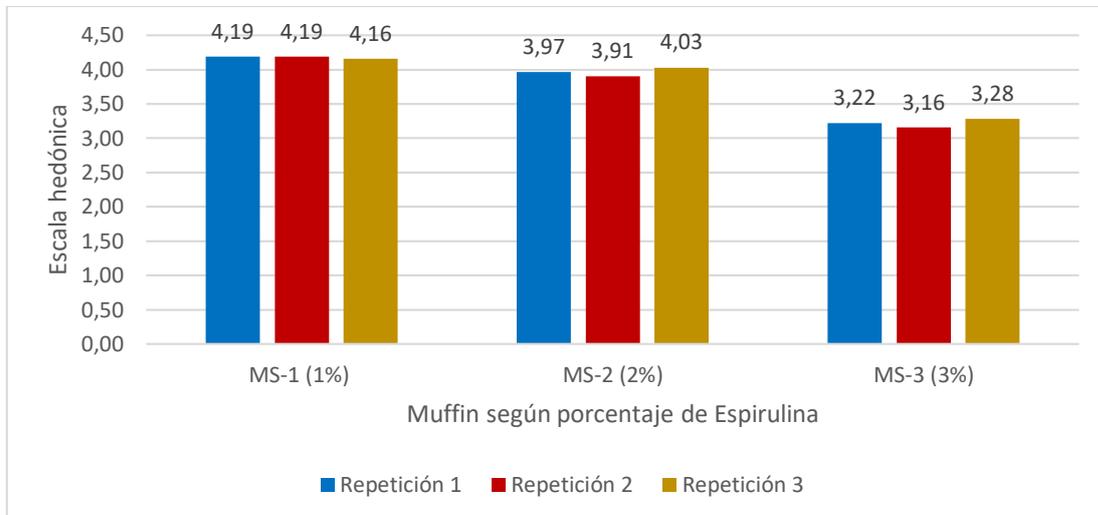
Variable dependiente: Olor

HSD de Tukey

(I) Porcentaje	(J) Porcentaje	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MS-1	MS-2	,20667*	,06176	,036	,0172	,3962
	MS-3	1,64333*	,06176	,000	1,4538	1,8328
MS-2	MS-1	-,20667*	,06176	,036	-,3962	-,0172
	MS-3	1,43667*	,06176	,000	1,2472	1,6262
MS-3	MS-1	-1,64333*	,06176	,000	-1,8328	-1,4538
	MS-2	-1,43667*	,06176	,000	-1,6262	-1,2472

Nota: \*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

### Anexo 16 Análisis de Aceptabilidad del Muffin según Porcentaje de Espirulina para la característica Textura



### Anexo 17. Análisis de varianza para el atributo Textura

Fuente De variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	1,528	2	,764	305,640	,000
Error	,015	6	,002		
Total	1,543	8			

## Anexo 18. Comparaciones múltiples para el atributo de textura.

Variable dependiente: Textura

HSD de Tukey

(I) Porcentaje	(J) Porcentaje	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MS-1	MS-2	,21000*	,04082	,005	,0847	,3353
	MS-3	,96000*	,04082	,000	,8347	1,0853
MS-2	MS-1	-,21000*	,04082	,005	-,3353	-,0847
	MS-3	,75000*	,04082	,000	,6247	,8753
MS-3	MS-1	-,96000*	,04082	,000	-1,0853	-,8347
	MS-2	-,75000*	,04082	,000	-,8753	-,6247

Nota: \*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

## Anexo 19. Encuesta Análisis de aceptabilidad de muffin de chocolate con espirulina y guayaba

### Análisis de aceptabilidad de muffin de chocolate con espirulina y guayaba

Niño   Niña   Edad

Señala la carita que más se parezca a lo que vas a probar



Odié

1



No me gustó

2



Indiferente

3



Me gustó

4



Me encantó

5

MUFFIN A					
SABOR					
COLOR					
OLOR					
TEXTURA					



Odié

1



No me gustó

2



Indiferente

3



Me gustó

4



Me encantó

5

MUFFIN B					
SABOR					
COLOR					
OLOR					
TEXTURA					



Odié

1



No me gustó

2



Indiferente

3



Me gustó

4



Me encantó

5

MUFFIN C					
SABOR					
COLOR					
OLOR					
TEXTURA					

## Anexo 20. Resultados de análisis químico proximal de hierro y proteína del muffin de chocolate, guayaba y espirulina MS-1



**SEIDLaboratory CÍA. LTDA.**

SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO

Laboratorio acreditado por:  
American Association For Laboratory Accreditation



Certificados N° 2102-01/02

LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

### INFORME DE ENSAYO NR. 185024

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	SAMANTA DELGADO		
DIRECCION:	MITAD DEL MINDO		
TIPO DE MUESTRA:	MUFFIN DE CHOCOLATE Y ESPIRULINA		
TIPO DE PRODUCTO:	MUFFIN DE CHOCOLATE Y ESPIRULINA		
FECHA DE ELABORACION:	ND	FECHA DE CADUCIDAD:	ND
LOTE:	ND	CONTENIDO DECLARADO:	ND
MATERIAL DE ENVASE:	EMPAQUE PLÁSTICO SELLADO	FORMA DE CONSERVACIÓN:	AMBIENTE

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	185024-1	CONTENIDO ENCONTRADO:	232,8 g
FECHA RECEPCION:	19/06/04	FECHA INICIO ENSAYO:	19/06/04
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 23 ° C	MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió	

ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	SEF-H (AOAC 925.10)	%	28,17
Proteína F= 6,25*	DUMAS	%	9,52
Grasa	SEF-G (AOAC 922.06)	%	15,79
Ceniza	SEF-C (AOAC 923.03)	%	1,57
Hierro*	AOAC 999.11	mg/100g	3,50
Carbohidratos*	CALCULO	%	44,95

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE y A2LA\* Con excepción de Hierro que sí está acreditado por A2LA

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 05-001

Datos tomados del cuaderno de P RG-01 Pág. 49B / H RG-02 pág. 34B / GE RG-03 pág. 19A / C RG-04 pág. 28A / MIN RG-12 pág. 36A

INCERTIDUMBRE:			
PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE	PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE
HUMEDAD	±0,10% (Rangos menores al 5%)	CENIZA	±0,11% (Rangos ≤ al 1,5%)
PROTEINA	±0,08%	GRASA	±0,11% (Rangos menores al 10%)
HIERRO	±0,21% (mg/100g o ml)		

La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de aproximadamente un 95%

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representatividad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado.

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

19/06/11

FECHA EMISION

Dra. Mayra Vinuesa  
Director de Calidad  
Director Técnico (E)

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Página 1 de 1

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Nota: Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad [directordcalidad@seidlaboratory.com.ec](mailto:directordcalidad@seidlaboratory.com.ec); Gerencia General [gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec](mailto:gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec); Servicio al Cliente [servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec](mailto:servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec) ó a los teléfonos 022476314-022483145-0995450911-0992750633.

Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth  
[www.seidlaboratory.com.ec](http://www.seidlaboratory.com.ec)

## Anexo 21. Resultados de análisis químico proximal de hierro y proteína del muffin de chocolate, guayaba y espirulina, MS-2.



**SEIDLaboratory CÍA. LTDA.**

SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO

Laboratorio acreditado por:  
American Association For Laboratory Accreditation



Certificados N° 2102-01/02

LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

### INFORME DE ENSAYO NR. 185023

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	SAMANTA DELGADO		
DIRECCION:	MITAD DEL MINDO		
TIPO DE MUESTRA:	MUFFIN DE CHOCOLATE Y ESPIRULINA		
TIPO DE PRODUCTO:	MUFFIN DE CHOCOLATE Y ESPIRULINA		
FECHA DE ELABORACION:	ND	FECHA DE CADUCIDAD:	ND
LOTE:	ND	CONTENIDO DECLARADO:	ND
MATERIAL DE ENVASE:	EMPAQUE PLÁSTICO SELLADO	FORMA DE CONSERVACIÓN:	AMBIENTE

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	185023- 1	CONTENIDO ENCONTRADO:	235.3 g
FECHA RECEPCION:	19/06/04	FECHA INICIO ENSAYO:	19/06/04
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 23 ° C	MUESTREO:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
Proteina F= 6,25*	DUMAS	%	10,25
Hierro*	AOAC 999.11	mg/100g	4,41

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación A2LA"

Datos tomados del cuaderno de P RG-01 Pág. 49B / MIN RG-12 pág. 35A

INCERTIDUMBRE:		
PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de aproximadamente un 95%
PROTEINA	±0,05%	
HIERRO	±0,21% (mg/100g o ml)	

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado.

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• **Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

19/06/11

FECHA EMISION

Dra. Mayra Vimeza  
Director de Calidad  
Director Técnico (E)

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Página 1 de 1

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Nota: Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad [directordcalidad@seidlaboratory.com.ec](mailto:directordcalidad@seidlaboratory.com.ec); Gerencia General [gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec](mailto:gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec); Servicio al Cliente [servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec](mailto:servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec) ó a los teléfonos 022476314-022483145-0995450911-0992750633.

Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth  
[www.seidlaboratory.com.ec](http://www.seidlaboratory.com.ec)

## Anexo 22. Resultados de análisis bromatológicos del muffin de chocolate, guayaba y espirulina MS-3.



**SEIDLABORATORY CIA. LTDA.**

SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO

Laboratorio acreditado por:  
American Association For Laboratory Accreditation



Certificados Nº 2102-01/02

LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

### INFORME DE ENSAYO NR. 185022

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	SAMANTA DELGADO		
DIRECCION:	MITAD DEL MINDO		
TIPO DE MUESTRA:	MUFFIN DE CHOCOLATE Y ESPIRULINA		
TIPO DE PRODUCTO:	MUFFIN DE CHOCOLATE Y ESPIRULINA		
FECHA DE ELABORACION:	ND	FECHA DE CADUCIDAD:	ND
LOTE:	ND	CONTENIDO DECLARADO:	ND
MATERIAL DE ENVASE:	EMPAQUE PLÁSTICO SELLADO	FORMA DE CONSERVACIÓN:	AMBIENTE

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	185022- 1	CONTENIDO ENCONTRADO:	231.9 g
FECHA RECEPCION:	19/06/04	FECHA INICIO ENSAYO:	19/06/04
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 23 ° C	MUESTREO:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
Proteína F= 6,25*	DUMAS	%	10,72
Hierro	AOAC 999.11	mg/100g	4,92

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación A2LA"

Datos tomados del cuaderno de P RG-01 Pág. 49B / MIN RG-12 pág. 35A

INCERTIDUMBRE:		
PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de aproximadamente un 95%
PROTEINA	L±0,05%	
HIERRO	L±0,21% (mg/100g o ml)	

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado.

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

19/06/11

FECHA EMISION

Dra. Mayra Vinuza  
Director de Calidad  
Director Técnico (E)

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Página 1 de 1

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Nota: Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad [directordcalidad@seidlaboratory.com.ec](mailto:directordcalidad@seidlaboratory.com.ec); Gerencia General [gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec](mailto:gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec); Servicio al Cliente [servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec](mailto:servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec) ó a los teléfonos 022476314-022483145-0995450911-0992750633.

Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth  
[www.seidlaboratory.com.ec](http://www.seidlaboratory.com.ec)

Anexo 23. Cremado



Anexo 24. Mezcla 1



Anexo 25. Mezcla 2



Anexo 26. Mezcla 3



Anexo 27. Moldeo



Anexo 28. Concentrado de guayaba



## Anexo 29. Relleno de muffins



