

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la**

**Producción**

**"DISEÑO DE UNA BARRA ENERGÉTICA TIPO GRANOLA A PARTIR DE  
SCRAP DE GALLETAS"**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO DE ALIMENTOS**

Presentado por:

Víctor Gabriel Duque Laaz

Carla Pamela Tutasi Benitez

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2016

# AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme la fortaleza para poder culminar una etapa muy importante en vida profesional.

A mis padres, a mis hermanos por su confianza y su apoyo incondicional, y a todas las personas que de una u otra forma me brindaron su invaluable ayuda durante mis estudios.

A la PhD. Sandra Acosta, por su valioso apoyo y la comprensión brindada durante el asesoramiento para la realización del presente trabajo.

Pamela Tutasi.

# AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecer a Dios por permitirme cerrar una etapa más en mi vida profesional, y de esta manera poder ser mejor cada día.

A mis padres por ser mi apoyo en todo momento, a mis hermanos por estar prestos a ayudarme siempre y a mis familiares que de una u otra manera brindaron su ayuda durante todo este periodo de estudios profesionales.

A mis docentes especialmente a la PhD. Sandra Acosta, por ser nuestra guía y apoyo en todo momento para poder culminar con éxito el presente trabajo y ayudarme en lo que es la formación superior.

Víctor Duque

# DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Víctor Gabriel Duque Laaz

Carla Pamela Tutasi Benitez

Ph.D. Sandra Acosta D.

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.




---

Víctor Duque L.



---

Pamela Tutasi B.



---

Ph.D. Sandra Acosta D.

# RESUMEN

El presente trabajo se enfocó en el aprovechamiento de los residuos o subproducto de las obleas de galletas, conocido como Scrap, en la fabricación de una barra energética tipo granola para consumo masivo; este subproducto actualmente no es aprovechado en la industria de alimentos.

El aporte nutricional del producto final se obtiene de la mezcla del scrap con otros ingredientes como la avena, chía, almendras, etc., volviéndolo un alimento funcional como alternativa de nutrición y alimentación, consiguiendo que el producto sea agradable al paladar y además que pueda ser consumido en el desayuno como un alimento principal que satisfaga las necesidades energéticas en los consumidores.

Para definir los diferentes prototipos se realizó un diseño de mezclas de vértices extremos con tres variables, las cuales fueron: el Scrap de galleta, el azúcar y la miel, como resultado del mismo se obtuvo 11 prototipos o alternativas, de las cuales 7 tipos de formulación fueron descartados; debido a que no se presentaron buenas propiedades de maquinabilidad y sabor no agradable. Dentro del diseño de experimento se dejó como ingredientes fijos a la almendra, chía, pasas, agua, sal, aceite y avena precocida; y como ingredientes variables a la miel, azúcar y el Scrap

Adicionalmente a la fórmula elegida se le realizó un análisis físico – químico a fin de poder determinar sus características física, química, organoléptica y valor nutricional, del análisis del valor nutricional se obtuvo un valor energético de 150 kcal para una porción de 40 gramos, valores similares a los productos ya existentes en el mercado con estas características.

Los 4 prototipos restantes, fueron sometidos a una prueba de evaluación sensorial de escala hedónica de 5 puntos, para determinar cuál de ellos tiene mayor grado de aceptación. El prototipo de la formulación ganadora presentó en la evaluación un valor de 3.97 como media de aceptación, y su composición es de: 15,75% scrap, 20%

avena, 10% de chía, 5% de pasas, 5% almendras, 5% de aceite vegetal, 8,13% de miel, 7% de agua, 0.50% de sal, 23,73% de azúcar.

En este proyecto se diseñó el diagrama de proceso y se seleccionó la tecnología requerida para la elaboración de la barra de granola con una producción de 1.5 Ton por día a partir del subproducto de la industria de galletas, además se obtuvieron los costos de las materias primas, de los equipos y del material de empaque; para la presentación de 40 gramos de la barra de granola teniendo un costo de \$23 por cartón.

Se establecieron los lineamientos de seguridad alimentaria basados en la norma ISO 22000, adicionalmente se diseñó un manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) como requisito básico para el plan HACCP, además se desarrollaron los Procesos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES), para finalmente poder establecer el Plan HACCP a fin de garantizar un producto de calidad e inocuo para el consumidor.

De esta manera el presente proyecto es viable en cuanto al valor nutricional y el costo del producto, pudiendo ser una alternativa para un grupo de consumidores que guste de este tipo de alimentos.

**Palabras Clave:** Chía, Avena, Almendras, Desayuno, Cereales.

# ABSTRACT

This work was focused on the use of waste of water cookie, know as scrap in the manufacture of a energy granola bar for mass consumption, this product is currently not used in food industry.

The nutritional value of the final prodcut is obtain from the mix of scrap with other ingredients like oat mela, chia, almonds making it a funtional food and nutrition, getting the prodcut to be palatable and plus can be consumed at breakfast as a staple food that meets the energy needs of consumers.

To define the different prototypes, were made a desig of mixture of extreme verticis with three variables, wich were: scrap, sugar and honey, as resul 11 prototypes was obtained of which 7 types of formulation were descarted because they didn ´t taste nice. Within the experimental design allowed as ingredients fixed almod, chia, raisins, wáter, sait, opi and pre cooked oats; as variable ingredients to honey, sugar and scrap.

In addition to the formula chosen it under wet a physical-chemical analysis in order to determine their physical, chemical, organoleptic characteristics and nutritional value, the analysis of the nutritional value of energy value of 150 Kcal for a portion of 40 grams was obtained, similar values to those existing product in the market whit these features product.

The remaining four prototypes were subjected toa sensory evaluation test hedonic scale of 5 points, to determinate which of them has greater acceptance. The prototype of the winning formulation presented in evaluation avalue of 3.97 as average acceptance, and it´s composition is 15.75% scrap, 20% oats, 10% chia, 5% raisins, 5% almonds, 5% vegetable oil, 8.13% honey, 7% water, 0.50% salt, 23.73% of sugar.

In this project the process diagram was designed and the required tecnology was selected for makin granola bar with prodcuton of 1.5 ton per day from the product of the biscuit industry was selected, plus the cost of row materials were obtained equipment an packing materials for the presentation of 40 grams of granola bar having a cost of \$23 for carton.

Food safety guidelines were establish on ISO 22000 additionally a manual of Good Manufacturing Practices (GMP) as a basic requirement for HACCP plan designed, also developed processes standard operating sanitation (POES) finally to establish the HACCP plan to ensure a avality product and safe for the consumer.

This project is feasible in terms of nutritiional value and cost of the product, may be an alternative for a group of consumers who like this kind of food.

**Key words:** Chia, Oat, Almonds, Breakfast, Cereals.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Subproducto en la industria de galletas.....	2
1.5 Aplicaciones o usos de los subproductos.....	3
1.6 Granolas tipos y dosificación.....	3
CAPÍTULO 2	
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
2.1 Materias primas.....	4
2.2 Diseño de experimentos.....	4
2.2.1 Propuesta de formulación.....	4
2.3 Pruebas de calidad.....	6
2.3.1 Evaluación sensorial.....	6
2.4 Análisis de calidad y Valor Nutricional.....	10
2.4.1 Análisis Químico y Microbiológico.....	10
2.4.2 Valor nutricional.....	11
2.5 Lineamiento de un sistema de seguridad alimentaria.....	11



2.5.1	Proceso de elaboración de barra de granola.....	11
2.5.2	Planta Piloto.....	14
2.6	Costos de Equipos y Materias Primas.....	14

### CAPÍTULO 3

3.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
3.1	Formulación.....	21
3.2	Resultados de evaluación sensorial.....	22
3.3	Análisis de calidad y valor nutricional.....	23
3.4	Tendencia del mercado.....	25
3.5	Costo de elaboración.....	25

### CAPÍTULO 4

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
4.1	Conclusiones.....	27
4.2	Recomendaciones.....	28

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

# ABREVIATURAS

BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
POES	Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización
PCC	Puntos Críticos de Control
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ISO	International Organization for Standardization
VDR	Valor Diario Requerido
LDL	Low Density Lipoproteins
HDL	High Density Lipoproteins
FAO	Food and Agriculture Organization
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
PEBD	Polietileno de Baja Densidad
USD	United States Dollars

# SIMBOLOGÍA

mm	Milímetro
M <sup>3</sup>	Metros Cúbicos
µg	Microgramo
mg	Miligramo
UI	Unidad Internacional
g	Gramo
kg	Kilogramo
ml	Mililitro
l	Litros
°C	Grados Celsius
%	Porcentaje
kcal	Kilocalorías
kJ	Kilojoules
\$	Dólares
g/100g	Gramos sobre cien gramos
mg/%	Miligramos sobre porcentaje
µg/100g	Microgramos sobre cien gramos

# ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Diagrama de Flujo de Elaboración de Barra de Granola.....	13
Figura 3.1 Prototipos Ganadores.....	22
Figura 3.2 Semáforo Nutricional.....	25

# ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1	Pesos Constantes del Experimento.....	5
Tabla 2	Tabla de Análisis de Varianza.....	9
Tabla 3	Resultados de Valores Críticos de F.....	10
Tabla 4	Parámetros de Control.....	10
Tabla 5	Costo de la Maquinaria.....	14
Tabla 6	Costos de Materias Primas.....	15
Tabla 7	Costo de Material de Empaque para la elaboración de la Barra de Granola	15
Tabla 8	Costo de Materia Prima para la Elaboración de un Cartón de 4 kilos.....	16
Tabla 9	Requerimientos de Materia Prima por Fórmula.....	16
Tabla 10	Costo de Mano de Obra Directa .....	17
Tabla 11	Costo de Mano de Obra Indirecta.....	17
Tabla 12	Costo de Materiales Indirectos.....	18
Tabla 13	Costo de Suministros y Servicios.....	18
Tabla 14	Cálculo de uso de energía eléctrica de equipos.....	19
Tabla 15	Depreciación.....	19
Tabla 16	Costos de Mantenimiento.....	20
Tabla 17	Diseño de Experimento.....	21
Tabla 18	Tabla de Diferencia Significativa entre Muestras.....	23
Tabla 19	Análisis Físico Químicos de la Granola.....	23
Tabla 20	Valor Nutricional de la Barra de Granola.....	24
Tabla 21	Costos de Producción por Fórmula.....	26

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Introducción

En las últimas décadas la población se ha visto en la necesidad de cambiar la tendencia alimenticia debido a la presencia de algunas enfermedades relacionadas con el tipo de alimentación la misma que puede considerarse en algunos individuos inadecuada. La industria alimentaria esta constantemente desarrollando nuevas alternativas de alimentos para satisfacer a la población y también a diferentes grupos de individuos con características específicas.

Actualmente en el mercado se puede observar una gran cantidad de alimentos que tienen un alto contenido energético relacionándolo para determinado grupo de individuos que también tienen un gran gasto energético, este tipo de alimentos denominados granola donde se reúnen una gran variedad de cereales como pueden ser avena, quinua, chía, trigo, arroz, centeno maíz y mijo ha dado paso al presente trabajo de investigación donde se van a utilizar algunas de esas materias primas que ya son comunes, también se va a ingresar un valor agregado al trabajar con una materia prima que resulta del Scrap del proceso de un alimento que ya se comercializa de esta manera se va a mejorar los costos de fabricación del alimento que ya se produce y se va a obtener una materia prima cuyos costos son mínimos para la formación de un nuevo alimento dentro de las materias primas utilizadas son azúcar, miel y aceite que son consideradas por sus valores energéticos, avena, pasas y almendras por la fibra que aportan al alimento; también se ha considerado incluir dentro de los ingredientes a la chía ya que es uno de los alimentos al que se le está dando impulso de comercialización.

Con base lo expuesto las barras de cereales a denominadas granola son consideradas como alimentos de alto aporte calórico por su contenido de proteínas, lípidos, hidratos de carbono y de buenas características organolépticas. Los hidratos de carbono, en forma de glucosa y fructosa, son el ingrediente principal de estos productos permitiendo recargar rápidamente los depósitos de glucógeno; y además suelen contener minerales y vitaminas esenciales para el organismo.

El presente trabajo se enfocó en el desarrollo de un alimento usando como recurso un subproducto de la industria de galletas que actualmente no se está aprovechando para el consumo humano. Se busco desarrollar un producto con beneficios desde el punto de vista nutricional y agradable al paladar, que pueda ser consumido en el desayuno como un alimento principal y cubrir las necesidades energéticas.

## **1.2 Justificación**

Aprovechar el Scrap en el proceso de fabricación de otro alimento incorporándolo a una formulación de una barra de granola que es rica en proteínas y carbohidratos.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar una formulación nutritiva y viable para la obtención de una barra energética tipo granola a partir de un Scrap que satisfaga las necesidades energéticas de consumidores con alto desgaste energético.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Obtener una fórmula idónea para la barra de granola con Scrap.
- Caracterizar la barra de granola con Scrap en sus propiedades físico químicas sensoriales y microbiológicas a fin de cumplir con la norma INEN 2595:2011
- Diseñar un diagrama de proceso y la tecnología requerida para la elaboración de la barra de granola con Scrap.
- Diseñar un sistema de inocuidad aplicable a la fabricación de la barra de granola con Scrap.
- Definir los costos de materias primas y maquinarias para la fabricación de la granola con Scrap.

## **1.4 Subproductos en la industria de galletas**

En la actualidad hay muchas fábricas que no aprovechan el 100% de sus materias primas, y es común que se utilicen dichos residuos para ser vendidos como

balanceados para animales o en su defecto dispuestos finalmente como desechos comunes. Esto ocurre en la industria de la galletería ya que al momento de darle la forma en el troquelado o corte en la galleta se origina una merma denominada scrap, existiendo gran pérdida de producto por las diferentes formas de los moldes. Este Scrap puede ser aprovechado y usarse en la obtención de nuevos productos.

## **1.5 Aplicaciones o usos de los subproductos**

La industria alimenticia a nivel mundial está dedicando grandes esfuerzos a la producción y comercialización de alimentos a partir de residuos generados en la industria de galletería, por lo cual al Scrap se le busca una utilidad más rentable dándole un nuevo valor al ser transformado en un nuevo producto para el consumo humano ya que hasta el momento se lo utiliza solo en productos balanceados.

## **1.6 Granolas tipos y dosificación**

Según lo establecido en la norma NTE 2595.2011, del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), las Granolas se define de la siguiente manera: *“Producto procesado apto para consumo directo, resultante de la mezcla de uno o más cereales, y /o pseudocereales, sometidos a uno o más procesos de cocción, con o sin adición de otros ingredientes crudos o cocidos.”* (1)

Además esta norma indica que: *“Las granolas deben tener aspecto, textura y consistencia acorde a sus ingredientes y procesos de producción, pudiendo ser homogénea, heterogénea, crujiente o suave, suelta o granulada. Pueden ingerirse solas o ser mezcladas con otros alimentos. Deben tener sabor y aroma típicos, naturales o provenientes de saborizantes y aromatizantes permitidos. Deben ser elaboradas en condiciones sanitarias apropiadas, observándose buenas prácticas de fabricación y a partir de materias primas sanas, limpias e inocuas. Los ingredientes utilizados como materia prima de las granolas deben estar libres de materias extrañas y de signos de infestación o contaminación por roedores e insectos.”* (1)

Los ingredientes que pueden ser utilizados como materia prima y que están permitidos para las granolas son: grasas y aceites comestibles, azúcares, melazas, jarabes, miel de abeja, derivados de cereales y pseudocereales, edulcorantes, especias, frutas deshidratadas, frutas enconfitadas, frutos secos, semillas y nueces, leguminosas, oleaginosas, sal, esencias y otros ingredientes aptos para el consumo humano. (1)



# CAPÍTULO 2

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Materias primas

Las materias primas utilizadas para el presente trabajo son:

- Scrap de galletas (La Universal)
- Avena precocida (Avena Quaker)
- Azúcar Morena (Azúcar Morena San Carlos)
- Almendras (Bonanza)
- Pasas (El Sabor)
- Aceite Vegetal (La Favorita)
- Miel (La Abejita)
- Chía (Chía Seeds)
- Sal (Crisal)
- Agua Potable

### 2.2 Diseño del experimento

Con el fin de obtener la formulación óptima para el desarrollo de la barra de granola se realizó un diseño experimental que se detalla más adelante.

#### 2.2.1 Propuesta de formulación

Se desarrolló la fórmula con las siguientes materias primas:

1. Scrap de galleta
2. Hojuelas de Avena precocida
3. Chía
4. Pasas en trozos
5. Almendras en trozos
6. Aceite Vegetal

7. Miel
8. Azúcar

El objetivo del diseño de experimento fue determinar la incidencia de las diferentes proporciones de materias primas, dando lugar a todas las posibles combinaciones o fórmulas, dejando valores fijos y variables que se definen mediante el software Minitab versión 17. Para definir los valores constantes, se estudiaron granolas existentes en el mercado, y se observa que coinciden en algunos ingredientes como los frutos secos y la avena. Así mismo, en la formulación se determina el aceite vegetal y el agua con valores constantes debido a que estos ingredientes aportarán en el tostado de la granola cuando entra en la etapa de horneado.

Como consecuencia de esto, los valores constantes controlados para el desarrollo del producto en el diseño de experimento, se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1 Pesos Constantes del Experimento**

Avena (g)	Pasas (g)	Almendras (g)	Aceite vegetal (g)	Agua (g)	Sal (g)	Chia (g)
8	2	2	2	2.8	0.2	4

Elaborado por: Víctor Duque , Pamela Tutasi 2016

El scrap, azúcar y miel son las variables sujetas a cambios, por considerarse que ayudarán en la textura y sabor de la barra, logrando que se compacte la misma.

Se estableció mediante pruebas preliminares de maquinabilidad y sabor que para el scrap los valores de experimentación serán de 4-13.5 gramos, para azúcar de 3-13 gramos y para miel 2-8 gramos.

En la elaboración del presente proyecto, el diseño experimental se realizó con un diseño de mezclas de vértices extremos, el cual se detallará usando el modelo de la ecuación 2.1.

$$Y_i = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3 + \delta_{12} X_1 X_2 (X_1 - X_2) + \delta_{13} X_1 X_3 (X_1 - X_3) + \delta_{23} X_2 X_3 (X_2 - X_3) \text{ Ecuación 2.1}$$

Dónde:

- $Y_i$ : respuesta

- $\beta_1$ : coeficientes a ser ajustados a través del análisis de regresión.
- X1: corresponden a la cantidad de scrap.
- X2: la cantidad de azúcar.
- X3: la cantidad de miel.

Los experimentos se realizaron con las siguientes restricciones:

$$4 \text{ g} \leq X1 \leq 13,5 \text{ g}$$

$$3 \text{ g} \leq X2 \leq 13 \text{ g}$$

$$2 \text{ g} \leq X3 \leq 8 \text{ g}$$

Se procede a ingresar los datos en el software Minitab versión 17 y se obtiene 11 formulaciones, las cuales serán procesadas individualmente para determinar la maquinabilidad y sabor por medio de la evaluación sensorial.

## **2.3 Pruebas de Calidad**

### **2.3.1 Evaluación sensorial**

#### **Prueba de aceptación – rechazo**

De las 11 fórmulas solo 4 que pasaron a la evaluación sensorial las cuales fueron catadas por 31 panelistas, se evaluaron con un método afectivo con una prueba de nivel de agrado, también llamada prueba hedónica con el fin de conocer el nivel de agrado o desagrado de cada una de las fórmulas y escoger la que obtenga el mayor puntaje en el análisis estadístico.

Para obtener los resultados se utilizó una escala hedónica de 5 términos; como se muestra en el Anexo 1.

Las 4 fórmulas fueron degustadas por los jueces bajo los códigos 701, 298, 463 y 159 respectivamente y calificados en la escala hedónica de 5 niveles. Participaron 31 catadores no entrenados en esta prueba. En el Anexo 2 se observan las muestras para la catación durante evaluación sensorial.

A continuación se detalla la metodología utilizada para analizar las respuestas obtenidas en la evaluación sensorial. En el Anexo 3 se muestran los datos preliminares para poder analizarlos mediante métodos estadísticos.

Para poder sacar los resultados de esta prueba se lo evaluó a través de un método estadístico. A continuación los cálculos que se realizaron:

Se determinó el factor de corrección:

$$FC = \text{Factor de corrección} = T^2 / (n) (m)$$

TT= Total de todas las observaciones.

N= Número de jueces

M= Número de muestras

$$FC = 446^2 / (31) (4)$$

$$FC = 1751.26$$

Luego se calcula la suma de cuadrados para muestra, esto se calcula sumando el cuadrado total de las calificaciones de cada muestra, dividido para el número de juicios de cada muestra, menos el FC.

$$SC_m = [(113^2+123^2+120^2+110^2)/31] - 1751.26$$

$$SC_m = 3.51$$

Se calculan los grados de libertad de las muestras restando uno del número de muestras.

$$Glm = m - 1$$

$$Glm = 4 - 1$$

$$Glm = 3$$

Se realiza la suma de cuadrados para jueces, este se calcula sumando el total de cuadrados de calificaciones de cada juez, dividido para el número de muestras menos el FC.

$$SC_j = [(15^2+17^2+14^2+14^2 \dots\dots\dots+14^2)/4] - 1751.26$$

$$SCj = 27.74$$

Se calculan los grados de libertad de los jueces restando uno del número de jueces.

$$G_{lj} = 31 - 1$$

$$G_{lj} = 30$$

Se calcula el cuadrado de las sumas totales, sumando el cuadrado de cada calificación menos el FC.

$$SCt = (4^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + \dots + 3^2) - 1751.26$$

$$SCt = 108,74$$

Se calcula el grado de libertad total restando 1 del número total de respuestas.

$$G_{lt} = 31(4) - 1$$

$$G_{lt} = 123$$

Se calcula la suma cuadrada del error restando la suma de cuadrados de jueces y muestras de la suma de cuadrados total.

$$SCe = SCt - CSj - SCm$$

$$SCe = 108.74 - 27.74 - 3.51$$

$$SCe = 77.49$$

Se calcula los grados de libertad del error restando los grados de libertad de los jueces y muestras de los grados de libertad total.

$$G_{le} = G_{lt} - G_{lj} - G_{lm}$$

$$G_{le} = 123 - 30 - 3$$

$$G_{le} = 90$$

Se calcula la varianza para muestras, jueces y error, dividiendo respectivamente la suma de sus cuadrados por sus grados de libertad correspondientes.

$$\text{CM muestras} = 3.51 / 3 = 1.17$$

$$\text{CM jueces} = 27.74 / 30 = 0.92$$

$$\text{Cm error} = 77.49 / 90 = 0.86$$

Se calcula la relación de varianzas tanto para jueces como para las muestras, dividiendo el cuadrado medio o varianza de jueces y muestras respectivamente para la varianza del error.

$$F_m = 1.17 / 0.86 = 1.36$$

$$F_j = 0.92 / 0.86 = 1.06$$

Con los cálculos realizados hasta el momento se realiza la siguiente Tabla.

**Tabla 2 Tabla de Análisis de Varianza**

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>				
<b>FUENTE DE VARIACION</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>MUESTRAS</b>	3	3,51	1,17	1,48
<b>JUECES</b>	30	27,74	0,92	1,16
<b>ERROR</b>	90	71,49	0,79	
<b>TOTAL</b>	123	102,74		

Elaborado por: Víctor Duque , Pamela Tutasi 2016

Los valores calculados de la relación de variación (F) se comparan con los valores de la tabla de Valores Críticos para F.

Los valores en la tabla se localizan por los grados de libertad. Donde:

- GI. Del numerador = grados de libertad para muestras.
- G.I del denominador = grados de libertad del error.

Se procede a interpolar los Valores Críticos para F, ya que para los grados de libertad del error requerido (90), no existe el valor de F. Los resultados se expresan en la siguiente Tabla.

**Tabla 3 Resultados De Valores Críticos De F**

gl denominador	gl numerador	
	gl= 3	
Gle	Nivel 1%	Nivel 5%
60	2.76	4.13
120	2.68	3.95
x = 90	2.72	4.04

Elaborado por: Víctor Duque, Pamela Tutasí 2016

## 2.4 Análisis de Calidad y Valor Nutricional

### 2.4.1. Análisis Químicos y Microbiológicos

En cuanto a los parámetros químicos y microbiológicos se procedió a realizar los diferentes análisis en un laboratorio certificado basados en los métodos que se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4 Parámetros de Control**

PARÁMETROS DE CONTROL	MÉTODO
Grasa total	AOCS Ce 1B-89
Grasa saturada	AOCS Ce 1B-89
Grasa trans	AOCS Ce 1B-89
Ácidos grasos mono insaturados	AOCS Ce 1B-89
Ácidos grasos poli insaturados	AOCS Ce 1B-89
Colesterol	HPLC-UV/VIS
Sodio	AOAC 19th 985,35
Sodio	AOAC 19th 985,35
Carbohidratos	Cálculo
Azúcares	Lane y Eynon
Proteína	AOAC 19th 920,87
Humedad	AOAC 19th 925,10
Cenizas	AOAC 19th 923,03
Energía Total	Norma INEN 1334-2
Energía de Grasa	Norma INEN 1334-2
Aerobios Mesófilos REP, (ufc/g)	NTE INEN 1 529-5
Mohos, (upc/g)	NTE INEN 1 529-10
Coliformes (ufc/g)	NTE INEN 1 529-7
Bacillus cereus	ISO 7932
Salmonella sp.	NTE INEN 1 529-15

Elaborado por: Víctor Duque, Pamela Tutasí 2016

## **2.4.2. Valor Nutricional**

Se determinó el valor nutricional de la barra de granola para determinar el aporte energético de la misma incorporándola a la dieta diaria de 2000 calorías para una persona con una actividad alta.

Para elaborar la tabla nutricional del producto, se siguen los lineamientos que se detallan en la norma INEN 1334-2:2011, que corresponde a la segunda revisión de rotulado de productos alimenticios para consumo humano, parte 2, rotulado nutricional.

## **2.5 Lineamientos de un sistema de seguridad alimentaria**

En la actualidad es indispensable que toda industria de alimentos tenga un sistema de gestión de la inocuidad implementado en sus procesos, con la finalidad de garantizar la inocuidad de los alimentos. En este capítulo se presentará los lineamientos necesarios para implementar un sistema de inocuidad en base a la normativa aplicable (Norma Internacional, ISO 22000) para la elaboración de la barra de granola.

### **2.5.1 Proceso de elaboración de barra de granola**

El Proceso productivo de elaboración de la barra de granola a partir de un subproducto (scrap de galletas) se detalla a continuación:

El scrap se recibe embalado, etiquetado y con su respectivo certificado de calidad para la trazabilidad del producto en bodega, posteriormente es colocado directamente en una tolva la cual se une a una banda transportadora sintética grado alimenticio.

Una vez que se recibe el scrap, se procede a molturar utilizando un molino de discos para molienda fina. El objetivo de la molienda es triturar la mezcla (scrap) para reducir el tamaño de la granulometría para que pase por la malla 18 (mesh 16) en un 98%, lo que contribuye a la compactación de los demás componentes.

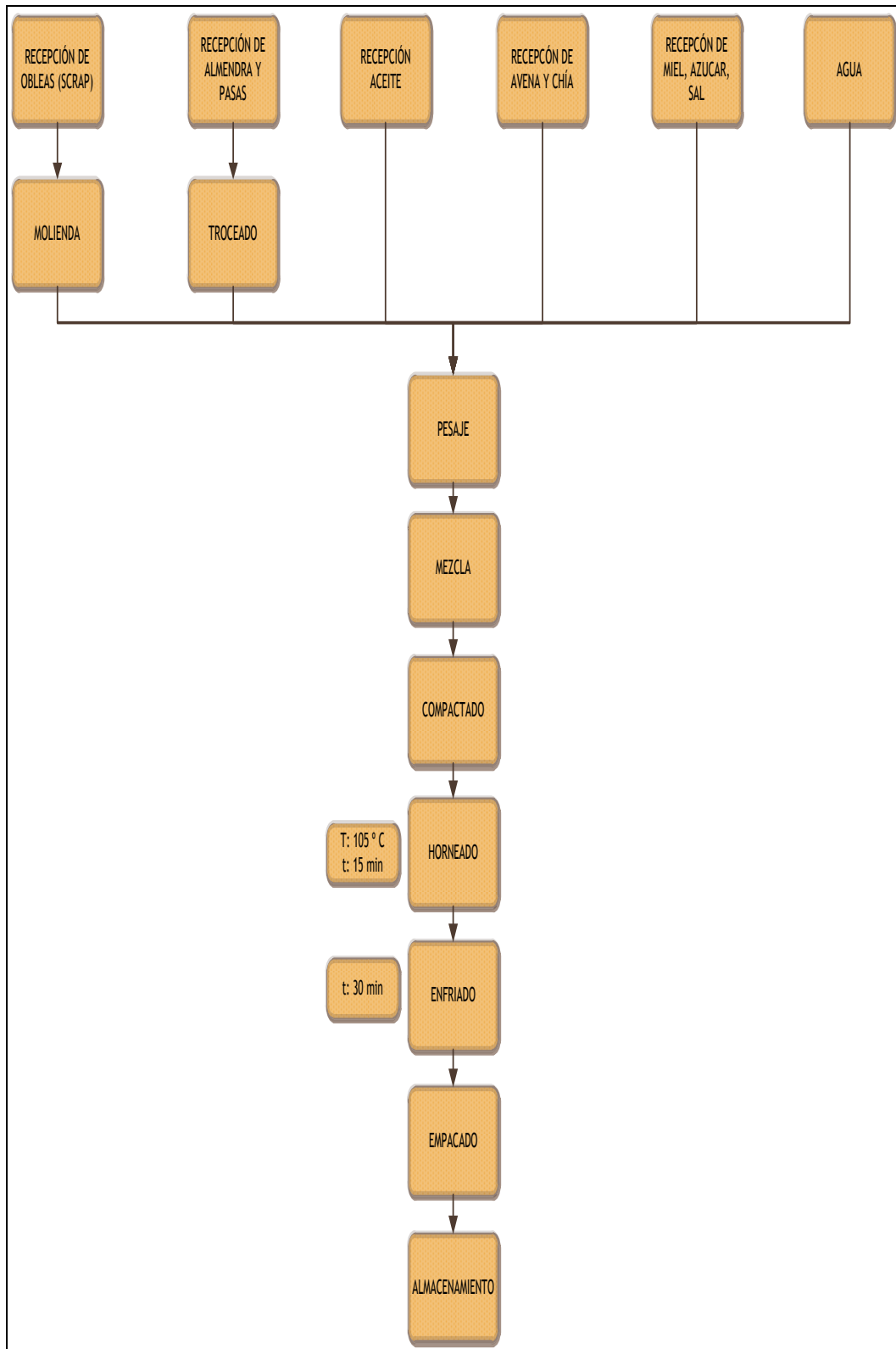
Una vez que se ha molido el scrap, se procede a pesar en una báscula la cantidad determinada en la formulación ganadora y que fue escogido por el panel sensorial como el prototipo ganador.



Para las materias primas restantes se siguen los siguientes pasos:

- a) La avena pre-cocida, chíá, almendras, pasas, miel y aceite vegetal para el proceso de elaboración de la granola son pesados y recibidos con certificado de calidad, etiquetado y rotulado para la trazabilidad. Luego de ser pesado, ajustándose a la fórmula cada ingrediente es enviado por medio de una banda transportadora al siguiente paso del proceso de producción.
- b) Se procede a realizar un troceado de almendras y pasas para que estas materias primas tengan menor diámetro y sean más fáciles de compactar al momento de realizar las mezclas.
- c) Se procede a pesar en una báscula la cantidad determinada de las materias primas restantes de menor porcentaje detalladas en la formulación ganadora.
- d) Luego del pesaje, se procede a mezclar la miel y el agua, que son utilizadas como el jarabe para la compactación de todos los ingredientes de la granola. Esta mezcla se realiza en un tambor con aspas adicionando todos los ingredientes por 10 minutos.
- e) Todas las materias primas que se colocaron en la mezcla se compactan por presión.
- f) Una vez compactadas pasan por el horno a una temperatura de 105°C por 15 minutos con el objetivo de unir todos los ingredientes de la granola.
- g) El producto es enviado por un túnel con aire estéril al proceso de enfriado con el objetivo de disminuir la temperatura y evitar la condensación en el empaçado. Se disminuye la temperatura a 22 – 25 °C en un lapso de 30 minutos.
- h) Una vez que la granola este fría, se procede a empacar para garantizar la conservación de sus propiedades organolépticas, físicas y microbiológicas, evitando la ganancia de humedad o de agentes contaminantes extraños.
- i) Se empacarán en una envasadora horizontal, utilizando para ello bobinas laminadas BOPP natural con BOPP metalizado 20/25  $\mu$  como empaque primario en el sistema Flow Pack. Cada granola tendrá una presentación de 40g, para su presentación al mercado se hará una caja display con capacidad para 10 unidades de 40 gramos.
- j) Una vez encartonado, el producto se almacenará en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente hasta su posterior distribución.

A continuación en la figura 2.1 se presenta el diagrama de flujo de la elaboración de la barra de granola.



**Figura 2.1. Diagrama de Flujo de Elaboración de Barra de Granola**

Elaborado por: Víctor Duque, Pamela Tutasí 2016.

## 2.5.2 Planta Piloto

En el Anexo 4 se presenta el diseño de la planta piloto para la elaboración de una barra de granola a partir de un subproducto generado en la industria de galletería.

Tomando en cuenta las BPM, POES y PRINCIPIOS HACCP en el Anexo 5, se encuentra el detalle de los puntos críticos y los puntos críticos de control en el proceso de elaboración de la barra de granola.

En el Anexo 6, se muestra el diagrama de flujo con los puntos críticos de control del proceso de elaboración de barra de granola. Al existir un alto riesgo de contaminación en los puntos críticos de control, se procedió a establecer los límites críticos de control, y las respectivas acciones correctivas para cada peligro significativo y su procedimiento de monitoreo que se detalla en el Anexo 7.

## 2.6 Costos de equipos y materias primas

A continuación se detallan los costos de los equipos necesarios para la elaboración de la barra de granola, estimada para una producción de 1.5 Toneladas por día. En la Tabla 5, se detalla la maquinaria y el monto total de la instalación que es de \$51,330.

**Tabla 5 Costos De La Maquinaria**

<b>MAQUINARIA</b>	<b>COSTO USD \$</b>
Bandas transportadoras sinteticas	2000,00
Compactadora (prensa)	1520,00
Tunel de enfriamiento	15000,00
Molino de discos	20000,00
Balanza	1110,00
Mezcladora	3500,00
Horno electrico	700,00
Envasadora horizontal unicabezal	7500,00
<b>TOTAL</b>	<b>51330,00</b>

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi 2016

Lo que se refiere al costo de las materias primas, se consideran los valores para producir una barra de 40g y por cartón de 4 Kg, que son detallados en la Tabla 6.

**Tabla 6 Costos de Materias Primas**

<b>Ingredientes</b>	<b>Precio Unitario \$</b>	<b>Precio por cartón \$</b>
Avena	0,0128000	1,28000
Pasas	0,0058000	0,58000
Almendras	0,0230000	2,30000
Aceite Vegetal	0,0112000	1,12000
Agua	0,0000028	0,00028
Sal	0,0000700	0,00700
Chía	0,0600000	6,00000
Azúcar	0,0092400	0,92400
Miel	0,0866400	8,66400
Obleas	0,0000200	0,00200
<b>Total</b>	<b>0,21</b>	<b>20,88</b>

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi 2016

En el costo de la materia prima también se considera el costo del material de empaque, se calcula en base a una caja de producto que constará de 10 cajas display de 400 gramos cada una. En la Tabla 7 se detallan los valores correspondientes al empaque de la barra de granola por cartón.

**Tabla 7 Costos de Material de Empaque para la Elaboración de la Barra de Granola.**

<b>Costo de Material de Empaque</b>		
<b>Items</b>	<b>Precio Unitario \$</b>	<b>Precio por cartón \$</b>
Lámina BOPP Natural	0,00540	0,54000
Caja Display	0,30000	3,00000
Caja de Cartón	0,60000	0,60000
<b>Total</b>	<b>0,90540</b>	<b>4,14000</b>

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi.2016

El costo total para fabricar un cartón de 4 kilos de barras de 40g, cuyos valores se detallan en la Tabla 8.

**TABLA 8 Costo de Materia Prima para la Elaboración de un Cartón de 4 Kilos.**

Items	Precio \$
Costos de Materia Prima	20,877
Costo de Material de Empaque	4,140
<b>Total</b>	<b>25,017</b>

Elaborado por: Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

Para poder establecer el cálculo de los costos se tomó en cuenta que se laborarán 260 días al año con una producción diaria de 1.5 Toneladas de barras de granola con un peso unitario de 40 gramos, dando un total de 390 toneladas al año.

Para el cálculo de materias primas y materiales directos se tomó en cuenta las fórmulas que compactaron y pasaron a la evaluación sensorial, convirtiendo sus valores en porcentajes, se lo multiplicó por el precio unitario para obtener el valor total de las necesidades para un año de producción como se ve en la Tabla 9.

**Tabla 9 Requerimientos de Materias Primas por Fórmula**

COSTOS DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES DIRECTOS								
Ingredientes	fórmula 159		fórmula 298		fórmula 463		fórmula 701	
	Precio Unitario (\$)	Total (\$)	Precio Unitario (\$)	Total (\$)	Precio Unitario (\$)	Total (\$)	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
Avena	\$ 0,0128000	\$ 124.800,00	\$ 0,0128000	\$ 124.800,00	\$ 0,0128000	\$ 124.800,00	\$ 0,0128000	\$ 124.800,00
Pasas	\$ 0,0058000	\$ 56.550,00	\$ 0,0058000	\$ 56.550,00	\$ 0,0058000	\$ 56.550,00	\$ 0,0058000	\$ 56.550,00
Almendras	\$ 0,0230000	\$ 224.250,00	\$ 0,0230000	\$ 224.250,00	\$ 0,0230000	\$ 224.250,00	\$ 0,0230000	\$ 224.250,00
Aceite Vegetal	\$ 0,0112000	\$ 109.200,00	\$ 0,0112000	\$ 109.200,00	\$ 0,0112000	\$ 109.200,00	\$ 0,0112000	\$ 109.200,00
Agua	\$ 0,0000028	\$ 27,30	\$ 0,0000028	\$ 27,30	\$ 0,0000028	\$ 27,30	\$ 0,0000028	\$ 27,30
Sal	\$ 0,0000700	\$ 682,50	\$ 0,0000700	\$ 682,50	\$ 0,0000700	\$ 682,50	\$ 0,0000700	\$ 682,50
Chía	\$ 0,0600000	\$ 585.000,00	\$ 0,0600000	\$ 585.000,00	\$ 0,0600000	\$ 585.000,00	\$ 0,0600000	\$ 585.000,00
Azúcar	\$ 0,0085140	\$ 83.011,50	\$ 0,0124740	\$ 121.621,50	\$ 0,0092400	\$ 90.090,00	\$ 0,0077880	\$ 75.933,00
Miel	\$ 0,0676875	\$ 659.953,13	\$ 0,0351975	\$ 343.175,63	\$ 0,0866400	\$ 844.740,00	\$ 0,0487350	\$ 475.166,25
Obleas	\$ 0,0000315	\$ 307,13	\$ 0,0000315	\$ 307,13	\$ 0,0000200	\$ 195,00	\$ 0,0000430	\$ 419,25
Lámina BOPP Natural	\$ 0,0054000	\$ 52.650,00	\$ 0,0054000	\$ 52.650,00	\$ 0,0054000	\$ 52.650,00	\$ 0,0054000	\$ 52.650,00
<b>TOTAL DE MATERIAS</b>	<b>\$ 0,1945058</b>	<b>\$ 1.896.431,55</b>	<b>\$ 0,1659758</b>	<b>\$ 1.618.264,05</b>	<b>\$ 0,2141728</b>	<b>\$ 2.088.184,80</b>	<b>\$ 0,1748388</b>	<b>\$ 1.704.678,30</b>

Elaborado por: Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

La mano de obra directa esta clasificada en 8 áreas que tiene la planta de trabajo que son recepción, selección, molienda, mezclador, horneado, empacada y bodega,

a cada una se les asignó una cantidad mínima de trabajadores y un salario mensual con las cargas sociales como se puede observar en la Tabla 10.

**Tabla 10 Costos de Mano de Obra Directa**

COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA				
Operación	Cantidad de Trabajadores	Salario Mensual (\$)	Factor de Cargas Sociales	Salario total de empleados (\$)
Recepción	1	340	1,4	5.712
Selección	2	340	1,4	11.424
Molienda	1	340	1,4	5.712
Mezclador	1	340	1,4	5.712
Hornado	2	340	1,4	11.424
Empacado	2	340	1,4	5.712
Bodega	1	340	1,4	5.712
SOBRETIEMPO				25%
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA (\$)				71.400

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

La mano de obra indirecta está dividida en 6 tipos de empleados los cuales se les calculó el sueldo más los décimos y aportes al seguro, dando un factor extra de 40%, como se observa en la Tabla 11.

**Tabla 11 Costo de Mano de Obra Indirecta**

COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA				
Cargo / puesto	Cantidad de trabajadores	Salario Mensual (\$)	Factor de Cargas Sociales	Salario total de empleados (\$)
Jefe de Planta	1	1.000	1,4	16.800
Jefe de Calidad	1	1.000	1,4	16.800
Microbiólogo	1	900	1,4	15.120
Supervisor de Planta	1	900	1,4	15.120
Bodeguero	1	650	1,4	10.920
Personal de mantenimiento	3	500	1,4	25.200
SOBRETIEMPO				25,00%
TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA (\$)				124.950

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

Para el cálculo de materiales indirectos se tomó en cuenta que 10 barras de granola van en una caja display y en cada caja de cartón van empacadas 10 cajas display, como se observa en la Tabla 12

**Tabla 12 Costos de Materiales Indirectos**

<b>COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario (\$)</b>	<b>Total (\$)</b>
Caja Display	975.000	unid.	0,30	292.500
Caja de Cartón	97.500	unid.	0,60	58.500
Cinta Adhesiva	48.750	unid.	0,50	24.375
Pallets	100	unid.	45,00	4.500
Uniformes del personal	24	Unid.	14,00	336
<b>TOTAL MATERIALES INDIRECTOS (\$)</b>				<b>380.211</b>

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

Los cálculos del costo de suministro y de uso de energía eléctrica de los equipos fueron obtenidos con una aproximación basado en la potencia y consumo promedio de los equipos y con precios referenciales de la ciudad de Guayaquil como se represente en la Tabla 13 y 14 respectivamente.

**Tabla 13 Costos de Suministros y Servicios**

<b>COSTOS DE SUMINISTROS Y SERVICIOS</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Consumo Anual</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Energía Electrica	Kwh	157.882	0,09	14.209,42
Lubricantes y combustibles	Gal	11.000	0,90	9.900
Agua	m3	2.209	0,95	2.098,36
Vapor	m3	1.100	0,20	220
Materiales de limpieza y otros	Gal	220	3,50	770
Material de oficina	Unidad	550	3,25	1.787,50
<b>TOTAL DE SUMINISTROS Y SERVICIOS (\$)</b>				<b>28.985,28</b>

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

**Tabla 14 Cálculo de Uso de Energía Eléctrica de Equipos**

CALCULO DE USO DE ENERGIA ELECTRICA DE EQUIPOS							
MAQUINA	CANT.	POTENCIA (KW)	HORAS DIARIAS DE USO	ENERGIA DIARIA DE USO (KW)	COSTO DIARIO (\$)	ENERGIA ANUAL DE USO (KW)	COSTO ANUAL
Banda Transportadora	2	3,000	8	48,00	4,32	12.480	1.123,20
Compactadora	1	38,000	8	304,00	27,36	79.040	7.113,60
Tunel de Enfriamiento	1	9,000	8	72,00	6,48	18.720	1.684,80
Molinos de disco	1	1,800	8	14,40	1,30	3.744	336,96
Balanza	1	0,005	8	0,04	0,00	10,4	0,94
Mezcladora	1	4,000	8	32,00	2,88	8.320	748,8
Horno Eléctrico	1	15,800	8	126,40	11,38	32.864	2.957,76
Envasado Horizontal U.	1	1,300	8	10,40	0,94	2.704	243,36
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>			<b>607,24</b>	<b>54,65</b>	<b>157.882,40</b>	<b>14.209,42</b>

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasí. 2016

Se realizó el cálculo de depreciación lineal o constante con un valor de desecho de 10% y una vida útil variable dependiendo del equipo, como se observa en la Tabla 15.

**Tabla 15 Depreciación**

DEPRECIACION						
MAQUINA/EQUIPO VEHICULO / PLANTA	CANT.	PRECIO (\$)	TOTAL (\$)	VALOR RESIDUAL (\$)	TIEMPO DE VIDA ÚTIL (años)	DEPRECIACION ANUAL (\$)
Construcción Civil	1	95.000	95.000	9.500	20	4.275
Banda Transportadora	2	1.000	2.000	200	10	180
Compactadora	1	1.200	1.200	120	10	108
Tunel de Enfriamiento	1	7.500	7.500	750	10	675
Molinos de disco	1	17.000	17.000	1.700	10	1.530
Balanza	1	1.110	1.110	111	10	99,9
Mezcladora	1	800	800	80	10	72
Horno Eléctrico	1	700	700	70	10	63
Envasado Horizontal U	1	4.500	4.500	450	10	405
Camiones	1	35.000	35.000	3.500	5	6.300
<b>TOTAL (\$)</b>						<b>9.432,90</b>

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasí. 2016

Los costos de mantenimiento están relacionados al costo inicial de los equipos en un porcentaje del 1% para cada rubro a excepción de los camiones que es 5%, costos que serán tabulados anualmente, como se observa en la Tabla 16.



**Tabla 16 Costos de Mantenimiento**

<b>MANTENIMIENTO Y SEGUROS</b>				
<b>MAQUINA/EQUIPO VEHICULO / PLANTA</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>PRECIO (\$)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>	<b>MANTENIMIENTO (\$)</b>
Construccion civil	1	95.000	95.000	950
Banda Transportadora	2	1.000	2.000	20
Compactadora	1	1.200	1.200	12
Tunel de Enfiramiento	1	7.500	7.500	75
Molinos de disco	1	17.000	17.000	170
Balanza	1	1.110	1.110	11,1
Mezcladora	1	800	800	8
Horno Eléctrico	1	700	700	7
Envasado Horizontal U.	1	4.500	4.500	45
Camiones	1	35.000	35.000	1.750
<b>TOTAL (\$)</b>				<b>3.048,10</b>

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se analizarán los resultados obtenidos durante la formulación del producto, características de calidad y resultados de la evaluación sensorial y el valor nutricional y costos de la propuesta de granola.

### 3.1 Formulación.

Para establecer la formulación se usó un diseño de mezclas de vértices extremos con el fin de determinar el porcentaje de scrap de galleta, azúcar y miel en la mezcla idónea elaborar la barra de granola

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos se tomó como referencia la característica organoléptica de sabor analizando los ingredientes que se determinaron como constantes y los variables, con un nivel de 5% de probabilidad ( $p \leq 0.05$ ) con las respectivas combinaciones como se muestra en la Tabla 17.

**Tabla 17 Diseño De Experimento**

Prototipo	Codificación	Avena (g)	Pasas (g)	Almendras (g)	Aceite (g)	Agua (g)	Sal (g)	Chía (g)	Obleas (g)	Azúcar (g)	Miel (g)	Total (g)
1	134	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	4,00	13,00	2,00	40,00
2	463	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	4,00	7,00	8,00	40,00
3	502	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	13,50	3,50	2,00	40,00
4	677	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	13,50	3,00	2,50	40,00
5	901	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	8,00	3,00	8,00	40,00
6	701	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	8,60	5,90	4,50	40,00
7	298	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	6,30	9,45	3,25	40,00
8	159	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	6,30	6,45	6,25	40,00
9	321	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	11,05	4,70	3,25	40,00
10	975	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	11,05	4,45	3,50	40,00
11	416	8,00	2,00	2,00	2,00	2,80	0,20	4,00	8,30	4,45	6,25	40,00

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

Una vez elaboradas cada una de las formulaciones, se observó que no hubo compactación en los prototipos 1, 3, 4, 5, 9, 10, y 11 y no tenía buen sabor ni

aparición agradable. Los prototipos 2, 6, 7 y 8 que son los que presentaron mejores resultados de maquinabilidad y sabor son los que fueron evaluados por el método de evaluación sensorial para su discriminación en cuanto al sabor determinado por los evaluadores.

En la figura 3.1 se pueden observar las muestras de los 4 prototipos que quedaron para la evaluación sensorial.



**Figura 3.1. Prototipos Ganadores**

Elaborado por: Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

### **3.2 Evaluación sensorial.**

En el capítulo 2 se indicó como se realizó la prueba hedónica, con la finalidad de conocer el nivel de aceptación o rechazo de las fórmulas que fueron seleccionadas para el panel sensorial.

Si los valores de varianza (F) calculados son mayores a los valores de la varianza (F) de las tablas, entonces se establecerá que hay diferencia significativa de acuerdo a cierto nivel de significancia, de igual manera si la varianza (F) calculada es menor que la varianza (F) de las tablas dará como resultado que no hay diferencia significativa entre las 4 fórmulas finales. En la tabla 18, se muestran los valores de varianza calculados y el valor obtenido en las tablas.

**Tabla 18 Tabla de Diferencia Significativa entre Muestras.**

<b>DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE MUESTRAS - VARIANZA F</b>				
<b>Nivel de significancia %</b>	<b>F calculada</b>	<b>Comparativo</b>	<b>Tabla F</b>	<b>Diferencia significativa</b>
5	1.48	>	4.04	no
1	1.48	>	2.72	no

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

Luego de realizar la evaluación sensorial con los 31 catadores, y de calcular los diferentes valores de F, se estableció que no hay diferencia significativa entre las muestras, por lo cual se procedió a escoger la fórmula más económica.

### 3.3 Análisis de calidad y valor nutricional

Se analizó la barra de granola en sus características fisicoquímicas. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en el laboratorio en la Tabla 19.

**Tabla 19 Análisis Físico Químicos Granola**

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>METODO</b>
Grasa total <sup>o</sup>	%	7.20	AOCS Ce 1B-89 <sup>o</sup>
Grasa saturada <sup>o</sup>	%	1.33	AOCS Ce 1B-89 <sup>o</sup>
Grasa Trans <sup>o</sup>	%	0.00	AOCS Ce 1B-89 <sup>o</sup>
Ácidos grasos mono insaturados <sup>o</sup>	%	4.19	AOCS Ce 1B-89 <sup>o</sup>
Ácidos grasos poli insaturados <sup>o</sup>	%	1.68	AOCS Ce 1B-89 <sup>o</sup>
Colesterol*	mg/100g	0.00	HPLC -UV/VIS*
Sodio*	mg/100g	276.69	AOAC 19th 985,35*
Sodio*	%	0.28	AOAC 19th 985,35*
Carbohidratos*	%	65.53	Cálculo*
Azúcares*	%	30.06	Lane y Eynon*
Proteína	%	7,97 ± 1,43	AOAC 19TH 920,87
Humedad	%	17,67 ± 0,18	AOAC 19TH 925,10
Cenizas	%	1,63 ± 0,03	AOAC 19TH 923,03
Energía Total*	Kilojulios/porción	628.5	Norma INEN 1334-2*
	Cal/porción	150	Norma INEN 1334-2*
Energía de Grasa*	Kilojulios/porción	125.7	Norma INEN 1334-2*
	Cal/porción	30	Norma INEN 1334-2*

**Fuente:** Laboratorio PROTAL (Anexo 7)

Con el valor nutricional de la granola, se pudo determinar el aporte energético de la misma incorporándola a la dieta diaria como una alternativa de otros alimentos en el desayuno.

Para elaborar la tabla nutricional del producto, se siguió los lineamientos que se detallan en la norma INEN 1334-2:2011, que corresponde a la segunda revisión de rotulado de productos alimenticios para consumo humano, parte 2, rotulado nutricional. (2)

En la Tabla 20 se detalla la tabla nutricional de la barra de granola, esta tabla se elabora en base a 40 gramos que se definió como una porción del alimento para una ingesta por persona.

**Tabla 20 Valor Nutricional de la Barra de Granola**

<b>Información Nutricional</b>		
Tamaño de la porción: 40 g		
Porciones por envase: 1		
<b>Cantidad por porción</b>		<b>*%VDR</b>
<b>Energía (Calorías)</b>	629 kJ (150 kcal)	8
<b>Energía de grasa (Calorías de grasa)</b>		126 kJ (30 kcal)
		<b>* % VDR</b>
<b>Grasa total</b>	3 g	5 %
Ácidos grasos saturados	1 g	5 %
Ácidos grasos Trans	0 g	
Ácidos grasos mono insaturados	2 g	
Ácidos grasos poli insaturados	1 g	
Colesterol	0 mg	0 %
<b>Sodio</b>	115 mg	5 %
<b>Carbohidratos totales</b>	26 g	9 %
Azúcares	12 g	
<b>Proteína</b>	3 g	6 %
*Los Porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).		

Fuente: Laboratorio PROTAL (ANEXO7)

En función de los valores obtenidos en la tabla nutricional y basándose en los rangos para el contenido de componentes y concentraciones permitidas de azúcar, grasas y sal, establecidos en el Registro Oficial N° 318, se elaboró semáforo nutricional con la finalidad de dar cumplimiento a las disposiciones establecidas por la Agencia Nacional de Regulación y Control Sanitario del Ecuador (ARCSA), el cual es presentado en la Figura 3.2.



**Figura 3.2. Semáforo Nutricional**

Elaborado por: Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

### **3.4 Tendencia del mercado**

Para la barra de granola que se elaboró en el presente trabajo se ha estimado que sea dirigido a personas que tengan una actividad energética de consumo alto como es el caso de los atletas y que le sirva para mantener la energía durante su entrenamiento.

Esta población elegida está constituida por deportistas de medio y alto impacto que necesitan recuperar energía y con la posibilidad de reemplazar parte del desayuno de estos consumidores ya que por análisis de valor nutricional se ha determinado que la barra de granola tiene un contenido de grasa, proteína y fibra que puede ser recomendado como un suplemento en el desayuno.

### **3.5 Costo de elaboración.**

En la tabla 21 se observa el costo de producción y el costo unitario de cada rubro para la elaboración de la barra de granola de los 4 prototipos que pasaron a la evaluación sensorial, obteniéndose que el prototipo 298 posee el costo total de producción anual más económico.

**Tabla 21 Costos de Producción por Fórmula.**

COSTOS ESTIMADOS DE PRODUCCION DE BARRA DE GRANOLA								
	fórmula 159		fórmula 298		fórmula 463		fórmula 701	
	C. de Producción	C. Unitario	C. de Producción	C. Unitario	C. de Producción	C. Unitario	C. de Producción	C. Unitario
COSTOS DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES DIRECTOS	\$ 1.896.431,55	\$ 0,1945	\$ 1.618.264,05	\$ 0,1660	\$ 2.088.184,80	\$ 0,2142	\$ 1.704.678,30	\$ 0,1748
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 71.400,00	\$ 0,0073	\$ 71.400,00	\$ 0,0073	\$ 71.400,00	\$ 0,0073	\$ 71.400,00	\$ 0,0073
COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 124.950,00	\$ 0,0128	\$ 124.950,00	\$ 0,0128	\$ 124.950,00	\$ 0,0128	\$ 124.950,00	\$ 0,0128
COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS	\$ 380.211,00	\$ 0,0390	\$ 380.211,00	\$ 0,0390	\$ 380.211,00	\$ 0,0390	\$ 380.211,00	\$ 0,0390
COSTOS DE SUMINISTROS Y SERVICIOS	\$ 28.985,28	\$ 0,0030	\$ 28.985,28	\$ 0,0030	\$ 28.985,28	\$ 0,0030	\$ 28.985,28	\$ 0,0030
DEPRECIACION	\$ 9.432,90	\$ 0,0010	\$ 9.432,90	\$ 0,0010	\$ 9.432,90	\$ 0,0010	\$ 9.432,90	\$ 0,0010
MANTENIMIENTO Y SEGUROS	\$ 6.096,20	\$ 0,0006	\$ 6.096,20	\$ 0,0006	\$ 6.096,20	\$ 0,0006	\$ 6.096,20	\$ 0,0006
SUBTOTAL ANUAL	\$ 2.517.506,93	\$ 0,2582	\$ 2.239.339,43	\$ 0,2297	\$ 2.709.260,18	\$ 0,2779	\$ 2.325.753,68	\$ 0,2385
IMPREVISTOS	\$ 25.175,07	\$ 0,0026	\$ 22.393,39	\$ 0,0023	\$ 27.092,60	\$ 0,0028	\$ 23.257,54	\$ 0,0024
TOTAL ANUAL	\$ 2.542.682,00	\$ 0,2608	\$ 2.261.732,82	\$ 0,2320	\$ 2.736.352,78	\$ 0,2807	\$ 2.349.011,21	\$ 0,2409

**Elaborado por:** Víctor Duque, Pamela Tutasi. 2016

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- Mediante un diseño de mezcla de vértices extremos se pudo definir tres variables en la propuesta de fórmula para la granola que son: el Scrap de galleta, el azúcar y la miel, siendo estas las que ayudaran con la textura y sabor de la barra logrando que se compacte, mientras que los otros ingredientes como la avena, chía, pasas, almendras, aceite, agua y sal son los fijos. Los prototipos fueron sometidos a una prueba de maquinabilidad y sabor descartándose 7 y las 4 restantes fueron evaluadas por el parámetro sensorial usando una escala hedónica de 5 puntos, obteniendo como resultado que no hubo diferencia significativa entre las 4 fórmulas que pasaron a la evaluación sensorial.
- La ingesta estimada para el desayuno es de 700 Kcal, el valor nutricional de la propuesta de granola es de 150 Kcal para una porción de 40 gramos, por lo cual podría ser una alternativa para ser incluida en el desayuno, y así cubrir el 21% de los requisitos de energía diaria.
- Se comprobó que el proyecto es viable debido a que el costo de producción anual de la barra de granola más económica es de \$2.261.732.82 y el costo de producir una barra de granola es de \$0.23 siendo el prototipo 298 cuya formulación es: 15,75% Scrap, 20% avena, 10% de chía, 5% de pasas, 5% almendras, 5% de aceite vegetal, 8,13% de miel, 7% de agua, 0.50% de sal, 23,73% de azúcar; lo cual indica que la barra de granola podría tener un precio de venta al público competitivo con las barras existentes en el mercado.



- Para cumplir con un alimento inocuo se tomó en consideración los lineamientos de un sistema de seguridad alimentaria basados en la Norma ISO 22000, adicional se diseñó un manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y los Procesos Operativos Estandarizados de Sanitación (POES) como requisitos básicos para establecer el Plan HACCP, que garantice la inocuidad de la granola.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Se debe caracterizar los subproductos que se generan de la elaboración de otros alimentos de manera que se puedan aprovechar y bajar costos en la elaboración de los mismos , conscientes de que todos los procesos generan subproductos no aprovechados para el consumo humano.

# BIBLIOGRAFÍA

1. Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2011). Norma NTE INEN 2595:2011, Granola: Requisitos, Primera Edición.
2. Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2011). Norma NTE INEN 1334-2:2011, Rotulado De Productos Alimenticios Para Consumo Humano, Parte 2, Rotulado Nutricional. Requisitos, Segunda Revisión.
3. Delani . (2012). Máquinas para la industria. línea de caramelos, 1, 2-4.
4. Interempresas. (2015). Características de equipos. 2016, de equipos Sitio web: <https://www.interempresas.net/Alimentaria/FeriaVirtual/Producto-Compactadora-briquetadora-BC320-y-BC450-66619.html>
5. Iñarruti M., VEGA L., Las barras de cereales como alimento funcional en los niños., Revista mexicana de Pediatría., 2001., Pp. 8-9
6. Bornet F. (2015) Alimentos de los humanos/cereales Disponible en: [http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content\\_detail&id=](http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=)
7. Gil, a. (2010). tratado de nutrición tomo ii, composición y calidad nutritiva de los alimentos (2da. ed.). Madrid, España: medicina panamericana.
8. Ecreativa (2014). Semillas de chía Disponible en: <http://www.centrodietetico.net/es/content/47-la-chia>

# ANEXOS

## Anexo 1

### PUNTOS DE LA ESCALA HEDÓNICA.

Niveles	Calificación
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta ligeramente
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta ligeramente
5	Me gusta mucho

Nombre:	Edad:	Fecha:			
Instrucciones: Indique con una "X" su aceptación o rechazo al probar la muestra de granola proporcionada.					
MUESTRA	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA LIGERAMENTE	NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	ME DISGUSTA LIGERAMENTE	ME DISGUSTA MUCHO
701					
298					
463					
159					
Comentarios:					

## Anexo 2

### MUESTRAS GANADORAS PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL.



### Anexo 3

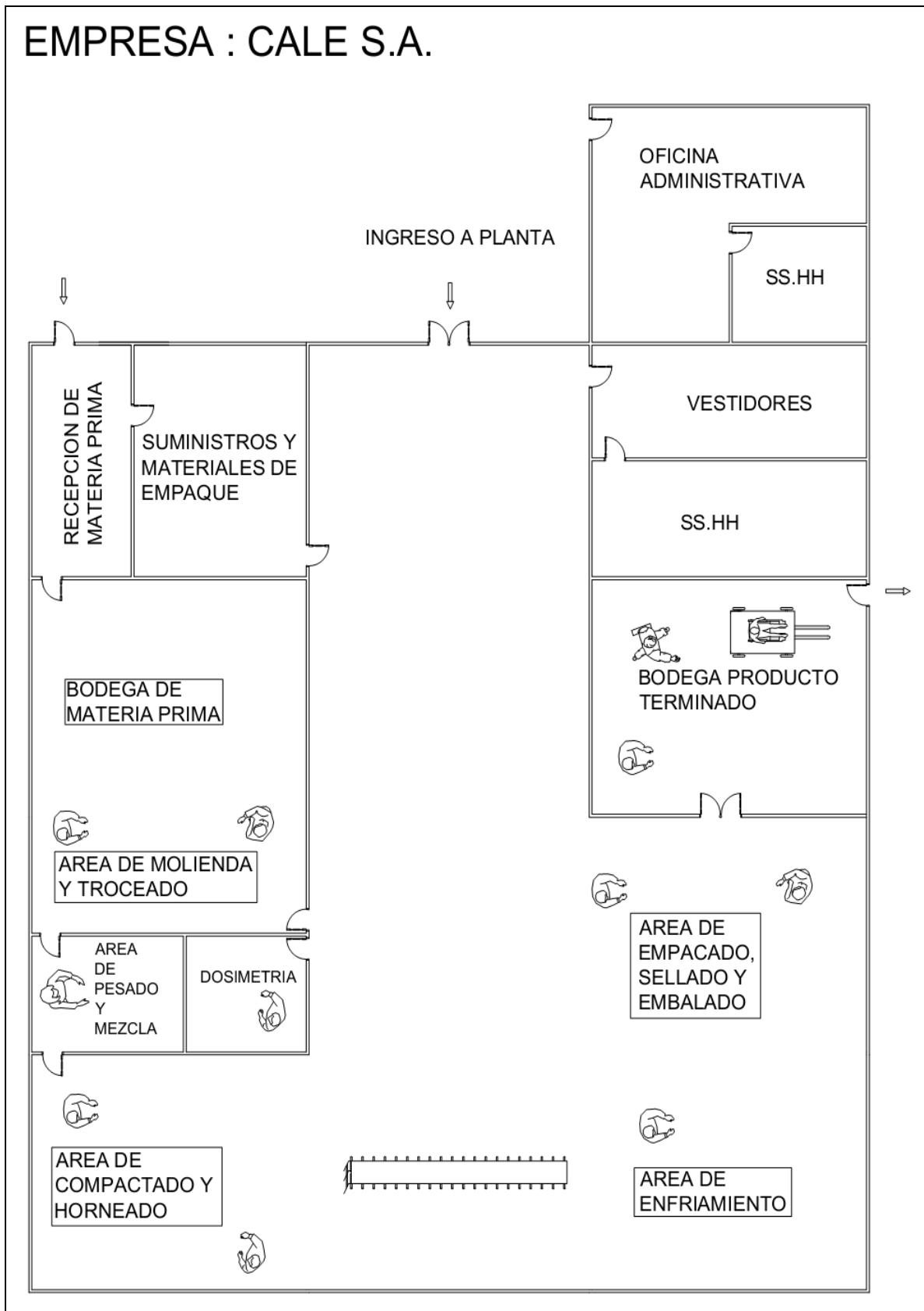
#### DATOS PRELIMINARES DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

PANELITAS	FÓRMULAS				TOTAL PUNTOS
	#1	#2	#3	#4	
	701	298	463	159	
1	4	5	3	3	15
2	4	5	3	5	17
3	2	5	4	3	14
4	4	2	5	3	14
5	4	4	4	3	15
6	3	4	3	3	13
7	4	5	4	3	16
8	4	4	3	5	16
9	4	5	4	3	16
10	3	5	4	3	15
11	5	4	4	3	16
12	3	5	4	4	16
13	3	4	4	5	16
14	5	5	5	4	19
15	4	4	5	3	16
16	4	5	5	4	18
17	4	4	5	5	18
18	5	4	3	2	14
19	3	5	5	4	17
20	1	2	4	4	11
21	3	4	2	5	14
22	3	2	5	4	14
23	4	3	2	2	11
24	4	3	4	4	15
25	4	1	3	3	11
26	4	4	2	4	14
27	4	4	5	3	16
28	3	4	5	4	16
29	4	3	4	3	14
30	3	5	4	3	15
31	4	4	3	3	14
TOTAL	113	123	120	110	466
Media de aceptación (Total/n)	3,65	3,97	3,87	3,55	

Anexo 4

PLANTA DE GRANOLA

EMPRESA : CALE S.A.



## Anexo 5

### PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN EL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE LA GRANOLA

ETAPA	PELIGRO	CONTROL	PC	PCC
<b>Recepción de materias primas</b>	<b>Químico:</b> Aditivos no autorizados	Tener un control de los aditivos que utilizan los proveedores, y realizar un análisis a la materia prima cuando ingresa a la planta.	<b>SI</b>	<b>SI</b>
	<b>Físico:</b> Partículas u Objetos ajenos al producto.	Realizar los respectivos análisis y rechazar el producto que no cumpla las condiciones requeridas.		
	<b>Microbiológico:</b> Presencia de microorganismos aerobios.	Realizar los respectivos análisis y rechazar el producto que no cumpla las condiciones requeridas.		
<b>Molienda</b>	<b>Microbiología:</b> Infestación, contaminación ambiental.	Programa de saneamiento y plagas. Auditoría de saneamiento y plagas.	<b>NO</b>	<b>NO</b>
<b>Pesaje</b>	<b>Microbiología:</b> Infestación, contaminación cruzada.	Auditar el proceso según las normas. Auditar el producto.	<b>NO</b>	<b>NO</b>
<b>Mezcla</b>	<b>Microbiología:</b> Desarrollo de patógenos en el mezclado.	Normas de manipulación y proceso. Formación personal. Auditar el proceso según las normas.	<b>NO</b>	<b>NO</b>
	<b>Físico:</b> Incorporación de partículas, objetos al producto.	Correcta incorporación de las materias primas, y rechazar si alguna presenta sospechas.		

<b>Compactado</b>	<b>Microbiología:</b> Infestación, contaminación cruzada.	Auditar el proceso según las normas. Auditar el producto.	<b>NO</b>	<b>NO</b>
<b>Compactado</b>	<b>Físico:</b> Incorporación de partículas, objetos al producto.	Normas de manipulación y proceso. Formación personal. Auditar el proceso según las normas.	<b>NO</b>	<b>NO</b>
<b>Horneado</b>	<b>Microbiología:</b> Supervivencia de microorganismos presentes.	Auditar el proceso según las normas. Auditar el producto, controlar el tiempo y temperatura.	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>Enfriado</b>	<b>Microbiología:</b> Contaminación durante el enfriamiento.	Auditar norma programa de saneamiento máquinas y de instalaciones.	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>Empacado</b>	<b>Microbiología:</b> Desarrollo de microorganismos	Controlar temperatura, porcentaje de humedad.	<b>SI</b>	<b>NO</b>
	<b>Físico:</b> Metales presentes en el producto	Ausencia de metales en el producto final	<b>SI</b>	<b>SI</b>
<b>Almacenamiento</b>	<b>Microbiología:</b> Desarrollo de microorganismos durante el almacenamiento.	Cumplir con las normas de almacenamiento para evitar contaminación del producto.	<b>NO</b>	<b>NO</b>



## Anexo 6

### LÍMITES CRÍTICOS ESTABLECIDOS PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BARRAS DE GRANOLA Y ACCIONES CORRECTIVAS.

PCC	RIESGO	MEDIDA PREVENTIVA	LÍMITE CRÍTICO
<b>Recepción de materias primas</b>	Biológico: contaminación con Aerobios mesófilos, Mohos, Coliformes, Bacillus cereus presentes en las materias primas o por contacto de las manos del personal con la materia prima e. coli, Staphylococcus aureus	Los proveedores de materia prima deben presentar los respectivos análisis microbiológicos de cada producto	Ausencia de microorganismos
<b>Empacado</b>	Físico: Presencia de metales	Detector de metales al final de la línea	Ausencia de metales

PCC	Peligro Significativo	Límites críticos	Procedimiento de Monitoreo				Acción correctiva
			Que	Como	Frecuencia	Quien	
Recepción de materia prima	Biológico: contaminación con Aerobios mesófilos, Mohos, Coliformes, Bacillus cereus presentes en las materias primas o por contacto de las manos del personal	Ausencia de microorganismos	Análisis de microorganismos	Recibir el material con el respectivo certificado de calidad	Cada vez que se recibe materia prima	Jefe de bodega	Devolver la materia prima en caso de no cumplir con los requerimientos
Empacado	Físico: Presencia de metales	Ausencia de metales	detector de metales	pasar el producto por un detector de metales	1 vez por lote	Jefe de producción	Los operarios deben usar cofia, guantes y ropa de trabajo y seguir las normas descritas en el manual BPM, retirar el producto con presencia de metales.

## Anexo 7

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA GRANOLA



Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Laboratorio PROTAL-ESPOL



Informe: 15-00023-0001

VER: 01/01/2014

Datos del cliente

Nombre: ASESORIA Y CONSULTORIA TECNICA ALIMENTARIA	Teléfono: 942275490
Dirección: CANTON GUAYAS, CALLE 14 DE JULIO, SECTOR LA MERCE Y 1	
Modificación de la muestra / etiqueta	
Nombre: GRANOLA	Código muestra: 150023-01-0001
Muestra representada:	Envase: 500g
Referencia: 150023	Fecha de recepción: 26/07/2015*
Envase: 1000g DE 1000g	Fecha de emisión: N/A
Elaboración: Industrias Frutales S.A. - Avda. C. Simón Bolívar	Fecha de recepción: 13/07/2015
Elaboración por el cliente: No	Fecha del: N/A
Condiciones ambientales de ensayo: Temperatura 22.7 °C ± 2.2 °C, Humedad Relativa 69% ± 0.9%	

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Grasa total <sup>a</sup>	%	7.20	AOCS Ce 1B-89 <sup>b</sup>
Grasa saturada <sup>a</sup>	%	1.33	AOCS Ce 1B-89 <sup>b</sup>
Grasa Trans <sup>a</sup>	%	0.00	AOCS Ce 1B-89 <sup>b</sup>
Ácidos grasos mono insaturados <sup>a</sup>	%	4.19	AOCS Ce 1B-89 <sup>b</sup>
Ácidos grasos poli insaturados <sup>a</sup>	%	1.68	AOCS Ce 1B-89 <sup>b</sup>
Colesterol <sup>a</sup>	mg/100g	0.00	HPLC -UV/VIS <sup>c</sup>
Sodio <sup>a</sup>	mg/100g	276.68	AOAC 19th 985.36 <sup>c</sup>
Sodio <sup>a</sup>	%	0.28	AOAC 19th 985.36 <sup>c</sup>
Carbohidratos <sup>a</sup>	%	65.53	Cálculo <sup>d</sup>
Azúcares <sup>a</sup>	%	30.06	Lane y Eynon <sup>d</sup>
Proteína	%	7.97 ± 1.43	AOAC 19TH 920.87
Humedad	%	17.67 ± 0.18	AOAC 19TH 925.10
Cenizas	%	1.63 ± 0.03	AOAC 19TH 923.03
Energía Total <sup>a</sup>	Kilocaloría/porción	628.5	Norma INEN 1334-2 <sup>e</sup>
	Cal/porción	150	Norma INEN 1334-2 <sup>e</sup>
Energía de Grasa <sup>a</sup>	Kilocaloría/porción	125.7	Norma INEN 1334-2 <sup>e</sup>
	Cal/porción	30	Norma INEN 1334-2 <sup>e</sup>

**Observaciones:**

<sup>a</sup> Los valores reportados en la presente tabla que NO están cubiertos por la acreditación del OMI.  
<sup>b</sup> Laboratorio de subcontratación: "DAE LEC 15-804"

Los resultados obtenidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.

Guayaquil, 22 de Julio del 2015

Dra. Gloria Sanguinetti de Pacheco  
Coordinadora Técnica

Informe Análisis 01/07/15

Ing. María Teresa Andrade  
Coordinadora de Calidad

Rev. 00

LABORATORIO