



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

## TÍTULO

ANÁLISIS DE OMEGA -3 Y OMEGA -6 EN AMARANTO (*A. Quitensis*), SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis*.) Y NUEZ MACADAMIA (*Ternifolia Muell.*), POR CROMATOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN EN UNA BARRA NUTRICIONAL

**Autor: Reina Escobar Elizeth Maribel**

**Directora: Dra. Lucía Toromoreno, MSc.**

**Ibarra – Ecuador**

**2018**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

## ANÁLISIS DE OMEGA -3 Y OMEGA -6 EN AMARANTO (*A. Quitensis*), SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis*.) Y NUEZ MACADAMIA (*Ternifolia Muell.*), POR CROMATOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN EN UN BARRA NUTRICIONAL

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL**

**APROBADA:**

**DIRECTOR DE TESIS**

Dra. Lucia Toromoreno MSc.



FIRMA

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

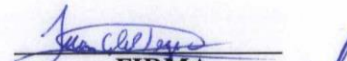
Dra. Lucia Yopez MSc.



FIRMA

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Juan de la Vega MEng



FIRMA

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Ángel Satama MSc.



FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| <b>DATOS DE CONTACTO</b>           |   |                        |                                    |
|------------------------------------|---|------------------------|------------------------------------|
| <b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>        | 171757961-7   |                        |                                    |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>        | Reina Escobar Elizeth Maribel   |                        |                                    |
| <b>DIRECCIÓN:</b>                  | Cayambe, Calle Quiroga S6-67  |                        |                                    |
| <b>EMAIL:</b>                      | lishzethreina@hotmail.com   |                        |                                    |
| <b>TELÉFONO FIJO:</b>              | 022 360 689   | <b>TELÉFONO MÓVIL:</b> | 0986428446                         |
| <b>DATOS DE LA OBRA</b>            |   |                        |                                    |
| <b>TÍTULO:</b>                     | ANÁLISIS DE OMEGA -3 Y OMEGA -6 EN AMARANTO ( <i>A. Quitensis</i> ), SACHA INCHI ( <i>Plukenetia Volubilis</i> l.) Y NUEZ MACADAMIA ( <i>Ternifolia Muell.</i> ), POR CROMATOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN EN UN BARRA NUTRICIONAL |                        |                                    |
| <b>AUTORA:</b>                     | Elizeth Maribel Reina Escobar   |                        |                                    |
| <b>FECHA:</b>                      | 21 de febrero del 2018  |                        |                                    |
| <b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b> |   |                        |                                    |
| <b>PROGRAMA:</b>                   | <input checked="" type="checkbox"/> x   | <b>PREGRADO</b>        | <input type="checkbox"/> POSTGRADO |
| <b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>     | Ingeniera Agroindustrial  |                        |                                    |
| <b>ASESOR / DIRECTOR:</b>          | Dra. Lucia Toromoreno   |                        |                                    |

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Elizeth Maribel Reina Escobar, con cédula de identidad número 171757961-7, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS


El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 Días del mes de Febrero de 2018

**EL AUTOR:**

  
Reina Escobar Elizeth Maribel

**ACEPTACION:**

  
ING. BETHY CHAVEZ  
JEFE DE BIBLIOTECA

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Reina Escobar Elizeth, bajo mi supervisión.

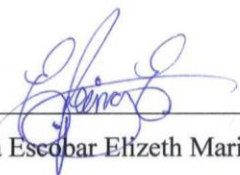
A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to read 'Dra. Lucia Toromoreno'.

Dra. Lucia Toromoreno  
DIRECTORA DE TESIS

## DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original, y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de febrero de 2018



---

Srta. Reina Escobar Elizeth Maribel



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Elizeth Maribel Reina Escobar, con cédula de identidad No. 171757961-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado ANÁLISIS DE OMEGA - 3 Y OMEGA -6 EN AMARANTO (*A. Quitensis*), SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis* l). Y MACADAMIA (*Ternifolia Muell.*) POR CROMATOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN EN UN BARRA NUTRICIONAL, que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERA AGROINDUSTRIAL en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 21.días del mes de febrero de 2018

Srta. Elizeth Reina Escobar

## DEDICATORIA

*A mis padres Edgar y Maria por su amor y apoyo eternos.*

*A mis seres amados y a todos aquellos que han impulsado en mí el deseo de crecer y buscar desafíos.*

*Para Itzie, Hannah y Daniela quienes me brindan fuerza y me regalan una sonrisa.*



## AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Técnica del Norte por darnos la oportunidad de haber concluido con los estudios de tercer nivel. A la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y sus catedráticos, que pusieron todos sus conocimientos al servicio de los estudiantes incentivándonos a culminar nuestra carrera, enseñándonos en el camino a fortalecer nuestro espíritu y a forjar nuestra personalidad.*

*El más profundo reconocimiento y gratitud al Dr. José Luis Moreno y al Ing. Franklin Hernández quienes nos ayudaron a estructurar la investigación.*

*Un especial reconocimiento a la Doctora Lucía Toromoreno, directora de tesis quien con su serena experiencia y vastos conocimientos guio la ejecución de este trabajo.*

*A nuestros asesores: Dra. Lucía Yáñez, Ing. Juan de la Vega e Ing. Ángel Satama que en forma oportuna, entusiasta y desinteresada nos ayudaron y colaboraron en todo momento.*

*Mi más profunda y sincera gratitud a Edwin, Mauricio, Eddy, Santiago y Henry de quienes recibí un gran apoyo para culminar esta meta.*

*A mis amigos Belén A. Belén R. Luis N. Orlando S. por su incondicional apoyo y cariño en mis años de carrera.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| CERTIFICACIÓN.....   | ¡Error! Marcador no definido. |
| DECLARACIÓN .....  | ¡Error! Marcador no definido. |
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE ..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| DEDICATORIA.....   | viii                          |
| AGRADECIMIENTO .....   | ix                            |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS.....  | x                             |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | xiv                           |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | xvi                           |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....   | xvii                          |
| RESUMEN.....   | xviii                         |
| SUMARY .....   | xix                           |
| CAPÍTULO I.....  | 1                             |
| INTRODUCCIÓN.....  | 1                             |
| 1.1. PROBLEMA .....  | 1                             |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN.....  | 3                             |
| 1.3. OBJETIVOS.....  | 4                             |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERALAL.....   | 4                             |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....  | 4                             |
| 1.4. HIPÓTESIS .....   | 5                             |
| CAPÍTULO II.....   | 6                             |
| MARCO TEÓRICO .....  | 6                             |
| 2.1. MATERIA PRIMA .....   | 6                             |
| 2.1.1. CEREALES.....   | 6                             |
| 2.1.2. AMARANTO A. <i>Quitensis</i> .....  | 7                             |
| 2.1.3. SACHA INCHI <i>Plukenetia Volubilis</i> l.....  | 9                             |

|  |    |
|--|----|
| 2.1.4. NUEZ DE MACADAMIA <i>Ternifolia Muell</i> .....                             | 12 |
| 2.1.5. AVENA <i>Avena sativa L.</i> .....  | 13 |
| 2.1.5.1. <i>Producción en el Ecuador</i> .....                                     | 15 |
| 2.2. BARRA NUTRICIONAL .....   | 16 |
| 2.3. ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES .....  | 18 |
| 2.3.1. OMEGA 3 .....   | 19 |
| 2.3.1.1 <i>beneficios del omega 3</i> .....  | 20 |
| 2.3.2. OMEGA 6 .....   | 21 |
| 3.3.2.1 <i>beneficios del omega 6</i> .....  | 21 |
| 2.3.3. EQUILIBRIO ENTRE OMEGA 3 Y OMEGA 6 EN EL ORGANISMO.....                     | 22 |
| 2.4. CROMATOGRAFÍA .....   | 22 |
| CAPÍTULO III .....   | 25 |
| MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 25 |
| 3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....                                     | 25 |
| 3.2. MATERIALES Y EQUIPOS .....  | 26 |
| 3.3. MÉTODOS.....  | 27 |
| 3.3.1 ANÁLISIS NUTRICIONAL DE AMARANTO, SACHA INCHI Y NUEZ DE<br>MACADAMIA.....    | 27 |
| 3.3.1.1. descripción del método de análisis .....                                  | 28 |
| 3.3.1.1.1. <i>contenido de humedad</i> .....                                       | 28 |
| 3.3.1.1.2. <i>contenido de proteína</i> .....                                      | 29 |
| 3.3.1.1.3. <i>extracto etéreo</i> .....  | 29 |
| 3.3.1.1.4. <i>contenido de fibra</i> .....   | 30 |
| 3.3.1.1.5 <i>contenido de cenizas</i> .....  | 30 |
| 3.3.1.1.6 des esterificación, identificación y cuantificación cromatográfica ..... | 30 |
| 3.3.2. ELABORACIÓN DE LA BARRA NUTRICIONAL.....                                    | 31 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3.2.1. <i>Diseño experimental</i> .....                                    | 31 |
| 3.3.2.1.2. <i>factores de estudio</i> .....                                  | 32 |
| 3.3.2.1.3 <i>tratamientos</i> .....  | 33 |
| 3.3.2.1.4. <i>esquema de análisis de varianza</i> .....                      | 34 |
| 3.3.2.1.5. <i>análisis funcional</i> .....                                   | 34 |
| 3.3.2.1.6. <i>parámetros analizados en el producto terminado</i> .....       | 34 |
| 3.4. VARIABLES ENCONTRADAS DURANTE EL PROCESO .....                          | 35 |
| 3.5. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO .....                                 | 36 |
| 3.7.1. ELABORACIÓN DEL JARABE DE PANELA .....                                | 38 |
| 3.7.2. PREPARACIÓN DE LA BARRA DE CEREALES .....                             | 38 |
| 3.7.3. MEZCLA DE LOS INGREDIENTES .....                                      | 39 |
| 3.8. PROPORCIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LA BARRA DE CEREALES .....          | 40 |
| 3.8.1. DIAGRAMAS DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA BARRA DE CEREALES..... | 41 |
| CAPÍTULO IV .....  | 41 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 42 |
| 4.1. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA .....                                      | 42 |
| 4.1.1. CONTENIDO DE OMEGAS Y EXTRACTO ETÉREO EN LA MATERIA PRIMA .....       | 42 |
| 4.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA .....              | 43 |
| 4.2. ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO.....                                    | 44 |
| 4.2.1. CONTENIDO DE OMEGA 3 .....  | 44 |
| 4.2.2. ANÁLISIS DE OMEGA 6 .....   | 47 |
| 4.2.2.1. <i>Ácido linoleico</i> .....  | 48 |
| 4.2.2.2. <i>Ácido g-linoleico</i> .....                                      | 51 |
| 4.2.2.3. <i>Ácido araquidónico</i> .....                                     | 54 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.3. DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FÓRMULA PARA LA BARRA NUTRICIONAL .....                 | 57 |
| 4.2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS ..... | 59 |
| 4.2.4.1. <i>parámetros físicos</i> .....   | 59 |
| 4.2.4.1.1. <i>índice de penetrabilidad</i> .....   | 59 |
| 4.2.4.1.2. <i>humedad</i> .....  | 61 |
| 4.2.4.2. <i>químicas</i> .....   | 61 |
| 4.2.4.2.1. <i>cenizas</i> .....  | 61 |
| 4.2.4.2.2. <i>fibra</i> .....  | 63 |
| 4.2.4.2.3. <i>extracto etéreo</i> .....  | 64 |
| 4.2.4.2.4. <i>proteína</i> .....   | 64 |
| 4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL .....  | 65 |
| 4.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA MEJOR FORMULACIÓN.....                               | 66 |
| 4.5. APORTE CALÓRICO .....   | 66 |
| 4.6. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN .....  | 68 |
| 4.7. BALANCE MATERIALES .....  | 69 |
| CAPÍTULO V .....   | 73 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....   | 73 |
| 5.1. CONCLUSIONES.....   | 73 |
| 5.2. RECOMENDACIONES .....   | 75 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....  | 76 |
| ANEXOS .....   | 80 |
| ANEXO A. ....  | 80 |
| NORMA INEN PARA GRANOLA .....  | 80 |
| NORMA INEN PARA BOCADITOS DE GRANOS Y SEMILLAS .....                                     | 83 |

|   |     |
|---|-----|
| NORMA PARA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PENETRABILIDAD.....             | 91  |
| NORMAS PARA ENTRENAMIENTO DE PANELISTAS.....                      | 96  |
| FICHA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO.....              | 98  |
| ANEXO B .....   | 99  |
| RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS .. | 99  |
| ANEXO C .....   | 107 |
| ESPECIFICACIONES PAE.....   | 107 |
| ANEXO D .....   | 109 |
| FOTOGRAFÍAS.....  | 109 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación Taxonómica Amaranto .....           | 8  |
| Tabla 2. Composición Química del Amaranto .....            | 9  |
| Tabla 3. Clasificación taxonómica sachá inchi .....        | 11 |
| Tabla 4. Composición Química de Sachá Inchi .....          | 11 |
| Tabla 5. Clasificación taxonómica nuez de macadamia.....   | 12 |
| Tabla 6. Composición Química de la Nuez de Macadamia ..... | 13 |
| Tabla 7. Clasificación taxonómica avena .....              | 14 |
| Tabla 8. Composición nutricional de la avena .....         | 15 |
| Tabla 9. Caracterización del Área de Estudio .....         | 25 |
| Tabla 10. Parámetros analizados en la materia prima .....  | 28 |
| Tabla 11. Factores de Estudio .....                        | 32 |
| Tabla 12. Descripción de los tratamientos.....             | 33 |
| Tabla 13. Esquema ADEVA .....                              | 34 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 14. Parámetros analizados en el producto terminado .....                           | 35 |
| Tabla 15. Proporción para tratamientos con jarabe de panela.....                         | 40 |
| Tabla 16. Proporción para tratamientos con miel de abejas .....                          | 40 |
| Tabla 17. Cuantificación cromatográfica de omega 3 y omega 6 en la materia prima .....   | 42 |
| Tabla 18. Resultados de los análisis fisicoquímicos de materia prima .....               | 43 |
| Tabla 19. Resultados de Ácido linolénico .....   | 44 |
| Tabla 20. ADEVA Ácido linolénico .....   | 45 |
| Tabla 21. DMS para factor A .....  | 45 |
| Tabla 22. Tukey para tratamientos .....  | 46 |
| Tabla 23. Resultados de Ácido Linoleico.....   | 48 |
| Tabla 24. ADEVA Ácido Linoleico .....  | 48 |
| Tabla 25. DMS para factor A .....  | 49 |
| Tabla 26. Tukey para Tratamientos.....   | 49 |
| Tabla 27. Resultados de Ácido g- linoleico.....  | 51 |
| Tabla 28. ADEVA Ácido g-linoleico .....  | 51 |
| Tabla 29. DMS para factor A .....  | 52 |
| Tabla 30. Tukey para Tratamientos.....   | 52 |
| Tabla 31 Resultados de Ácido Araquidónico .....  | 54 |
| Tabla 32. ADEVA ácido araquidónico.....  | 54 |
| Tabla 33. DMS para factor A .....  | 55 |
| Tabla 34. Tukey para Tratamientos.....   | 55 |
| Tabla 35. Sumatoria de omega 3 y omega 6.....  | 57 |
| Tabla 36. Análisis físico químicos y microbiológicos para los mejores tratamientos ..... | 59 |
| Tabla 37. Resultados de la evaluación sensorial .....                                    | 65 |
| Tabla 38. Estimación de costos de producción para los mejores tratamientos.....          | 68 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 39. Resultado del Análisis del Índice de Penetrabilidad de las barras de cereales.... | 99  |
| Tabla 40. Resultado del Análisis de Humedad de las barras de cereales .....                 | 99  |
| Tabla 41. Resultado del Análisis de Cenizas de las barras de cereales .....                 | 100 |
| Tabla 42. Resultado del Análisis de Azúcar de las barras de cereales .....                  | 100 |
| Tabla 43. Resultado del Análisis de Fibra de las Barras de Cereales.....                    | 101 |
| Tabla 44. Resultados del Análisis del Extracto Etéreo.....                                  | 101 |
| Tabla 45. Resultado del Análisis de Proteína de las Barras de Cereales.....                 | 102 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Figura 1. Cereales andinos .....  | 6                                    |
| Figura 2. Amaranto Planta y Semilla .....                                       | 8                                    |
| Figura 3. Sacha Inchi .....   | 9                                    |
| Figura 4. Semillas de Sacha Inchi .....   | 10                                   |
| Figura 5. Frutos de Macadamia .....   | 12                                   |
| Figura 6. Esquema de una barra de cereales.....                                 | 17                                   |
| Figura 7. ácido linolénico omega 3 .....  | 20                                   |
| Figura 8. ácido linoleico omega 6 .....   | 21                                   |
| Figura 9. Diagrama de un cromatógrafo.....                                      | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Figura 12. Extracto etéreo .....  | 37                                   |
| Figura 13. Estandarización del cromatógrafo.....                                | 38                                   |
| Figura 14. Diagrama de proceso para la elaboración de la barra de cereales..... | 41                                   |
| Figura 15. Diagrama de bloques Jarabe de Panela .....                           | 69                                   |
| Figura 16. diagrama de bloque para T5 .....                                     | 70                                   |
| Figura 17. Diagrama de bloques para T6 .....                                    | 71                                   |



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráficos 1. Comportamiento de las medias en las barras de cereales para el ácido linolénico .....   | 47 |
| Gráficos 2. Comportamiento de las medias en las barras de cereales para el ácido linoleico .....    | 50 |
| Gráficos 3. Comportamiento de las medias en las barras de cereales para el ácido g-linoleico .....  | 53 |
| Gráficos 4. Comportamiento de las medias en las barras de cereales para el ácido araquidónico ..... | 56 |
| Gráficos 5. Aporte de omega 3 y omega 6 por tratamiento g/100gramos de barra.....                   | 58 |
| Gráficos 6. Valores promedio del índice de penetrabilidad .....                                     | 60 |
| Gráficos 7. Comportamiento de los mejores tratamientos para humedad .....                           | 61 |
| Gráficos 8. Comportamiento de los mejores tratamientos para cenizas.....                            | 62 |
| Gráficos 9. Comportamiento de los mejores tratamientos para fibra.....                              | 63 |
| Gráficos 10. Comportamiento de los mejores tratamientos para extracto etéreo.....                   | 64 |
| Gráficos 11. Comportamiento de los mejores tratamientos para proteína .....                         | 65 |
| Gráficos 12. Comportamiento de los mejores tratamientos en el análisis de calorías.....             | 67 |

## RESUMEN

Los ácidos grasos omega 3 y omega 6 en el organismo son importantes para el desarrollo cerebral, la memoria, concentración, crecimiento y prevención de algunas enfermedades, se elaboró una barra de cereales incorporando: amaranto, nuez de macadamia y sachá inchi en diferentes proporciones. El modelo estadístico de la investigación fue un diseño completo al azar con un arreglo factorial de A x B, en donde el factor A representó la combinación de amaranto, nuez de macadamia y sachá inchi y B correspondió al material aglutinante, panela y miel de abejas. El análisis funcional empleó la prueba de TUKEY ( $\alpha < 0.05$ ) para tratamientos y DMS ( $\alpha < 0.05$ ) para factores. Las variables cuantitativas evaluadas fueron ácidos grasos: linolénico, linoléico, araquidónico, g-linolénico; las variables cualitativas fueron color, olor, sabor y textura; posteriormente se realizó el análisis fisicoquímico y microbiológico de las barras nutricionales. Los resultados con mejor proporción de omega 3 y omega 6 fueron para el tratamiento que contiene 10% de amaranto, 10% sachá inchi y 30% de macadamia, así también se determinó que el factor que corresponde al material aglutinante no influye en su calidad nutricional siendo estos miel de abeja y jarabe de panela. Basado en las especificaciones técnicas NTE INEN 2595:2011 de requerimientos de la granola y también las Especificaciones Técnicas del Programa Aliméntate Ecuador (PAE) para una barra de granola, se puede afirmar que el producto obtenido es idóneo para el consumo humano y cumple con los requerimientos de calidad.

**PALABRAS CLAVES:** Ácidos grasos esenciales, amaranto, sachá inchi, macadamia, cromatografía de gases.

## SUMMARY

The contribution of omega 3 and omega 6 fatty acids in the organism are important for brain development, memory, concentration, growth and prevention of some diseases, a cereal bar incorporating amaranth, macadamia nut and sacha inchi was elaborated in different proportions. The statistical model of the research was a complete design with a factorial arrangement of A x B, where factor A represented the combination of amaranth, macadamia nut and sacha inchi and B corresponded to the binder material, panela and honey of bees . Functional analysis used the TUKEY test ( $\alpha < 0.05$ ) for treatments and DMS ( $\alpha < 0.05$ ) for factors. The quantitative variables evaluated were fatty acids: linolenic, linoleic, arachidonic, g-linolenic; The qualitative variables were color, smell, taste and texture; Subsequently the physicochemical and microbiological analysis of the nutritional bars was carried out. The results with a better proportion of omega 3 and omega 6 were for the treatments containing 10% of amaranth, 10% sacha inchi and 30% of macadamia, and it was also determined that the factor corresponding to the binder material does not influence its nutritional quality Being these honey bee and pan syrup. Based on NTE INEN 2595: 2011 specifications of granola requirements and also the Technical Specifications of the Alimentate Ecuador Program (PAE) for a granola bar, it can be stated that the product obtained is suitable for human consumption and complies with Quality requirements.

**KEY WORDS:** Essential fatty acids, amaranto, sacha inchi, macadamia, gas chromatography.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PROBLEMA

A pesar de que el amaranto fue seleccionado, junto con la quinua, como los cultivos de seguridad alimentaria del tercer milenio y sus propiedades alimenticias son tan importantes que forma parte de la dieta de los astronautas, durante las misiones espaciales (FAO, 2012). En nuestro entorno no han sido aprovechados en toda su capacidad. La Sacha Inchi ha sido poco estudiada, y por su importancia desde el punto de vista nutricional y funcional debe ser investigada. Varios autores han indicado que esta planta puede ser considerada como un nuevo cultivo potencial en algunas regiones de América del Sur; debido a su alto porcentaje de aceites y de proteína (Sarmiento, 2004). La nuez de macadamia es un producto que se ha consumido principalmente en la elaboración de confites y su potencial nutricional ha sido menospreciado. Estos productos tradicionales los cuales han sido poco estudiados, necesitan ser revalorizados haciendo un análisis cualitativo y cuantitativo del contenido de ácidos grasos omega 3 y omega 6.

En el entorno si bien se encuentran alimentos funcionales, estos poseen limitadas alternativas y satisfacen necesidades puntuales, por lo que el desarrollo de productos más saludables es necesario y al emplear materias primas como amaranto, sachá inchi y nuez de macadamia que son fuentes ricas en aceites esenciales pueden convertirse en un alimento con un buen valor nutritivo.

Estas materias primas no son de uso habitual en productos como barras ya que el mercado se ha enfocado en brindar productos que sean organolépticamente aceptables y presenten

propiedades energéticas. Sin embargo, sus propiedades funcionales han quedado en segundo plano razón por la cual se plantea esta investigación en función de ofrecer y desarrollar un producto que sea sensorialmente aceptable y presente propiedades funcionales a través del aporte de ácidos grasos esenciales omega 3 y omega 6.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El alto valor nutricional de productos tradicionales como amaranto *A. quitensis*, sachá inchi *Plukenetia volubilis l.* y nuez de macadamia *Ternifolia muell* no ha sido aprovechado por lo que con el análisis del aporte de ácidos grasos esenciales omega 3 y omega 6, se busca incorporar estos elementos en un alimento funcional y así aprovechar sus características nutricionales y que estén al alcance del consumidor.

Esta investigación propone equilibrar el aporte de ácidos grasos esenciales omega 3 y omega 6 en una barra de cereales que sea nutricionalmente superior a los actuales productos que se encuentran en el mercado.

Además siguiendo la política del buen vivir, y la matriz productiva del país, mismas que buscan potenciar la industria impulsando la producción de bienes o servicios con valor agregado, se plantea en esta investigación integrar una alternativa de alimentación saludable mediante el desarrollo de nuevos productos integrando amaranto, sachá inchi y nuez de macadamia en una barra nutricional.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Analizar el contenido de ácidos grasos esenciales omega 3 y omega 6 en amaranto *A. Quitensis*, sachá inchi *Plukenetia Volubilis* y macadamia *Ternifolia Muell.* por cromatografía y elaborar una barra nutricional.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar cuantitativamente los ácidos grasos omega 3 y omega 6 en las materias primas a emplearse tales como amaranto *A. Quitensis*, sachá inchi *Plukenetia volubilis* y macadamia *Ternifolia muell.*
- Realizar el análisis fisicoquímico de la materia prima: humedad, grasa, proteína, fibra y ceniza.
- Realizar el análisis fisicoquímico y microbiológico de los mejores tratamientos.
- Determinar la mejor formulación de amaranto, sachá inchi y nuez de macadamia para la barra de cereales según las cantidades de omega 3 y omega 6 que el organismo requiere y realizar la evaluación sensorial.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **1.4.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA:**

La variación de los porcentajes de *amaranto A. quitensis*, *sacha inchi Plukenetia volubilis*. y *macadamia Ternifolia muell.* en una barra de cereales influyen en el aporte energético, nutricional y sensorial.

### **1.4.1 HIPÓTESIS NULA:**

La variación de los porcentajes de *A. quitensis*, *sacha inchi Plukenetia volubilis*. y *macadamia Ternifolia muell.* en una barra de cereales no influyen en el aporte energético, nutricional y sensorial.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. MATERIA PRIMA

##### 2.1.1. CEREALES

Siendo los productos elaborados en base de cereales tienen potencial para mejorar la salud y para reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con los malos hábitos alimentarios.

Los cereales son una fuente de carbohidratos: derivados del endospermo del grano de donde se obtiene la harina, así también son una fuente importante de nutrientes como vitaminas, fibra dietética, minerales, los prebiótico y lípidos, así como las ligninas ubicados en la cáscara y el germen del grano que, no eran valorados y se empleaban para alimentación animal. (Lezcano, 2010)



**Figura 1.** Cereales andinos  
(Santos, 2014)

Los nutrientes varían en cantidad y calidad dependiendo del género y especie de los cereales (figura 1) y afecta las propiedades nutritivas, así también las condiciones ambientales durante el crecimiento y la maduración afectan la composición química de los granos. Aproximadamente el 80% del grano está compuesto por carbohidratos. Únicamente del 3 al 5% de estos carbohidratos son estructurales, conformado por la fracción fibrosa. (INIAP, 2012)

El almidón, en la mayoría de los cereales, contiene aproximadamente 75% de amilopectina y 25% de amilosa. El resto es material de reserva constituido principalmente por el almidón. El almidón se almacena en gránulos dentro de las células del endospermo, es insoluble en agua fría. Al contacto con agua tibia, la absorbe, se hincha y revienta. (Nyström, 2007)

En cereales maduros se tiene aproximadamente un 2% de monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos. Estos azúcares solubles se localizan en el germen. La fructuosa y sacarosa aumenta considerablemente cuando el grano es sometido a procesos de malteado o germinado dado a la hidrólisis del almidón que produce, entre otros azúcares, maltosa y glucosa. Los cereales se consideran la principal fuente de fibra dietética. (Cuautitlan, 2013)

### **2.1.2. AMARANTO A. *Quitensis***

Los indígenas conocían al amaranto como "*huautil*", se considera uno de los cultivos más antiguos en Mesoamérica: se tiene indicios de que lo usaban los mayas, aztecas e incas hace aproximadamente 10000 A.C. En la provincia de Imbabura en el cantón Cotacachi, el consumo de amaranto se prohibió por ser un alimento muy energético y dando ventaja a los incas frente a los colonizadores, en 1975 fue declarado por la Academia de Ciencias de los Estados Unidos como uno de los 36 alimentos vegetales más completos prometedores del mundo. (Galarza, 2013)



**Figura 2.** Amarantho Planta y Semilla

(Peralta, 2009)

El amaranto (figura 2) pertenece a la familia de las Amaranthaceas, su género *Amaranthus* contiene más de 70 especies, de las cuales la mayoría son nativas de América y solo quince provienen de Europa, Asia, África y Australia, cuyas características varían mucho dependiendo del medio en el que crecen. (INIAP, 2012)

A continuación en la tabla 1 se describe la composición taxonómica del amaranto.

**Tabla 1.** Clasificación Taxonómica Amarantho

|                     |   |
|---------------------|---|
| Reino:              | Plantae (Vegetal)                       |
| Sub-Reino           | Antofita (Fanerógamas)                  |
| División:           | Spermatofhyta (espermatofita)           |
| Subdivisión: Clase: | Angiospermas                            |
| Orden:              | Dicotiledónea                           |
| Familia:            | Centrospermales                         |
| Género              | Amarantaceae                            |
| Especie             | <i>Amaranthus</i>                       |
| Nombre Científico   | <i>A. Quitensis</i> .                   |
| Nombre Vulgar       | Ataco, Sangorache o Quinoa de Castilla. |

Fuente: INIAP, (2012)

El amaranto es reconocido a nivel internacional como un alimento completo por su propiedades nutricionales, es uno de los cultivos tradicionales de América del Sur. Sin embargo, su importancia no radica en la cantidad de nutrientes que posee sino en la calidad de la misma, además cuenta con un excelente balance aminoácidos.

En la tabla 2 se describe los principales componente químicos de la semilla de amaranto

**Tabla 2.** Composición Química del Amaranto

| <b>Característica</b> | <b>Contenido</b> |
|-----------------------|------------------|
| Proteína (g)          | 12-19            |
| Carbohidratos (g)     | 71,9             |
| Lípidos (g)           | 6,1              |
| Fibra (g)             | 3,5              |
| Cenizas (g)           | 3,3              |
| Energía (kcal)        | 391              |
| Calcio (mg)           | 130              |
| Fosforo (mg)          | 530              |
| Potasio (mg)          | 800              |
| Vitamina c (mg)       | 1,5              |

**Fuente:** Galarza, (2013)

### 2.1.3. SACHA INCHI *Plukenetia Volubilis*.

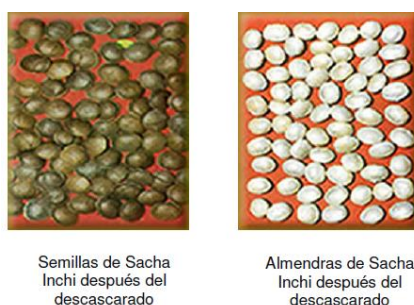
La primera mención científica del Sacha Inchi (figura 3) fue hecha en 1980 a consecuencia de los análisis de contenido graso y proteico realizados por la Universidad de Cornell en USA, los que demostraron que las semillas del Sacha Inchi tienen alto contenido de proteínas (33%) y aceite (49%).



**Figura 3.** Sacha Inchi

(Instituto Nacional de Investigación y extensión Agraria, 2006)

Los frutos tienen dimensiones de 6 a 7 cm de diámetro, de espesor 3 a 4 cm. El peso promedio de la semilla es de 1g siendo el peso de la cáscara 40% y la almendra blanca 60%. Es de cultivo fácil, rápido y de calidad industrial. Varios autores han indicado que esta planta puede ser considerada como un nuevo cultivo potencial en algunas regiones de América del Sur, debido a su alto porcentaje de aceite, y un contenido de 27 a 42 % de proteína, rica en cisteína, tirosina, treonina y triptófano. (Sarmiento, 2004)



**Figura 4.** Semillas de Sacha Inchi

(Instituto Nacional de Investigacion y Extencion Agraria, 2006)

Es una planta de la amazonia peruana conocida por los nativos desde hace miles de años la utilizaron los pre-incas y los incas gracias a restos y vestigios hallados en tumbas de las comunidades huacos Mochica-Chimú. (Baez, 2013)

Es una euphorbiaceae que comúnmente se conoce como maní del monte, sachá maní o maní del inca (figura 4). Se encuentra distribuida desde América Central y en el Perú. Es una planta que se adapta a suelos arcillosos y ácidos y se desarrolla mejor en climas cálidos. Presenta características muy favorables para la reforestación. La siembra del "sacha inchi" con tutores vivos al contorno de los cerros (laderas), protege a los suelos de la erosión. (Instituto Nacional de Investigacion y Extencion Agraria, 2006)

La clasificación taxonómica de la sachá inchi es descrita en la tabla 3

**Tabla 3.** Clasificación taxonómica sachá inchi

---

|           |                     |
|-----------|---------------------|
| Reino:    | Plantae             |
| Subreino: | Tracheobionta       |
| División: | Magnoliophyta       |
| Clase:    | Magnoliopsida       |
| Orden:    | Malpighiales        |
| Familia:  | Euphorbiaceae       |
| Género:   | <i>Plukenetia</i>   |
| Especie:  | <i>P. volubilis</i> |

---

**Fuente:** Sarmiento, (2004)

El aceite omega 6 y omega 3 no se encuentran fácilmente en los alimentos que consumimos diariamente; a la vez que son muy escasos en la naturaleza son indispensables para el buen funcionamiento de nuestro organismo. El Sachá Inchi contiene además, vitaminas A y E, y un alto contenido de proteínas. (Baez, 2013)

En la tabla 4 describe la composición química de la almendra de sachá inchi

**Tabla 4.** Composición Química de Sachá Inchi

---

| <b>Características</b> | <b>Contenido</b> |
|------------------------|------------------|
| Proteína (g)           | 33               |
| Carbohidratos (g)      | 6,1              |
| Lípidos (g)            | 50               |
| Fibra (g)              | 5,6              |
| Cenizas (g)            | 4                |
| Calcio (mg)            | 240              |
| Fosforo (mg)           | 530              |
| Potasio (mg)           | 556              |

---

**Fuente** Gutierrez, (2011)

#### 2.1.4. NUEZ DE MACADAMIA *Ternifolia Muell*

Las nueces se consideran un importante antioxidante gracias a su contenido en vitamina E, que previene el envejecimiento, ciertos tipos de cáncer y de enfermedades cardiovasculares. Aportan cantidades apreciables de vitaminas B1 y B6 que favorecen el buen funcionamiento de los músculos y el cerebro. Las nueces proporcionan minerales como el cobre, el zinc, el potasio, el magnesio y el fósforo: son ricas en fibra, que beneficia el tránsito intestinal. (Martinez, 2010)



**Figura 5.** Frutos de Macadamia  
(Lavin, 2001)

La nuez de macadamia se encuentra en forma natural en los bosques lluviosos tropicales o subtropicales. Su forma y tamaño suelen variar, alcanzando entre 10 a 20 m de altura en lugares boscosos. (FAO, 2014)

En la tabla 5 se puede apreciar la descripción taxonómica de la nuez de macadamia.

**Tabla 5.** Clasificación taxonómica nuez de macadamia

|           |  |
|-----------|--|
| Reino:    | Plantae                                |
| División: | Magnoliophyta                          |
| Clase:    | Magnoliopsida                          |
| Orden:    | Proteales                              |
| Familia:  | Proteaceae                             |
| Género:   | <i>Macadamia</i>                       |
| Especie:  | <i>M. integrifolia</i> Maiden & Betche |

Fuente: Reyes, (2014)

El consumo de nuez de macadamia se recomienda ya que son ideales para reforzar nuestro sistema nervioso y mejorar la concentración gracias a su aporte de omega 3 son ricas en grasas cardiosaludables, por lo que ayuda a disminuir los niveles de triglicéridos y colesterol en sangre. (OMS, 2012)

Por su gran aporte de calorías su consumo se recomienda a las personas que realizan esfuerzos físicos. Además de las vitaminas y minerales, posee un contenido considerable de fibra, carbohidrato, grasa saludable, flavanoides, polifenoles, amino ácidos esenciales, esteroides, azúcares, proteína. (Lavin, 2001)

La composición química que posee la nuez de macadamia es descrita en la tabla 6.

**Tabla 6.** Composición Química de la Nuez de Macadamia

| <b>Características</b> | <b>Contenido</b> |
|------------------------|------------------|
| Proteína (g)           | 7,8              |
| Carbohidratos (g)      | 15,9             |
| Lípidos (g)            | 71,6             |
| Fibra (g)              | 7,6              |
| Cenizas (g)            | 1,7              |
| Calcio (mg)            | 48               |
| Fosforo (mg)           | 530              |
| Potasio (mg)           | 264              |

**Fuente:** Reyes, (2014)

### **2.1.5. AVENA *Avena sativa L.***

La avena, pertenece a la familia *Poaceae* la *Avena sativa L* (avena común), su cultivo es anual y se utiliza en la nutrición de humanos y animales. Antes de ser utilizada como alimento, se aplicaba con fines medicinales. Con el desarrollo en el campo de la nutrición, la avena fue reconocida como alimento saludable a mediados de 1980 por sus efectos en la prevención de enfermedades cardiovasculares y por lo tanto se convirtió en un alimento popular para la nutrición humana. (Ronco, 2013)



La avena es rica en proteínas, hidrato de carbono, fibra y un gran número de vitaminas, minerales y oligoelementos.

En la tabla 7 se puede apreciar la descripción taxonómica de este cereal:

**Tabla 7.** Clasificación taxonómica avena

|          |                 |
|----------|-----------------|
| Reino    | Vegetal         |
| Clase    | Angiosperma     |
| Subclase | Monocotiledonea |
| Orden    | Graminales      |
| Familia  | Gramineae       |
| Género   | Avena           |
| Especie  | <i>Sativa</i>   |

**Fuente:** Kirk RS, (1999)

La avena tiene en su composición vitamina B1 que le permite el buen funcionamiento del sistema nervioso, además presenta varios tipos de hidratos de carbono entre ellos el almidón, también posee lípidos y gran cantidad de minerales, oligoelementos y fibra. Puede absorber agua provocando hinchamiento y una mezcla viscosa. (Jumeaucourt, 2013)

En la tabla 8 se puede apreciar la composición química que posee la avena.

**Tabla 8.** Composición nutricional de la avena

| <b>Características</b> | <b>Contenido</b> |
|------------------------|------------------|
| Humedad %              | 13               |
| Lípidos %              | 7-5              |
| Proteína %             | 13               |
| Fibra %                | 10               |
| Cenizas %              | 3                |
| Calcio (mg/100)        | 60               |
| Yodo(mg/100)           | 16               |
| Fósforo (mg/100)       | 372              |
| Tiamina (mg/100)       | 0,5              |
| Riboflavina (mg/100)   | 0,14             |
| Niacina (mg/100)       | 1,3              |
| Hierro (mg/100)        | 3,8              |
| Energía (mg/100)       | 1,61             |

**Fuente:** Ronco, (2013)

#### ***2.1.5.1. Producción en el Ecuador***

En el Ecuador la variedad sativa la cual necesita para su cultivo climas que tengan 700 mm de precipitaciones y temperaturas entre 25-31 ° C crece generalmente a alturas de 2600 a 3300 msnm aquella que se usa para el consumo humano y se cultivan a alturas mayores de entre 2800 a 3300 msnm para forraje y producción del grano. (INIAP, 2009)

La producción en el Ecuador se focaliza en las provincias de: Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar que se caracterizan por tener un clima frío, la superficie sembrada con avena supera las 48000 ha distribuidas en todas las provincias de la sierra, siendo Chimborazo y Cotopaxi las de mayor área con el cultivo.

La provincia que produce en mayor cantidad este cereal es la provincia de Tungurahua con la empresa Aromas del Tungurahua, empresa que exporta variedad de productos al mundo entre estos la avena. (INEC, 2002)

Los aprovechamientos de la avena son de varias formas como por ejemplo para la elaboración de piensos, en la fabricación de alcohol y bebidas, cereales y suplemento para el desayuno entre otros.

## **2.2. BARRA NUTRICIONAL**

Se podría definir a las barras de cereales como un bocadillo natural y dulce o también denominarlo como un “snack”, principalmente compuesto de frutas deshidratadas y otros ingredientes complementarios. En el mercado actualmente se presenta una gran diversidad composiciones que a su vez poseen múltiples ingredientes, aunque los cereales han sido fundamentales para el desarrollo de estos productos. No obstante, otros ingredientes como los frutos secos u frutas deshidratadas se incluyen en la elaboración de barras nutricionales. (Bayas, 2010)

Estos productos se han empleado como un suplemento alimenticio, para atletas y personas que realizan deporte, para sustentar las necesidades caloríficas que se causadas por el esfuerzo físico que realizan. Se les denomina como barras de cereales pero son generalmente conocidas como barras energéticas y como su nombre indica, son una fuente de energía alimenticia, cuyo principal aporte son los carbohidratos complejos. Ciertas variedades contienen una fuente significativa de proteínas la cual casi siempre es de origen vegetal, así como un aporte de vitaminas y minerales. (Viviant, 2017)

Granolas y barras nutricionales o de cereales contienen ingredientes similares, aunque las primeras no poseen forma definida y las segundas poseen un ingrediente adicional que permite que se compacten, es en su valor nutricional donde realmente se diferencian entre unas y otras, pero en términos generales aportan por cada 100 g: 60-80% de carbohidratos (en ello radica su aporte energético), 3-24% de grasas de 4-15% de proteína, entre 370 a 490 calorías. (Olivera, 2012)

Se considera que proporcionan una alta cantidad de energía y que esta a su vez es de larga duración gracias a que proporciona azúcares simples y compuestos, generalmente su contenido en grasa es bajo; los hidratos de carbono son el elemento esencial de estos

productos mismo que se presenta en forma de sacarosa y fructuosa, lo que al consumirse incrementa de manera muy rápida los depósitos de glucógeno. (Gonzalez, 2002)

Las barras nutricionales gracias a su versatilidad pueden formar parte de cualquier dieta y suplir las grasas saturadas por insaturadas, eliminar los ácidos grasos trans, aumentar el consumo de granos enteros, legumbres y frutos secos. De acuerdo al concepto de perfil nutricional, sobre todo en productos formulados la proporción de ingredientes secos óptima es el 60% de la formulación del peso total y la proporción del aglutinante de 40 % de la mezcla.

La escasa cultura alimenticia actual hace que normalmente se tenga la tendencia de saltar alguna comida durante el transcurso del día por lo que se recomienda el consumo de las barras nutricionales sobre todo si se considera que la tercera parte de nutrientes recomendados por día deben ser consumidos en el desayuno. En general, las barras de cereales figura 6, contribuyen de 20 a 33% del consumo de proteínas que se recomienda para la primera comida. Los cereales en barra presentan una actividad de agua de 0,4 a 0,8 (21°C), y niveles de humedad de 5 a 13%. El porcentaje de proteínas en las barras comúnmente varía entre 3 - 6%. (OMS, 20012)



**Figura 6.** Esquema de una barra de cereales  
(Álvarez, 2017)

Se ofertan actualmente en el mercado gran variedad de este producto enfocados en suplir necesidad energética y proteica para el organismo sin embargo al ser un producto tan versátil en el mercado se incluyen día a día una gran variedad de ingredientes con diferentes propósitos. Entre ellos:

(Silva, 2013)

- Frutas secas (almendras, maní, avellanas)
- Semillas (sésamo, lino)

- Frutas deshidratadas (durazno, damasco, manzana, ciruela, pasas de uva)
- Frutas tropicales (banano, piña)
- Frutos del bosque desecados (frutilla, frambuesa, cereza, mora)
- Soya
- Chocolate negro o blanco
- Coco rallado
- Miel y gelatina

Para la elaboración de barras nutricionales se han desarrollado varios procesos de los cuales se describen los dos que más son usados; en el primero se mezclan las materias primas secas y el material aglutinante para su posterior horneado, en el segundo, los cereales son pre-tostados, para luego adicionar glucosa (material aglutinante), y someterlos a un proceso de horneado. La selección del proceso dictaminara las características organolépticas del producto y esto dependerá de que tanto se desee desarrollando sabores y olores pero principalmente de los gustos y preferencias del consumidor. (Rivera, 2007)

### **2.3. ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES**

Un ácido graso es una biomolécula de origen lipídico que está compuesta en general de una cadena hidrocarbonada lineal que pueden ir de 12 a 20 carbonos y que forma parte primordial de la estructura de los seres vivos, organismos como los vegetales y bacterias pueden sintetizar todos los ácidos grasos que requieren, en contraste los mamíferos obtiene los obtiene en su alimentación; los ácidos grasos que pueden sintetizar se denominan ácidos grasos no esenciales, y aquellos que no pueden sintetizar se denomina ácidos grasos esenciales. (Rabinowitz, 2014)

Se debe enfatizar en que los ácidos grasos esenciales son compuestos que deben administrarse con la dieta. Sin excepción alguna estos son poliinsaturados como el ácido araquidónico y los ácido linoleico y ácido linolénico. El organismo de los animales requiere ácido araquidónico para sintetizar los eicosanoides y aunque es capaz de alargar las cadenas de los ácidos grasos en unidades de C<sub>2</sub> no puede introducir ninguna doble ligadura en la parte

final de la molécula (después de C-9); por esta razón el ácido araquidónico debe formar parte de la dieta habitual. (Jan Koolman, 2012)

Para expertos de la FAO en sus investigaciones determinaron que el rango aceptable de distribución de macronutrientes (AMDR, por sus siglas en inglés) para la ingesta de grasa total oscila entre el 20% y 35% de energía. El consumo de grasa total recomendada debe ser superior al 15% E (nivel mínimo del intervalo aceptable de distribución de macronutrientes, L-AMDR, por sus siglas en inglés) para asegurar la ingesta de ácidos grasos esenciales y de energía y para facilitar la absorción de las vitaminas liposolubles. (FAO, 2012)

Existen dos ácidos grasos poliinsaturados (AGP) que el cuerpo no puede producir: el ácido linoleico y el ácido alfa linolénico. Deben obtenerse de la dieta y se conocen como ácidos grasos esenciales. Una vez en el cuerpo, se pueden convertir en otros ácidos grasos poli insaturados, como el ácido araquidónico, ácido eicosapentanoico (EPA) y el ácido docosahexanoico (DHA). (Reardon, 2010)

En el organismo, los ácidos grasos poli insaturados son importantes para mantener las membranas de todas las células, para producir las prostaglandinas que regulan muchos procesos corporales, por ejemplo, la inflamación y para la coagulación de la sangre. Asimismo, las grasas son necesarias en la dieta para que las vitaminas liposolubles de los alimentos (A, D, E y K) puedan ser absorbidas y para regular el metabolismo del colesterol.

Existen dos familias de ácidos grasos esenciales: omega 3 y omega 6. Ambos producen procesos químicos fundamentales para el funcionamiento del organismo. El cuerpo puede convertir un omega 3 en otro omega 3, pero no puede crearlos de la nada, por eso debemos obtenerlos a través de la alimentación. (Freeman, 2008)

### **2.3.1. OMEGA 3**

De acuerdo con la posición del primer doble enlace, los ácidos grasos insaturados se pueden definir como omega 3, cuando el primer doble enlace se encuentra en la posición 3 desde el primer carbono como se puede apreciar en la figura 7.



**Figura 7.** ácido linolénico omega 3

(Coronado, 2006)

### 2.3.1.1 Beneficios del omega 3

En la publicación de Reardon, (2010) se menciona que se ha probado que la ingestión de ácidos grasos omega 3 representa una serie de beneficios para el organismo. Entre todas las ventajas que proporcionan se mencionaran las siguientes:

- **Aparato circulatorio:** estudios realizados en Japón, que se alimentan principalmente de pescado azul, rico en omega 3, demostró que los habitantes de este país tienen uno de los índices de enfermedades circulatorias más bajas del mundo. La ingestión de alimentos ricos en ácidos linolénico o complementos que contengan este principio ayudan a: Rebajar los triglicéridos, disminuir el colesterol, previene la formación de coágulos de las arterias al impedir la agregación plaquetaria, disminuye la hipertensión, fluidifica la sangre. (Reardon, 2010)
- **Propiedades anticancerígenas:** usar alimentos o complementos ricos en omega 3 protege contra la aparición de ciertos cánceres, especialmente el cáncer de colon, el cáncer de próstata y el cáncer de mama, además, pueden reducir el tamaño de los tumores, ya que impiden el crecimiento de las células cancerosas o evitar que estas, se reproduzcan. En el cáncer de mama estos ácidos inhiben la acción de los estrógenos que son los causantes del desarrollo de tumores en el pecho.
- **Propiedades antiinflamatorias:** el omega 3 tiene propiedades antiinflamatorias en enfermedades de las articulaciones. Por ello los alimentos especialmente los suplementos que contengan este ácido graso esencial pueden ser muy adecuados para rebajar la inflamación y aliviar el dolor en enfermedades como la artritis, psoriasis y lupus. (Baez, 2013)

### 2.3.2. OMEGA 6

De acuerdo con la posición del primer doble enlace, los ácidos grasos insaturados se pueden definir como omega 6, cuando el primer doble enlace se encuentra en el carbono 6 contando desde el primer carbono como se puede apreciar en la figura 8.



**Figura 8.** ácido linoleico omega 6  
(Coronado, 2006)

#### 3.3.2.1 Beneficios del omega 6

El organismo necesita el ácido graso omega 6 para trabajar correctamente. Entre las principales funciones del ácido linoleico se encuentran las siguientes:

- La formación de las membranas celulares.
- La formación de las hormonas.
- El correcto funcionamiento del sistema inmunológico.
- La correcta formación de la retina.
- El funcionamiento de las neuronas y las transmisiones químicas

Para sustentar la necesidad nutricional de omega 6 se puede usar algunas buenas fuentes de omega 6 son los aceites de: cártamo, girasol, otras excelentes fuentes son: calabaza, verduras, frutas, frutos secos, cereales, huevos, carnes y germen de trigo.

Además de estas funciones básicas se ha comprobado que la ingestión de ácidos grasos omega 6 representa una serie de beneficios para el organismo como para el aparato circulatorio, disminuye levemente la presión arterial, protege contra los ataques cardíacos, derrames cerebrales, así mismo posee propiedades antiinflamatorias en enfermedades de las articulaciones. (While, 2012)



### **2.3.3. EQUILIBRIO ENTRE OMEGA 3 Y OMEGA 6 EN EL ORGANISMO**

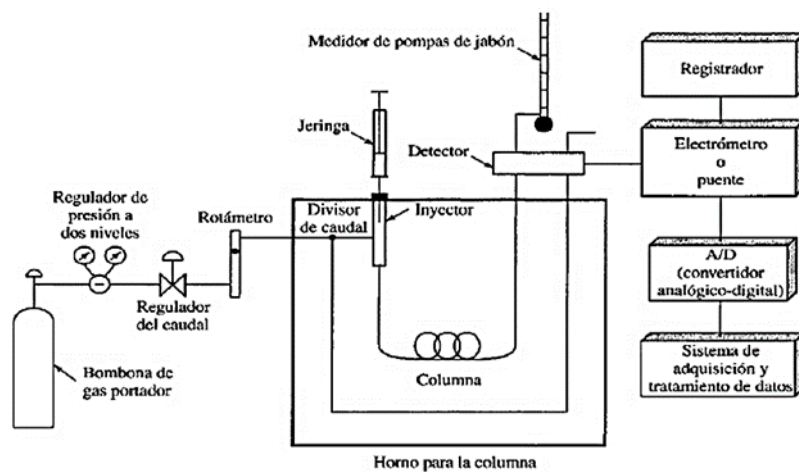
El consumo recomendado de omega 6 para adultos, se encuentra entre 14 y 17 g al día para los hombres y entre 11 y 12 g para las mujeres, mientras que el consumo de omega 3 debería ser de al menos 1,6 g al día en hombres adultos y 1,1 g al día para mujeres adultas. Por lo tanto es aceptable una dieta cardio-saludable que contenga entre el 5 y 10% de omega 6 y entre el 0,6 y 1,2% de omega 3. (Gonzalez, 2002)

Este nivel de consumo permitiría que se mantenga en las proporciones de 5;1 de omega 6 y omega 3, recomendadas por la Organización Mundial de la Salud, y apoyadas por el Instituto para la Medicina. Debido a que estos ácidos grasos compiten por las mismas enzimas para producir eicosanoides, esta proporción es la que ayuda a mantener el equilibrio, por lo que ninguno de los dos se produce en exceso. Para una dieta de 2000 kcal al día debería ingerirse entre 11 y 22 g al día de omega 6 y entre 1,3 y 2,6 g diarios de omega 3.

Por otro lado, Readon (2010) menciona que tanto omega 3 como omega 6 juegan un papel crucial en el funcionamiento del cerebro y en el crecimiento de los niños, por ello mantener el equilibrio entre ambos es de vital importancia.

## **2.4. CROMATOGRAFÍA**

El término cromatografía proviene de dos palabras griegas (color y escribir) y fue inicialmente usado por el científico ruso Tswett en 1906 para la separación de los componentes de diferentes colores derivados del extracto de hojas, al pasar un extracto por una columna de carbonato de calcio, alúmina y sacarosa. (Arrubia, 2008). En la figura 9 se representa el esquema general de un cromatografo de gases.



**Figura 9.** Diagrama de un cromatógrafo

(Cistancho, 2011)

Todas las técnicas cromatográficas dependen de la distribución de los componentes de la mezcla entre dos fases inmiscibles: una fase móvil, llamada también activa, que transporta las sustancias que se separan y que progresa en relación con la otra, denominada fase estacionaria.

La fase móvil puede ser un líquido o un gas y la estacionaria puede ser un sólido o un líquido, todos los sólidos finalmente pulverizados tienen el poder de adsorber en mayor o menor grado otras sustancias sobre su superficie; y, similarmente todas las sustancias pueden ser adsorbidas, unas con mayor facilidad que otras. Este fenómeno de adsorción selectiva es el principio fundamental de la cromatografía. (Silva, 2010)

La cromatografía de gases se puede aplicar a gases o cualquier compuesto que pueda ser volatilizado, así es posible analizar compuestos como azúcares o aminoácidos totalmente no volátiles, pero que se transforman en derivados volátiles por reacciones apropiadas. (Arrubia, 2008)

Para la determinación de ácidos grasos esenciales se empleó el método de esterificación que consiste en cambiar el punto de ebullición al hacer reaccionar el ácido graso con metano formando un éster metílico con un punto de ebullición más bajo que el del ácido graso original, la reacción se representa en la ecuación 1.



La técnica descrita debe ser apreciada desde sus dos procesos. El primero como herramienta de separación eficaz; siendo lo mejor cuando se trata de muestras orgánicas complejas, u algún órgano metálicos y a sistemas bioquímicos que sean especies volátiles o pueden derivatizarse con el fin de obtener sustancias volátiles. El segundo claramente distinto, es el de proporcionar un medio para llevar a cabo un análisis, en este caso se emplean los tiempos o volúmenes de retención para la identificación cualitativa, mientras que las alturas de los picos o sus áreas dan información cuantitativa. El análisis cualitativo por medio de los cromatogramas de gases se emplea como indicativo de pureza para algunos compuestos orgánicos. (While, 2012)

En caso de haber la presencia de un contaminante y si al analizar los gráficos resultantes se muestran picos adicionales; las áreas de estos picos proporcionan una estimación aproximada del grado de contaminación. Se usa este análisis para evaluar la efectividad de los procedimientos de purificación. Lo que hace que la cromatografía de gases se transforme en un procedimiento preciso para confirmar la presencia o ausencia de un componente en una mezcla usando estándares de una mezcla de sustancias conocidas. (Freeman, 2008)

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Este proyecto se desarrolló en los laboratorios de las Unidades Edu – productivas de la Universidad Técnica del Norte, donde se elaboró la barra nutricional y los respectivos análisis se evaluaron en el laboratorio de usos múltiples de la misma institución.

En el departamento de meteorología se recopiló la información sobre las características del área de estudio y están descritas en la tabla 9.

**Tabla 9.** Caracterización del Área de Estudio

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Provincia                           | Imbabura      |
| Cantón                              | Ibarra        |
| Latitud geográfica                  | 00° 19' 47" N |
| Longitud geográfica                 | 78° 07' 56" W |
| Altitud                             | 2256 msnm     |
| Temperatura Media (° C)             | 17,7          |
| Mx. Absoluta (° C)                  | 32,8          |
| Mn. Absoluta (° C)                  | 1,4           |
| Humedad relativa del aire media (%) | 72            |

**Fuente:** INAMHI (2015)

## 3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

### Materias primas e insumos

- Amaranto *A. Quitensis*
- Sacha inchi *Plukenetia voluvilis L.*
- Nuez macadamia *Ternifollia muell.*
- Panela
- Miel
- Glucosa
- Agua
- Esencia de vainilla
- Avena y pasas

### Materiales y equipos

- Mesa de trabajo
- Recipiente de acero inoxidable
- Agitador
- Cuchillos
- Moldes
- Cromatógrafo de gases
- Balanza
- Cocina
- Horno
- Instrumentos de laboratorio

### Reactivos

- Ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ )
- Éter de petróleo ( $C_4H_{10}O$ )
- Dicloro metano ( $CH_2Cl_2$ ) solvente orgánico sin concentración
- Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentración 98%
- Hidróxido de potasio (KOH) concentración 15%
- Licor de Felingh que es una mezcla entre 2 soluciones acuosas, la primera Sulfato cúprico cristalizado disuelto en agua destilada al 3.5 % g/ml y la segunda con sal de Seignette (tartrato mixto de potasio y sodio) al 34.6 % g/ml y 3 g de hidróxido de sodio al 40% por cada 500 ml de esta última solución

### **3.3. MÉTODOS**

La investigación se realizó en dos partes, la primera fue el análisis físico químico y cuantificación cromatográfica de la sachá inchi, amaranto y nuez de macadamia, mientras que la segunda parte fue la elaboración de la barra nutricional.

#### **3.3.1 ANÁLISIS NUTRICIONAL DE AMARANTO, SACHA INCHI Y NUEZ DE MACADAMIA**

La materia prima empleada en la investigación es procedente de varias regiones climáticas del país, el amaranto tiene su origen en la serranía norte del país y fue adquirida en una presentación comercial. La nuez de macadamia es originaria de zona costa, al igual que el amaranto fue adquirida en su presentación comercial.

La sachá inchi fue adquirida en Pedro Vicente Maldonado donde predomina un clima subtropical y fue comprada directamente al productor.

Al ser de procedencia comercial la nuez de macadamia y el amaranto al realizar los controles de recepción solo se necesitaron una revisión visual, la sachá inchi por otro lado recibió una selección y una inspección visual.

Una vez seleccionada la materia prima se realizó el tostado a una temperatura de 60° C durante 15 minutos tanto para amaranto como para sachá inchi. Una vez tostadas y enfriadas a temperatura ambiente se procedió a tomar la muestra para realizar los análisis físicos químicos que se describen a continuación. Y el resto se empleó en la elaboración del producto.

Los parámetros analizados en la materia prima y su respectivo método de ensayo son descritos en la tabla 10.

**Tabla 10.** Parámetros analizados en la materia prima

| PARÁMETRO       | MÉTODO DE ENSAYO   |
|-----------------|--|
| Humedad         | AOAC 925.10  |
| Proteína        | AOAC 920.87  |
| Extracto Etéreo | AOAC 920.85  |
| Fibra           | AOAC 978.10  |
| Cenizas         | AOAC 923.03  |
| Omega 3         | Esterificación, identificación y cuantificación cromatográfica |
| Omega 6         | Esterificación, identificación y cuantificación cromatográfica |

### 3.3.1.1. Descripción del método de análisis

#### 3.3.1.1.1. contenido de humedad

El contenido de humedad se determinó en amaranto, sachá inchi y nuez de macadamia utilizando la metodología AOAC 925.10. Se pesó 100 g de muestra en una capsula de porcelana y se llevó a la estufa para ser secado a temperatura de 130 °C, durante 2,5 h a presión normal, hasta observar que el peso de la muestra se mantuviera constante. Finalmente se determinó el contenido de humedad mediante la ecuación 1

$$\%H = \frac{PM - (PCM - PCV)}{PM} \times 100 \quad [2]$$

Dónde:

PM: peso muestra

PCM: peso del crisol con muestra

PCV: peso del crisol vacío.

### **3.3.1.1.2. contenido de proteína**

Se utilizó la metodología según la norma AOAC 920.87 se pesó 100 g de muestra, luego se procedió a determinar el porcentaje de nitrógeno mediante el método Kjeldahl, utilizando la ecuación 3

$$\%N = \frac{(v)(N)(0.014)}{P} \times 100 \quad [3]$$

Dónde:

v: mililitros de ácido clorhídrico gastado en la titulación

N: normalidad de la solución de ácido clorhídrico

P: peso de la muestra; 0,014: mili equivalentes del nitrógeno.

Una vez determinado el porcentaje de nitrógeno aplicó la ecuación 4 para establecer la cantidad de proteína en amaranto, sachá inchi así como en el producto terminado.

$$\%P = \%N \times F \quad [4]$$

Dónde:

%N: porcentaje de nitrógeno

F: factor para transformar el contenido de Nitrógeno a Proteína. (6,25)

### **3.3.1.1.3. extracto etéreo**

Se utilizó la metodología según la norma AOAC 920.85 para amaranto, sachá inchi, nuez de macadamia y producto terminado, para este análisis se pesó de 4 a 5 g de muestra sobre un papel, enrollarlo y colocarlo en un cartucho de celulosa, se tapó con un algodón (sin apretar el algodón contra la muestra) y colocó el cartucho en el extractor. Se conectó el matraz al extractor, se colocó el cartucho con la muestra, posteriormente se conectó éste al refrigerante. Se agregó dos cargas del disolvente (éter etílico) por el refrigerante y calentar el matraz hasta ebullición suave.



Una vez extraída toda la grasa, se retiró el cartucho con la muestra desengrasada, se siguió calentando hasta la casi total eliminación del disolvente, recuperándolo antes de que se descargue. Se retira el matraz y se seca el extracto en la estufa a 100°C por 30 min., se enfrió y pesó.

#### **3.3.1.1.4. contenido de fibra**

Se utilizó la metodología según la norma AOAC 978.10 se determinó la fracción fibrosa de amaranto, sachá inchi y nuez de macadamia del producto terminado en el residuo de la digestión ácida y básica, filtración y posterior calcinación. Para lo cual se utilizó un sistema de reflujo cerrado y una mufla.

#### **3.3.1.1.5 contenido de cenizas**

Según el método de la norma AOAC 923.03. Se procedió a tarar los crisoles, se pesó 5 g de muestra se carbonizó en el mechero y se llevó a la mufla hasta calcinación completa durante 5h a 650°C. Se aplicó la ecuación 5 para establecer el porcentaje de ceniza en amaranto, sachá inchi y nuez de macadamia así como en el producto terminado.

$$\% \text{Ceniza} = \frac{P-p}{M} \times 100 \quad [5]$$

Dónde:

P: masa del crisol con las cenizas en gramos

p: masa del crisol vacío en g

M: masa de la muestra en g

#### **3.3.1.1.6 esterificación, identificación y cuantificación cromatográfica**

Es un método mediante el cual un ácido graso cambia su punto de ebullición siendo el del éster metílico más bajo que el del ácido graso original, el cual cambia por la reacción de un ácido graso con el metano usando como catalizador hidróxido de potasio para obtener un éster metílico.

En el cromatógrafo de gases no es posible inyectar muestras que no sean volátiles siendo los ésteres metílicos muy volátiles a temperaturas de 240°C que es la temperatura del inyector del horno de la columna del cromatógrafo.

Se corre el estándar (FAME MIX C8-C22) y se identifica los tiempos de retención y las áreas de los picos que están en función del peso molecular y la concentración en la mezcla estándar, las muestras se comparan con estos tiempos de retención y sus áreas de picos (ver anexo C).

### **3.3.2. ELABORACIÓN DE LA BARRA NUTRICIONAL**

Para formular la composición de la barra nutricional se tomó como referencia las recomendaciones de la OMS (Organización Mundial de la Salud), en la que menciona que la proporción ideal para elaborar barras nutricionales es de 60 % de materia seca y 40 % de material aglutinante. (Olivera et al, 2012)

Después de conocer estos datos se procedió a variar porcentajes de materia seca los cuales constituyen las materias primas tal como amaranto sachá inchi y nuez de macadamia para obtener el 50 % y el 10 % restante se añadió avena para lograr una mejor compactación de la barra nutricional y pasas para mejorar el sabor.

#### ***3.3.2.1. Diseño experimental***

Se usó un Diseño Completo al Azar con un arreglo factorial A x B; consta de dos factores (A y B); siendo el factor A (mezcla de amaranto, nuez macadamia y sachá inchi) con cuatro subniveles (a1, a2, a3, a4), para el factor B de material aglutinante (jarabe de panela y miel de abeja), contamos con dos subniveles b1 y b2. Además se realizaron 3 repeticiones de cada tratamiento y el tamaño por unidad experimental será de 75 g.

Número de repeticiones:

Tres (3)

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Número de tratamientos:            | Ocho (8)                               |
| Número de unidades experimentales: | veinticuatro (24)                      |
| Unidad experimental:               | Setenta y cinco gramos (75 g de barra) |

### 3.3.2.1.2. factores de estudio

Para esta investigación se usó los siguientes dos factores de estudio el Factor A donde se puede notar la variación de los porcentajes de materia prima e insumos para obtener el 60 % de la materia seca y para el aglutinante del cual se empleó el 40 % ya sea de jarabe de panela o miel de abejas.

En la tabla 11 se detallan los factores de estudio y sus niveles.

**Tabla 11.** Factores de Estudio

| FACTORES  | NIVELES                 |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| A: Materia Seca 60%<br>50%= Materia Prima<br>10%= Avena y Pasas | <b>A1:</b> 10% Amaranto | <b>A2:</b> 30% Amaranto |
|   | 30% Sacha Inchi         | 10% Sacha Inchi         |
|   | 10% Macadamia           | 10% Macadamia           |
|   | <b>A3:</b> 10% Amaranto | <b>A4:</b> 20% Amaranto |
|   | 10% Sacha Inchi         | 15% Sacha Inchi         |
|   | 30% Macadamia           | 15% Macadamia           |
| B: Material Aglutinante<br>y edulcorante 40%                    | <b>B1:</b> Panela       | <b>B2:</b> Miel         |

### 3.3.2.1.3 tratamientos

En la tabla 12 se hace describe a cada tratamiento con su respectiva descripción.

**Tabla 12.** Descripción de los tratamientos

| <b>N°</b> | <b>Tratamiento</b> | <b>Materia Seca</b>  | <b>Aglutinante</b> |
|-----------|--------------------|--|--------------------|
| <b>T1</b> | <b>A1B1</b>        | 10% Amaranto, 30% Sacha Inchi, 10% Macadamia<br>+10% Avena y Pasas | Panela             |
| <b>T2</b> | <b>A1B2</b>        | 10% Amaranto, 30% Sacha Inchi, 10% Macadamia<br>+10% Avena y Pasas | Miel               |
| <b>T3</b> | <b>A2B1</b>        | 30% Amaranto, 10% Sacha Inchi, 10% Macadamia<br>+10% Avena y Pasas | Panela             |
| <b>T4</b> | <b>A2B2</b>        | 30% Amaranto, 10% Sacha Inchi, 10% Macadamia<br>+10% Avena y Pasas | Miel               |
| <b>T5</b> | <b>A3B1</b>        | 10% Amaranto, 10% Sacha Inchi, 30% Macadamia<br>+10% Avena y Pasas | Panela             |
| <b>T6</b> | <b>A3B2</b>        | 10% Amaranto, 10% Sacha Inchi, 30% Macadamia<br>+10% Avena y Pasas | Miel               |
| <b>T7</b> | <b>A4B1</b>        | 20% Amaranto, 15% Sacha Inchi, 15% Macadamia<br>+10% Avena y Pasas | Panela             |
| <b>T8</b> | <b>A4B2</b>        | 20% Amaranto, 15% Sacha Inchi, 15% Macadamia<br>+10% Avena y Pasas | Miel               |

#### 3.3.2.1.4. *esquema de análisis de varianza*

En la tabla 13 se describe el esquema de análisis de varianza que se usó para la investigación.

**Tabla 13.** Esquema ADEVA

| ADEVA                     |  |                    |
|---------------------------|--|--------------------|
| Fuentes de Variación      | Fórmula                                      | Grados de Libertad |
| <b>Total</b>              | (Tratamientos * repeticiones) -1<br>(8*3) -1 | 23                 |
| <b>Tratamientos</b>       | Tratamientos -1<br>8 - 1                     | 7                  |
| <b>Factor A</b>           |  | 3                  |
| <b>Factos B</b>           |  | 1                  |
| <b>A x B</b>              |  | 3                  |
| <b>Error Experimental</b> | Tratamientos (repeticiones - 1)<br>8 (3 - 1) | 16                 |

#### 3.3.2.1.5. *análisis funcional*

El análisis funcional se fundamentó en el coeficiente de variación y al haber diferencias significativas entre tratamientos se calculó:

- Prueba de Tukey al 5% para tratamientos
- Diferencia mínima significativa (DMS) para factores
- Friedman al 5% para el análisis sensorial

#### 3.3.2.1.6. *parámetros analizados en el producto terminado*

Una vez elaboradas las barras de cereales se realizó el análisis físico químico, para cuantificar ácidos grasos omega 3, omega 6 y demás parámetros que validan la barra de

cereales como idónea para consumo humano: humedad, proteína, extracto etéreo, fibra y cenizas, adicional se realizó el índice de penetrabilidad utilizando la metodología ASTM D5

Los métodos empleados se enumeran en la tabla 14.

**Tabla 14.** Parámetros analizados en el producto terminado

| PARÁMETRO                  | MÉTODO DE ENSAYO   |
|----------------------------|--|
| Humedad                    | AOAC 925.10  |
| Proteína                   | AOAC 920.87  |
| Extracto Etéreo            | AOAC 920.85  |
| Fibra                      | AOAC 978.10  |
| Cenizas                    | AOAC 923.03  |
| Calorías                   | CÁLCULO  |
| Omega 3                    | Esterificación, identificación y cuantificación cromatográfica |
| Omega 6                    | Esterificación, identificación y cuantificación cromatográfica |
| Recuento estándar en placa | AOAC 989.10  |
| Recuento de mohos          | AOAC 997.02  |
| Recuento de levaduras      | AOAC 997.02  |
| Índice de penetrabilidad   | ASTM D5  |

### 3.4. VARIABLES ENCONTRADAS DURANTE EL PROCESO

Se realizó un tostado del amaranto, para lo cual en experimentos preliminares se probó con tres temperaturas y tiempo de la siguiente manera:

- 60 °C por 15 minutos
- 80 °C por 10 minutos
- 100 °C por 10 minutos

De los cuales se seleccionó a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 10 minutos ya que en estas condiciones el amaranto tiende a expandirse por que se torna suave y adquiere una tonalidad dorada.

Durante el proceso de tostado de la sachá inchi se encontró dos situaciones, en primera instancia al intentar tostarla de entera dado el tamaño y forma no se lograba obtener una tonalidad dorada manera uniforme, por lo que se procedió a triturarla para obtener trozos más pequeños con lo cual se obtuvo un tostado uniforme, así como en el caso anterior se debió establecer el mejor rango de temperatura y tiempo, para lo cual en experimentos preliminares se probó con tres temperaturas y tiempo de la siguiente manera:

- 60 °C por 15 minutos
- 80 °C por 10 minutos
- 100 °C por 10 minutos

De los cuales se seleccionó a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 15 minutos ya que en estas condiciones adquiere una tonalidad dorada uniforme.

En experimentos preliminares también se puso a prueba la avena con las siguientes temperaturas y tiempo:

- 50 °C por 15 minutos
- 60 °C por 15 minutos
- 70 °C por 15 minutos

En el cual se seleccionó a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 15 minutos ya que en estas condiciones se obtuvo un buen resultado de la hojuela tanto en color como en sabor.

### **3.5. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

- La materia prima se revisó mediante una inspección visual de cuerpos extraños y se verificó el óptimo estado de las mismas.
- Empleando el cuchillo se troceó la macadamia y la sachá inchi.
- Se tostó el amaranto y sachá inchi a 60 °C por 15 minutos.
- Se almacenó en recipientes herméticos hasta su uso.

- Para la toma de muestras se empleó una balanza digital; se pesó las cantidades necesarias de cada materia prima y para cada tratamiento.



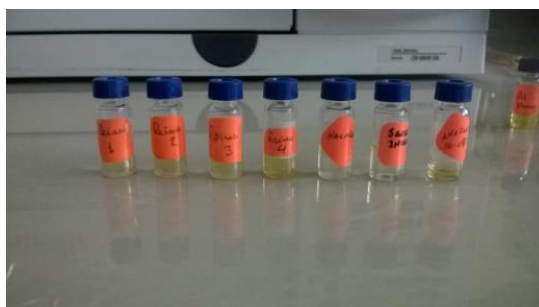
**Figura 10.** Pesado de muestras para análisis

- Empleando la metodología soxhlet se obtuvo el extracto etéreo de amaranto sachá inchi y nuez de macadamia, así como del producto terminado.



**Figura 11.** Equipo para obtención de extracto etéreo

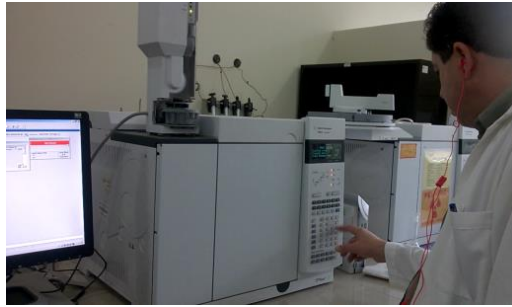
- Se realizó la calibración del cromatógrafo usando los estándares respectivos mediante una primera corrida de prueba para calibrar las gráficas.



**Figura 92.** Extracto etéreo



- Se estableció los puntos de comparación de los picos de los estándares y los resultados de las muestras analizadas y se tabuló la información.



**Figura 103.** Estandarización del cromatógrafo

### **3.7.1. ELABORACIÓN DEL JARABE DE PANELA**

El diagrama de proceso para la elaboración del jarabe de panela se puede observar en la figura 14, las actividades realizadas en la elaboración del jarabe de panela fueron:

- En un recipiente se colocó panela granulada y agua según las proporciones de la receta, se expuso al calor y una agitación constante hasta que la panela se diluya por completo en el agua.
- Se agregó la glucosa al jarabe inicial y verificó que este alcance los 85 °Brix.
- Se adicionó el ácido cítrico y esencia de vainilla, según la proporción lo indica, se agitó hasta llegar a 100°C durante 5 minutos. Se enfrió al ambiente, hasta una temperatura de 40 °C.

### **3.7.2. PREPARACIÓN DE LA BARRA DE CEREALES**

El diagrama de proceso para la elaboración de las barras nutricionales se puede observar en la figura 14, las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Se realizó una inspección visual de cuerpos extraños y estado de las materias primas e insumos a emplear, separando y almacenando en recipientes adecuados hasta su uso.
- Se pesó los insumos y materia prima por separado con la ayuda de una balanza digital.
- El amaranto, avena, sachá inchi fueron tostados individualmente a 60°C por 15min aproximadamente y almacenados herméticamente hasta la mezcla para evitar que absorban humedad del ambiente.
- Se trituró la nuez de macadamia y la sachá inchi, se pesó según cada tratamiento y se almacenó hasta su uso.
- La materia prima e insumos sólidos pesados exactamente se colocaron en un recipiente, para cada tratamiento se incorporó de manera uniforme todos los ingredientes secos hasta conseguir la mezcla de materia seca.

### **3.7.3. MEZCLA DE LOS INGREDIENTES**

El diagrama de proceso para la elaboración de las barras nutricionales se puede observar en la figura 14, las actividades realizadas para la mezcla del jarabe y la materia seca fueron las siguientes:

- Una vez preparado el jarabe de panela se añadió a la mezcla de materia seca mientras el material aglutinante aún está a la temperatura indicada (40 °C).
- Se amasó hasta incorporar todos los componentes de manera uniforme.
- Sobre una base de papel encerado se colocó en los moldes y en ellos la masa obtenida.
- Se precalentó el horno a 120°C.
- El horneado se realizó a 120°C durante 10 minutos.
- Se desmolda una vez frío y se empaca.

### 3.8. PROPORCIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LA BARRA DE CEREALES

En la tabla 15, se describe las proporciones de materia prima e insumos secos empleados en los tratamientos que se usaron para la elaboración de las barras nutricionales con jarabe de panela.

**Tabla 15.** Proporción para tratamientos con jarabe de panela

| Insumo               | Cantidad (% por 75g Barra) |
|----------------------|----------------------------|
| Amaranto             | 10 -30                     |
| Sacha Inchi          | 10 -30                     |
| Macadamia            | 10-30                      |
| Avena                | 5                          |
| Pasas                | 5                          |
| Panela               | 24,4                       |
| Glucosa              | 1,5                        |
| Agua                 | 13,7                       |
| Ácido cítrico        | 0,3                        |
| Extracto de vainilla | 0,1                        |

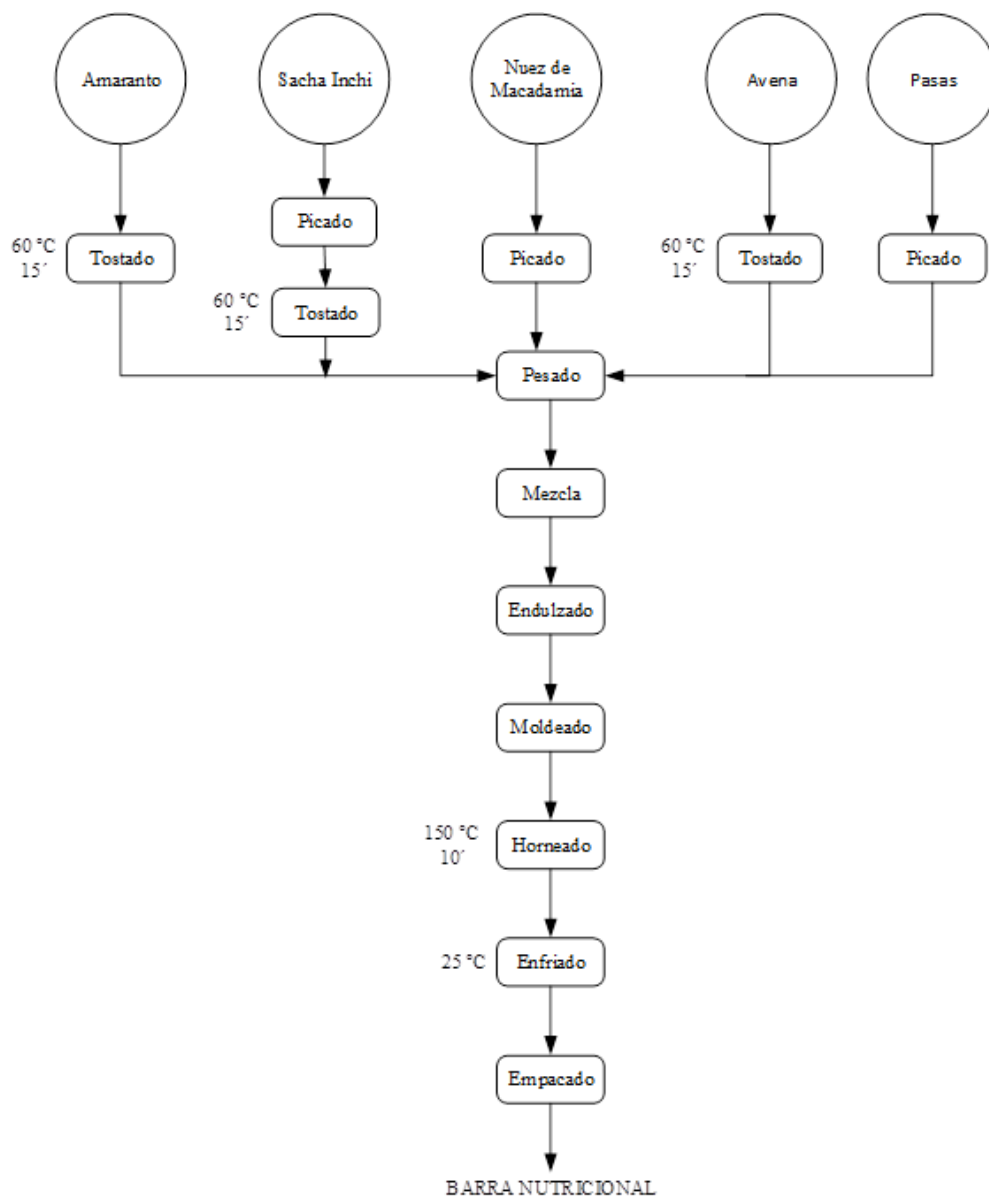
En la tabla 16, se describe las proporciones de materia prima e insumos secos empleados en los tratamientos que se usaron para la elaboración de las barras nutricionales con jarabe de panela.

**Tabla 16.** Proporción para tratamientos con miel de abejas

| Insumo         | Cantidad (% por 75g Barra) |
|----------------|----------------------------|
| Amaranto       | 10 -30                     |
| Sacha Inchi    | 10 -30                     |
| Macadamia      | 10 -30                     |
| Avena          | 5                          |
| Pasas          | 5                          |
| Miel de abejas | 40                         |

### 3.8.1. DIAGRAMAS DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA BARRA DE CEREALES.

En la figura 14 se representa el diagrama de proceso para la elaboración de la barra de cereales.



**Figura 114.** Diagrama de proceso para la elaboración de la barra de cereales

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA AMARANTO, SACHA INCHI Y NUEZ DE MACADAMIA

##### 4.1.1. CONTENIDO DE OMEGAS Y EXTRACTO ETÉREO EN LA MATERIA PRIMA

Los valores obtenidos del análisis cromatográfico que se obtuvieron para las materias primas amaranto, sachá inchi y nuez de macadamia, se indican en la tabla 17.

**Tabla 17.** Cuantificación cromatográfica de omega 3 y omega 6 en la materia prima

|           | Parámetro                          | Unidad    | Sacha Inchi | Macadamia | Amaranto   |
|-----------|------------------------------------|-----------|-------------|-----------|------------|
|           | <b>Extracto Etéreo</b>             | <b>%</b>  | <b>49</b>   | <b>76</b> | <b>6,5</b> |
| <b>Ω6</b> | Ácido Linoleico                    | g/100 E.E | 0           | 22,43     | 9,23       |
|           | Ácido G-Linoléico                  | g/100 E.E | 0           | 1         | 0,25       |
|           | Ácido cis-11,14-Eicosadienoico     | g/100 E.E | 0,06        | 0,5       | 0          |
|           | Ácido cis-8,11,14-Eicosatrienoico  | g/100 E.E | 0,02        | 0         | 0,27       |
|           | Ácido Araquidónico                 | g/100 E.E | 0,29        | 1,26      | 0,33       |
| <b>Ω3</b> | Ácido Linolénico                   | g/100 E.E | 11,75       | 1,1       | 13,82      |
|           | Ácido cis-11,14,17-Eicosatrienoico | g/100 E.E | 0,02        | 0         | 0          |

Como se puede observar en la tabla 17 la macadamia presentó un 76% de extracto etéreo, valor similar al 74% que determino en su investigación de la FAO del 2014 y es el valor más alto en cuanto al contenido de extracto etéreo en las materias primas, seguido de sachá inchi con un 49% que es igual al valor mencionado en la investigación de Baez en el 2013. El amaranto en presentó un 6,5% de contenido lipídico, valor también cercano a 6,1% que Galarza describió en su artículo en el 2013 demostrando así que los datos en este estudio se ajustan a los determinados por los investigadores antes mencionados.

#### 4.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

Los resultados de los análisis físicos químicos a la materia prima se realizaron aplicando los métodos establecidos por la AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales) para determinar cuantitativamente estos parámetros, como se demuestra en la tabla 18.

**Tabla 18.** Resultados de los análisis fisicoquímicos de materia prima

| <b>Parámetro</b> | <b>Unidad</b> | <b>Sacha Inchi</b> | <b>Macadamia</b> | <b>Amaranto</b> |
|------------------|---------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Humedad          | g/100g        | 4,80               | 3,40             | 8,64            |
| Proteína total   | g/100g        | 32,80              | 8                | 18,30           |
| Cenizas          | g/100g        | 4                  | 1,65             | 3,20            |
| Fibra Bruta      | g/100g        | 5,15               | 7,80             | 4,60            |

Se puede apreciar que las materias primas a emplearse contienen nutrientes importantes como fibra y proteína necesarios para enriquecer cualquier producto. En esta investigación la formulación de los tratamientos con estos ingredientes determinó el nivel de aporte y aprovechamiento de las mismas.

El cuanto al contenido de ceniza la macadamia presenta un 4% siendo el mayor porcentaje seguido del amaranto con un 3,20% y la macadamia con 1,65%, el parámetro de cenizas es indicativo del contenido de minerales los cuales cumplen con lo especificado dentro de la norma general NTE INEN 2570:2011 para este tipo de alimentos de no mayor a 5g/100g. Los niveles de humedad de amaranto son de 8,64%, para sachá inchi fue de 4,80% y para macadamia fue de 3,40% con estos valores materia prima se encuentra dentro de la norma

para amaranto NTE INEN 2646:2012 que establece que la humedad no debe ser mayor al 12% los valores están dentro de los rangos establecidos en la norma.

Para macadamia y sachá inchi al no tener normativa nacional que les regule, se comparó con la normativa CODEX STAN 200-1995 para maní ya que son similares en sus propiedades, la cual establece un nivel de humedad no mayor de 9g/100g, y estas cumplen con la disposición.

## 4.2. ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO

### 4.2.1. CONTENIDO DE OMEGA 3

Los resultados del análisis de contenido en omegas 3 en las barras mostró los siguientes niveles de Ácido Linolénico los cuales se detallan en la tabla 19.

**Tabla 19.** Resultados de Ácido linolénico

| Nº | Tratamiento | Ω3 Ácido linolénico g/100g Barra |       |       | Sumatoria | Media |
|----|-------------|----------------------------------|-------|-------|-----------|-------|
|    |             | R1                               | R2    | R3    | Σ         | x     |
| T1 | A1B1        | 2,656                            | 2,532 | 2,578 | 7,766     | 2,589 |
| T2 | A1B2        | 2,656                            | 2,532 | 2,578 | 7,766     | 2,589 |
| T3 | A2B1        | 1,101                            | 1,077 | 1,081 | 3,259     | 1,086 |
| T4 | A2B2        | 1,101                            | 1,077 | 1,081 | 3,259     | 1,086 |
| T5 | A3B1        | 1,181                            | 2,254 | 2,546 | 5,981     | 1,994 |
| T6 | A3B2        | 1,181                            | 2,254 | 2,546 | 5,981     | 1,994 |
| T7 | A4B1        | 1,579                            | 1,487 | 1,469 | 4,535     | 1,512 |
| T8 | A4B2        | 1,579                            | 1,487 | 1,469 | 4,535     | 1,512 |

En la tabla 20 se puede apreciar los valores que se obtuvieron para el análisis de varianza de omega 3 ácido linolénico.

**Tabla 20.** ADEVA Ácido linolénico

| F.V.                | SC   | gl | CM       | Fc                | Ft                      |
|---------------------|------|----|----------|-------------------|-------------------------|
| <b>Tratamientos</b> | 7,51 | 7  | 1,07     | 8,19**            | <b>0,05</b> <b>2,66</b> |
| <b>Factor A</b>     | 7,51 | 3  | 2,50     | 19,10**           |                         |
| <b>Factor B</b>     | 0,0  | 1  | 0,0      | 0,0 <sup>NS</sup> | <b>0,01</b> <b>4,03</b> |
| <b>Factor A* B</b>  | 0,0  | 3  | 0,0      | 0,0 <sup>NS</sup> |                         |
| <b>Error</b>        | 2,10 | 16 | 0,13     |                   |                         |
| <b>Total</b>        | 9,61 | 23 |          |                   |                         |
|                     |      |    | CV= 3,44 |                   |                         |

NS = No Significativo \* = Significativo al 5% \*\*= Altamente significativo al 1%

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza, se encuentra una variación altamente significativa para los tratamientos y para el factor A, mientras que para el factor B y la interacción de los factores A\*B no existe significación estadística, por lo que se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para factores.

Los resultados de la prueba de DMS para el factor A se ilustran en la tabla 21

**Tabla 21.** DMS para factor A

| Factor    | Medias | Rango    |
|-----------|--------|----------|
| <b>A1</b> | 2,59   | <b>a</b> |
| <b>A3</b> | 1,99   | <b>b</b> |
| <b>A4</b> | 1,51   | <b>c</b> |
| <b>A2</b> | 1,09   | <b>d</b> |

Como se puede observar en los resultados de la prueba DMS, se encuentra diferencia estadística entre los subniveles del factor A siendo la media para A1 la más alta misma que pertenece a los tratamientos **T1** (10% amaranto, 30% sachá inchi, 10% nuez de macadamia



más jarabe de panela) y **T2** (10% amaranto, 30% sachá inchi, 10% nuez de macadamia más miel de abejas), los tratamientos que obtuvieron la media más alta, lo que significa que tienen mayor cantidad de omega 3 debido a que la sachá inchi posee un contenido de omega 3 (ácido linolénico) muy elevado en comparación a las otras materias primas lo que hace de este alimento un saludable y se recomienda su consumo para personas con problemas vasculares y de colesterol.

En la tabla 22 se presentan los resultados que se obtuvieron al realizar la prueba de tukey.

**Tabla 22.** Tukey para tratamientos

| <b>Tratamientos</b> | <b>Medias</b> | <b>Rangos</b> |
|---------------------|---------------|---------------|
| <b>T1</b>           | 2,59          | <b>a</b>      |
| <b>T2</b>           | 2,59          | <b>a</b>      |
| <b>T5</b>           | 1,99          | <b>b</b>      |
| <b>T6</b>           | 1,99          | <b>b</b>      |
| <b>T7</b>           | 1,51          | <b>b</b>      |
| <b>T8</b>           | 1,51          | <b>b</b>      |
| <b>T3</b>           | 1,09          | <b>c</b>      |
| <b>T4</b>           | 1,09          | <b>c</b>      |

La prueba de significación de tukey realizada, dio como resultado tres rangos a, b y c donde el valor del rango a indica que el tratamiento con mayor cantidad de contenido en omega 3 los cuales fueron **T1** (10% amaranto, 30% sachá inchi, 10% nuez de macadamia más jarabe de panela) y **T2** (10% amaranto, 30% sachá inchi, 10% nuez de macadamia más miel de abejas), en el gráfico 1 podemos apreciar una comparación más clara de los resultados.



**Gráficos 1.** Comportamiento de las medias en las barras de cereales para el ácido linolénico

Como se observa en la referencia gráfica, el contenido más alto de ácido linolénico omega 3 en el producto terminado corresponde a la combinación de los tratamientos **T1** (10% amaranto, 30% sachá inchi, 10% nuez de macadamia más jarabe de panela) y **T2** (10% amaranto, 30% sachá inchi, 10% nuez de macadamia más miel de abejas) con 2,589 gramos, al comparar con la investigación de Baez, 2013 quien elaboró una barra de cereales enriquecida con sachá inchi como fuente de ácidos grasos omega 3, en la cual obtuvo un contenido de 2,172 gramos de omega 3, se puede afirmar que los tratamientos T1 y T2 superan el valor de la investigación antes realizada.

#### 4.2.2. ANÁLISIS DE OMEGA 6

En cuanto al contenido de omegas 6 la prueba de cromatografía determinó la presencia cuatro ácidos grasos esenciales omega 6: ácido linoleico, ácido g-linoleico, y ácido araquidónico cuyos valores se presentan en las siguientes tablas.

#### 4.2.2.1. Ácido linoleico

El contenido de ácido linoleico en la barra de cereales se especifica en la tabla 23.

**Tabla 23.** Resultados de Ácido Linoleico

| Nº | TRATAMIENTO | Ω6 Ácido Linoleico g/100g Barra |       |       | Sumatoria | Media |
|----|-------------|---------------------------------|-------|-------|-----------|-------|
|    |             | R1                              | R2    | R3    | Σ         | X     |
| T1 | A1B1        | 2,088                           | 1,998 | 2,098 | 6,184     | 2,061 |
| T2 | A1B2        | 2,088                           | 1,998 | 2,098 | 6,184     | 2,061 |
| T3 | A2B1        | 3,292                           | 3,182 | 3,224 | 9,698     | 3,233 |
| T4 | A2B2        | 3,292                           | 3,182 | 3,224 | 9,698     | 3,233 |
| T5 | A3B1        | 5,554                           | 5,525 | 5,425 | 16,504    | 5,501 |
| T6 | A3B2        | 5,554                           | 5,525 | 5,425 | 16,504    | 5,501 |
| T7 | A4B1        | 3,786                           | 3,606 | 3,906 | 11,298    | 3,766 |
| T8 | A4B2        | 3,786                           | 3,606 | 3,906 | 11,298    | 3,766 |

Los valores obtenidos en el cálculo del análisis de varianza del ácido linoleico se expresan en la tabla 24.

**Tabla 24.** ADEVA Ácido Linoleico

| F.V.            | SC    | GI | CM    | Fc                    | Ft          |             |
|-----------------|-------|----|-------|-----------------------|-------------|-------------|
| Tratamientos    | 36,83 | 7  | 5,26  | 628,35**              |             |             |
| Factor A        | 36,83 | 3  | 12,28 | 1466,14**             | <b>0,05</b> | <b>2,66</b> |
| Factor B        | 0,00  | 1  | 0,00  | 1,5 <sup>-12</sup> NS |             |             |
| Factor A* B     | 0,00  | 3  | 0,00  | 0,00 <sup>NS</sup>    | <b>0,01</b> | <b>4,03</b> |
| Error           | 0,13  | 16 | 0,01  |                       |             |             |
| Total           | 36,97 | 23 |       |                       |             |             |
| <b>CV= 2,51</b> |       |    |       |                       |             |             |

NS = No Significativo \* = Significativo al 5% \*\* = Altamente significativo al 1%

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza, se encuentra una variación altamente significativa entre los tratamientos y para el factor A. Para el factor B y la interacción de los factores A\*B no existe significación estadística, por lo que se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para factores.

En la tabla 25 se tabularon los resultados de la prueba de DMS.

**Tabla 25.** DMS para factor A

| <b>Factor</b> | <b>Medias</b> | <b>Rango</b> |
|---------------|---------------|--------------|
| <b>A3</b>     | 5,50          | <b>a</b>     |
| <b>A4</b>     | 3,77          | <b>b</b>     |
| <b>A2</b>     | 3,23          | <b>c</b>     |
| <b>A1</b>     | 2,06          | <b>d</b>     |

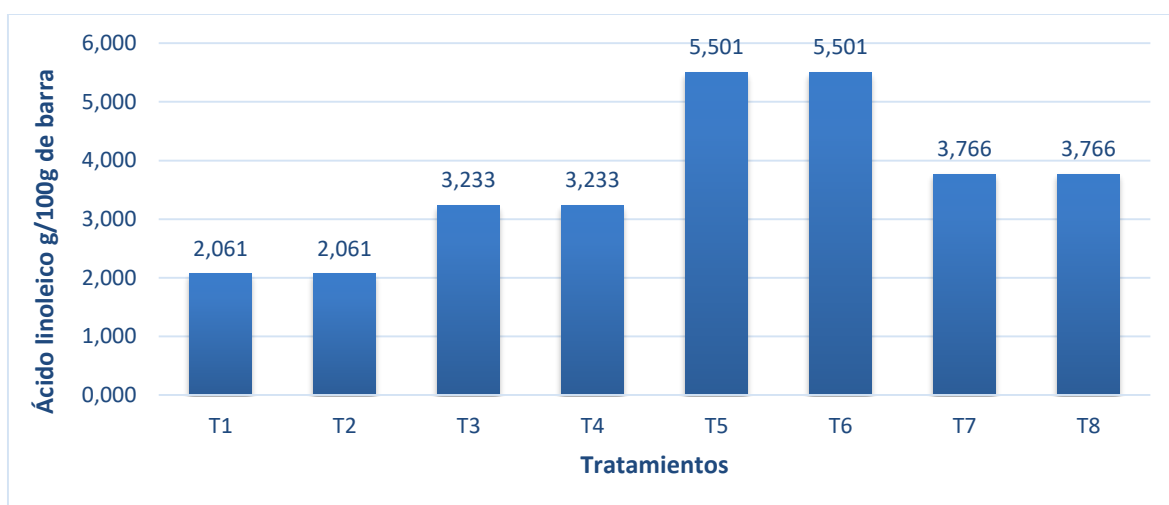
En los resultados de la prueba DMS se encuentra diferencia estadística entre factores A siendo los valores de **A3** los más altos, mismos que pertenecen a los tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi, 30% nuez de macadamia más jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi, 30% nuez de macadamia más miel de abejas) cuyo valor se debe gracias al aporte del amaranto y nuez de macadamia. Los factores de B no presentan diferencia, por lo que se concluye que la acción del material aglutinante no influye en el contenido de ácido linoleico en las barras.

En la tabla 26 se representan los resultados de la prueba de Tukey.

**Tabla 26.** Tukey para Tratamientos

| <b>Tratamientos</b> | <b>Medias</b> | <b>Rangos</b> |
|---------------------|---------------|---------------|
| <b>T5</b>           | 5,50          | <b>a</b>      |
| <b>T6</b>           | 5,50          | <b>a</b>      |
| <b>T7</b>           | 3,77          | <b>b</b>      |
| <b>T8</b>           | 3,77          | <b>b</b>      |
| <b>T2</b>           | 3,23          | <b>c</b>      |
| <b>T3</b>           | 3,23          | <b>c</b>      |
| <b>T1</b>           | 2,06          | <b>d</b>      |
| <b>T2</b>           | 2,06          | <b>d</b>      |

La prueba de significación de Tukey indica que para los tratamientos se presentaron tres rangos a, b y c: los valores correspondientes al rango **a** son los que tienen mayor cantidad de contenido en ácido linoleico siendo **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi, 30% nuez de macadamia más jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi, 30% nuez de macadamia más miel de abejas), en el gráfico 2 se ilustran los resultados.



**Gráficos 2.** Comportamiento de las medias en las barras de cereales para el ácido linoleico

Las materias primas usadas en la elaboración de la barra que más aportaron con ácido linoléico fueron: el amaranto quien en los datos obtenidos del análisis a la materia prima este posee un 9,23% de ácido linoleico y la macadamia cuyo valor en el análisis de materia prima fue de 22,43%, por lo tanto los tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi, 30% nuez de macadamia más jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi, 30% nuez de macadamia más miel de abejas) son los que mayor contenido de este ácido poseen con 5,501 g /100g de barra, comparando con el reglamento técnico Mercosur (declaraciones de propiedades nutricionales) en el cual se menciona que todo alimento que posea un contenido igual o superior a 3g/100g de producto puede ser etiquetado con el atributo de alto contenido en omega 6 para su distribución. Se puede afirmar que la barra que se elaboró en esta investigación cumple con este parámetro.

#### 4.2.2.2. Ácido g-linoleico

El contenido de ácido g-linoleico en la barra se detalla en la tabla 27.

**Tabla 27.** Resultados de Ácido g- linoleico

| Nº | TRATAMIENTO | Ω6 Acido g-linoleico mg/100g Barra |       |       | Sumatoria | Media |
|----|-------------|------------------------------------|-------|-------|-----------|-------|
|    |             | R1                                 | R2    | R3    | Σ         | X     |
| T1 | A1B1        | 0,079                              | 0,072 | 0,075 | 0,226     | 0,075 |
| T2 | A1B2        | 0,079                              | 0,072 | 0,075 | 0,226     | 0,075 |
| T3 | A2B1        | 0,117                              | 0,112 | 0,116 | 0,345     | 0,115 |
| T4 | A2B2        | 0,117                              | 0,112 | 0,116 | 0,345     | 0,115 |
| T5 | A3B1        | 0,213                              | 0,21  | 0,219 | 0,642     | 0,214 |
| T6 | A3B2        | 0,213                              | 0,21  | 0,219 | 0,642     | 0,214 |
| T7 | A4B1        | 0,121                              | 0,124 | 0,126 | 0,371     | 0,124 |
| T8 | A4B2        | 0,121                              | 0,124 | 0,126 | 0,371     | 0,124 |

Realizados los cálculos del análisis de varianza se expresa los resultados en la tabla 28.

**Tabla 28.** ADEVA Ácido g-linoleico

| F.V.         | SC                | Gl | CM                | Fc                    | Ft          |             |
|--------------|-------------------|----|-------------------|-----------------------|-------------|-------------|
| Tratamientos | 0,06              | 7  | 0,01              | 756,26**              |             |             |
| Factor A     | 0,06              | 3  | 0,02              | 1764,61**             | <b>0,05</b> | <b>2,66</b> |
| Factor B     | 0                 | 1  | 0                 | 3,2 <sup>-12</sup> NS |             |             |
| Factor A* B  | 0                 | 3  | 0                 | 1,1 <sup>-12</sup> NS | <b>0,01</b> | <b>4,03</b> |
| Error        | 1,9 <sup>-4</sup> | 16 | 1,2 <sup>-5</sup> |                       |             |             |
| Total        | 0,06              | 23 |                   |                       |             |             |

**CV= 2,59**

NS = No Significativo \* = Significativo al 5% \*\* = Altamente significativo al 1%

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza, se encuentra una variación estadística altamente significativa, entre los tratamientos y para el factor A. Para el factor B y la interacción del factor A\*B no existe significación estadística, se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para factores.

En la tabla 29 se tabulan los datos obtenidos para la prueba de DMS.

**Tabla 29.** DMS para factor A

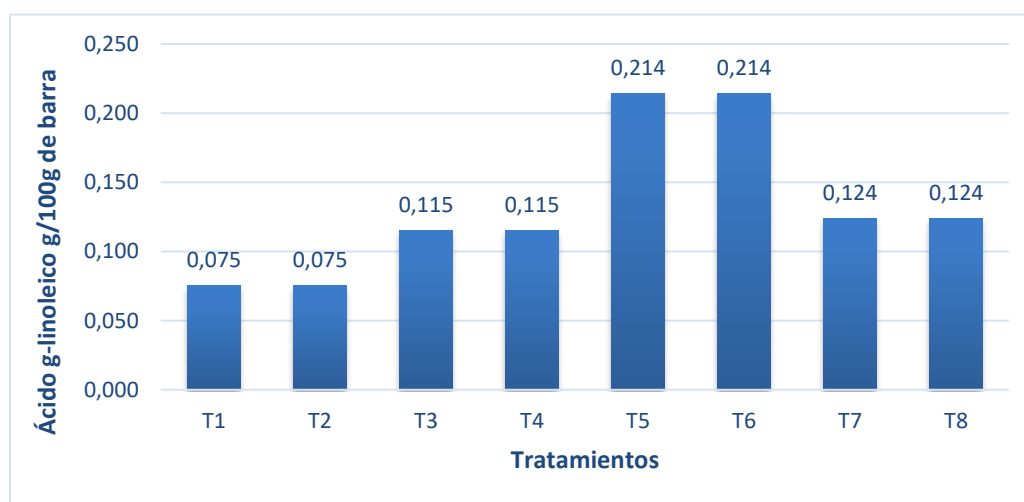
| <b>Factor</b> | <b>Medias</b> | <b>Rango</b> |
|---------------|---------------|--------------|
| <b>A3</b>     | 0,21          | <b>a</b>     |
| <b>A4</b>     | 0,12          | <b>b</b>     |
| <b>A2</b>     | 0,12          | <b>c</b>     |
| <b>A1</b>     | 0,08          | <b>d</b>     |

Una vez obtenidos los resultados de la prueba DMS, no se encontró diferencia estadística significativa entre factores B, por lo que se concluye que la acción del material aglutinante no influye en el contenido de ácido g-linoleico. Para los valores del factor A se encontró que **A3** y **A4** tienen los valores más altos para este factor y se debe al alto contenido de nuez de macadamia la cual es rica en ácidos grasos esenciales omega 6.

**Tabla 30.** Tukey para Tratamientos

| <b>Tratamientos</b> | <b>Medias</b> | <b>Rangos</b> |
|---------------------|---------------|---------------|
| <b>T5</b>           | 0,21          | <b>a</b>      |
| <b>T6</b>           | 0,21          | <b>a</b>      |
| <b>T7</b>           | 0,12          | <b>b</b>      |
| <b>T8</b>           | 0,12          | <b>b</b>      |
| <b>T2</b>           | 0,12          | <b>b</b>      |
| <b>T3</b>           | 0,12          | <b>b</b>      |
| <b>T1</b>           | 0,08          | <b>c</b>      |
| <b>T2</b>           | 0,08          | <b>c</b>      |

En la prueba de significación de Tukey se presentaron cuatro rangos de significación a, b, c y d siendo los correspondientes al valor de **a** lo que tiene mayor cantidad de contenido en ácido linoleico son **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más miel de abejas), el valor de este ácido se debe a las materias primas que aportan para su contenido y son la macadamia con un 1% en el análisis de materia prima y el amaranto con 0,25% dato que se obtuvo de igual manera en su análisis preliminar como materia prima. En el gráfico 3 se ilustra de forma más clara de los resultados obtenidos.



**Gráficos 3.** Comportamiento de las medias en las barras de cereales para el ácido g-linoleico

Los tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más miel de abejas) tienen un contenido de 0.214 gramos de ácido g-linoleico están dentro del rango recomendado de 0,2g a 0,4mg de contenido de omega 6 para cubrir el requerimiento mencionado en la investigación de Readon, 2010 el cual indica que la recomendación nutricional de ingesta de omega 6 es de 0,2 a 0,4 mg por día, se indica además los beneficios del omega 6 para el aparato circulatorio y que su consumo contribuye a disminuir el contenido de triglicéridos así como también presenta propiedades anticancerígenas y antiinflamatorias.



### 4.2.2.3. Ácido araquidónico

El contenido de ácido Araquidónico en las barras se representa en la tabla 31.

**Tabla 31** Resultados de Ácido Araquidónico

| $\Omega 6$ Acido Araquidónico mg/100g Barra |             |       |       |       | Sumatoria | Media |
|---|-------------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| Nº  | TRATAMIENTO | R1    | R2    | R3    | $\Sigma$  | x     |
| T1  | A1B1        | 0,162 | 0,158 | 0,167 | 0,487     | 0,162 |
| T2  | A1B2        | 0,162 | 0,158 | 0,167 | 0,487     | 0,162 |
| T3  | A2B1        | 0,183 | 0,178 | 0,181 | 0,542     | 0,181 |
| T4  | A2B2        | 0,183 | 0,178 | 0,181 | 0,542     | 0,181 |
| T5  | A3B1        | 0,319 | 0,311 | 0,315 | 0,945     | 0,315 |
| T6  | A3B2        | 0,319 | 0,311 | 0,315 | 0,945     | 0,315 |
| T7  | A4B1        | 0,224 | 0,22  | 0,227 | 0,671     | 0,224 |
| T8  | A4B2        | 0,224 | 0,22  | 0,227 | 0,671     | 0,224 |

Una vez calculado los resultados del análisis de varianza se expresó los resultados en la tabla 32.

**Tabla 32.** ADEVA ácido araquidónico

| F.V.         | SC                | gl | CM                | Fc                | Ft                      |
|--------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------------|
| Tratamientos | 0,08              | 7  | 0,01              | 867,14**          |                         |
| Factor A     | 0,08              | 3  | 0,03              | 2023,32**         | <b>0,05</b> <b>2,66</b> |
| Factor B     | 0,0               | 1  | 0,0               | 0,0 <sup>NS</sup> |                         |
| Factor A* B  | 0,0               | 3  | 0,0               | 0,0 <sup>NS</sup> | <b>0,01</b> <b>4,03</b> |
| Error        | 2,2 <sup>-4</sup> | 16 | 1,4 <sup>-5</sup> |                   |                         |
| Total        | 0,8               | 23 |                   |                   |                         |

**CV= 1,68**

NS = No Significativo \* = Significativo al 5% \*\* = Altamente significativo al 1%

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza se encuentra una variación estadística altamente significativa, entre los tratamientos y para el factor A. Para el factor B y la interacción del factores A\*B no existe significación estadística, por lo que se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para factores.

Los resultados de la prueba de DMS para factores se encuentran en la tabla 33.

**Tabla 33.** DMS para factor A

| <b>Factor</b> | <b>Medias</b> | <b>Rango</b> |
|---------------|---------------|--------------|
| <b>A3</b>     | 0,32          | <b>a</b>     |
| <b>A4</b>     | 0,22          | <b>b</b>     |
| <b>A2</b>     | 0,18          | <b>c</b>     |
| <b>A1</b>     | 0,16          | <b>d</b>     |

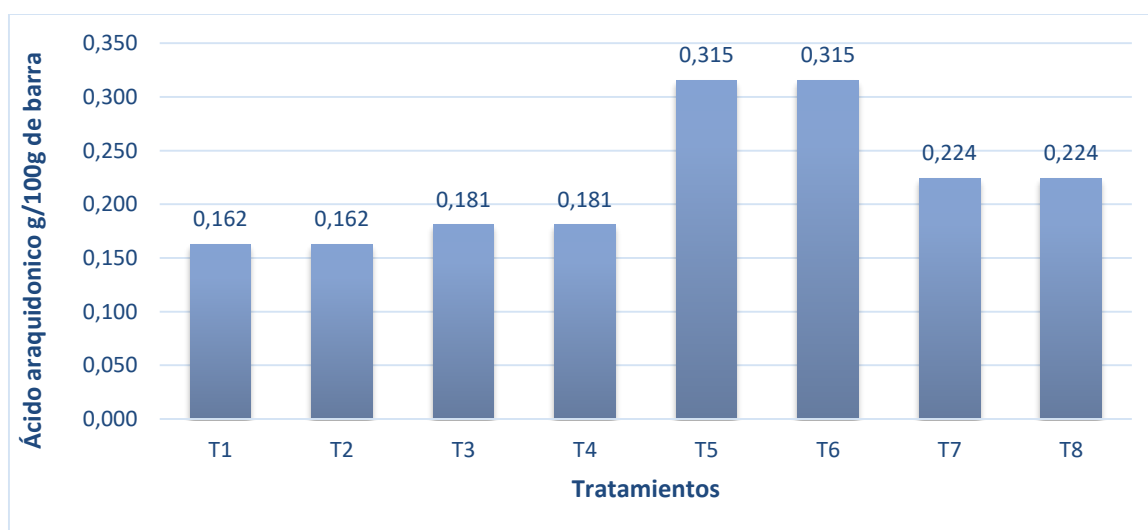
En los resultados de la prueba DMS, no se encuentra diferencia estadística significativa entre factores B, por lo tanto el material aglutinante no influye en el contenido de ácido araquidónico, en el caso del factor A hay cuatro rangos de significación siendo los datos obtenidos para **A3** los más altos mismos que pertenecen a los tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más jarabe de panel) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más miel de abejas) siendo la macadamia la que más aporta con este ácido graso esencial.

En la tabla 34 se registraron los valores de la prueba de tukey para los tratamientos.

**Tabla 34.** Tukey para Tratamientos

| <b>Tratamientos</b> | <b>Medias</b> | <b>Rangos</b> |
|---------------------|---------------|---------------|
| <b>T5</b>           | 0,32          | <b>a</b>      |
| <b>T6</b>           | 0,32          | <b>a</b>      |
| <b>T7</b>           | 0,22          | <b>b</b>      |
| <b>T8</b>           | 0,22          | <b>b</b>      |
| <b>T3</b>           | 0,18          | <b>c</b>      |
| <b>T4</b>           | 0,18          | <b>c</b>      |
| <b>T1</b>           | 0,16          | <b>d</b>      |
| <b>T2</b>           | 0,16          | <b>d</b>      |

La prueba de significación de Tukey indica que los tratamientos con mayor cantidad de contenido en ácido linoleico son **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más jarabe de panel) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más miel de abejas), en el gráfico 4 se ilustra de forma más clara de los resultados.



**Gráficos 4.** Comportamiento de las medias en las barras de cereales para el ácido araquidónico

Los tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más jarabe de panel) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más miel de abejas) poseen en contenido más alto de ácido araquidónico con un valor de 0,315g debido a que en su formulación existe un 30% de nuez de macadamia, la que presenta en el análisis de contenido de omegas 1,29mg siendo este el valor más alto para el contenido de ácido araquidónico. Comparando con la investigación de Readon en el 2010 quien menciona que existen familias de ácidos grasos esenciales omega 6, que producen químicos fundamentales para el funcionamiento del organismo, el cuerpo puede convertir un omega 6 en otro pero no puede sintetizarlo de la nada por lo que el aporte de omega 6 de la barra facilita la síntesis de los AGE (ácidos grasos esenciales) que puede ser realizada por el cuerpo, estos ácidos grasos esenciales, cuando se encuentran dentro del alimento rico en su contenido, resultan

ser más biodisponibles por tanto, más fácilmente absorbidos y aprovechado por el organismo.

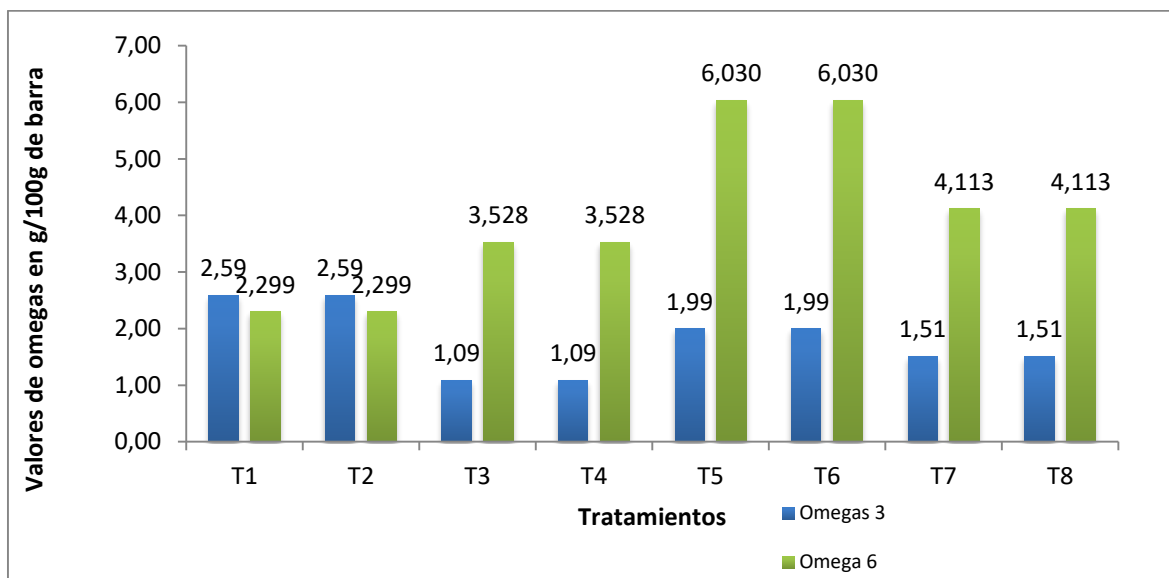
#### **4.2.3. DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FÓRMULACIÓN PARA LA BARRA NUTRICIONAL**

En la tabla 35 se representa la sumatoria de las medias de cada tratamiento respecto al contenido de omega 3 y omega 6 lo cual permite determinar la cantidad total por tratamiento de y tener una visión generalizada del contenido de ácidos grasos esenciales en las barras, realizar su análisis y relación de proporción.

**Tabla 35.** Sumatoria de omega 3 y omega 6

|           | <b>Sumatoria de Omegas g/100g</b> |                |
|-----------|-----------------------------------|----------------|
|           | <b>Omegas 3</b>                   | <b>Omega 6</b> |
| <b>T1</b> | 2,59                              | 2,299          |
| <b>T2</b> | 2,59                              | 2,299          |
| <b>T3</b> | 1,09                              | 3,528          |
| <b>T4</b> | 1,09                              | 3,528          |
| <b>T5</b> | 1,99                              | 6,030          |
| <b>T6</b> | 1,99                              | 6,030          |
| <b>T7</b> | 1,51                              | 4,113          |
| <b>T8</b> | 1,51                              | 4,113          |

En el gráfico 5 se aprecia de manera más visual el aporte de omega 3 y omega 6 que tuvo cada tratamiento.



**Gráficos 5.** Aporte de omega 3 y omega 6 por tratamiento g/100gramos de barra

Al cuantificar los resultados sobre el contenido de omegas, y compararlos con las recomendaciones nutricionales, los mejores tratamientos son **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más jarabe de panel) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más miel de abejas), que se acercan más a lo recomendado ya que su relación de omega 6 y omega 3 dio como resultado una relación de 4:1 en PUFA (poly unsaturated fatty acid).

Según las declaraciones de propiedades nutricionales del reglamento técnico Mercosur este reglamento considera que un alimento puede ser etiquetado con los atributos fuente de ácidos grasos; omega 3 si este contiene en su formulación al menos 0,3g de estos ácidos grasos y fuente de omega 6 si contiene al menos 1,5g de ácidos grasos omega 6. comparando con el contenido obtenido en las barras de cereales, se puede declarar que el producto es una fuente rica en ácidos grasos esenciales omega 3 y omega 6.

#### 4.2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS

Una vez determinados los dos mejores tratamientos se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos y los resultados obtenidos son descritos a continuación en la tabla 36.

**Tabla 36.** Análisis físico químicos y microbiológicos para los mejores tratamientos

| Parámetros analizados | Método      | Unidad | Resultados |          |          |
|-----------------------|-------------|--------|------------|----------|----------|
|                       |             |        | T3         | T5       | T6       |
| Humedad               | AOAC 925.10 | g/100g | 6,29       | 8,49     | 10,22    |
| Proteína total        | AOAC 920.87 | g/100g | 11,89      | 12,90    | 12,88    |
| Extracto etéreo       | AOAC 920.85 | g/100g | 18,62      | 20,76    | 20,92    |
| Cenizas               | AOAC 923.03 | g/100g | 1,53       | 1,82     | 1,78     |
| Fibra Bruta           | AOAC 978.10 | g/100g | 6,43       | 4,77     | 4,59     |
| Carbohidratos totales | CÁLCULO     | g/100g | 46,24      | 54,4     | 54,49    |
| Aerobios mesófilos    | AOAC 989.10 | UFC/g  | 60         | 80       | 90       |
| Mohos                 |             | UPM/g  | AUSENCIA   | AUSENCIA | AUSENCIA |
| Levaduras             | AOAC 997.02 | UPL/g  | AUSENCIA   | AUSENCIA | AUSENCIA |

##### 4.2.4.1. Parámetros físicos

##### 4.2.4.1.1. índice de penetrabilidad

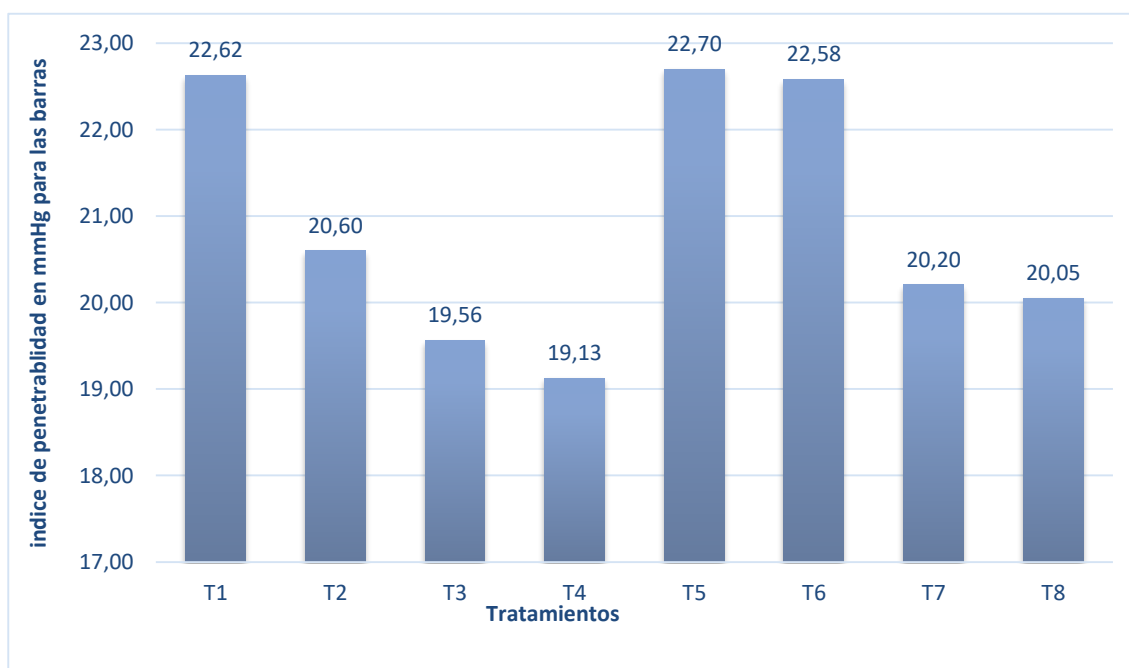
Se empleó un penetrómetro manual para la determinación de esta variable y ya que no hay una norma nacional que establezca los parámetros para este tipo de propiedades se toma como referencia la investigación de Báez-Borja en el 2013; que determinaron para su trabajo un patrón para el índice de penetrabilidad de una barra basadas en el análisis de diferentes marcas comerciales y llegando a determinando el valor de 20,13 mm Hg como valor estándar para el índice de penetrabilidad.

Según la metodología ASTM D5 que describe las condiciones estándares para esta prueba en 25°C de temperatura, 100 g como cantidad de materia y 5 segundos el lapso de tiempo necesario para realizar la prueba; los resultados obtenidos están en la tabla 38 en el Anexo

B, Se obtuvo un valor promedio de 20,93 mm Hg lo que indica que las barras elaboradas son un 3% más de duras que el patrón tomado como referencia cuyo valor era de 20,13 mm Hg. Hay que tener en cuenta que los ingredientes usados en esta investigación no fueron sometidos a extrusión proceso que expande y otorga una textura más suave al cereal.

Si se observa en los valores del gráfico 6 se puede notar que las barras pertenecientes a los tratamientos **T3** (30% amaranto, 10% sachá inchi y 10% nuez de macadamia mas jarabe de panela) y **T4** (30% amaranto, 10% sachá inchi y 10% nuez de macadamia mas miel de abejas) son más suaves que el valor de referencia esto se debe a que en su formulación se encuentra un porcentaje mayor de amaranto el cual al ser tostado adquiere una suave consistencia.

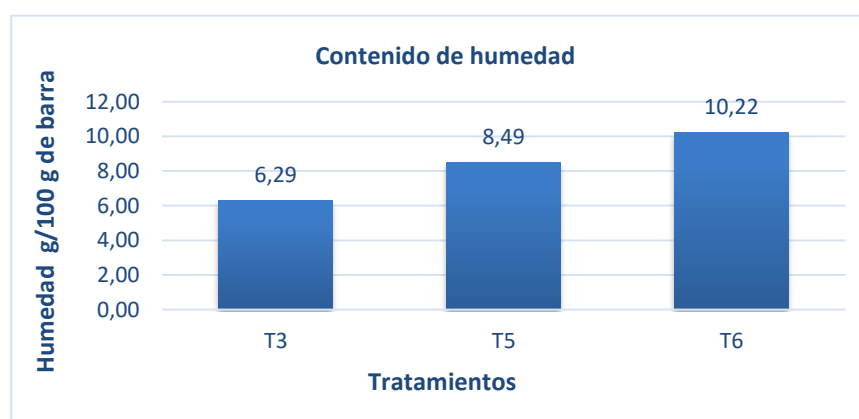
Así también se puede apreciar que los valores de los tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas miel de abejas) por contener mayor cantidad de nuez de macadamia son los que presentan mayor dureza también.



**Gráficos 6.** Valores promedio del índice de penetrabilidad

#### 4.2.4.1.2. humedad

Los resultados del análisis de humedad se encuentran en la tabla 39 Anexo B. En cuanto al parámetro de humedad se obtuvo un promedio de todas las barras de 8,32%, los valores para los mejores tratamientos que son **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas miel de abejas) se pueden observar en el siguiente gráfico.



**Gráficos 7.** Comportamiento de los mejores tratamientos para humedad

Se comparó los resultados obtenidos con los de la norma nacional NTE INEN 2595:2011 para granola en la que se especifica que debe tener un porcentaje menor al 10% así también con la especificaciones de las barras PAE del Gobierno Nacional que al igual indica <10 (g/100g) y no menor a >8 (g/100) por lo tanto a excepción de T6 los demás tratamiento se encuentran dentro de la norma.

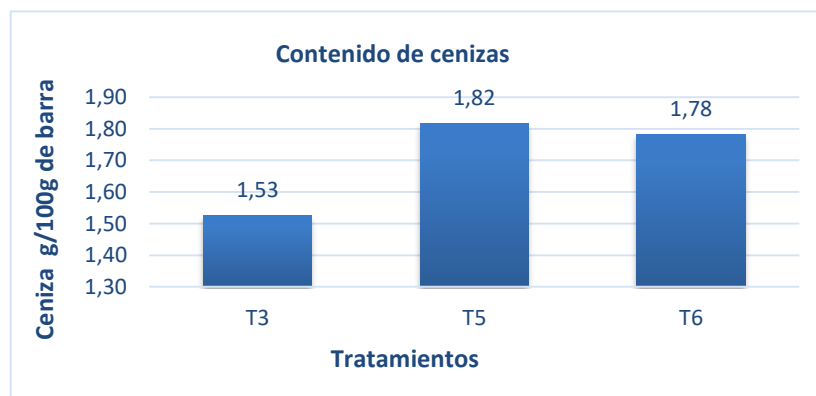
#### 4.2.4.2. Parámetros químicas

##### 4.2.4.2.1. cenizas

Los resultados del análisis de cenizas se encuentran en la tabla 40 en el Anexo B. En cuanto al parámetro de cenizas el valor promedio de las barras elaboradas fue 1,72%, se observa los valores para los mejores tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de



macadamia mas jarabe de panela) y T6 (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas miel de abejas) en el siguiente gráfico.

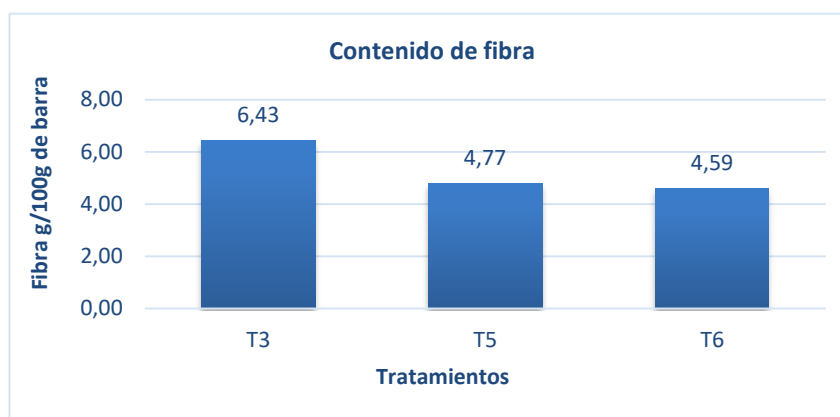


**Gráficos 8.** Comportamiento de los mejores tratamientos para cenizas

Las barras elaboradas en esta investigación se hallan dentro del rango de 1,1% mínimo y 4% máximo de contenido de cenizas como se menciona en el Codex Alimentario, 2012 para cereales, legumbres leguminosas y productos proteicos vegetales donde el contenido en ceniza en cereales debe ser entre 1,1% mínimo y 4% máximo de dicho atributo.

#### 4.2.4.2.2. fibra

El análisis de fibra para los tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas miel de abejas) da los valores de T5 con 4,77% y T6 con 4,59% los cuales son menores al valor de 6% que se encuentra en las especificaciones técnicas de las barras de granándola del programa de alimentación PAE.

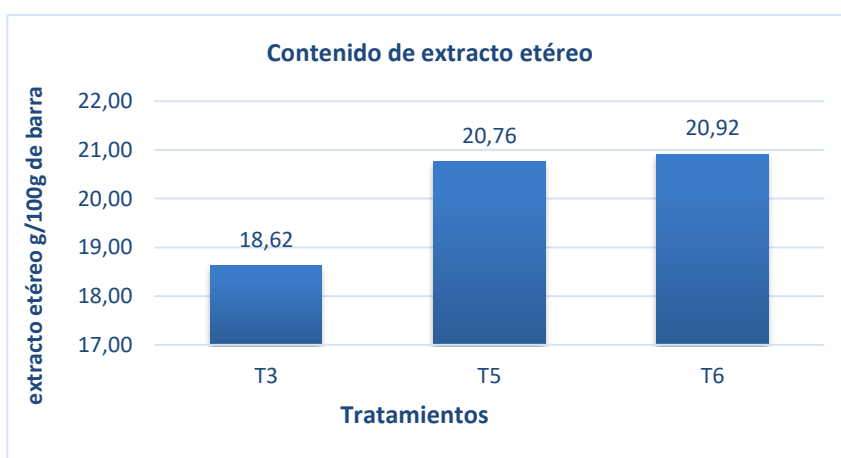


**Gráficos 9.** Comportamiento de los mejores tratamientos para fibra

Sin embargo, en referencia a el reglamento técnico Mercosur (2012) sobre información nutricional complementaria, el cual menciona que, para una porción de 100 g, se declarar como “fuente” de fibra al producto que aporte con al menos 2,5 a 3 g de dicho atributo, todos los tratamientos cumplen con este requerimiento.

#### 4.2.4.2.3. extracto etéreo

Los resultados del análisis del extracto etéreo para los mejores tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas miel de abejas) se encuentran en la tabla 43 Anexo B. En cuanto a este parámetro se obtuvo como valor más alto el de 20,92g/100g que corresponde al tratamiento T5.



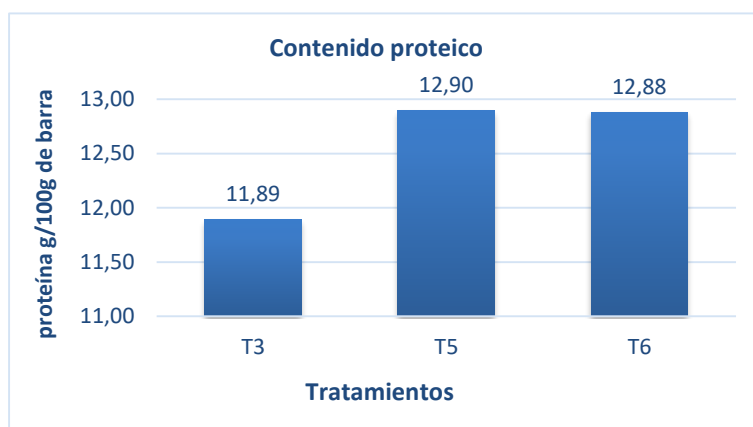
**Gráficos 10.** Comportamiento de los mejores tratamientos para extracto etéreo

El alto contenido de ácidos grasos que poseen la macadamia y sachá inchi que se usan en la formulación influyen en la cantidad de extracto etéreo que contiene la barra. Considerando que la materia prima es rica en aceites y el objetivo de la investigación es el aporte de ácidos grasos esenciales; los mejores tratamientos de la barra nutricional presenta un alto contenido ácidos grasos esenciales omega 3 y omega 6.

#### 4.2.4.2.4. proteína

Los resultados obtenidos del análisis de proteína para los mejores tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia mas miel de abejas) se detallan en la tabla 44 del anexo B. Las barras elaboradas como se muestra en el gráfico 14 el porcentaje de proteína alcanzando es de 12,90% para T5 y de 12,88% para T6. Al comparar los

resultados obtenidos con los requerimientos de las barras PAE que indica que el contenido en proteína sea mayor a 10g/100g, se puede afirmar que el contenido de proteínas de los mejores tratamientos es mayor al de esta especificación técnica.



**Gráficos 11.** Comportamiento de los mejores tratamientos para proteína

Los tratamientos T5 con 12,9% y T6 con 12,88% de contenido de proteína de las barras de la investigación pueden ayudar con la recomendación de consumo de proteína diaria de 1,2 gramos por kg de peso corporal.

### 4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabulados los datos se obtuvo una significación estadística alta por lo que se deduce que todas las variables para los panelistas fueron diferentes.

**Tabla 37.** Resultados de la evaluación sensorial

| Variable | Valor Calculado<br>$X^2$ | Valor Tabular<br>$X^2$ (5%) | Sign. | Mejores<br>Tratamientos |
|----------|--------------------------|-----------------------------|-------|-------------------------|
| Color    | 30,08                    | 14,10%                      | *     | T3 – T4                 |
| Olor     | 17,37                    | 14,10%                      | *     | T3 – T4                 |
| Sabor    | 15,08                    | 14,10%                      | *     | T3 – T4                 |
| Textura  | 19,23                    | 14,10%                      | *     | T3 – T4                 |
|          | $\Sigma T$               |                             |       | 4T3; 4T4                |

Al evaluar los resultados se puede observar que para el panel degustador las barras de los tratamientos **T3** y **T4** fueron de mejor aceptación por los degustadores, lo que lleva a afirmar que sensorialmente las barras cuya formulación corresponde a **T3** (30% amaranto, 10% sachá inchi, 10% nuez de macadamia más jarabe de panela) y **T4** (30% amaranto, 10% sachá inchi, 10% nuez de macadamia más miel de abejas) fueron las preferidas gracias a que el amaranto el cual una vez tostado se expande y le da una textura suave se encuentra con un porcentaje alto dentro de la barra.

#### **4.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA MEJOR FORMULACIÓN**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de usos múltiples de la Universidad Técnica del Norte, los cuales están en la tabla 37 para los tratamientos T5 y T6 en cuanto a recuento de mohos y levaduras dio un resultado ausencia de los mismos, por lo tanto al compararla con las especificaciones del programa de alimentación PAE cumple con la exigencia técnica.

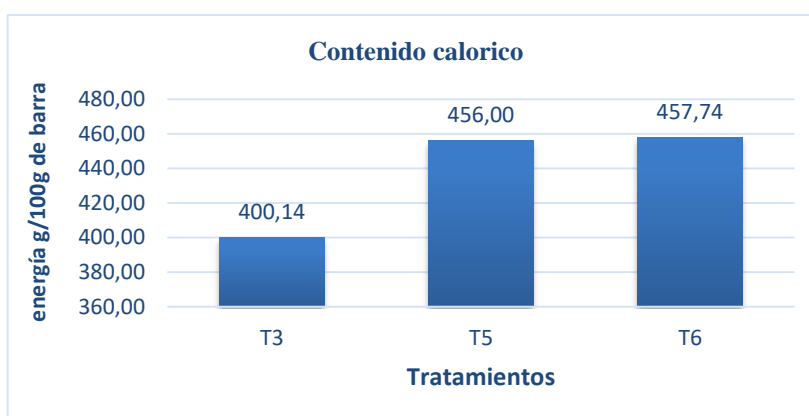
El recuento de aerobios mesófilos es de 90 UFC/g misma que es inferior a la exigida en la anteriormente citada referencia para a cual es mínimo  $10^3$  UFC/g y máximo  $10^4$  UFC/g, por lo que se puede afirmar que el producto está cumpliendo con las Especificaciones Técnicas del Programa Alimentate Ecuador siendo así el contenido de estas bacterias mínimo, lo cual es un respaldo en la cuanto a calidad sanitaria se refiere.

#### **4.5. APORTE CALÓRICO**

El aporte calórico por tratamiento se representa en el grafico 12 el aporte calórico de cada barra es alto y se debe gracias al aporte de lípidos y azúcares. Las barras nutricionales elaboradas presentaron elevado valor calórico, esto se debe al contenido de lípidos en las materias primas, para el cálculo del aporte calórico se utilizó la fórmula 6:

$$\text{Contenido calórico} = (\text{masa Carbohidratos} + \text{masa Proteína}) \times 4 \text{ kcal/ g} + (\text{masa grasa} \times 9 \text{ kcal/ g}) \quad [6]$$

La ecuación usada corresponde al cálculo para obtener el contenido calórico, en la cual las equivalencias son de 1 g de carbohidratos y 1 g de proteínas aportan con 4 kcal por cada 100 gramos de muestra y a así también 1 g de grasas aporta con 9 kcal por cada 100g de muestra (FAO, 2002)



**Gráficos 12.** Comportamiento de los mejores tratamientos en el análisis de calorías

Al comparar los datos obtenidos para las barras con las especificaciones del programa de alimentación de Ecuador PAE en cuyas especificaciones se indica que el contenido calórico debe ser mayor 350Kcal/100g por lo que se puede afirmar que los tratamientos presentan un alto contenido calórico y energético el que cual está influenciado principalmente por el contenido de ácido grasos esenciales y también por el alto contenido de azúcar.

El consumo calórico diario en menores de 2 a 10 años es de 1200 a 1800 kcal por día, para niños y adolescentes de 11 a 16 años es de 1600 a 2000 kcal, en adultos de 18 a 40 años se recomienda el consumo de 2000 a 2600 kcal por día y en adultos mayores de 50 años se recomienda el consumo de 1800 a 2400 kcal por día según datos de la (FDA, 2010).

Por lo que una barra al día de los mejores tratamientos cubriría entre el 18 al 38% de la ingesta recomendada dependiendo de la edad del consumidor.

## 4.6. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

En la tabla 38 se realizó la estimación de costos para los mejores tratamientos T5 y T6.

**Tabla 38.** Estimación de costos de producción para los mejores tratamientos

| <b>Estimación de costos de elaboración de la barra de cereales 75g. por unidad</b> |                   |                 |               |                 |              |            |                             |
|--|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|------------|-----------------------------|
| <b>INSUMO</b>  | <b>Porcentaje</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> | <b>Costo</b>    |              | <b>USD</b> |                             |
|  |                   |                 |               | <b>Unitario</b> | <b>Total</b> |            |                             |
|  |                   |                 |               | <b>(USD)</b>    | <b>(USD)</b> |            |                             |
| Panela   | 24,4              | 0,0183          | Kg            | 3               | 0,0549       |            |                             |
| Glucosa  | 1,5               | 0,001125        | Kg            | 3,5             | 0,0039375    |            |                             |
| Ácido cítrico  | 0,3               | 0,000225        | Kg            | 1,5             | 0,0003375    |            |                             |
| Extracto de vainilla   | 0,1               | 0,000075        | Kg            | 5               | 0,000375     |            |                             |
| Amaranto   | 30                | 0,0225          | Kg            | 10,9            | 0,24525      |            |                             |
| Sacha Inchi  | 10                | 0,0075          | Kg            | 2,5             | 0,01875      |            |                             |
| Nuez de Macadamia  | 10                | 0,0075          | Kg            | 16,25           | 0,121875     |            |                             |
| Avena  | 5                 | 0,00375         | Kg            | 3               | 0,01125      |            |                             |
| Pasas  | 5                 | 0,00375         | Kg            | 3,08            | 0,01155      |            |                             |
| Miel   | 40                | 0,03            | Kg            | 11,5            | 0,345        |            |                             |
| Total con Panela   |                   |                 |               |                 |              | 0,468225   |                             |
| Total con Miel   |                   |                 |               |                 |              | 0,753675   |                             |
| Mano de Obra   |                   |                 |               | 20%             | 0,093645     |            |                             |
| Adicionales<br>Panela  | Funda de Celofán  | 0               | 1             | Empaque x100    | 0,6          | 0,006      | <b>Costo de producción=</b> |
|  | Etiqueta          | 0               | 1             | Empaque x 20    | 2            | 0,1        |                             |
|  | Mano de Obra      |                 |               |                 | 20%          | 0,150735   |                             |
| Adicionales Miel   | Funda de Celofán  | 0               | 1             | Empaque x 100   | 0,6          | 0,01       | <b>Costo de producción=</b> |
|  | Etiqueta          | 0               | 1             | Empaque x 20    | 2            | 0,1        |                             |

Referente a costos cada barra de 75 gramos elaborada con panela tiene un costo de 0,69 USD y cada barra elaborada con miel tiene un costo de 1,01 USD por lo que resulta más rentable la elaboración de barras con aglutinante de panela.

Comercialmente las barras tienen menor a los 50 gramos peso por lo que haciendo relación con este dato cada barra de 50 gramos tendría un costo de 0,46 USD.

El costo de la mano de obra está en función del tiempo y la producción en la investigación se elaboró 20 unidades en una hora por lo que el valor promedio por mano de obra es de 0.11ctvs lo que equivale al 20% del costo de la barra, este cálculo se basó en el manual de Morales,, 2013 para la estimación de costos de producción

#### 4.7. BALANCE MATERIALES

El balance de materia prima se realizó para un peso de 1000g de los mejores tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más jarabe de panel) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más miel de abejas) los valores necesarios para estos tratamientos se encuentran descritos en las tablas 6, 7, 8 del capítulo 3,

En la figura 15 se puede observar el diagrama y balance de materiales para el jarabe de panela.

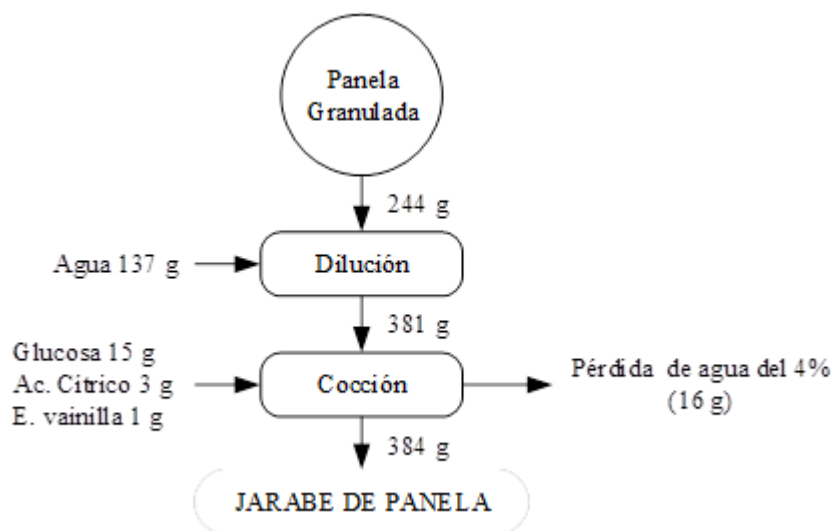


Figura 125. Diagrama de bloques Jarabe de Panela



En la figura 16 se puede apreciar el balance de materiales para el tratamiento T5 el que contiene 10% Amaranto, 30% de sacha inchi y 10% de nuez de macadamia y como material aglutinante se empleó el jarabe de panela.

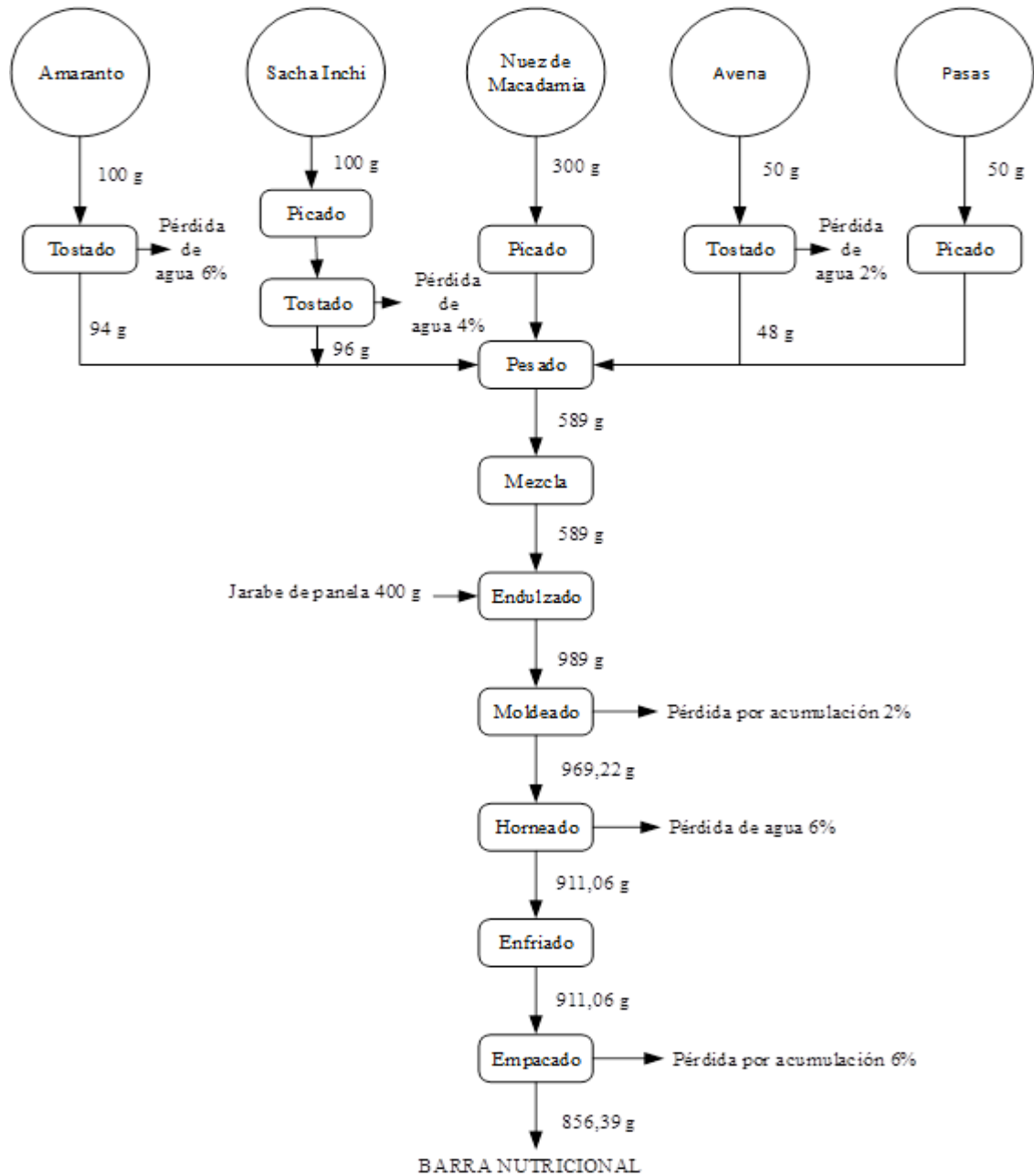


Figura 136. diagrama de bloque para T5

En la figura 17 se puede apreciar el diagrama para el tratamiento T6 el que contiene 10% Amaranto, 30% de sacha inchi y 10% de nuez de macadamia y como material aglutinante se usó miel de abejas.

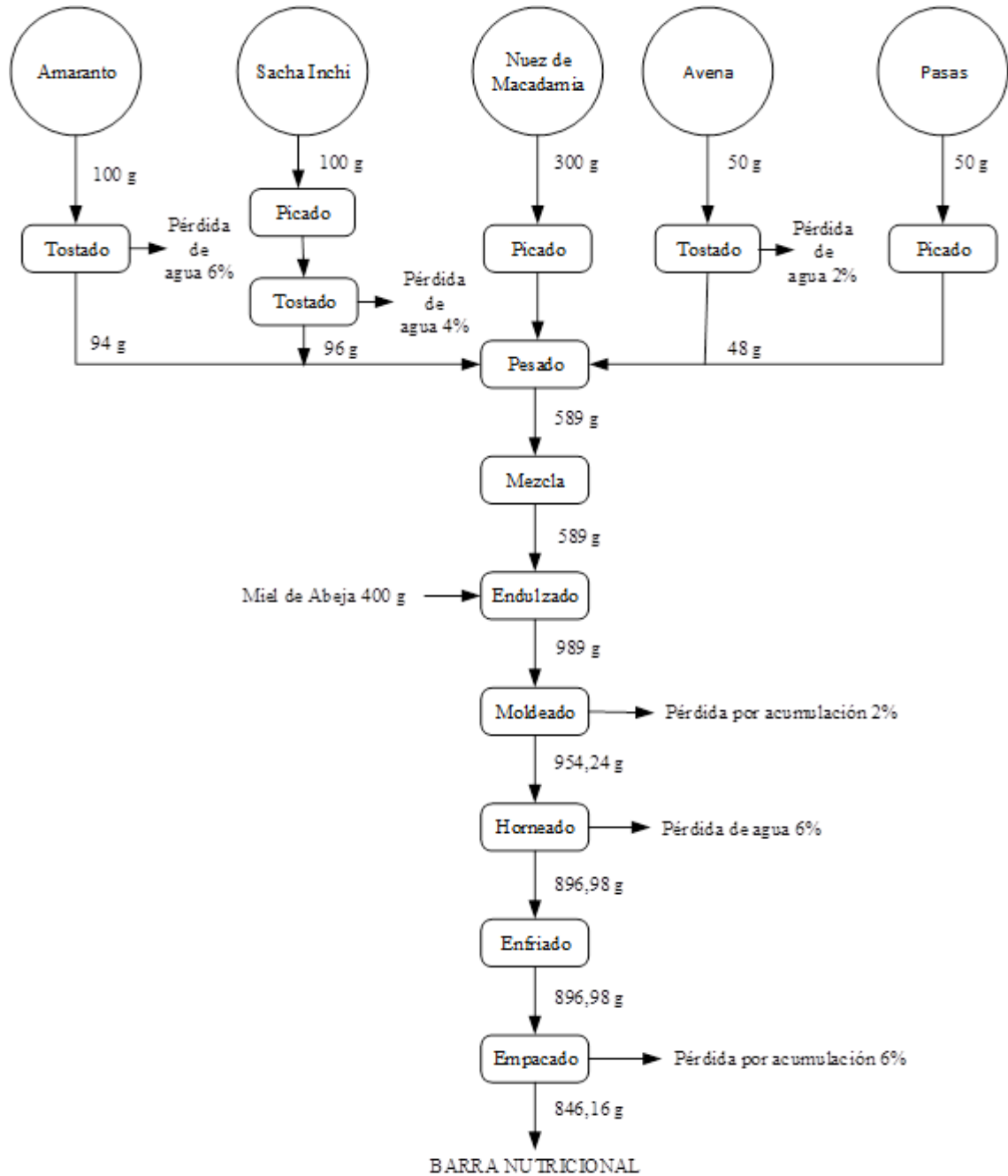


Figura 147. Diagrama de bloques para T6

En el cálculo del rendimiento se utilizó los valores obtenidos en el balance de materiales y se aplican las ecuaciones 7 y 8.

**T5**

$$R = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad [7]$$

$$R = \frac{856.39 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100$$

$$R = \mathbf{85.63 \%}$$

**T6**

$$R = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad [8]$$

$$R = \frac{846.15 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100$$

$$R = \mathbf{84.62 \%}$$

Una vez finalizado el balance de materiales se observa que por cada 1000 gramos de mezcla inicial se obtiene aproximadamente 845 gramos de masa cuyo equivalente es 85,63 % de rendimiento; por lo tanto, hay un 14,37 % de pérdidas acumuladas desde el tostado de los cereales, durante la mezcla, el moldeo y el horneado: por partículas adheridas a los recipientes y pérdida de humedad por horneado aproximadamente 6 %, además quedan residuos en el desmoldado. Tomando en cuenta el margen de pérdidas se recomienda su producción.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Habiendo concluido todas las etapas de la investigación “**ANÁLISIS DE OMEGA -3 Y OMEGA -6 EN (AMARANTO A.) *Quitensis*, SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis* L). Y MACADAMIA (*Ternifolia Muell.*) POR CROMATOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN EN UN BARRA NUTRICIONAL**”, se pudo concluir lo siguiente:

- Según los resultados del análisis realizado a la materia prima, la nuez de macadamia es la que posee mayor contenido omega 6 con 22.43% por lo que se concluye que la macadamia es la materia prima que mayor aporte de omega 6 hizo a la barra nutricional. En cuanto a determinación de omega 3 en la materia prima se muestra un contenido de 13,82% por lo tanto el amaranto fue la materia prima que mayor aporte de omega 3 dio a la barra nutricional.
- Del análisis de la materia prima se concluye que los parámetros de humedad y ceniza se ajustan a lo establecido en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2646:2012 para granos cereales y semillas con un rango menor al 12% en humedad y a 5% en cenizas por ello se afirma que la materia prima cumple con la normativa de calidad.

- La materia prima sachá inchi aporta con 32.80 % de proteína y a su vez la nuez de macadamia con 7.8 % de fibra por lo cual se afirma que la barra de cereales recibe de estos productos su mayor aporte nutricional.
- Los tratamientos **T5** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más jarabe de panela) y **T6** (10% amaranto, 10% sachá inchi y 30% nuez de macadamia más miel de abejas) presentan una relación 1:4 en contenido de omega 3 y omega 6 y es la más cercana a la proporción recomendada por la organización mundial de la salud por esta razón es la mejor formulación de la investigación.
- Tomando en consideración la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2595:2011, para granola, y las ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROGRAMA ALIMENTATE ECUADOR sobre barras de granola, los tratamientos T5 y T6 cumplen con las especificaciones físicas y microbiológicas y son un producto apto para el consumo humano.
- Los tratamientos T3 (30% de amaranto, 10% de sachá inchi, 10% de nuez de macadamia más jarabe de panela) y T4(30% de amaranto, 10% de sachá inchi, 10% de nuez de macadamia más miel de abejas) fueron los que mejor aceptabilidad presentaron por el panel degustador.
- El factor A, porcentajes de materia prima influyen directamente sobre el aporte energético y nutricional de una barra de cereales constituida de amaranto, sachá inchi, y nuez de macadamia. por lo que se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación, para todos los tratamientos.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados de la investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

- Según los datos de la investigación se recomienda variar las proporciones del factor A para encontrar el equilibrio ideal de 1:5 omegas 3 y omegas 6 respectivamente.
- Se debe realizar una evaluación a los insumos tanto como a la materia prima en este caso la avena para determinar su aporte lipídico y nutricional y si ha influenciado de alguna manera en el contenido final del producto.
- Se recomienda realizar una evaluación sobre el tiempo de vida del producto, ya que posee un alto contenido de lípidos y de azúcares que podrían degradarse con mayor celeridad.
- Se debería buscar otros materiales aglutinantes bajos en azúcares para realizar una barra con bajo contenido de azúcar, y usar un método de compactación por presión para que la barra adquiriera una estructura más firme.
- Se recomienda el uso de tostadores industriales para poder mantener un mejor control en el proceso de tostado de las materias primas, así como para mejorar la textura del producto se debería añadir amaranto expandido y usar un triturador para lograr una partícula más pequeña y cómoda de masticar para la sachá inchi.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Alvarez, E. (2017). *Análisis De Omega -3 Y Omega -6 En Quinoa (Chenopodium Quinoa), Chía (Salvia Hispánica L.) Y Tocte (Juglans Nigra L.) Por Cromatografía Y Su Aplicación En Una Barra Nutricional*. Ibarra :Universidad Tecnica del Norte.

Anzaldúa, A. (1994). *La Evaluación Sensorial De Los Alimentos En La Teoría Y La Práctica*. Zaragoza: Acribia.

Arrubia, J. P. (2008). *Estandarización De La Técnica De Cromatografía De Gases*. Preira: Universidad tecnologica de Pereira.

Baez, L. B. (2013). *Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) como fuente de Omega 3 y 6*. Quito: Universidad San Francisco.

Bayas, M. (2010). *Utilizacion del residuo fibroso seco obtenido de la cascara de palmito de pejibaye (Bactris gasipaes H.B.K); en la elaoaacion de barras alimenticias energéticas(BAE), en la industris Agricola Exportadora C.A INAEXPO*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

Cuadrado, G. (2006). *Aspctos metodológicos y fisiologicos del trabajo de hipertrofia muscular* (pág. 227). Sevilla: Publidisa.

Cuautitlan, O. (2013). *Universidad Autónoma de México*.  
[http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com\\_content&view=article&id=16&Itemid=20](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=20)

FAO. (2012). *Grasas y ácidos grasos en la nutrición humana*. Ginebra: FAO y FINUT.

FAO. (23 de Abril de 2014). Obtenido de [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ac307s/ac307s09.htm](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ac307s/ac307s09.htm)

FDA (2010). *Pautas alimentarias diarias*. Departamento de salud y servicios públicos  
Whashington DC

Freeman. (2008). *Bioquímica*. Barcelona: Reverte.

Galarza, S. (2013). *Amaranto Alternativa Nutricional*. Ibarra: Universidad Técnica del  
Norte.

GARCIA, G. (2004). *ESTUDIO DE LOS CULTIVOS ANDINOS EN EL ECUADOR*.  
ESPOCH-INIAP.

Gonzalez, M. (2002). *Ácidos grasos omega 3 beneficios y fuentes*. Caracas: Interciencia  
Articulos.

Gutierrez. (2011). Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and.  
*Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional, 76-*  
83.

Hougt, G. (2013). *Taller de analisis sensorial de Alimentos*. Quito: Universidad Tecnologica  
Equinoccial.

INIAP. (2009). Estado y Aprovechamiento de la Avena en el Ecuador . *Informativo Mensual*,  
8-10.

INIAP. (2012). *Programa nacional de leguminosas y granos andinos*. QUITO: INIAP.

Instituto Nacional de Investigacion y Extencion Agraria. (2006). *Cultivo de Sacha Inchi*. San  
Martin: Instituto Nacional de Investigacion y Extecion Agraria.

Jan Koolman, K. R. (2012). *Bioquímica texto y atlas*. España: Panaamericana.

Jumeaucourt, E. (2013). *LAS PROPIEDADES DE LA AVENA*. Barcelona : Ediciones  
Obelisco S. L.



- Kirk RS, S. R. (1999). *Composition and Analysis of foods, 9th edn.* Harlow England: Addison-Wesley Longman Inc.
- L. Cistancho, C. G. (2011). *CROMATOGRAFIA DE GASES APLICABLE A LOS ALIMENTOS.* Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Lavin, A. (2001). *El Cultivo de la Macadamia.* Chile: INIA CRI La Platina.
- Lezcano, E. (2010). *Cereales en el Desayuno.* Argentina: MinAgri.
- Martinez, M. (2010). *EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACEITE DE NUEZ.* Cordova: Universidad Estatal de Cordova.
- Morales A. (2013). *MANUAL PARA EL CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.* Cámara del comercio del Perú. Lima
- Nyström, L. (2007). Total Plant Sterols, steryl ferulates and steryl glycosides in milling fractions of wheat and rye. *J.Cereal Sci*, 106-115.
- Olivera M. (2012). Development of nutritive cereal bars and effect of processing on the protein quality. 18-25. Santiago, Chile.
- OMS. (2012). *Informe Técnico 916, Dieta, Nutrición y Prevención.* OMS.
- Online Botanical. (21 de Enero de 2014). *Botanical Online.* Obtenido de El Mundo de las Plantas: [http://www.botanical-online.com/importancia\\_del\\_equilibrio\\_entre\\_omega\\_3\\_y\\_6.htm](http://www.botanical-online.com/importancia_del_equilibrio_entre_omega_3_y_6.htm)
- Org, A. S. (23 de Abril de 2014). *Alimentacion Sana.* Obtenido de <http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/alimentos/nueces.htm>
- Plantas, E. m. (21 de Enero de 2014). *Botanical Online.* Obtenido de El Mundo de las Plantas: [http://www.botanical-online.com/importancia\\_del\\_equilibrio\\_entre\\_omega\\_3\\_y\\_6.htm](http://www.botanical-online.com/importancia_del_equilibrio_entre_omega_3_y_6.htm)

- Rabinowitz. (2014). *Las bases moleculares de la vida*. China: CTPS.
- Reardon, J. W. (2010). *¿Qué son Ácidos Grasos Esenciales?* Carolina del Norte: North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services.
- Reyes Ricardo, M. I. (24 de 9 de 2014). *Proyecto para la industrialización de la macadamia y su influencia en el*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1635/1/3246.pdf>
- Rivera, L. (2007). *Elaboracion de barras de cereales utilizando tres tipos de cereales (avena trigo y quinua)*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Ronco, A. (2013). *La nutritiva y saludable avena y su aporte de beta glucanos*. Santiago Chile: Induamientos.
- Sarmiento. (2004). *Sacha Inchi*.
- Silva. (2010). *Cuantificación de los alcaloides de (Berberis hallii) “Carrasquilla” sector La Josefina San Isidro del cantón Guano provincia de Chimborazo*. Riobamba – Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Silva de Paula, N. (2013). *Caracterización de una barra de cereales enriquecida con fibra dietética y omega 3*. REDALYC, 271.
- Viviant, V. (25 de Febrero de 2017). *Barras de cereales una golosina saludable*. Obtenido de Publitec: <http://www.publitech.com/LAL%20258/LAL%20258.pdf>
- While, J. (2012). *Química Organica*. Madrid : Panamericana.

# ANEXOS

## ANEXO A.

### NORMA INEN PARA GRANOLA

CDU: 664.699  
ICS: 67.090



CIT: 2116  
AL 02.02-109

| Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria   | GRANOLAS. REQUISITOS. | NTE INEN 2595:2011 2011-07 |
|--|-----------------------|----------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las granolas. No incluye las granolas en barra.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. DEFINICIÓN</b></p> <p>2.1 Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición:</p> <p>2.1.1 Granolas. 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.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>3.1 Las granolas deben tener aspecto, textura y consistencia, acorde a sus ingredientes y procesos de producción, pudiendo ser homogénea o heterogénea, crujiente o suave, suelta o granulada.</p> <p>3.2 Las granolas pueden ingerirse solas o mezcladas con otros alimentos.</p> <p>3.3 Las granolas deben presentar sabor y aroma típicos, naturales o provenientes de saborizantes y aromatizantes permitidos.</p> <p>3.4 Las granolas deben ser elaborada en condiciones sanitarias apropiadas, observándose las buenas prácticas de fabricación y a partir de materias primas sanas, limpias e inocuas.</p> <p>3.5 Los cereales y demás ingredientes de las granolas deben estar libres de materias extrañas y de signos de infestación o contaminación por roedores e insectos.</p> <p>3.6 Los ingredientes utilizados como materia prima de las granolas deben cumplir con las normas específicas de requisitos, como ingredientes se permiten entre otros, los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Grasas y aceites comestibles,</li> <li>b) azúcares, melazas y jarabes,</li> <li>c) miel de abeja,</li> <li>d) derivados de cereales y pseudocereales,</li> <li>e) edulcorantes,</li> <li>f) especias,</li> <li>g) frutas deshidratadas,</li> <li>h) frutas enconfitadas,</li> <li>i) frutas secas, semillas y nueces,</li> <li>j) leguminosas,</li> <li>k) oleaginosas,</li> <li>l) sal,</li> <li>m) esencias,</li> <li>n) otros ingredientes aptos para el consumo humano.</li> </ul> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas y productos derivados, granola, requisitos.</p> |                       |                            |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3888 - Baquiano Moreno Es-20 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

#### 4. REQUISITOS

##### 4.1 Requisitos específicos

4.1.1 *Requisito físico.* Las granolas deben cumplir con el requisito indicado en la tabla 1.

TABLA 1. Requisito físico de las granolas.

| Requisito                        | Valor  |        | Método de ensayo                |
|----------------------------------|--------|--------|---------------------------------|
|                                  | Mínimo | Máximo |                                 |
| Humedad, % (m/m)                 | -      | 10,0 % | ISO 712<br>*AOAC 925.09, 925.10 |
| *método generalista recomendado. |        |        |                                 |

4.1.2 *Requisitos microbiológicos.* Las granolas deben cumplir con los requisitos indicados en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos Microbiológicos de las granolas.

| Microorganismo                  | n | c | m             | M      | Método de Ensayo     |
|---------------------------------|---|---|---------------|--------|----------------------|
| Aerobios Mesófilos REP, (ufc/g) | 5 | 1 | $10^4$        | $10^5$ | NTE INEN<br>1 529-5  |
| Mohos, (ufc/g)                  | 5 | 2 | $10^2$        | $10^3$ | NTE INEN<br>1 529-10 |
| Coliformes (ufc/g)              | 5 | 2 | 10            | $10^2$ | NTE INEN<br>1 529-7  |
| <i>Bacillus cereus</i>          | 5 | 1 | $10^2$        | $10^4$ | ISO 7932             |
| <i>Salmonella</i> sp.           | 5 | 0 | Ausencia/25 g | ----   | NTE INEN<br>1 529-15 |

Donde:

n = Número de muestras que se van a examinar

c = Número de muestras permitidas con resultados entre m y M

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = Índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable.

4.2 *Aditivos.* A las granolas se les puede adicionar aditivos en las dosis máximas especificadas en la NTE INEN 2 074.

4.3 *Contaminantes.* El límite máximo de metales pesados en las granolas debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 3.

TABLA 3. Contaminantes

| Metal  | Requisito |
|--|-----------|
| Plomo, mg/kg   | 0,2       |
| Cadmio, mg/kg  | 0,1*      |
| *Excepto el salvado y el germen, así como los granos de trigo y el arroz |           |

4.4 Las granolas se ajustarán a los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius, CAC/LMR 01-2009.

4.5 Las granolas deben cumplir con un nivel máximo de 10 mg/kg de aflatoxinas totales (B1+B2+G1+G2) y 5 mg/kg de ochratoxina A, establecido por la Comisión del Codex Alimentarius, CODEX STAN 193-1995.

## 5. INSPECCIÓN

5.1 Los procesos de inspección que deben seguirse para la aceptación de lotes de granolas se especifican a continuación:

### 5.1.1 Muestreo

5.1.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la familia de NTE INEN-ISO 2859 (ver nota 1) e ISO 3951 para producción continua o lotes aislados, la norma ISO 8422 e ISO 8423 para inspección por atributos y variables y las Directrices Codex sobre muestreo (CAC/GL 50).

5.1.1.2 Los requisitos de cantidad de producto en paquetes y sus tolerancias debe estar de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN-CIML R 87.

### 5.1.2 Aceptación y rechazo

5.1.2.1 Si el producto cumple con los requisitos especificados en esta norma el lote es aceptado.

5.1.2.2 Si el producto no cumple con uno o más de los requisitos especificados en esta norma el lote es rechazado.

## 6. ENVASADO

6.1 Los envases deben ser nuevos y estar en condiciones sanitarias adecuadas, limpios y exentos de materia extraña a fin de que resguarden la estabilidad y calidad del producto envasado, debiendo además protegerlo de cualquier contaminación durante su transporte, almacenamiento y comercialización.

6.2 Los recipientes, incluido el material de envasado, deben estar fabricados sólo con sustancias que sean de grado alimentario, inocuas y adecuadas para el uso al que están destinadas.

6.3 Los envases deben proteger al producto de la hidratación, constituyendo una barrera a la absorción de humedad externa suficiente para mantenerlo durante el almacenamiento, dentro del límite máximo de humedad establecido en esta norma.

## 7. ROTULADO Y ETIQUETADO

7.1 El rotulado y etiquetado debe cumplir con lo indicado en las NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, y con el RTE INEN 022.

NOTA 1. A la fecha el INEN ha adoptado las Normas Internacionales ISO 2859-1 e ISO 2859-10.

# NORMA INEN PARA BOCADITOS DE GRANOS Y SEMILLAS



## INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2570:2011

---

### BOCADITOS DE GRANOS, CEREALES Y SEMILLAS. REQUISITOS.

**Primera Edición**

GRAIN, CERALS AND SEEDS SANCKS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas, productos derivados bocaditos, requisitos.  
AL: 02.02-407  
CDU: 641.82  
CILL: 2121

---

| <p><b>Norma Técnica<br/>Ecuatoriana<br/>Voluntaria</b></p>  | <p><b>BOCADITOS DE GRANOS, CEREALES Y SEMILLAS.<br/>REQUISITOS</b></p> | <p><b>NTE INEN<br/>2570:2011<br/>2011-05</b></p> |           |        |                  |   |    |              |
|---|--|--|-----------|--------|------------------|---|----|--------------|
| <p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, granos y semillas horneados o fritos listos para consumo.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los productos fritos u horneados que se comercializan envasados y enteros, tales como: tostado, maní, habas, garbanzos, semilla de sambo, entre otros.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición</p> <p>3.1.1 <i>Bocaditos</i>. Son los productos alimenticios que permiten mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa, se los conoce como pasabocas, snacks, botanas.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. REQUISITOS</b></p> <p><b>4.1 Requisitos específicos</b></p> <p>4.1.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública y además se deben adoptar las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).</p> <p>4.1.2 El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura característicos</p> <p>4.1.3 El Aceite utilizado en la elaboración de estos productos debe cumplir con los requisitos establecidos en las NTE INEN correspondientes para aceites comestibles de acuerdo con su naturaleza.</p> <p>4.1.4 Se permite la adición de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074</p> <p>4.1.5 Se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas</p> <p>4.1.6 No se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia.</p> <p>4.1.7 Estos productos deben cumplir con los requisitos que establecidos en las tablas 1 y 2</p> <p style="text-align: center;"><b>TABLA 1. Requisitos bromatológicos</b></p> <table border="1" data-bbox="427 1639 1179 1738"> <thead> <tr> <th>Requisito</th> <th>Máximo</th> <th>Método de ensayo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Índice de peróxidos meq O<sub>2</sub>/kg (en la grasa extraída)</td> <td>10</td> <td>NTE INEN 277</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas, productos derivados bocaditos, requisitos.</p> |  |  | Requisito | Máximo | Método de ensayo | Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extraída) | 10 | NTE INEN 277 |
| Requisito   | Máximo   | Método de ensayo                                 |           |        |                  |   |    |              |
| Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extraída)   | 10   | NTE INEN 277                                     |           |        |                  |   |    |              |

TABLA 2. Requisitos Microbiológicos

| Requisito                         | n | c | m               | M               | Método de ensayo |
|-----------------------------------|---|---|-----------------|-----------------|------------------|
| Recuento estándar en placa, ufc/g | 5 | 2 | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | NTE INEN 1529-5  |
| Mohos ufc/g                       | 5 | 2 | 10              | 10 <sup>2</sup> | NTE INEN 1529-10 |
| E coli ufc/g                      | 5 | 0 | < 10            | -               | NTE INEN 1529-7  |

4.1.8 En los productos con base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina será de 20 µg/ kg

4.1.9 El límite máximo de plaguicidas es el que establece el Codex alimentarius CAC/LMR 1

4.1.10 El límite máximo de contaminantes para estos productos es el que establece el documento Codex CXS 193, Contaminantes de los alimentos

#### 4.2 Requisitos complementarios

4.2.1 Estos productos se pueden comercializar solos o en mezcla de productos.

4.2.2 El producto se debe expender de acuerdo con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad

### 5. INSPECCIÓN

5.1 **Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN ISO 2859-1.

5.2 **Aceptación o rechazo.** Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

### 6. ENVASADO Y EMBALADO

6.1 El material de envase debe ser de grado alimentario, que proteja al producto, y no altere sus características.

### 7. ROTULADO

7.1 El rotulado del producto debe cumplir con lo establecido en el RTE INEN 022.



# NORMA INEN PARA ALIMENTOS FUNCIONALES



## INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2587:2011**

---

### **ALIMENTOS FUNCIONALES. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

FUNCTIONAL FOODS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, productos alimenticios en general, alimentos funcionales.  
AL 05.07-401  
CDU: 612.292  
CIIU: 3121  
ICS: 67.040

---

| Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria   | ALIMENTOS FUNCIONALES. REQUISITOS. | NTE INEN 2587:2011 2011-07 |
|--|------------------------------------|----------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir los alimentos para ser considerados como alimentos funcionales.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a todos alimentos naturales o procesados que presenten declaraciones de propiedades funcionales y/o saludables.</p> <p>2.2 No se incluye dentro de esta norma a los productos nutracéuticos.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Alimento funcional.</i> Es un alimento natural o procesado que siendo parte de una dieta variada y consumido en cantidades adecuadas y de forma regular, además de nutrir tiene componentes bioactivos que ayudan a las funciones fisiológicas normales y/o que contribuyen a reducir o prevenir el riesgo de enfermedades.</p> <p>3.1.2 <i>Declaración de propiedad funcional.</i> Es aquella relativa al papel metabólico o fisiológico que el componente bioactivo tiene en el crecimiento, en el desarrollo, en el mantenimiento, y en otras funciones normales del organismo.</p> <p>3.1.3 <i>Declaración saludable.</i> Es aquella que afirma, sugiere o implica la existencia de relación entre el alimento o el componente bioactivo con una enfermedad o condición relacionada con la salud.</p> <p>3.1.4 <i>Adición, fortificación.</i> Es el efecto de añadir o agregar al alimento natural, procesado o artificial aminoácidos considerados esenciales, vitaminas, sales minerales, ácidos grasos indispensables u otras sustancias nutritivas, en forma pura o como componentes de algún otro ingrediente con el propósito de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) aumentar la proporción de los componentes propios, ya existentes en el alimento, o</li><li>b) agregar nuevos valores ausentes en el alimento en su forma natural.</li></ul> <p>3.1.5 <i>Alimento natural.</i> Es aquel que se utiliza tal como se presenta en la naturaleza, sin haber sufrido transformación en sus caracteres o composición, salvo las prescritas para la higiene, o las necesarias para la separación de las partes no comestibles.</p> <p>3.1.6 <i>Alimento procesado.</i> Es toda materia alimenticia, natural, que ha sido sometida a las operaciones tecnológicas necesarias que la transforma, modifica y conserva para el consumo humano, puesto a la venta en envases rotulados bajo marca de fábrica determinada. El término alimento procesado, se aplica por extensión a bebidas alcohólicas, bebidas no alcohólicas, condimentos, especias que se elaboran o envasan bajo nombre genérico o específico y a los aditivos alimentarios.</p> <p>3.1.7 <i>Componente bioactivo.</i> Se refiere a las moléculas que están presentes en los alimentos y exhiben la capacidad de modular uno o más procesos metabólicos, que se traduce en la promoción de una mejor salud. Los componentes bioactivos de los alimentos se encuentran generalmente en múltiples formas, tales como glicosiladas, esterificadas, tioladas o hidroxiladas; tienen múltiples actividades metabólicas que promueven efectos beneficiosos en tejidos diana para la reducción y la prevención de riesgo de varias enfermedades. Están presentes tanto en alimentos de origen vegetal, como en alimentos de origen animal.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, productos alimenticios en general, alimentos funcionales.</p> |                                    |                            |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3 999 - Baquerizo Moreno ES-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

3.1.8 *Funciones fisiológicas.* Son todas las funciones propias del organismo que se realizan para mantener la homeostasis o el equilibrio interno del mismo.

3.1.9 *Nutracéuticos.* Son suplementos dietéticos, que aportan el componente bioactivo de un alimento, disponible en una forma farmacéutica y usada para mejorar la salud, en dosis que exceden aquellas que pueden ser obtenidas de un alimento normal.

#### 4. REQUISITOS

##### 4.1 Requisitos específicos

4.1.1 La declaración de propiedad funcional debe estar asociada directamente a una función fisiológica normal del cuerpo.

4.1.2 La declaración saludable debe estar asociada directamente a la prevención y/o reducción de riesgos de las enfermedades.

4.1.3 En un alimento se puede realizar conjuntamente las dos declaraciones (propiedad funcional y saludable).

4.1.4 Cualquier declaración debe ser demostrada documentadamente en lo referente al sustento científico del componente bioactivo en las condiciones que se encuentra en el alimento, con estudio realizado en humanos, y que haya sido aprobado por el Ministerio de Salud Pública, CODEX Alimentarius, Directrices de la Comunidad Europea o FDA.

4.1.5 Las declaraciones de propiedades nutricionales y saludables para los alimentos funcionales de niños menores de cuatro años (con excepción de los lactantes menores de seis meses), se permiten siempre que estén demostradas por estudios rigurosos conforme a normas científicas apropiadas.

4.1.6 Los productos en los cuales se realiza la declaración de propiedad funcional y/o saludable, deben cumplir con la norma específica del producto.

4.1.7 La cantidad y biodisponibilidad del componente bioactivo debe cumplir con lo que establece el Codex Alimentarius, Directrices de la Comunidad europea o FDA.

##### 4.1.8 Tolerancias y cumplimiento

4.1.8.1 Los valores que figuren en la declaración de propiedad funcional y/o saludable deben ser valores medios ponderados derivados de los datos específicamente obtenidos de análisis de productos que son representativos

4.1.8.2 Las tolerancias de los principios bioactivos, declarados son:

- a) Componente bioactivo adicionado intencionalmente a los alimentos debe cumplir mínimo con el 100% de lo declarado en etiqueta durante toda la vida útil del producto.
- b) Componentes bioactivos presentes naturalmente debe cumplir mínimo con el 80% de lo declarado en etiqueta durante toda la vida útil del producto.

#### 5. ROTULADO

5.1 El rotulado de estos productos debe cumplir con el RTE INEN 022 y con la NTE INEN 1 334-3

(Continúa)

**APÉNDICE Y**  
**EJEMPLO DE DECLARACIONES**  
**(INFORMATIVO)**

Y.1 Los ejemplos de declaraciones se pueden encontrar en los siguientes links:

Y.1.1 Authorised health claims and the conditions applying to them provided for in Articles 13(3) and (5), 14(1), 19(2), 21, 24(2), and 28(6) of [Regulation \(EC\) N° 1924/2006](#) and the national measures referred to in Article 23(3)

Y.1.2 <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/FoodLabelingGuide/default.htm>

Y.1.3 <http://www.fda.gov/Food/LabelingNutrition/LabelClaims/ucm111447.htm>

Y.1.4 <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/FoodLabelingGuide/ucm064919.htm>

Y.1.5 <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/FoodLabelingGuide/ucm064923.htm>

Y.1.6 <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/ucm073332.htm>

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

|   |  |
|---|--|
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-3   | <i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables</i> |
| Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022 | <i>Productos alimenticios procesados, envasados y empacados. Requisitos</i>  |

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

CAC/GL 23-1997 Directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables

Reglamento de Alimentos. Decreto Ejecutivo 4114, Registro Oficial 984 de 22 de Julio de 1988. 2006-67

Ley Orgánica de Salud Ley 2006-67 Registro Oficial No. 423 de 22 de diciembre de 2006, Suplemento.

COSTA, N.M.B. Alimentos: Componentes Nutricionais e Funcionais. In: Costa, N.M.B.; Borém, A. Biotecnologia e Nutrição. Brasil: Nobel, Primeira edição, 2003, p. 31-69.

Araya, H., Lutz, M. Alimentos funcionales y saludables. Revista Chilena de Nutrición. Vol. 30, Nº1, Abril 2003.

Authorised health claims and the conditions applying to them provided for in Articles 13(3) and (5), 14(1), 19(2), 21, 24(2), and 28(6) of [Regulation \(EC\) N°1924/2006](#) and the national measures referred to in Article 23(3)

CFR 21 Food and drugs administration Part 101

## 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma se aplica al maní, tal como se define en la sección 2, destinado a elaboración para el consumo humano directo.

## 2. DESCRIPCIÓN

### 2.1 Definición del producto

El maní, tanto con vaina como en forma de granos, se obtiene de las variedades de la especie *Arachis hypogaea* L.

## 3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

### 3.1 Factores de calidad – generales

3.1.1 El maní deberá ser inocuo y apropiado para ser elaborado para el consumo humano.

3.1.2 El maní deberá estar exento de sabores, olores anormales, de insectos y ácaros vivos.

### 3.2 Factores de calidad – específicos

#### 3.2.1 Contenido de humedad

|                | Nivel máximo |
|----------------|--------------|
| Maní con vaina | 10 %         |
| Granos de maní | 9,0 %        |

Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.

3.2.2 Granos enmohecidos, rancios o descompuestos 0,2 % m/m máximo

- Granos enmohecidos son los que presentan filamentos con moho visible a simple vista.
- Granos descompuestos son los que muestran visiblemente una notable descomposición.
- Granos rancios son granos en que se ha producido la oxidación de los lípidos (no deben superar los 5 meq de oxígeno activo/kg) o se han formado ácidos grasos libres (no deben superar el 1,0 %), lo que determina la producción de sabores desagradables.

3.2.3 Materias extrañas orgánicas e inorgánicas: son componentes orgánicos e inorgánicos que no sean maní, por ejemplo: piedras, polvo, semillas, tallos, etc.

#### 3.2.3.1 Suciedad

Impurezas de origen animal (incluidos insectos muertos) 0,1 % m/m máximo

#### 3.2.3.2 Otras materias extrañas orgánicas e inorgánicas

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| Maní con cáscara | 0,5 % m/m máximo |
| Granos de maní   | 0,5 % m/m máximo |

## 4. CONTAMINANTES<sup>1</sup>

### 4.1 Metales pesados

Los productos regulados por las disposiciones de esta norma deberán estar exentos de metales pesados en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud humana.

#### 4.2 Residuos de plaguicidas

El maní se ajustará a los límites máximos de residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

### 5. HIGIENE

---

- 5.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional de Prácticas Recomendado – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.
- 5.2 En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.
- 5.3 Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:
- estará exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
  - estará exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y
  - no contendrá sustancias procedentes de microorganismos incluidos hongos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

### 6. ENVASADO

---

- 6.1 El maní se envasará de manera que se salvaguarden las cualidades higiénicas, nutricionales, tecnológicas y organolépticas del producto. El envase será resistente, y estará limpio, seco y exento de infestación de insectos o contaminación de hongos.
- 6.2 Los envases deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y apropiadas para el uso al que se destinan, incluidos los sacos de yute, los envases de hojalata y las cajas o sacos de plástico o papel nuevos y limpios. No deberán transmitir al producto sustancias tóxicas ni olores o sabores desagradables.
- 6.3 Cuando el producto se envase en sacos, éstos deberán estar limpios, ser resistentes y estar bien cosidos o sellados.

### 7. ETIQUETADO

---

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), deberán aplicarse las siguientes disposiciones específicas:

#### 7.1 Nombre del producto

El nombre del producto que deberá aparecer en la etiqueta será "maní" o "maní en la vaina" y el tipo de maní de que se trate.

#### 7.2 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor

La información relativa a los envases no destinados a la venta al por menor deberá figurar en el envase o en los documentos que lo acompañen, salvo que el nombre del producto, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador podrán ser sustituidos por una marca de identificación, siempre que tal marca sea claramente identificable con los documentos que acompañen al envase.

### 8. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

---

Véase textos relevantes del Codex sobre métodos de análisis y muestreo.

## APÉNDICE

En los casos en que figure más de un límite de factor y/o método de análisis se recomienda encarecidamente a los usuarios que especifiquen el límite y método de análisis apropiados.

| Factor/Descripción |   | Límite máximo                                       | Método de análisis |
|--------------------|---|---|--------------------|
| 1.                 | <b>Defectos en las vainas</b>   |   |                    |
| 1.1                | <b>Vainas vacías:</b> Vainas sin granos   | 3 % m/m   | por determinar     |
| 1.2                | <b>Vainas dañadas:</b> incluyen:<br>a) vainas arrugadas (vainas que se han desarrollado imperfectamente y se han encogido); o<br>b) vainas que tienen grietas o áreas quebradas que causan aberturas conspicuas o que debilitan considerablemente una gran porción de la vaina, especialmente si el grano que se encuentra en el interior de la vaina puede verse fácilmente sin que haya que hacer presión en los extremos de la grieta. | 10 % m/m  | por determinar     |
| 1.3                | <b>Vainas decoloradas:</b> Vainas que tienen decoloraciones oscuras causadas por el moho, manchas, u otras causas, y dichas decoloraciones afectan el 50 % o más de la superficie de la vaina.  | 2 % m/m   | por determinar     |
| 2.                 | <b>Defectos de los granos</b>   |   |                    |
| 2.1                | Granos dañados: incluyen:<br>a) los afectados por daños debidos a congelación que dan lugar a una pulpa dura, translúcida y decolorada;<br>b) granos arrugados que se han desarrollado imperfectamente y se han encogido; y/o<br>c) los dañados por cortes de insectos o gusanos<br>d) daños mecánicos<br>e) granos germinados  | 1 % m/m<br>5 % m/m<br>2 % m/m<br>2 % m/m<br>2 % m/m | por determinar     |
| 2.2                | <b>Granos decolorados:</b> Los granos no están dañados, pero están afectados por uno o más de los siguientes factores:<br>a) decoloración de la pulpa (cotiledón) que es más oscura que el amarillo claro o presenta señales algo más oscuras que el color amarillo de la pulpa; y/o<br>b) decoloración de la piel de color marrón oscuro, gris oscuro, azul oscuro o negro, y que cubre más del 25 % del grano.                          | 3 % m/m   | por determinar     |
| 2.3                | <b>Granos quebrados y partidos:</b> Granos quebrados son los granos de los que se ha desprendido más de una cuarta parte. Granos partidos son los que se han dividido en dos mitades.   | 3 % m/m   | por determinar     |
| 3.                 | Granos de maní distintos del tipo designado.  | 5 % m/m   | por determinar     |



# NORMA PARA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PENETRABILIDAD

## CAPÍTULO A0103 - MÉTODO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN (ASTM D5 - AASHTO T49-97)

### OBJETO

---

Este método describe un procedimiento para determinar la dureza, mediante penetración, de materiales bituminosos sólidos y semisólidos. **ANEXO DETALLES ESPECIFICOS AO 103**

El ensayo de penetración se usa como una medida de consistencia; valores altos de penetración indican consistencias más blandas.

### EQUIPOS Y MATERIALES

---

#### 1. Penetrómetro

Cualquier equipo que permita el movimiento vertical sin fricción apreciable del vástago sostenedor de la aguja, y que sea capaz de indicar la profundidad de la penetración con una precisión de 0,1 mm. El peso del vástago será de  $47,5 \pm 0,05$  g. El peso total de la aguja y el vástago será de  $50,0 \pm 0,05$  g. Para cargas totales de 100 g y 200 g, dependiendo de las condiciones en que se aplique el ensayo, se estipulan pesas de  $50,0 \pm 0,05$  g y  $100,0 \pm 0,05$  g.

La superficie sobre la que se apoya la cápsula que contiene la muestra será lisa y el eje del émbolo deberá estar aproximadamente a 90° de esta superficie. El vástago deberá ser fácilmente desmontable para comprobar su peso.

#### 2. Aguja de penetración

La aguja (ver Figura A0103\_1) es de acero inoxidable templado y duro, grado 440-C o equivalente, HRC 54 a 60; debe tener aproximadamente 50 mm de largo y su diámetro entre 1,00 y 1,02 mm.

Será simétricamente afilada en forma cónica, con un ángulo entre 8,7 y 9,7° con respecto al largo total del cono, el que debe ser coaxial con el cuerpo recto de la aguja. La variación total axial de la intersección del cono y la superficie recta no debe exceder de 0,2 mm. La punta truncada del cono debe tener un diámetro entre 0,14 y 0,16 mm y en ángulo recto al eje de la aguja con una tolerancia de 2°.

El filo de la superficie de la punta truncada debe ser bien formado y libre de rugosidad. Cuando la textura de la superficie se mide de acuerdo con la *American National Standard B 46.1 o ISO468*, la aspereza superficial (Ra) del cono aguzado debe estar entre 0,2 y 0,3 µm como promedio aritmético.

La aspereza superficial (Ra) del eje de la aguja debe estar entre 0,025 y 0,125 micrones.

La aguja debe montarse en un casquete de metal no corrosivo, que tenga un diámetro de  $3,2 \pm 0,05$  mm y una longitud de  $38 \pm 1$  mm. La longitud expuesta de la aguja estándar debe estar comprendida entre 40 y 45 mm.

La aguja debe estar rígidamente montada en el casquete. La carrera (lectura del indicador de penetración total) de la punta de la aguja y cualquier porción de la aguja relativa al eje del casquete, no deberá exceder de 1 mm.

La masa del conjunto casquete - aguja será de  $2,50 \pm 0,05$  g (se puede perforar con taladro o limar el casquete, para controlar el peso). Coloque marcas de identificación individual en el casquete de cada aguja; las mismas marcas no deberían repetirse por un mismo fabricante dentro de un período de tres años.

TABLA A0103\_1 TIPOS DE TERMÓMETROS

| ASTM n° | Rango        | Temperatura de ensayo |
|---------|--------------|-----------------------|
| 17 C    | 19 a 27 °C   | 25 °C                 |
| 63 C    | - 8 a+ 32 °C | 0 a 4 °C              |
| 64 C    | 25 a 55 °C   | 46 °C                 |

El termómetro para el baño de agua se debe calibrar periódicamente de acuerdo con el *Método de Ensayo ASTM E 77*.

#### CONDICIONES GENERALES

Cuando no se especifiquen las condiciones de ensayo, considere la temperatura, carga y tiempo, en 25°C, 100 g y 5 seg., respectivamente. Otras condiciones de temperatura, carga y tiempo pueden usarse para ensayos especiales, tales como los que se muestran en la Tabla A0103\_2.

TABLA A0103\_2 CONDICIONES PARA ENSAYOS ESPECIALES

| Temperatura (°C) | Carga (g) | Tiempo (s) |
|------------------|-----------|------------|
| 0                | 200       | 60         |
| 4                | 200       | 60         |
| 45               | 50        | 5          |

#### PROCEDIMIENTO

12. Examine la aguja y guía para comprobar que esté perfectamente seca y libre de otros materiales extraños. Si la penetración esperada excede 350 use una aguja larga; en otros casos, utilice una aguja corta. Limpie la aguja de penetración con tolueno u otro solvente adecuado, seque con un paño limpio e inserte la aguja en el penetrómetro. A menos que se especifique otra cosa, coloque el peso de 50 g sobre la aguja, obteniendo una masa total de  $100 \pm 0,1$  g.

13. Si el ensayo se hace con el penetrómetro en el baño, coloque la cápsula con muestra directamente sumergida sobre la superficie de éste (Nota 2), y deje la cápsula con la muestra en el baño, completamente cubierta con agua. Si el ensayo se realiza con el penetrómetro fuera del baño, coloque la muestra en el transportador de cápsula, cúbrala completamente con agua a la temperatura del baño (constante) y ubique el transportador sobre la superficie del penetrómetro.

**Nota 1:** Para ensayos cuando las penetraciones son a temperaturas diferentes de 25°C, las mismas deben realizarse sin remover la muestra del baño.

14. Posicione la aguja descendiendo lentamente hasta que la punta haga contacto con la superficie de la muestra; realice esto con la punta de la aguja haciendo contacto real con su imagen reflejada sobre la superficie de la muestra, para lo cual empleé una fuente luminosa (Nota 2).

**Nota 2:** La posición de la aguja se puede visualizar mejor con la ayuda de un tubo de iluminación de polimetil metacrilato.

15. Haga un mínimo de tres penetraciones en la superficie de la muestra en puntos distanciados al menos 10 mm de la pared de la cápsula y a no menos de 10 mm entre uno y otro. Si se usa el transportador de cápsula, retorne la muestra y el transportador al baño de agua entre determinaciones; use una aguja limpia para cada determinación. Si la penetración es mayor que 200, use un mínimo de tres agujas, dejándolas en la muestra hasta completar las tres penetraciones.

## **NORMAS PARA ENTRENAMIENTO DE PANELISTAS.**

El panelista que va a realizar alguna prueba sensorial, debe estar descansado dispuesto y con la mente despejada; los panelistas se eligen de un grupo grande, los cuales se van clasificando de acuerdo a las habilidades para diferenciar muestras, es importante que el panelista que ha sido seleccionado, tenga una sensibilidad tal que al evaluar varias veces una muestra, los resultados obtenidos sean siempre los mismos.

### **Instrucciones.**

Le pedimos para la calificación del producto, tomarse el tiempo prudencial necesario analizando detenidamente cada una de las características que se detallan en el siguiente instructivo.

- **color:** fenómeno que involucra componentes físicos y psicológicos. La técnica se entregará el producto elaborado para que sea observado de acuerdo al criterio panelista. El color deberá ser dorado, uniforme y agradable a la vista.

| CATEGORÍAS   | TRATAMIENT |   |
|--------------|------------|---|
|              | 1          | 2 |
| Excelente    |            |   |
| Muy Bueno    |            |   |
| Bueno        |            |   |
| Regular      |            |   |
| Malo         |            |   |
| <b>TOTAL</b> |            |   |

- **olor:** un producto detectado cuando sus componentes volátiles ingresan a la cavidad nasal y son percibidos por el sistema olfatorio. Aroma es el olor de un producto alimenticio. La técnica se entregará el producto elaborado para que sea percibido agradable o desagradable de acuerdo al criterio panelista, debe ser característico del producto sin olores desagradables o a rancio.

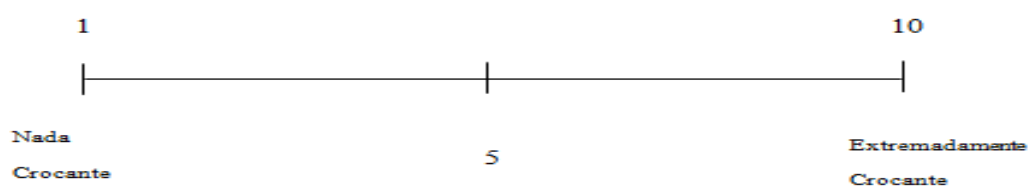
| CATEGORÍAS   | TRATAMIENTO |   |
|--------------|-------------|---|
|              | 1           | 2 |
| Excelente    |             |   |
| Muy Bueno    |             |   |
| Bueno        |             |   |
| Regular      |             |   |
| Malo         |             |   |
| <b>TOTAL</b> |             |   |

- **sabor:** es la sensación que causa un alimento en la boca el ser percibido por los sentidos químicos (olfato, gusto y sentido químico común). La técnica se entregará el producto elaborado para que sea degustado mediante la masticación de la salchicha dirá si es agradable o desagradable de acuerdo al criterio panelista. Debe tener un sabor agradable, es decir debe ser característico del producto. Este producto no debe ser ácido ni presentar sabor rancio.

| CATEGORÍAS   | TRATAMIENTO |   |
|--------------|-------------|---|
|              | 1           | 2 |
| Excelente    |             |   |
| Muy Bueno    |             |   |
| Bueno        |             |   |
| Regular      |             |   |
| Malo         |             |   |
| <b>TOTAL</b> |             |   |

- **Crocancia:** es la fuerza requerida para comprimir la pasta entre los molares cuando realizamos el primer mordisco/masticada.

La técnica “Unir” los dientes comprimiendo la muestra, evaluar la fuerza requerida para comprimir la muestra. A mayor chasquido mayor Crocancia. (Hougt, 2013)



## FICHA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO

**PRODUCTO:** Barra de Cereales

**FECHA:**

Se requiere evaluar la aceptabilidad de diferentes formulaciones de barras de cereales para lo cual se le solicita que responda con honestidad para así establecer la mejor dosificación.

**COLOR:**

| Atributos: | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Excelente  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Muy bueno  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Bueno      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Regular    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Malo       |    |    |    |    |    |    |    |    |

**OLOR:**

| Atributos:                   | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Muy agradable                |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Agradable                    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Ni agradable ni desagradable |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Regular                      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Malo                         |    |    |    |    |    |    |    |    |

**SABOR:**

| Atributos:                   | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Muy agradable                |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Agradable                    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Ni agradable ni desagradable |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Regular                      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Malo                         |    |    |    |    |    |    |    |    |

**TEXTURA:**

| Atributos:    | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Muy crocante  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Crocante      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Poco crocante |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Nada crocante |    |    |    |    |    |    |    |    |

**OBSERVACIONES:**

---



---

## ANEXO B

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**Tabla 39.** Resultado del Análisis del Índice de Penetrabilidad de las barras de cereales

| Índice de Penetrabilidad mm Hg |       |       |       | $\Sigma$ | x     |
|--------------------------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| Tratamiento                    | R1    | R2    | R3    |          |       |
| <b>T1</b>                      | 22,50 | 22,72 | 22,65 | 67,87    | 22,62 |
| <b>T2</b>                      | 20,50 | 20,65 | 20,64 | 61,79    | 20,60 |
| <b>T3</b>                      | 19,42 | 19,62 | 19,65 | 58,69    | 19,56 |
| <b>T4</b>                      | 19,10 | 19,15 | 19,13 | 57,38    | 19,13 |
| <b>T5</b>                      | 22,65 | 22,70 | 22,75 | 68,10    | 22,70 |
| <b>T6</b>                      | 22,54 | 22,58 | 22,61 | 67,73    | 22,58 |
| <b>T7</b>                      | 20,16 | 20,28 | 20,17 | 60,61    | 20,20 |
| <b>T8</b>                      | 20,04 | 20,08 | 20,04 | 60,16    | 20,05 |

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple UTN

**Tabla 40.** Resultado del Análisis de Humedad de las barras de cereales

| HUMEDAD g/100g |       |       |       | $\Sigma$ | x     |
|----------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| Tratamiento    | R1    | R2    | R3    |          |       |
| <b>T1</b>      | 6,28  | 6,30  | 6,42  | 19,00    | 6,33  |
| <b>T2</b>      | 9,50  | 8,92  | 9,45  | 27,87    | 9,29  |
| <b>T3</b>      | 6,28  | 6,25  | 6,35  | 18,88    | 6,29  |
| <b>T4</b>      | 9,55  | 8,96  | 9,22  | 27,73    | 9,24  |
| <b>T5</b>      | 8,48  | 8,40  | 8,60  | 25,48    | 8,49  |
| <b>T6</b>      | 10,25 | 10,02 | 10,38 | 30,65    | 10,22 |
| <b>T7</b>      | 7,10  | 6,96  | 7,15  | 21,21    | 7,07  |
| <b>T8</b>      | 9,70  | 9,60  | 9,50  | 28,80    | 9,60  |

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple UTN

**Tabla 41.** Resultado del Análisis de Cenizas de las barras de cereales

| CENIZAS g/100g |      |      |      | $\Sigma$ | x    |
|----------------|------|------|------|----------|------|
| Tratamiento    | R1   | R2   | R3   |          |      |
| T1             | 1,81 | 1,79 | 1,81 | 5,41     | 1,80 |
| T2             | 1,88 | 1,85 | 1,87 | 5,60     | 1,87 |
| T3             | 1,53 | 1,53 | 1,52 | 4,58     | 1,53 |
| T4             | 1,78 | 1,80 | 1,79 | 5,37     | 1,79 |
| T5             | 1,82 | 1,81 | 1,82 | 5,45     | 1,82 |
| T6             | 1,78 | 1,77 | 1,80 | 5,35     | 1,78 |
| T7             | 1,90 | 1,93 | 1,91 | 5,74     | 1,91 |
| T8             | 1,85 | 1,83 | 1,85 | 5,53     | 1,84 |

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple UTN

**Tabla 42.** Resultado del Análisis de Azúcar de las barras de cereales

| AZÚCAR g/100g |       |       |       | $\Sigma$ | x     |
|---------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| Tratamiento   | R1    | R2    | R3    |          |       |
| T1            | 48,29 | 48,25 | 48,32 | 144,86   | 48,29 |
| T2            | 48,32 | 47,83 | 48,28 | 144,43   | 48,14 |
| T3            | 40,28 | 40,92 | 40,88 | 122,08   | 40,69 |
| T4            | 44,47 | 44,57 | 44,50 | 133,54   | 44,51 |
| T5            | 48,92 | 48,85 | 45,82 | 146,59   | 48,86 |
| T6            | 44,11 | 44,45 | 44,45 | 133,01   | 44,34 |
| T7            | 41,50 | 41,69 | 41,61 | 124,80   | 41,60 |
| T8            | 40,62 | 40,57 | 40,75 | 121,94   | 40,65 |

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple UTN

**Tabla 43.** Resultado del Análisis de Fibra de las Barras de Cereales

| Fibra g/100g |      |      |      | $\Sigma$ | x     |
|--------------|------|------|------|----------|-------|
| Tratamiento  | R1   | R2   | R3   |          |       |
| <b>T1</b>    | 3,80 | 3,60 | 3,80 | 11,20    | 3,73  |
| <b>T2</b>    | 4,00 | 4,10 | 4,10 | 12,20    | 4,07  |
| <b>T3</b>    | 6,41 | 6,45 | 6,42 | 19,28    | 12,43 |
| <b>T4</b>    | 6,65 | 6,60 | 6,64 | 19,89    | 12,63 |
| <b>T5</b>    | 4,75 | 4,85 | 4,72 | 14,32    | 4,77  |
| <b>T6</b>    | 4,60 | 4,54 | 4,62 | 13,76    | 4,59  |
| <b>T7</b>    | 4,40 | 4,43 | 4,45 | 13,28    | 4,43  |
| <b>T8</b>    | 4,30 | 4,32 | 4,30 | 12,92    | 4,31  |

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple UTN

**Tabla 44.** Resultados del Análisis del Extracto Etéreo

| Extracto Etéreo g/100g |       |       |       | $\Sigma$ | x     |
|------------------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| Tratamiento            | R1    | R2    | R3    |          |       |
| <b>T1</b>              | 19,60 | 20,55 | 20,59 | 60,74    | 20,25 |
| <b>T2</b>              | 20,25 | 19,90 | 20,15 | 60,30    | 20,10 |
| <b>T3</b>              | 18,43 | 18,47 | 18,97 | 55,87    | 18,62 |
| <b>T4</b>              | 18,15 | 19,85 | 18,92 | 56,92    | 18,97 |
| <b>T5</b>              | 20,90 | 20,72 | 20,65 | 62,27    | 20,76 |
| <b>T6</b>              | 21,52 | 20,13 | 21,10 | 62,75    | 20,92 |
| <b>T7</b>              | 19,38 | 19,15 | 19,12 | 57,65    | 19,22 |
| <b>T8</b>              | 19,50 | 19,45 | 19,45 | 58,40    | 19,47 |

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple UTN



**Tabla 45.** Resultado del Análisis de Proteína de las Barras de Cereales

| Proteína g/100g |       |       |       | $\Sigma$ | x     |
|-----------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| Tratamiento     | R1    | R2    | R3    |          |       |
| <b>T1</b>       | 13,52 | 13,68 | 13,45 | 40,65    | 13,55 |
| <b>T2</b>       | 18,52 | 17,98 | 18,35 | 54,85    | 18,28 |
| <b>T3</b>       | 11,76 | 12,14 | 11,78 | 35,68    | 11,89 |
| <b>T4</b>       | 12,36 | 12,55 | 12,76 | 37,67    | 12,56 |
| <b>T5</b>       | 12,56 | 13,07 | 13,06 | 38,69    | 12,90 |
| <b>T6</b>       | 12,88 | 12,99 | 12,77 | 38,64    | 12,88 |
| <b>T7</b>       | 11,02 | 11,01 | 11,01 | 33,04    | 11,01 |
| <b>T8</b>       | 11,56 | 12,03 | 12,03 | 35,62    | 11,87 |

**Fuente:** Laboratorio de Uso Múltiple UTN



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

**FICAYA**  
*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Informe N°:               | 019 – 2015              |
| Análisis solicitado por:  | Elizeth Reina           |
| Empresa:                  | Particular              |
| Muestreado:               | Propietario             |
| Fecha de recepción:       | 22 de diciembre de 2014 |
| Fecha de entrega informe: | 13 de enero de 2015     |
| Ciudad:                   | Ibarra                  |
| Provincia:                | Imbabura                |

| # | Muestra     | Codificación o # de Lote |
|---|-------------|--------------------------|
| 1 | Macadamia   | No aplica                |
| 2 | Amaranto    | No aplica                |
| 3 | Sacha Inchi | No aplica                |

| Parámetro Analizado | Unidad   | Resultado |          |             | Método de ensayo |
|---------------------|----------|-----------|----------|-------------|------------------|
|                     |          | Macadamia | Amaranto | Sacha Inchi |                  |
| Humedad             | g/ 100 g | 3,40      | 8,64     | 4,80        | AOAC 826.10      |
| Proteína total      | g/ 100 g | 8,00      | 18,30    | 32,80       | AOAC 820.87      |
| Extracto etéreo     | g/ 100 g | 75,00     | 6,48     | 48,00       | AOAC 820.85      |
| Cenizas             | g/ 100 g | 1,65      | 3,20     | 4,00        | AOAC 823.03      |
| Fibra Bruta         | g/ 100 g | 7,80      | 4,60     | 6,15        | AOAC 878.10      |

*Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas*

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



**Visión Institucional**

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova, Barrio El Olivo.  
Teléfono: (06)2097800  
Fax: Ext. 7711.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

**FICAYA**

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Informe N°:               | 015 – 2015              |
| Análisis solicitado por:  | Sra. Elizabeth Reina    |
| Empresa:                  | Particular              |
| Muestreado:               | Propietario             |
| Fecha de recepción:       | 22 de diciembre de 2014 |
| Fecha de entrega Informe: | 27 de Febrero de 2015   |
| Ciudad:                   | Ibarra                  |
| Provincia:                | Imbabura                |

| # | Muestra     | Codificación o # de Lote |
|---|-------------|--------------------------|
| 1 | Sacha Inchi | No Aplica                |
| 2 | Macadamia   | No Aplica                |
| 3 | Amaranto    | No Aplica                |

| Parámetro Analizado               | Unidad               | Resultado   |           |          | Método de ensayo   |
|-----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|----------|--|
|                                   |                      | Sacha Inchi | Macadamia | Amaranto |  |
| Extracto Etéreo                   | %                    | 49          | 76        | 6.5      |  |
| Linoleico acid                    | Omega 6 g/ 100 g E.E | ---         | 22.33     | 9.23     | AOAC 920.86  |
| g-linoleico acid                  | Omega 6 g/ 100 g E.E | ---         | 1.00      | 0.26     | Esterificación, identificación y cuantificación cromatográfica |
| Linolenico acid                   | Omega 3 g/ 100 g E.E | 11.75       | 1.10      | 13.82    |  |
| Cis-11,14-Elicosadienico acid     | Omega 6 g/ 100 g E.E | 0.06        | 0.50      | ---      |  |
| Cis-8-11-14-Elicosatrienico acid  | Omega 6 g/ 100 g E.E | 0.02        | ---       | ---      |  |
| Cis-11-14-17-Elicosatrienico acid | Omega 3 g/ 100 g E.E | 0.02        | ---       | ---      |  |
| Araquidónico Acid                 | Omega 6 g/ 100 g E.E | 0.29        | 1.26      | 0.33     |  |
| Cis-13-16-Docosadienico acid      | Omega 6 g/ 100 g E.E | ---         | ---       | ---      |  |

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio 8-21 y José María  
Córdova, Barrio El Olivo.  
Teléfono: (06)2907800  
Fax: Ext. 7111.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

**Visión Institucional**

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

**FICAYA**

*Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos*

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Informe N°:               | 015 – 2015              |
| Análisis solicitado por:  | Srta. Elizeth Reina     |
| Empresa:                  | Particular              |
| Muestreado:               | Propietario             |
| Fecha de recepción:       | 22 de diciembre de 2014 |
| Fecha de entrega Informe: | 27 de Febrero de 2015   |
| Ciudad:                   | Ibarra                  |
| Provincia:                | Imbabura                |

| # | Muestra           | Codificación o # de Lote | Peso Declarado | Peso Encontrado |
|---|-------------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| 1 | Barra de cereales | A1                       | 75             | 75              |
| 2 | Barra de cereales | A2                       | 75             | 75              |
| 3 | Barra de cereales | A3                       | 75             | 75              |
| 4 | Barra de cereales | A4                       | 75             | 75              |
| 5 | Barra de cereales | B1                       | 75             | 75              |
| 6 | Barra de cereales | B2                       | 75             | 75              |
| 7 | Barra de cereales | B3                       | 75             | 75              |
| 8 | Barra de cereales | B4                       | 75             | 75              |

| Parámetro Analizado | Unidad  | Resultado      |       |       |       |       |       |       |       | Método de ensayo |  |
|---------------------|---------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|--|
|                     |         | A1             | A2    | A3    | A4    | B1    | B2    | B3    | B4    |                  |  |
| Linoleico acid      | Omega 6 | g/ 100 g barra | 2.088 | 3.292 | 5.554 | 3.786 | 2.088 | 3.292 | 5.554 | 3.786            | AOAC 920.86  |
| g-Linoleico acid    | Omega 6 | g/ 100 g barra | 0.079 | 0.117 | 0.213 | 0.121 | 0.079 | 0.117 | 0.213 | 0.121            | Esterificación, identificación y cuantificación cromatográfica |
| Linolenico acid     | Omega 3 | g/ 100 g barra | 2.656 | 1.101 | 1.181 | 1.579 | 2.656 | 1.101 | 1.181 | 1.579            |  |
| Araquidónico Acid   | Omega 6 | g/ 100 g barra | 0.162 | 0.183 | 0.319 | 0.224 | 0.162 | 0.183 | 0.319 | 0.224            |  |

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio 9-21 y José María  
Córdova, Barro El Olivo.  
Teléfono: (06)2997800  
Fax: Ext. 7711.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

**Visión Institucional**

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

**FICAYA**

**Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos**

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Informe N°:               | 019 – 2015              |
| Análisis solicitado por:  | Elizeth Reina           |
| Empresa:                  | Particular              |
| Muestreado:               | Propietario             |
| Fecha de recepción:       | 22 de diciembre de 2014 |
| Fecha de entrega informe: | 13 de enero de 2015     |
| Ciudad:                   | Ibarra                  |
| Provincia:                | Imbabura                |

| # | Muestra           | Codificación o # de Lote | Peso Declarado | Peso Encontrado |
|---|-------------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| 1 | Barra de Cereales | T5                       | 75             | 75              |
| 2 | Barra de Cereales | T6                       | 75             | 75              |

| Parámetro Analizado   | Unidad   | Resultado |          | Método de ensayo |
|-----------------------|----------|-----------|----------|------------------|
|                       |          | T5        | T6       |                  |
| Humedad               | g/ 100 g | 8.49      | 10.22    | AOAC 925.10      |
| Proteína total        | g/ 100 g | 12.90     | 12.88    | AOAC 920.87      |
| Extracto etéreo       | g/ 100 g | 20.79     | 20.92    | AOAC 920.86      |
| Cenizas               | g/ 100 g | 1.82      | 1.78     | AOAC 923.03      |
| Fibra Bruta           | g/ 100 g | 4.77      | 4.59     | AOAC 978.10      |
| Carbohidratos totales | g/ 100 g | 54.40     | 54.49    | Cálculo          |
| Aerobios Mesofílicos  | g/ 100 g | Ausencia  | Ausencia | AOAC 989.10      |
| Mohos                 | g/ 100 g | Ausencia  | Ausencia | AOAC 987.10      |
| Levaduras             | g/ 100 g | Ausencia  | Ausencia |                  |

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



**Visión Institucional**

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova, Barrio El Olivo.  
Teléfono: (06)2997800  
Fax: Ext. 7711.  
Email: [utm@utm.edu.ec](mailto:utm@utm.edu.ec)  
[www.utm.edu.ec](http://www.utm.edu.ec)  
Ibarra - Ecuador

## ANEXO C

### ESPECIFICACIONES PAE

**INFORMACIÓN NUTRICIONAL**

Tamaño de la porción: 25g  
Porciones por envase: 1

**CANTIDAD POR PORCIÓN:**

Energía: 425 kJ / 102 kcal  
Energía de grasas: 82.38 kJ / 20.2 kcal

| % Valor Diario                               |              |
|--|--------------|
| Grasa total                                  | 2.65 6%      |
| Grasa saturada                               | 0 0%         |
| Carbohidratos                                | 0 0%         |
| Proteínas                                    | 20 15.7%     |
| Carbohidratos totales                        | 18 6%        |
| Fibra dietética                              | 2.5 6%       |
| Azúcares                                     | 7 6%         |
| * No se tienen especificaciones establecidas |              |
| Vitamina A                                   | 2% Calcio 4% |
| Hierro                                       | 3%           |

**INGREDIENTES:** Avena, soya, grasa vegetal, miel de panela, azúcar, zanahoria, arroz crocante, ajonjolí.

Registro Sanitario: 012190 INHOAN 0810  
Lote / Elaboración: / Vencimiento:

Tiempo máximo de consumo: 6 meses  
Conserve en lugar fresco y seco

**Gobierno de la República del Ecuador**  
ministerio de educación  
Programa de Alimentación Escolar

**barra de cereales 100% Natural**

Tu dosis diaria para estar con las pilas puestas!

**PESO NETO 25 g**

PAE: Programa de Alimentación Escolar  
José Luis Tamayo # 1025 y Lizardo García  
Edificio Clase Ecuador - 5to piso  
Teléfono: (02) 222 25 87 / (02) 222 25 88  
E-mail: alimentacion.escolar@pae.gob.ec  
www.pae.gob.ec

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
**GRANOLA EN BARRA**

**COMPOSICIÓN**

Es una barra a base de cereales precocidos, semillas y vegetales deshidratados a los que se añade panela y aceite vegetal, libre de mal olor o contaminación y está concebido para ser consumido directa y diariamente en porciones de 25 gramos.

| Granola en barra         | % Referencial |
|--------------------------|---------------|
| Avena                    | 44.40         |
| Ajonjolí                 | 0.50          |
| Panela                   | 27.00         |
| Soya tostada (triturada) | 12.00         |
| Zanahoria                | 5.00          |
| Grasa vegetal            | 7.10          |
| Arroz crocante           | 4.00          |
| Vitaminas y Minerales    | *             |
| αTocoferoles             | 300 mg/kg     |

\* Referirse a la Tabla de Aporte de Vitaminas y Minerales

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES**

Las características nutricionales del producto en 100 gramos son las siguientes:

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| Energía   | > a 350 (Kcal. /100) |
| Proteínas | > a 10 (g/100g)      |
| Grasa     | > a 9 (g/100g)       |
| Humedad   | <10 (g/100g)         |

**REGISTROS SANITARIOS**

Nutrico : En trámite

**TABLA DE VITAMINAS Y MINERALES EN 25 GRAMOS DE PRODUCTO**

| Micronutrientes     | Total Producto Final | Recomendaciones WHO/FAO 2004     | Límite mínimo | Límite máximo |
|---------------------|----------------------|----------------------------------|---------------|---------------|
| Vitamina A (1) UI   | 126.15               | 500 ug RE                        | 100.00        | 250           |
| Ácido fólico ug     | 52.5                 | 300 ug DFE                       | 37.20         | 300           |
| Tiamina (B1) (2) mg | 4.7                  | 0.9 mg                           | 0.9           | 5             |
| Riboflavina (B2) mg | 0.79                 | 0.9 mg                           | 0.20          | 1.8           |
| Hierro (3) mg       | 0.52                 | 8.9 mg con 10% biodisponibilidad | 0.27          | 8.9           |
| Calcio (4) mg       | 40.56                | 700 mg                           | 40.00         | 700           |

**VERIFICACIÓN DE CALIDAD**

Los productos deben encontrarse libres de microorganismos patógenos y de acuerdo a las especificaciones microbiológicas descritas en el cuadro de certificación de calidad.

Los productos deben estar libres de insectos, fragmentos de insectos, huevos y larvas; pelos y excretas o partes de roedores y otros mamíferos, partes o excretas de aves; contaminantes físicos, químicos y radioactivos.

**CERTIFICACIÓN DE CALIDAD**

Límites Microbiológicos  
Los productos no deben exceder los siguientes niveles de contaminación:

| Prueba                       | Caso | Clase/Plan | Límite por g |   |
|------------------------------|------|------------|--------------|---|
|                              |      |            | n            | c |
| Bacterias aerobias mesófilas | 6    | 3          | 5            | 2 |
| Coliformes                   | 6    | 3          | 5            | 1 |
| Salmonella en 25 g           | 11   | 2          | 10           | 0 |
| E.Coli                       | 10   | 2          | 5            | 0 |
| B.Cereus                     | 10   | 2          | 5            | 0 |
| S.Aureus                     | 10   | 2          | 5            | 0 |
| Mohos y Levaduras            | 2    | 3          | 5            | 2 |

<sup>a</sup> <3 significa ningún tubo positivo en el método Standard del NMP de 3 tubos  
Los productos no deben sobrepasar los siguientes niveles tóxicos y antinutricionales:

|            |          |
|------------|----------|
| Aflatoxina | <5ppb    |
| Ureaa      | Negativo |

# ESTANDAR PARA CROMATOGRAFIA

## Certificate of Analysis

DESCRIPTION: F.A.M.E. Mix C8-C22

CATALOG NO.: 18920-1AMP


MPG DATE: Nov-2010

LOT NO.: LB80284

EXPIRATION DATE: Nov-2013

| ANALYTE (1)                     | CAS NUMBER | PERCENT PURITY (2) | WEIGHT% (3) | ANALYTICAL (4) | STD DEV  | SUPELCO LOT NO |
|---------------------------------|------------|--------------------|-------------|----------------|----------|----------------|
| CIS-9-OLEIC METHYL ESTER        | 112-62-9   | 99.9               | 19.4        | 19.2           | +/- 0.44 | LB74463        |
| METHYL ARACHIDATE               | 1120-28-1  | 99.9               | 1.9         | 1.9            | +/- 0.07 | LB71169        |
| METHYL BEHENATE                 | 929-77-1   | 99.9               | 1.9         | 1.8            | +/- 0.08 | LB71173        |
| METHYL DECANOATE (CAPRATE)      | 110-42-9   | 99.9               | 3.2         | 3.2            | +/- 0.09 | LB62949        |
| METHYL EICOSANOATE              | 2390-09-2  | 97.9               | 1.9         | 2.0            | +/- 0.04 | LB71184        |
| METHYL ERUCATE (CIS-13-DOCOSEN) | 1120-34-9  | 98.8               | 1.9         | 1.9            | +/- 0.08 | LB69070        |
| METHYL HEPTADECANOATE           | 1731-92-6  | 99.4               | 3.2         | 3.5            | +/- 0.11 | LB64387        |
| METHYL LAURATE                  | 111-82-0   | 99.8               | 6.4         | 6.4            | +/- 0.17 | LB32645        |
| METHYL LINOLEATE                | 112-63-0   | 99.7               | 13.0        | 13.3           | +/- 0.30 | LB75058        |
| METHYL LINOLENATE               | 301-00-8   | 99.1               | 6.4         | 5.9            | +/- 0.22 | LB71993        |
| METHYL MYRISTATE                | 124-10-7   | 99.9               | 3.2         | 3.1            | +/- 0.09 | LB71688        |
| METHYL OCTANOATE                | 111-11-5   | 99.9               | 1.9         | 1.9            | +/- 0.54 | LB71146        |
| METHYL PALMITATE                | 112-39-0   | 99.2               | 13.0        | 12.8           | +/- 0.30 | LB78273        |
| METHYL PALMITOLEATE (METHYL CI  | 1120-25-8  | 99.9               | 6.4         | 6.4            | +/- 0.16 | LB68760        |
| METHYL PENTADECANOATE           | 7132-64-1  | 99.7               | 1.9         | 1.9            | +/- 0.06 | LB53149        |
| METHYL STEARATE                 | 112-61-8   | 99.9               | 6.5         | 6.4            | +/- 0.18 | LB55918        |
| METHYL TRIDECANOATE             | 1731-88-0  | 99.9               | 3.2         | 3.2            | +/- 0.08 | LB64389        |
| MYRISTOLEIC ACID METHYL ESTER   | 56239-06-8 | 99.9               | 1.9         | 1.8            | +/- 0.05 | LB71172        |
| TRANS-9-ELAIDIC METHYL ESTER    | 1937-62-8  | 99.9               | 2.6         | 2.5            | +/- 0.08 | LB73439        |

- (1) Listed in alphabetical order.
- (2) Determined by capillary GC-FID, unless otherwise noted.
- (3) Weight percent of analyte, calculated by using analyte weights. The Total may not equal 100% due to rounding. Weight concentrations may not remain stable after opening, even if resealed. NIST-Traceable weights are used to verify balance calibration with the preparation of each lot.
- (4) Determined by chromatographic analysis against an independently prepared reference lot. Mean of replicate injections.

  
Elwood Doughty  
QA Manager

Supelco warrants that its products conform to the information contained in this publication. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. Please see the latest catalog or order invoice and packing slip for additional terms and conditions of sale.

 **SUPELCO**  
Analytical  
895 North 20th Road  
Bellefonte, PA 16823-0948 USA  
Phone: (814) 259-3441

## ANEXO D

### FOTOGRAFÍAS

**Recepción de la Materia Prima**



**Clasificación**



**Pesado**



**Elaboración De Jarabe**



**Mezclado de MS y MA**



**Amasado**



**Colocación en los moldes**



**Horneado**



**Empacado**





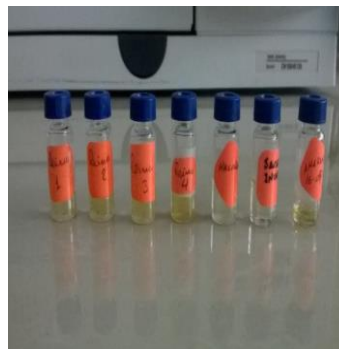
## ANÁLISIS FÍSICO

### Determinación del índice de Penetrabilidad



## ANÁLISIS QUÍMICO

### Extracto Etéreo



### Calibración Cromatógrafo



## ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

### Evaluación de los Panelistas

