



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**

**DECANATO DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA**

**MENCIÓN SISTEMAS AGROINDUSTRIALES**

**PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN Y/O  
DESARROLLO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MAGISTER EN AGROINDUSTRIAS  
MENCIÓN SISTEMAS AGROINDUSTRIALES**

**Evaluación de la composición bromatológica y actividad antioxidante de granola  
casera con adición de *Tropaeolum tuberosum* y *Oxalis tuberosa* deshidratada, en  
Riobamba.**

**AUTOR:**

**Yadira Elena Álvaro Hernández**

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:**

**Dra. Ana Lucía Chafla Moina, PhD**

**Puyo-Ecuador**

**2022**



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DECANATO DE POSGRADO  
FORMATO DP-UT-013A

**FORMATO DP-UT-013A: DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo Yadira Elena Álvaro Hernández, con cédula de identidad 0603380551, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o desarrollo titulado “Evaluación de la composición bromatológica y actividad antioxidante de granola casera con adición de *Tropaeolum tuberosum* y *Oxalis tuberosa* deshidratada, en Riobamba”, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de titulación son de exclusiva responsabilidad de la autora; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.



Firmado electrónicamente por:  
YADIRA ELENA  
ALVARO  
HERNANDEZ

---

YADIRA ELENA ÁLVARO HERNÁNDEZ  
CI. 0603380551



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DECANATO DE POSGRADO  
FORMATO DP-UT-013B

**FORMATO DP-UT-013B: CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL  
DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN**

**EL TRIBUNAL DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN**

**CERTIFICA QUE:**

El presente trabajo “**Evaluación de la composición bromatológica y actividad antioxidante de granola casera con adición de *Tropaeolum tuberosum* y *Oxalis tuberosa* deshidratada, en Riobamba**”, bajo la responsabilidad de la maestrante Yadira Elena Álvaro Hernández, ha sido meticulosamente revisado, autorizando su presentación:

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**DR. MANUEL LÁZARO PEREZ QUINTANA PhD.  
PRESIDENTE DE TRIBUNAL EVALUADOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**


**DR. REINIER ABREU NARANJO PhD.  
MIEMBRO 1**

**DR. AMAURY PEREZ MARTINEZ PhD  
MIEMBRO 2**



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DECANATO DE POSGRADO  
FORMATO DP-UT-011

**FORMATO DP-UT-011: AVAL DEL DIRECTOR DE TRABAJO TITULACIÓN**

<b>MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA MENCIÓN SISTEMAS AGROINDUSTRIALES</b>	
<b>COHORTE: III</b>	<b>FECHA ELABORACIÓN: 10/05/2022</b>
<b>INFORME FINAL Y AVAL</b>	
<p>Quien suscribe, ANA LUCIA CHAFLA MOINA, portadora de la cédula de identidad número: 0603147455, en calidad de Directora del trabajo de titulación denominado: “Evaluación de la composición bromatológica y actividad antioxidante de granola casera con adición de <i>Tropaeolum tuberosum</i> y <i>Oxalis tuberosa</i> deshidratada, en Riobamba.”, opción Proyecto de trabajo de titulación con componentes de investigación aplicada y/o desarrollo, a cargo del/la maestrante YADIRA ELENA ÁLVARO HERNÁNDEZ, portador del número de cédula de identidad: 0603380551, certifico haber acompañado y revisado el documento entregado a mi persona, considero que cumple con los objetivos planteados, los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución.</p> <p>Por lo antes expuesto se avala el trabajo de titulación para que sea presentado para la sustentación correspondiente.</p>	
<b>ELABORADO POR:</b>	
 <small>Firmado electrónicamente por:</small> <b>ANA LUCIA CHAFLA</b>	
<b>ANA LUCIA CHAFLA MOINA DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DECANATO DE POSGRADO  
FORMATO DP-UT-013C

**FORMATO DP-UT-013C: CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO**

**CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO**

Quien suscribe el presente Dra. Ana Lucia Chafra Moina con CI: 0603147455, certifica que el Proyecto final de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo titulado: “**Evaluación de la composición bromatológica y actividad antioxidante de granola casera con adición de *Tropaeolum tuberosum* y *Oxalis tuberosa* deshidratada, en Riobamba**” ha sido examinado a través del sistema Antiplagio Urkund y presenta un porcentaje de similitud del 2%.

En el cantón Pastaza, a los 10 días del mes de mayo del 2022.



Firmado electrónicamente por:  
**ANA LUCIA  
CHAFLA**

---

Dra. Ana Lucia Chafra Moina  
**DIRECTORA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN**

Incluir la primera hoja del reporte de similitud de la herramienta antiplagio.














## Document Information

---

Analyzed document	proyecto para urkund.docx (D136132470)
Submitted	2022-05-11T03:37:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	ye.alvaroh@uea.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	achafla.uea@analysis.urkund.com

## Sources included in the report

---

<b>W</b>	URL: <a href="https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/2561/1101">https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/2561/1101</a> Fetched: 2021-02-18T17:56:50.6070000	 	1
<b>SA</b>	<b>V.B. CORRECCIONES Sandra MVT.pdf</b> Document V.B. CORRECCIONES Sandra MVT.pdf (D111460102)	 	2
<b>SA</b>	<b>jaqueline gualoto.pdf</b> Document jaqueline gualoto.pdf (D116375541)	 	1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000400013&amp;script=sci_arttext">https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000400013&amp;script=sci_arttext</a> Fetched: 2022-05-11T03:36:55.9600000	 	4
<b>W</b>	URL: <a href="http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4936/1/47752_1.pdf">http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4936/1/47752_1.pdf</a> Fetched: 2020-12-10T19:35:42.8670000	 	1
<b>SA</b>	<b>correcciontesisROCIOMARITZA (1).pdf</b> Document correcciontesisROCIOMARITZA (1).pdf (D124172120)	 	1
<b>SA</b>	<b>proyecto de tesis 28.docx antiplagio.docx</b> Document proyecto de tesis 28.docx antiplagio.docx (D47867459)	 	1

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Creador, Dios gracias por iluminarme cada día en este nuevo reto personal y profesional, siendo luz y sabiduría cada momento para poder avanzar con alegría y amor.

A mi madre por darme la vida y ser ese ejemplo de constancia y fortaleza.

A mi esposo Wilson Benítez por su amor, apoyo y palabras de aliento que en su compañía he logrado cumplir este sueño tan anhelado.

A mi hijo Matheito Sebastián por estar siempre junto a mí y ser mi mayor inspiración.

A mis Docentes de la maestría de la tan prestigiosa UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA, por los conocimientos impartidos durante este proceso de formación, el mismo que ha sido de mucho aprendizaje y actualización de conocimientos, por aquellos consejos y sobre todo porque creyeron en mí siempre, lo cual se ha visto reflejado en mi superación profesional.

Y en especial a la Dra. Anita Chafla, quien, con su guía, sustanciales recomendaciones y apoyo, se ha logrado estructurar este proyecto científico y de vida, plasmando los conocimientos adquiridos durante toda la maestría.

Como no agradecer a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO, mi alma mater quien después de muchos años me abrió las puertas para poder realizar mi parte experimental en el laboratorio de Bromatología, al Dr. Cesar Recalde DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS y de manera especial a la Ing. Carla Haro TÉCNICA DEL LABORATORIO quienes confiaron en mí y sobre todo por el apoyo a los futuros profesionales en estos proyectos de investigación que son de gran ayuda para la sociedad.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de Investigación a todo aquel que desee cuidar de su salud y se sienta orgulloso de pertenecer a nuestro querido Ecuador, país megadiverso en flora y fauna el cual debe ser aprovechado al máximo y con ello mejorar la calidad de vida de la sociedad.



## RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad es muy habitual encontrar en los supermercados de muchos países del mundo, la oferta de alimentos con propiedades saludables que atraen la atención del consumidor. El objetivo de la investigación fue evaluar la composición bromatológica y actividad antioxidante de la granola casera con adición de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y oca (*Oxalis tuberosa*) deshidratada. Se realizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. Se determinó que, a 80 °C durante 5 min en el proceso de escaldado, desapareció la astringencia y se redujo la concentración de azúcares solubles de 7,70 y 10,89 °Brix para la mashua y oca, respectivamente. En el deshidratado a 60 °C por 8 h, la oca obtuvo menor contenido de humedad de 79,92 %, alcanzó mayor rendimiento (30,4 %) y una concentración de azúcares solubles de 18,15 °Brix fue superior a la mashua. La composición bromatológica de la granola en relación con el contenido de humedad, los tres tratamientos se encuentran dentro de la Norma INEN 2595:2011. El porcentaje de ceniza y grasa fue mayor para el tratamiento con mashua con valores de 1,65 y 23,18%, respectivamente. El contenido de proteína fue superior en el tratamiento testigo con 4,61% y en el Extracto libre de Nitrógeno la granola mostró ser energética en los tres tratamientos, reportando mayor concentración el tratamiento con oca con 64,64 %, el mismo comportamiento se determinó en la capacidad antioxidante con 43,75 µm Trolox/g. La adición de los tubérculos aumentó la capacidad antioxidante de la granola.

**PALABRAS CLAVE:** granola, capacidad antioxidante, tubérculos andinos

## ABSTRACT

At present it is very common to find in supermarkets in many countries of the world, the offer of foods with healthy properties that attract the attention of the consumer. The objective of the research was to evaluate the bromatological composition and antioxidant activity of homemade granola with the addition of dehydrated mashua (*Tropaeolum tuberosum*) and oca (*Oxalis tuberosa*). A completely randomized design with three treatments and five repetitions was carried out. It was determined that, at 80 °C for 5 min in the blanching process, the astringency disappeared and the concentration of soluble sugars was reduced to 7.70 and 10.89 °Brix for mashua and oca, respectively. In the dehydrated at 60 °C for 8 h, the oca obtained a lower moisture content of 79.92 %, reached a higher yield (30.4 %) and the concentration of soluble sugars of 18.15 °Brix was higher than the mashua. . The bromatological composition of the granola in relation to the moisture content, the three treatments are within the INEN 2595:2011 Standard. The percentage of ash and fat was higher for the mashua treatment with values of 1.65 and 23.18%, respectively. The protein content was higher in the control treatment with 4.61% and in the Nitrogen Free Extract the granola showed to be energetic in the three treatments, reporting a higher concentration in the treatment with oca with 64.64%, the same behavior was determined in the antioxidant capacity with 43.75 µm Trolox/g. The addition of the tubers increased the antioxidant capacity of the granola.

**KEY WORDS:** granola, antioxidant capacity, Andean tubers

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pg.
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>PROBLEMA CIENTÍFICO</b>	<b>3</b>
<b>HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
<b>2.1 ALIMENTOS FUNCIONALES</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1 Componentes bioactivos</b>	<b>4</b>
<b>Antioxidantes</b>	<b>4</b>
<b>Fibra Dietética</b>	<b>4</b>
<b>Lípidos esenciales</b>	<b>5</b>
<b>Fructoligosacáridos</b>	<b>5</b>
<b>2.2 LA GRANOLA</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1 Aporte nutricional a partir de sus ingredientes</b>	<b>6</b>
<b>Hojuelas de Avena (<i>Avena sativa L</i>)</b>	<b>6</b>
<b>Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)</b>	<b>6</b>
<b>Arándanos (<i>Vaccinium myrtillus</i>)</b>	<b>6</b>
<b>Almendras (<i>Prunus dulcis</i>)</b>	<b>7</b>
<b>Nueces (<i>Juglans regia</i>)</b>	<b>7</b>
<b>Aceite de coco (<i>Cocos nucifera</i>)</b>	<b>7</b>
<b>Miel de panela</b>	<b>7</b>
<b>2.3 MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS COMO INGREDIENTES FUNCIONALES</b>	<b>8</b>
<b>2.3.1 Características generales de la Mashua (<i>Tropeaelum tuberosum</i>)</b>	<b>8</b>
<b>Productos con valor agregado a base de mashua</b>	<b>9</b>
<b>2.3.2 Características generales de la Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)</b>	<b>10</b>
<b>Productos con a valor agregado a base de oca</b>	<b>11</b>
<b>2.4 TECNOLOGÍAS APLICADAS AL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA GRANOLA</b>	<b>11</b>
<b>2.4.1 Endulzado al sol</b>	<b>11</b>
<b>2.4.2 Escaldado</b>	<b>11</b>
<b>2.4.3 Deshidratado</b>	<b>12</b>
<b>2.4.4 Tostado</b>	<b>12</b>
<b>2.4.5 Homogenizado manual</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>13</b>
<b>3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>13</b>
<b>3.1.1 Ubicación de la preparación de la granola</b>	<b>13</b>
<b>3.1.2 Ubicación de la fase experimental</b>	<b>13</b>

<b>3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>14</b>
3.3.1 Diseño de la Investigación	15
3.3.2 Adquisición de las materias primas	16
3.3.3 Elaboración del producto	16
<b>3.4 TRATAMIENTO DE LOS DATOS</b>	<b>20</b>
3.4.1 Análisis Estadístico	20
<b>3.5 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES</b>	<b>21</b>
3.5.1 Humanos	21
3.5.2 Equipos	21
3.5.3 Materiales	21
3.5.4 Insumos	22
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>23</b>
<b>4.1 METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LA GRANOLA CASERA CON ADICIÓN DE <i>T. Tuberosum</i> y <i>O. Tuberosa</i> DESHIDRATADA</b>	<b>23</b>
4.1.1 Proceso de escaldado de la mashua y oca	23
4.1.2 Proceso de deshidratado	25
<b>4.2 COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA GRANOLA CASERA CON ADICIÓN DE <i>T. Tuberosum</i> y <i>O. Tuberosa</i> DESHIDRATADA</b>	<b>26</b>
4.2.1 Humedad	27
4.2.2 Cenizas	27
4.2.3 Grasa	28
4.2.4 Proteína	29
4.2.5 Fibra cruda	30
4.2.6 Extracto libre de nitrógeno	30
<b>4.3 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA GRANOLA CASERA CON LA ADICIÓN DE <i>T. Tuberosum</i> y <i>O. Tuberosa</i> DESHIDRATADA</b>	<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>33</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>34</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS</b>	

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental para la formulación de la granola	15
Tabla 2. Operacionalidad de las variables	20
Tabla 3. Contenido de °Brix y astringencia de los tubérculos posterior al escaldado	23
Tabla 4. Porcentaje de Humedad y Rendimiento de los tubérculos	25
Tabla 5. Composición bromatológica de los tres tratamientos de la granola	26

<b>Tabla 6. Capacidad antioxidante para los tres tratamientos de la granola</b>	<b>31</b>
---	-----------

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1. Ubicación del lugar donde se elaboró la granola casera</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2. Ubicación del lugar de la fase experimental ESPOCH</b>	<b>14</b>
<b>Figura 3. Ubicación del lugar de la fase experimental INIAP</b>	<b>14</b>
<b>Figura 4. Diagrama de flujo usado para el pretratamiento de la mashua</b>	<b>16</b>
<b>Figura 5. Diagrama de flujo usado para el pretratamiento de la oca</b>	<b>17</b>
<b>Figura 6. Diagrama de flujo para elaboración de granola casera y con adición de mashua y oca deshidratada.</b>	<b>18</b>

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La nutrición adecuada, entendida como suficiente, dirigida a evitar déficits, ha dejado de ser la meta en las sociedades desarrolladas (Flórez et al., 2014). La investigación científica, la innovación tecnológica y la actual tendencia hacia lo saludable revolucionaron la industria alimenticia con el nuevo concepto de "alimentos funcionales" (Millone et al., 2011).

En la actualidad es muy habitual encontrar en los supermercados de muchos países del mundo, la oferta de alimentos con propiedades saludables que atraen la atención del consumidor como: bebidas lácteas que ayudan a controlar la presión arterial (Montaño et al., 2011), bacterias que estimulan el sistema inmune y alergias gastrointestinales (Maldonado et al., 2018). Los alimentos fibrosos también han ayudado a reducir las enfermedades cardiovasculares e incluso están indicados para pacientes con diabetes por su potencial para reducir los niveles de insulina en sangre y la concentración de lípidos (Vilcanqui & Vélchez, 2017).

Entre los alimentos fibrosos para tratar estos problemas de salud se encuentran las granolas que se caracterizan por estar constituidas por una mezcla de granos de cereal, frutos secos, trigo, maíz, arroz, arándanos, semillas oleaginosas, entre otras, presentan un excelente sabor, alto en valor energético y se muestra como un producto con alta tendencia de consumo (Van et al., 2021).

La granola al ser un producto que admite diferentes ingredientes da lugar a la búsqueda de nuevas materias primas no tradicionales que poseen potencial funcional por su contenido en compuestos fitoquímicos como el caso de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y la oca (*Oxalis tuberosa*) cultivos que se han mantenido en forma sostenible en el mercado quedando únicamente para el consumo local de los agricultores de las comunidades andinas.

Varios estudios indican que la mashua posee un alto contenido de compuestos bioactivos tales como fenoles totales, flavin 3-ols, antocianinas, proantocianinas, carotenoides, triterpenos, esteroides, flavonas y leucoantocianidinas, lo que hace que tenga propiedades terapéuticas y medicinales (Guevara et al., 2018; Pillajo et al., 2019; Velásquez & Velezmoro, 2022). Inostroza et al., (2015) encontraron un elevado contenido de compuestos fenólicos, así como una alta capacidad antioxidante.

De igual forma la oca es una fuente energética importante por su elevado contenido de almidones digeribles, además posee fructooligosacáridos, proteínas, fibra dietética, hierro, calcio, ácido ascórbico y riboflavina, su color determina su composición ya que las ocas de color amarillo naranja contienen carotenoides y el color rojo rosa contiene antocianinas, dándole a este tubérculo propiedades antioxidantes (Zhu & Cui, 2020).

## **PROBLEMA CIENTÍFICO**

¿Qué efecto tiene la adición de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* deshidratada, en la composición bromatológica y actividad antioxidante de la granola casera que se elabora en Riobamba?

## **HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:**

La adición de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* deshidratada mejora la composición bromatológica y la actividad antioxidante de la granola casera.

## **OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar la composición bromatológica y actividad antioxidante de la granola casera, con adición de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* deshidratada, en Riobamba

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Proponer una metodología de elaboración de granola casera con adición de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* deshidratada.
2. Determinar la composición bromatológica de la granola casera con adición de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* deshidratada.
3. Evaluar la actividad antioxidante de la granola casera con la adición *T. tuberosum* y *O. tuberosa* deshidratada.

## CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ALIMENTOS FUNCIONALES:

Son aquellos productos alimenticios que además de ser fuente de compuestos nutricionales aportan otros beneficios para quienes lo consumen, además hay que considerar que existe una gran tendencia a nivel mundial por el consumo de este tipo de alimentos; toda vez que las recomendaciones dietarias en la actualidad proponen un incremento del consumo de alimentos que contienen fotoquímicos tales como carotenoides, flavonoides, isocianatos, provocando en la Industria Alimentaria un interés cada vez mayor por crear alimentos que promuevan la salud del consumidor y lograr un estilo de vida más sostenible y saludable (Inostroza et al., 2015; Davalos, 2019; Van Loo et al., 2021).

#### 2.1.1 Componentes bioactivos:

**Antioxidantes:** Según Aguado (2017); Davalos (2019); molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación, de otras moléculas, las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones que dañan las células. Los antioxidantes son compuestos conocidos por su capacidad de captar los radicales libres, esta intervención sobre el polimorfismo lipídico de la membrana, fundamente una verdadera capacidad antioxidante, ya que los compuestos antioxidantes favorecen la interacción con y entre las cadenas hidrocarbonadas de los fosfolípidos de la membrana, incrementando así el grado interno y el empaquetamiento de la bicapa lipídica.

Además, la capacidad antioxidante depende de muchos factores tales como propiedades de los sustratos, condiciones, etapas de la oxidación y localización de los antioxidantes en diferentes fases hidrofílica y lipofílica.

**Fibra dietética:** Es la parte comestible de las plantas o polímeros de hidratos de carbono (lignina, celulosa, pectinas, gomas,  $\beta$  glucanos y almidón modificado), que resisten la absorción y la digestión en el intestino delgado humano ya que no son hidrolizados por las enzimas del intestino delgado, con fermentación parcial o completa en el intestino grueso, se evidencia con varios estudios que la fibra dietética puede aumentar la saciedad y disminuir el apetito, contribuyendo así el control de ingesta de alimentos, este mecanismo se asume a las consecuencias de las propiedades físico-químicas tales como baja densidad de energía, aumento de la viscosidad y reducción de la absorción de alimentos o a la acción directa de los ácidos grasos de cadena corta generados durante la fermentación colónica; se recomienda consumir de 25 g/d y 38 g/d de fibra dietética en mujeres y hombres respectivamente, ya que su eficacia radica en la modulación de la microbiota intestinal y los diversos metabolitos



que producen son determinantes sobre los efectos fisiológicos del hospedero (Aigster et al., 2011; Agbaje et al., 2016; Ortega et al., 2016; Abreu et al., 2021).

**Lípidos esenciales:** Son aquellos que no pueden ser eficientemente sintetizados por el cuerpo humano y deben obtenerse a través de la ingesta, estudios demuestran que el suplemento de ácidos grasos esenciales tales como el omega 3, ácido docohexanoico y ácido eicosapentaenoico 250 mg/día, ayuda a un normal funcionamiento del corazón, mantienen la función cerebral y la visión normal, estudios demuestran que los malos hábitos alimentarios afectan directamente en la salud mental y bienestar físico, e incluso una ingesta baja en granos muestran comportamientos impulsivos elevados por lo que se recomienda incluir en las dietas diarias suplementos con ácidos grasos esenciales (San Mauro et al., 2019).

**Fructoligosacáridos:** Es un tipo de fibra soluble, con un efecto prebiótico ya que al fermentarse en el colon promueven selectivamente el crecimiento o actividad de la microbiota, favoreciendo así la mayor colonización de esta bacteria en el intestino y como es una fibra soluble pueden ser metabolizadas por bacterias en el íleon y colon ascendente ya que estas bacterias del género *Bifidobacterium* tienen la capacidad de degradar fácilmente a los fructoligosacáridos (Bielsa et al., 2016; Abreu et al., 2021).

## 2.2 LA GRANOLA

La Norma Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011), define como producto procesado apto para el consumo directo, resultado de la mezcla de uno o más cereales y/o pseudocereales, que son sometidos a uno o más procesos de cocción, ya sea con o sin adición de otros ingredientes y estos a su vez pueden estar crudos o cocidos.

Otros autores lo definen como un producto resultante de una mezcla de varios ingredientes, con alto contenido de fibra, carbohidratos, lípidos, además es importante indicar que dietas ricas en fibra aumentan el tamaño del bolo fecal, reducen los problemas cardiovasculares, disminuyen niveles de insulina en sangre y la concentración de lípidos. Por lo que la granola cumple un papel importante en la dieta de personas que tienen estas patologías y su consumo cada vez va en aumento (Guimaraes et al., 2016). Según Farfán et al., (2020) la granola estimula la masticación y con ello muchos beneficios para la salud.

Una de las características de la granola que hay que destacar es que al unir varios ingredientes tales como cereales, hojuelas de avena, granos enteros, nueces y frutos secos, durante el proceso de elaboración cumple con la función de brindar un producto con aportes nutricionales e incluso medicinales importantes (Souza & Silva, 2015; Muñoz, 2018).

### 2.2.1 Aporte nutricional de la granola a partir de sus ingredientes

Según Muñoz (2018) al ser un suplemento alimenticio al cual se le puede incorporar varios ingredientes, el mismo aportará una variedad de nutrientes, pero siempre dependerá de aquel ingrediente que se encuentre en mayor proporción es decir que el producto tendrá mayor aporte de carbohidratos, proteínas, etc.

Según Pathare et al., (2012); Figueroa (2018); Ministerio de Salud Perú (2018); Yambay & Borbor (2018); Farfán et al., (2020), recomiendan ciertos ingredientes, que se pueden añadir dentro del proceso de elaboración, además estos se eligen por su funcionalidad y aporte nutricional, los mismos que se detallan a continuación:

**Hojuelas de Avena (*Avena sativa L*):** Como señalan Guimaraes et al., (2016); Ortega et al., (2016); Agbaje et al., (2016), la avena es un cereal que contiene fibra, en especial la fibra dietética, cumplen con varias funciones fisicoquímicas y contribuyen a la atenuación fisiológica previniendo con ello el estreñimiento con una buena salud del colon, disminución de la glucosa en la sangre y su consumo regular ayuda a disminuir las placas de formación de grasa que son una de las causas de enfermedades cardiovasculares.

El principal contenido de fibra en la avena son los  $\beta$ -glucanos que están presentes en las paredes celulares del grano del cereal (Zenteno, 2014a). Contiene también fibra soluble e insoluble como arabinosilanos y celulosa, a más de proteínas, lípidos (ácidos grasos insaturados), vitaminas, antioxidantes y compuestos fenólicos; el consumo promedio de fibra es alrededor de los 20 g/d (Ortega et al., 2016). Según Figueroa (2018) la avena es el ingrediente principal de la granola y está en mayor proporción en relación a los demás ingredientes y además Souza & Silva (2015) realizaron estudios con un 40-45 % de avena en la preparación de granola.

Además, contiene nutrientes por cada 100 g tales como: 17,43 g de proteína; 11,80 g de fibra cruda; 23,45 g de carbohidratos; 49,67 g de extracto etéreo y 4,45 g de cenizas (Florez, 2015).

**Zanahoria (*Daucus carota*):** Según Ministerio de Salud (2018) posee 90,2 g de agua, 1 g de proteína, 0,3 g de grasa, 7,6 g de carbohidratos totales, 3,6 g de carbohidratos disponibles y 4,1 g de fibra dietaria.

La zanahoria es una fuente importante de carotenoides de  $5.47 \pm 0.04$  mg  $\beta$ -caroteno/100g. y estudios demuestran que los extractos de zanahoria disminuyen el daño oxidativo en un 30 al 40 % causado por *Caenorhabditis elegans* (González et al., 2021).

**Arándanos (*Vaccinium myrtillus*):** Conocido por su alta actividad antioxidante debido a su alta concentración de compuestos fenólicos, con evidencias de su efecto positivo en el

sistema cardiovascular e incluso en varios tipos de cáncer siendo superior a otras frutas, ya que actúan eliminando los radicales libres producto del estrés oxidativo, el interés nace de esta fruta ya que existen estudios como la bebida a base de arándanos donde se demuestra que tienen una actividad antioxidante de 4,65 µg/100 mL, antocianinas 41,75 µg/100 mL, taninos 56,18 mg de GAE/100 mL, compuestos fenólicos 96,31 mg de GAE/100 mL (Loredo et al., 2022).

**Almendras (*Prunus dulcis*):** Es una semilla rica en aceite, la cual se consume fresca, seca o tostada, conocida por sus propiedades nutricionales, fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico), proteínas, vitaminas (E) y minerales tales como calcio, potasio, magnesio y antioxidantes (tocoferoles) y polifenoles, además posee fitoesteroles; conocida por sus efectos beneficiosos para la salud con una capacidad potente de eliminar radicales libres; estudios demuestran que ayuda en la reducción de peso corporal, inflamación, nivel de glucosa, estreñimiento, incluso el cáncer y con propiedades antibacteriales (Bottone et al., 2018; Nawade et al., 2019).

**Nueces (*Juglans regia*):** Fruto seco con nutrientes bioactivos muy importantes como antioxidantes polifenólicos que al ser integrados en la dieta actúa contra el desarrollo y progreso del Alzheimer es decir ayudan al funcionamiento cognitivo, además de ser fuente de proteínas rica y libre de colesterol; con alta concentración de ácido alfa linoleico, ácidos fenólicos, flavonoides, tetralonas y naftoquinona. Además, estudios evidencian sus propiedades antifúngicas, astringentes, hepatoprotectoras, cardioprotector, laxante y sobre todo poder antioxidante. (Harouak et al., 2021; Sharma et al., 2021).

**Aceite de coco (*Cocos nucifera*):** Es importante producir alimentos ricos en compuestos esenciales tales como aminoácidos, minerales, fibras y ácidos grasos (Pagamunici et al., 2014). Este aceite posee mayor cantidad de triglicéridos de cadena mediana (TGCM), formados por ácidos grasos saturados de cadena media (AGCM) aproximadamente el 90% son grasas saturadas y la mayoría de ellas de cadena media. Dentro de estas, el ácido láurico es el más presente con un 45 % en promedio (De la Rubia et al., 2017). Se considera al aceite de coco, dentro del proceso de la granola por tres aspectos muy importantes, es beneficioso para la salud, características físico químicas y sensoriales. Además, estudios indican que al ser sometido a temperaturas hasta 120 °C, no hay cambios importantes en cuanto a índice de peróxidos, porcentaje de ácidos grasos (Elodio et al., 2019).

**Miel de panela:** Es un líquido de consistencia viscosa con una concentración elevada de azúcar, la panela es un endulzante que se obtiene de la caña de azúcar, a la vez que aporta calorías y sales minerales (Castro, 2018). Es preciso considerar que el producto que se

elabora sea de calidad y seguro con excelentes características organolépticas y sobre todo con alto contenido nutricional (Cerde et al., 2020). Además, es importante tomar en cuenta que la tendencia de consumo a nivel mundial de productos con el mínimo contenido de azúcares va en incremento, pero la mayoría de las marcas comerciales de granola exceden los niveles de azúcar lo cual no es saludable; es por eso que es necesario añadir la miel de panela como aglutinante saludable dentro del proceso de la granola como lo recomiendan (Pathare et al., 2012; Agbaje et al., 2016; Muñoz, 2018).

## **2.3 MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS COMO INGREDIENTES FUNCIONALES**

Una manera de contribuir a la seguridad alimentaria local y mundial sería el rescatar, aprovechar y apoyar la producción de cultivos propios de los andes, que siguen hasta la actualidad rezagados; los mismos no se observan en supermercados o tiendas de consumo masivo siendo esta una limitante ya que los productores se ven afectados por la reducción de los precios en los mercados, cambios en los hábitos alimenticios, preferencias de los consumidores y el difícil acceso a los mercados (Villacrés et al., 2016; Leidi et al., 2018; Valle et al., 2018).

Los tubérculos andinos son fuentes potenciales de alimentos funcionales por sus componentes nutritivos y fitoquímicos, por lo que nace la necesidad de incorporar en la elaboración de productos alimenticios de tendencia mundial (granola), para con ello incentivar el consumo de estos, cabe mencionar que durante su procesamiento se debe aplicar tecnologías apropiadas que mantengan sus componentes bioactivos con características organolépticas agradables para quien lo consume (Villacrés et al., 2016; Dilas & Ascurra, 2020).

### **2.3.1 Características generales de la Mashua (*T. tuberosum*)**

Ávalos & Vivero (2013); Bonete M. (2016); Dilas & Ascurra (2020) definen a la mashua como un tubérculo de origen nativo, se localiza en las zonas altas, entre los 2000 a 4000 msnm, se cultiva en la sierra norte y central de los Andes sudamericanos como Ecuador, Perú, Colombia, Bolivia y Argentina, llegando a cultivarse, en las últimas décadas, en Nueva Zelanda y Canadá; se siembra en pequeñas parcelas, junto a cultivos de papa, oca y melloco. Su ciclo dura de seis a siete meses. Existen varios estudios e interés sobre este tubérculo y se desea incentivar el consumo por sus bondades. Son cónicos, alargados, rectos o curvos; su color generalmente es amarillo existiendo también el blanco, anaranjado, grisáceo, púrpura grisáceo y negro.

Las bondades de este noble tubérculo se atribuyen a que posee compuestos bioactivos tales como antioxidantes fenólicos, glucosinolatos, antocianinas, carotenos y otras propiedades que incluso pueden ayudar a contrarrestar ciertas enfermedades como cáncer, diabetes e incluso cardiovasculares (Velásquez & Velezmoro, 2022).

Según Pillajo et al. (2019) el sabor picante característico, es por los glucosinolatos y su síntesis aumenta en el corte o trituración de los tejidos, ya que se exponen a la enzima mirosinasa, dando lugar a un metabolismo enzimático acelerado que libera compuestos tóxicos como isotiocianatos, tiocianatos y oxazolidinas. Los isotiocianatos son los compuestos que afectan en mayor proporción la calidad de este tubérculo, por lo que es recomendable realizar tratamientos térmicos como: cocción, fritura, exposición a rayos solares directos y bajas temperaturas, con el fin de inactivar la enzima mirosinasa. El consumo de mashua aporta vitaminas y nutrientes esenciales que fortalecen el organismo humano y estimulan el crecimiento.

La composición química de los nutrientes por 100 g/muestra oscila: 69,7 a 79,50 % de carbohidratos; 6,9 a 15,7 % de proteína; 0,1 a 0,4 % grasas; de 4 a 6,5 % de cenizas; 7,8 a 8,6 % de fibra, 78,3 a 92,4 % de humedad y 77,37 mg de vitamina C. El contenido de vitamina C es mayor que otros RTAs como el melloco, la zanahoria blanca, oca o miso (Dilas & Ascurra, 2020; Velásquez et al., 2020).

Es por eso que dar valor agregado a este tubérculo es de vital importancia para las comunidades andinas que se dedican a cultivar la mashua por el potencial que posee. Cabe recalcar que dentro del proceso de industrialización uno de los tratamientos de conservación de los alimentos son los tratamientos térmicos, pero en la mashua se debe ser cuidadoso al aplicar el mismo ya que este no debe implicar la degradación de los compuestos bioactivos del mismo, estudios demuestran que el sabor picante dado por los glucosinolatos que se considera un anti nutriente es muy valioso ya que tiene actividad antifúngica, antibacteriana, antioxidante y anticancerígena (Leidi et al., 2018; Velásquez et al., 2020).

### **Productos con valor agregado a base de mashua:**

Existe una variedad de productos a base de este tubérculo, por ejemplo:

- Chips de mashua destacándose por su contenido de azúcares totales, fibra cruda, grasa, vitamina C y carotenoides. Fue sometida a procesos de precocción por 15 min a 90 °C, luego la deshidratación osmótica por 20 min a 60 °C, antes de ser sometido a fritura con la finalidad de producir la hidrólisis de los isotiocianatos y otros antinutrientes como los taninos, lo que se evidenció la disminución del sabor picante, lo que redujo en un 90 % de acidez titulable (Villacrés et al., 2016).

- Harina de mashua: Se utiliza como espesante, mezclas para bebidas, productos de panificación y embutidos cárnicos, para lo cual es importante la estandarización de los procesos (Dilas & Ascurra, 2020). Dentro del proceso para elaborar la harina está el blanqueado de 4 a 6 min a 92 °C y posterior deshidratado a 40 °C por 4 h en un horno para la posterior molienda, con la harina obtenida se elaboró pan de mashua (Caiza, 2016).
- Extracto etanólico de mashua de piel y pulpa morada aplicado como colorante en yogurt, es considerado un alimento funcional ya que los pigmentos extraídos del tubérculo son una nueva alternativa de colorante natural aplicable en alimentos de acidez intermedia como el yogurt con alta actividad antioxidante. Los tubérculos fueron sometidos a procesos de maceración a 4 °C por 72 h y posterior concentración en un evaporador a 40 °C (Inostroza et al., 2015).

### **2.3.2 Características generales de la Oca (*O. tuberosa*)**

Es un tubérculo andino de Ecuador, Peru y Bolivia, poco explotado que se cultiva entre los 2800 a 4000 msnm, en Ecuador su rendimiento va de 2 a 28 Tn/Ha, de 5 a 15 cm de longitud, de diversos colores como el blanco, morado, rosado, amarillo, naranja y rojo; existen razones fundamentadas como valor nutricional, ecológico y socioeconómico, para incentivar su producción, conservación y uso en la agroindustria. De forma alargada con ojos profundos, cuyo componente principal es el almidon (60 %). El contenido de niveles altos de oxalatos solubles presentes en este tubérculo se debe considerar ya que disminuye la absorción de calcio y ayuda a formar cálculos renales, pero para eliminar los oxalatos, se recomienda la exposición al sol y la cocción. La oca posee 77,70 % de humedad; 4,35 % de proteína; 1,18 % de extracto etéreo; 3,23 % de fibra ; 87,23 % de carbohidratos; 4,18 % de cenizas; 4,82 % azúcares totales (León et al., 2011; (Villacrés et al., 2016; Zhu & Cui, 2020; Velásquez & Velezmoro, 2018; Mejia & Susanibar, 2021). Es una fuente importante de energía y de vitamina C, pero además contiene metabolitos secundarios como saponinas, alcaloides, taninos, oxalatos, carotenos, antocianinas, betacianinas la oca blanca rinde mejor en la altura, son tubérculos grandes de buena conservación (Cajamarca, 2010).

La oca es conocida por sus capacidades antioxidantes ya que posee metabolitos activos en su composición química tales como los fenoles, flavonoides, cumarinas y antocianinas. Además, es de aporte nutricional y calórico. La importancia de este tubérculo nace por la necesidad de un consumo de antioxidantes exógenos, por lo que es necesario brindar productos enriquecidos con agentes antioxidantes, ya que ayudan al desequilibrio de síntesis de antioxidantes y especies reactivas, por lo que su consumo ayudará a mantener el equilibrio óxido-reducción. Este tubérculo debe ser aprovechado y sobretodo promover su consumo en

la dieta cotidiana, con la finalidad de compensar el perfil epidemiológico como consecuencia de los malos hábitos alimenticios. Se ha demostrado que la actividad antioxidante de extractos de oca es de considerable potencial inhibitorio, encontrándose valores de 0,14 y 0,08 mg/mL en los extractos acuoso y etílico respectivamente (Ortega et al., 2016; Mora & Verdugo, 2020).

### **Productos con valor agregado a base de oca**

- Chips de oca, donde la materia prima fue sometida a un proceso de escaldado por 5 min a 80 °C, luego se realizó la deshidratación osmótica a 65 °C por una hora antes de ser sometido a fritura, eliminando así 94 % de ácido oxálico en la oca (Villacrés et al., 2016).

- Bebida a base de oca, quinua y maca: La oca se le sometió a cocción por 15 min y posterior pasteurización a 85 °C, con un 0,53 % de proteína superando a las bebidas que se encuentran en el mercado.

- Compota a base de mango, calabaza y oca: Dentro del proceso la oca se sometió al escaldado, cocción y pasteurización por 10 min a 90 °C (Mejía & Susanibar, 2021).

- Harinas y hojuelas obtenidas a partir de 10 variedades de oca: La materia prima se sometió al escaldado y posterior secado por 3-4,5 h a 65 °C, resultando un contenido de nutrientes en base seca de: proteína 6,51 %, azúcares totales 18,8 %, concentración de almidón de 84,86 %. Luego estos dos productos se utilizaron para preparación de refrescos, mermeladas, helados y puré, con la finalidad de mostrar posibilidades agroindustriales de utilizar la oca como insumo para darle valor agregado (Torres & Torrico, 2004).

## **2.4 TECNOLOGÍAS APLICADAS AL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GRANOLA**

**2.4.1 Endulzado al sol:** Según Cajamarca (2010), este proceso se hace directamente colocando las ocas en superficies planas, limpias y que queden completamente expuestas a los rayos solares o colgadas en mallas, con la finalidad de que los almidones se transformen en azúcares por un tiempo que no se puede definir ya que depende de las condiciones climáticas, pero se ha realizado el endulzado por 12 días para disminuir el ácido oxálico y con ello mejorar el sabor.

Según Dilas & Ascurra (2020), la técnica que se aplicó a tubérculos de mashua por periodos prolongados de 9 días con resultados de mayor abundancia de proteínas de choque térmico, activando así sistemas de defensa y ajuste de osmo protección.

**2.4.2 Escaldado:** Tratamiento térmico suave de corta duración, considerándose un escaldado normal que va de 1-15 min a una temperatura de 70-100 °C Villacrés et al., (2016),

con este antecedente, a la mashua se le aplicó el escaldado de 5 min a temperatura de ebullición para eliminar el sabor picante como lo recomienda también (Pillajo et al., 2019).

**2.4.3 Deshidratado:** Operación de transferencia simultánea de energía y materia, donde la evaporación permite la transferencia de calor sensible y de calor latente al alimento, con ello se incrementa la conservación reduciendo hasta la quinta parte en el caso de tubérculos, la temperatura y la velocidad de deshidratación ejercen un efecto determinante sobre la textura de los alimentos por lo que se recomienda este proceso a temperaturas bajas por tiempos más prolongados (Villacrés et al., 2016).

Pero para Cajamarca (2010) la deshidratación es un proceso de secado artificial que se utiliza en la agroindustria, donde se eliminar agua, a temperaturas menores de su punto de ebullición y el secado de agua se elimina por circulación de aire para disminuir la actividad bioquímica interna y la acción de microorganismos y con ello aumentar la vida útil de los alimentos. Además, posterior al escaldado se somete a la deshidratación causando pérdidas en la textura por la gelatinización del almidón, cristalización de la celulosa y por tensiones internas provocadas por las variaciones en el contenido del agua durante el proceso (Cajamarca, 2010).

**2.4.4 Tostado:** Se hace con la finalidad de mejorar la textura del producto, logrando un olor, color y sabor agradable al final del proceso, una textura crujiente de los cereales es muy importante ya que es sinónimo de calidad y además es la más apetecida por el consumidor (Pathare et al., 2012).

Esta tecnología se aplica para reducir los niveles de agua de los alimentos y que los aceites naturales de las materias primas sometidas a este proceso se segreguen y actúen como lubricantes naturales durante su elaboración. Además, es preciso indicar que esta técnica es utilizada desde muchos años atrás ya que el tostado que se utiliza para la preparación de alimentos permite la cocción de los mismos y a la vez potencia los sabores y se caracteriza por la adición de grasas sean estas vegetales o animales y con ello lograr una textura muy palatable (Barba et al., 2014; Cárdenas, 2014).

**2.4.5 Homogenizado manual:** Se ha considerado este proceso de producción como el más apropiado debido a la naturaleza de los ingredientes que se incluyen en la elaboración de la granola, los mismos que poseen diferente tamaño de partículas y con la finalidad de obtener un producto de calidad y con ello controlar ciertos parámetros asociados en su elaboración (Pathare et al., 2012; Farfán et al., 2020).



## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS:

### 3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1.1 Ubicación de la preparación de la granola

**Provincia:** Chimborazo

**Cantón:** Riobamba

**Parroquia:** Velasco

**Referencia de ubicación:** argentinos 4189 y arrayanes, a 200 metros del Sub-Centro de Salud la Georgina

**Dirección:** Barrio San Juan, Sector Los Pinos

**Coordenadas:** Coordenada x: 760454 y Coordenada y: 9816238

**Altitud:** 2850 msnm

**Precipitación:** 1462 mm

**Temperatura:** 14 °C

**Humedad Relativa:** 86 % (Gobierno autónomo descentralizado municipal de Riobamba, 2020)



*Fuente: google maps*

**Figura 1. Ubicación del lugar donde se elaboró la granola casera**

#### 3.1.2 Ubicación fase experimental

Se realizaron los análisis bromatológicos en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), en el laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias de la Escuela de Bioquímica y Farmacia

Ubicación: Panamericana Sur KM 1 y ½, Vía a Guayaquil, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, ya que existe la apertura de realizar la parte experimental en la institución educativa, la misma que apoya este tipo de investigaciones.



*Fuente: google maps*

### **Figura 2. Ubicación del lugar de la fase experimental ESPOCH**

El análisis de actividad antioxidante se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Laboratorio de Análisis e Investigación en Alimentos, Estación Santa Catalina Panamericana Sur Km 1, Sector Cutuglagua, Cantón Mejía, Pichincha.



*Fuente: google maps*

### **Figura 3. Ubicación del lugar de la fase experimental INIAP**

## **3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación fue de tipo aplicada, ya que, busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en la investigación (Hernández et al., 2006).

## **3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación utilizado fue el método experimental debido a que se realizó un cambio en el valor de variables (variable independiente: mashua y oca) y (variables dependientes: composición bromatológica y capacidad antioxidante).

### 3.3.1 Diseño de investigación

La investigación se llevó a cabo en tres fases:

Fase 1: Se realizó el pretratamiento de las materias primas en estudio, de acuerdo con la metodología propuesta por Pillajo et al. (2019) mediante un proceso de escaldado a diferentes temperaturas (0, 80, 85, 90 °C) durante 5 min, se determinó la variación del contenido de °Brix, con un refractómetro digital Kem RA-620 y para la determinación de la astringencia por medio de catación (presencia-ausencia). Para el deshidratado de las materias primas bajo estudio se utilizó una deshidratadora de bandejas tipo armario FC.L.PI-02, a una temperatura de 60 °C por 8 h (Serpa et al.,2015), con un tamaño de rodaja de 2 mm.

Fase 2: En esta etapa de la investigación se elaboró 454 g de granola por tratamiento y para cada tratamiento se realizaron cinco repeticiones. La formulación de la granola se realizó mediante la herramienta SOLVER del software Excel® 2010 para Windows® que permitió determinar las cantidades de Mashua y Oca respectivamente, para lo cual se consideró dos aspectos de restricción como el costo de la granola (3,06 dólares) y el contenido de fibra presente en la granola (2.0 %). El diseño obtenido (Tabla 1) fue el siguiente:

**Tabla 1. Diseño experimental para la formulación de la granola**

Insumos	Cantidad formulada para 454 g en %		
	T0 (Testigo)	T1	T2
Avena	57,23	57,23	57,23
Zanahoria rallada	2,20	2,20	2,20
Nueces	11,01	9,91	9,91
Almendras	11,01	9,91	9,91
Arándanos deshidratados	11,01	8,81	8,81
Mashua variedad zapallo deshidratada	-	4,41	-
Oca variedad blanca deshidratada	-	-	4,41
Aceite de coco	3,08	3,08	3,08
Miel de Panela	4,41	4,41	4,41
Total	454	454	454
Costo granola (dólares)	3.06	3.06	3.06

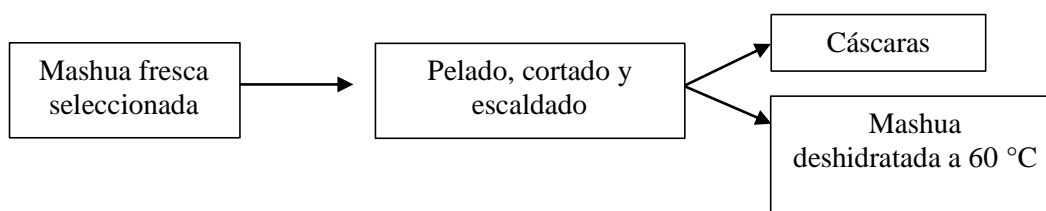
*Fuente Autora*

**3.3.2 Adquisición de las materias primas:** La materia prima de todos los ingredientes, se compraron en el hipermarket del paseo shopping de Riobamba con la finalidad de garantizar su calidad.

La mashua ecotipo ECU 8767 (mashua zapallo) y la oca ECU 05-0127 (color blanco), se compraron en la comunidad Calerita Santa Rosa de la Parroquia San Juan del Cantón Riobamba ya que estos tubérculos se siembran en esta localidad y con ello contribuir con el desarrollo económico de las áreas rurales.

**3.3.3 Elaboración del producto:** Todo el proceso se elaboró siguiendo la línea de flujo diseñada por Medina (2006); Souza & Silva (2015) con algunas modificaciones. Ya que el primer objetivo se basa en proponer la metodología de elaboración de la granola, se consideraron las buenas prácticas de manufactura durante el proceso de la elaboración de granola, como recomienda (Toapanta, 2012).

En la figura 4 se observan los pasos como pretratamiento de la mashua.



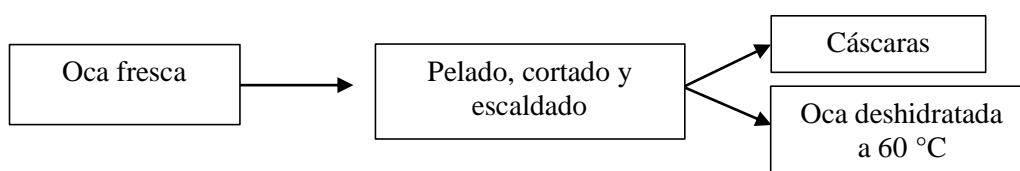
**Figura 4. Diagrama de flujo usado para el pretratamiento de la mashua.**

**Esquema del pretratamiento de la mashua:**

- La mashua se adquirió, recién cosechada, previa selección antes del ingreso a la planta sin manchas verdes, libres de cortes o magalladuras.
- Luego se procedió al lavado utilizando método de inmersión para lo cual se utilizó agua potable y un cepillo con la finalidad de eliminar la suciedad adherida a ellas y reducir la microflora, el tiempo empleado fue de 30 min.
- Desinfección externa de la mashua con hipoclorito de sodio al 0,1% por litro de agua por 3 min.
- Se peló la cáscara y luego el cortado en rodajas de 2 mm de la mashua fresca.
- Según Villacrés et al., (2016), es necesario realizar pretratamientos a estos tubérculos, por tal razón se sometió al escaldado por 5 min a 80 °C ya que estudios demuestran que la degradación del contenido de antocianinas es menor a temperaturas superiores a 80 °C por tiempos de 10 min (Velásquez et al., 2020).

Además, los pretratamientos se hacen con la finalidad de mejorar sus características organolépticas y con ello ser aceptado por el consumidor, cabe mencionar que a la mashua se le realizaron pruebas preliminares ya que al ser expuesta al sol, como recomienda la literatura, no se eliminó su sabor picante, por lo que se modificó el proceso realizando el previo escaldado del tubérculo para su posterior deshidratado por 8 h a 60°C, como lo recomienda Dilas & Ascurra (2020), con ciertas modificaciones.

En la figura 5 se observa los pasos como pretratamiento de la oca



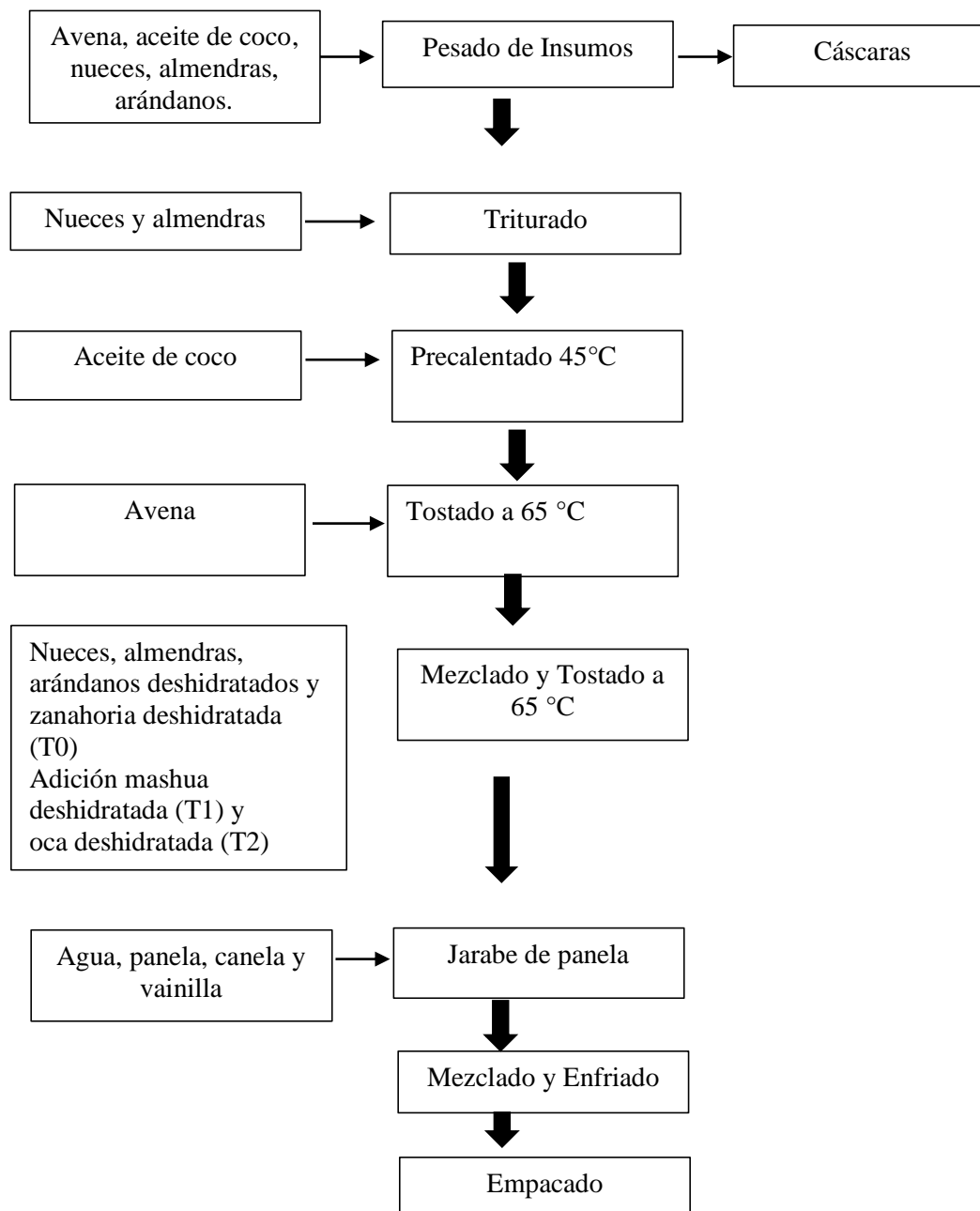
**Figura 5: Diagrama de flujo usado para el pretratamiento de la oca.**

#### **Esquema del pretratamiento de la oca:**

- La oca se adquirió recién cosechada previa selección antes del ingreso a la planta, libres de cortes o magalladuras.
- Luego se procedió al lavado utilizando método de inmersión para lo cual se utilizó agua potable y un cepillo con la finalidad de eliminar la suciedad adherida a ellas y reducir la microflora, el tiempo empleado fue de 30 min.
- Desinfección externa de la oca con hipoclorito de sodio al 0.1% por litro de agua por 3 min.
- Se peló la cáscara y luego el cortado en rodajas de 2 mm.
- Según Villacres (2016), es necesario realizar pretratamientos a la oca, por tal razón en esta investigación al tubérculo se sometió al tratamiento térmico de escaldado a 80 °C, por 5 min.
- Posteriormente, para concentrar el mayor contenido de nutrientes se deshidrató la oca por 8 h a 60°C, a la oca endulzada como lo recomienda Cajamarca (2010).

**Esquema del pretratamiento de la zanahoria:** Para el caso de la zanahoria se decidió modificar el proceso, esta materia prima se deshidrató por 6 h a una temperatura de 65 °C, antes de ser incorporado en el proceso de elaboración de la granola.

En la figura 6 se observa los pasos que se llevaron a cabo para elaborar la granola casera



**Figura 6: Diagrama de flujo para elaboración de la granola casera y con adición de mashua y oca deshidratada.**

**Esquema general del proceso:** en el diagrama de flujo que se presenta en la figura 5, se inicia con:

- Pesado cada uno de los insumos en la balanza marca CAMBRY digital, por un tiempo de 15 min.
- Triturado con la ayuda de un mortero se trituraron las almendras de y para el retiro de la cáscara de las nueces de igual manera se utilizó un mortero manual, por un tiempo de 5 min.
- Precalentado con la finalidad de calentar la paila de roca volcánica marca UMBRO, a una temperatura de 60 °C la misma que se controló con un termómetro digital y para diluir el aceite de coco condensado por unos 2 min.
- Tostado en la paila de roca volcánica marca UMBRO, se añadió la avena en hojuelas por 30 min con agitación manual cada 5 min por 3 min a 65 °C.
- Se añadieron los arándanos deshidratados, nueces partidas y almendras trituradas en la mezcla anterior y se continuó tostando por 5 min más. Se apagó el fuego y se añadió la zanahoria rallada deshidratada. Este fue el tratamiento 0/testigo.  
Cabe indicar que para la elaboración de la granola que corresponde a los tratamientos 1 y 2, en este paso es donde se adicionó la mashua deshidratada para T1 y la oca deshidratada para el T2 que se realizó en la fase 1.
- Mientras tanto se preparó el jarabe de panela en una sartén de roca volcánica marca UMBRO, donde se añadió, los insumos previamente pesados y con agitación manual por 5 min, hasta llegar a 56 °Brix.
- Se procedió a mezclar con el jarabe la preparación anterior y la granola estuvo lista y se dejó enfriar por unos 60 min.
- Finalmente, se procedió a identificar las muestras de granola, con la fecha de elaboración y el tratamiento correspondiente, se empacó en un tiempo de 1 min a una temperatura de 22 °C.

Fase 3: Para determinación de la composición bromatológica y la actividad antioxidante de la granola casera con adición de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* deshidratada, se realizó un muestreo al azar, tomando una muestra representativa de 200 g de granola por cada tratamiento, posteriormente se colocó en fundas de polipropileno marca ziploc previamente rotuladas, las mismas que se enviaron al laboratorio para el análisis de humedad, cenizas, proteína, fibra cruda, grasa, extracto libre no nitrógeno, como se detalla en la tabla 2.

### 3.4 TRATAMIENTO DE LOS DATOS:

El diseño experimental para la presente investigación fue un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos:

T0: tratamiento testigo

T1: Adición de 20 g de mashua

T2: Adición de 20 g de oca.

Para cada tratamiento se formuló 454 g de granola con cinco repeticiones por tratamiento con un total de 15 muestras. Los análisis bromatológicos se realizaron en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias, de la Escuela de Bioquímica y Farmacia (ESPOCH) y en el laboratorio de alimentos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Santa Catalina se determinó el análisis de la capacidad antioxidante de cada tratamiento.

En la tabla 2 se detallan los procedimientos que se utilizaron en la determinar la composición bromatológica y actividad antioxidante.

**Tabla 2. Operacionalidad de las variables**

<b>Variables Independientes</b> (Cualitativas)	<b>Variables Dependientes</b> (Cuantitativas)	<b>Métodos de Análisis</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>Composición bromatológica:</b>	Para proteína y humedad se utilizó el método de AOAC (1990)
<b>T0:</b> Granola casera (Testigo)	% Humedad % Cenizas % Proteína	Para el contenido de grasa, ceniza, fibra cruda se utilizó el método AOAC (2001) y los hidratos de carbono se calculó por diferencia.
<b>T1:</b> Granola casera con adición de 20 g. de mashua deshidratada	% Fibra Cruda % Extracto Etéreo % Extracto libre no nitrógenado.	
<b>T2:</b> Granola casera con adición de 20 g. de oca deshidratada	<b>Actividad Antioxidante</b> ( $\mu$ M Trolox/g)	Para la actividad antioxidante se utilizó el método MO-LSAIA 33, Método de referencia ABTS.

*Fuente: Autora*

#### 3.4.1 Análisis estadístico:

Una vez recolectado todos los datos y resultados necesarios se procedieron a tabular la información a través del programa SPSS (Versión 21)



**Pruebas paramétricas:** El análisis de varianza de un factor se hizo con

- Análisis de Varianza para determinar la significancia ADEVA
- Separación de medias según Duncan ( $p < 0.05$ )

## **3.5 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES**

### **3.5.1 Humanos**

- Directora del Proyecto: Dra. Ana Lucía Chafía Moina
- Responsable de la Investigación: Ing. Yadira Álvaro
- Colaboradores: Ing. Carla Viviana Haro Velastegui Técnica de Laboratorio de la Facultad de Ciencias de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

### **3.5.2 Equipos**

- Balanza
- Estufa
- Refractómetro
- Deshidratadora Industrial
- Reloj digital
- Termómetro infrarojo

### **3.5.3 Materiales**

- Cuchillo
- Sartén
- Papel manteca
- Gotero
- Cucharas dosificadoras
- Guantes
- Fundas de propileno marca ziploc
- Cuchara de palo
- Rallador
- Tabla de cortar de madera
- Servilletas

#### **3.5.4 Insumos:**

- Mashua
- Oca
- Aceite de coco
- Avena en hojuelas
- Arándanos
- Almendras
- Nueces
- Zanahoria
- Agua
- Panela
- Esencia de Vainilla

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LA GRANOLA CASERA CON ADICIÓN DE *T. Tuberosum* y *O. Tuberosa* DESHIDRATADA.

Investigaciones sobre el control y optimización adecuado del proceso de escaldado de frutas recomiendan temperaturas de hasta 85 °C por 5 min máximo, con la finalidad de evitar la degradación de la vitamina C, y para hortalizas con la finalidad de inactivar las enzimas como catalasa y peroxidasa y aprovechar su valor nutritivo, recomiendan utilizar rangos de temperaturas de hasta 85 °C por 4 min (Mendoza et al., 2015; Madera et al.,2017).

Para garantizar la eliminación del sabor picante de la mashua y la astringencia de la oca se realizó el escaldado considerando intervalos de temperatura 80 a 90 °C por 5 min, ya que según Pillajo et al. (2019) recomiendan aplicar ciertos pretratamientos (blanqueo, cocción); a fin de disminuir el contenido de glucosinolatos (isotiocianatos), compuestos orgánicos solubles en agua responsables de su sabor característico que afectan la calidad de la mashua. Además Villacrés et al. (2016) determinaron que la oca al someterle al escaldado a 80 °C por 5 min obtuvieron 0,16% de azúcares totales y 0,01% de ácido oxálico mientras que con la mashua con pretratamiento mediante cocción durante 15 min a 90 °C, evidenciaron reducción de la acidez (0,75 %) y su sabor picante.

**4.1.1 Proceso de escaldado de la mashua y la oca:** Se consideró las temperaturas de 0; 80; 85 y 90 °C a un mismo tiempo de escaldado (5 min) encontrándose los siguientes resultados:

**Tabla 3. Contenido de °Brix y astringencia de los tubérculos posterior al escaldado**

Temperatura (°C)	Mashua °Brix	Oca °Brix	Mashua Astringencia	Oca Astringencia
0	8,78 <sup>a</sup>	11,94 <sup>a</sup>	+	+
80	7,70 <sup>b</sup>	10,89 <sup>b</sup>	-	-
85	7,40 <sup>c</sup>	10,49 <sup>b</sup>	-	-
90	7,38 <sup>c</sup>	9,46 <sup>c</sup>	-	-

Fuente: Autora

a,b,c: letras distintas indican diferencias significativas  $P < 0,05$  según Duncan (1955).

En la tabla 3 se evidencia el efecto de la temperatura sobre la concentración de sólidos solubles (°Brix) existiendo diferencias significativas en la oca y mashua sin escaldar frente al escaldado.

El escaldado, en el que se aplica agua caliente, es el método sencillo de establecer y fácil de operar, sin embargo, si se realiza por un tiempo prolongado y temperaturas extremas, da como resultado una pérdida considerable de nutrientes tales como carbohidratos, proteínas, minerales solubles en agua, vitaminas y azúcares, por lo que en general, después de una cierta cantidad de tiempo, el agua de escaldado debe reponerse a medida que se satura con los nutrientes lixiviados de los productos (Xiao et al., 2017).

Los cambios en la concentración de sólidos solubles, en las muestras evaluadas después de los tratamientos de calor pueden estar asociados a los procesos de lixiviación y oxidación de los compuestos orgánicos cuando la matriz biológica es afectada por la temperatura (Cuastumal et al., 2016). Otra característica muy importante para considerar en el escaldado es la alteración de la textura, principalmente por el efecto que éste ejerce sobre la pared celular. Esta estructura organizada se rompe y provoca cambios en la permeabilidad y aumenta la flexibilidad de los tejidos (Aguilar et al., 1999).

Velásquez & Velezmoro (2022) recomiendan pasteurizar la mashua a 77 °C por 13 min ya que evidenciaron una baja degradación de los compuestos antioxidantes, obteniendo una actividad antioxidante de 1596,02 µM/100g en bebidas de extracto de mashua morada.

Guevara et al. (2018) indican que procesos de cocción, lavado, tamizado, exposición al sol o en combinación, reducen la toxicidad del cianuro a valores de 9,2 a 9,4 mg/100, lo que evidencia que los parámetros de temperatura y tiempo determinados en la presente investigación se encuentran dentro de los parámetros reportados por los investigadores.

El pretratamiento térmico dependerá de la composición química de la materia prima, si comparamos los resultados obtenidos por Ramírez et al. (2012) donde determinaron el efecto del escaldado sobre la calidad nutricional de pulpa de guanábana (*Annona muricata L.*) no encontraron diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles a 70 °C durante 20 min, mientras que Sansano et al. (2013) obtuvieron una disminución del contenido de azúcares reductores en patata de la variedad Tivoli a 85°C durante 5 min.

#### 4.1.2 Proceso de deshidratado:

El mayor contenido de agua reporta la mashua con 85,2 % de humedad lo que influyó directamente en el porcentaje de rendimiento determinado de 9,2 %. Para la oca se obtuvo un valor de humedad de 79,92 % y un mayor rendimiento de 30,4 % (Tabla 4).

**Tabla 4. Porcentaje de humedad y rendimiento de los tubérculos**

	% Humedad	% Rendimiento	Grados Brix
Mashua	85,2±1,45	9,2	14,49
Oca	79,92±1,12	30,4	18,15

*Fuente: Autora*

El efecto de la mayor cantidad de materia seca se evidenció en la concentración de sólidos solubles (18,15) en la oca. Las variaciones en el contenido de agua son un importante factor que determina los niveles de otros componentes y los datos sobre dicho contenido permiten comparar los valores de los nutrientes sobre la base de una humedad semejante (Greenfield & Southgate, 2003).

Los valores obtenidos en la investigación fueron muy cercanos a los reportados por Velásquez & Velezmoro (2018) quienes obtuvieron  $76,92 \pm 0,67$  de humedad y 32 % de rendimiento en oca. Respecto a la mashua determinaron  $88,54 \pm 0,45$  y un valor superior de rendimiento de 21,41 %. De igual manera Cruz et al. (2016) determinaron contenidos de humedad de  $90,84 \pm 0,56$  para mashua y  $86,23 \pm 0,69$  para oca valores superiores a los reportados en la investigación.

Torres & Torrico (2004) determinaron en diez variedades de ocas valores de humedad entre 81 y 86 % al someter a deshidratación por 4,5 h a 65 °C en la elaboración de harinas y la concentración de azúcares totales en oca fresca obtuvieron 2,52 % y en harina 16,76 % de azúcares totales.

Durante los procesos de secado de alimentos, la temperatura juega un papel indispensable, puesto que se ha demostrado la dependencia de esta variable en la degradación de diferentes vitaminas y atributos químicos que marcan la diferencia entre los alimentos en su estado natural y su estado deshidratado (Serpa et al., 2015).

García et al., (2013) mencionan que el proceso de deshidratado depende tanto de la geometría y espesor del producto como de las propiedades del aire de secado, como son la humedad relativa ambiente, temperatura y velocidad de flujo de aire, por lo que para la deshidratación de frutas por este método se recomienda utilizar temperaturas entre (40-80°C). Por lo que a la temperatura y tiempo indicados se logró obtener un contenido de materia seca de 14,80 y 20,08 % de materia seca de mashua y oca respectivamente, valores superiores a lo que recomiendan Serpa et al., (2015) para un proceso de deshidratado con un valor máximo al 12 %.

#### **4.2 COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA GRANOLA CASERA CON ADICIÓN DE *T. Tuberosum* y *O. Tuberosa* DESHIDRATADA.**

Es muy importante conocer la composición bromatológica de la granola y la concentración de los nutrientes presentes en el alimento, los mismos que dependerán de las materias primas utilizadas los mismos que deben estar dentro de la normativa de referencia INEN 2595:2011, para el presente estudio esta hace referencia únicamente al contenido de humedad.

Los resultados del análisis proximal de la granola con adición de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* deshidratada se muestran en la tabla 5, cada una de las muestras se realizó por quintuplicado. El único parámetro que no se determinó en el laboratorio fué el extracto libre de nitrógeno (ELN), conformado por carbohidratos solubles en su mayoría, que fue obtenido por diferencia de 100 menos la suma de humedad, ceniza, grasa, fibra y proteína.

Para conocer la mejor formulación de los tres tratamientos bajo estudio, se realizó el análisis químico proximal, donde se cuantificó e identificó las características nutricionales.

**Tabla 5. Composición bromatológica de los tres tratamientos de la granola**

<b>Parámetros</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
Humedad (%)	6,63 <sup>a</sup>	7,51 <sup>a</sup>	7,15 <sup>a</sup>
Ceniza (%)	1,57 <sup>a</sup>	1,65 <sup>b</sup>	1,60 <sup>ab</sup>
Grasa (%)	21,92 <sup>ab</sup>	23,18 <sup>b</sup>	19,66 <sup>a</sup>
Proteína (%)	4,69 <sup>b</sup>	4,58 <sup>b</sup>	4,14 <sup>a</sup>
Fibra cruda (%)	2,42 <sup>a</sup>	2,84 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>
ELN (%)	62,76 <sup>ab</sup>	60,22 <sup>a</sup>	64,64 <sup>b</sup>

*Fuente: Autora*

a,b: letras distintas indican diferencias significativas P<0,05 según Duncan (1955).

**4.2.1 Humedad:** Hay que considerar que la humedad es un parámetro crítico de calidad y de ello dependerá la vida útil de la granola (Macedo et al., 2013). Los resultados obtenidos entre los tratamientos no difieren significativamente (Tabla 5), siendo el contenido de humedad de 6,66; 7,51 y 7,15 % en los tratamientos T0, T1, T2, respectivamente. Es evidente que los valores obtenidos están dentro de la Norma INEN 2595:2011 para la elaboración de granola (máximo 10%).

Granada et al. (2003) determinaron, en el análisis de siete marcas comerciales de granola, un promedio de humedad de 7,64 %, valor cercano en comparación con el porcentaje de humedad de los tratamientos en estudio.

Souza & Silva (2015) en su estudio de calidad de la granola con caju-do-cerrado seco (*Anacardium othonianum* Rizz) al 10 % y granola control, encontraron un porcentaje de humedad 7,22 a 5,7 %, respectivamente, el cajun-do-cerrado fresco tiene un 86 % de humedad y a esta pseudofruta, previa a su adición se sometió a la deshidratación osmótica; si se compara con los porcentajes de humedad encontrados en esta investigación se puede decir que los valores están dentro del rango obtenido. Es preciso mencionar que mientras mayor contenido de fruta mayor será el contenido de humedad (Agbaje et al., 2016). La investigación realizada por Farfán et al. (2020), reportaron un porcentaje de 5,84 % de humedad en su análisis de granola prototipo con ingredientes similares a la presente investigación. Valores bajos de humedad indicado que las barras de granola se pueden almacenar durante largo periodo de tiempo y no sería vulnerable al crecimiento microbiano (Oloyede, 2005).

**4.2.2 Cenizas:** En cuanto al contenido de cenizas (Tabla 5), las diferencias entre las medias que comparten los tratamientos T0 y T2 no son estadísticamente significativas al igual que con T1 y T2. Los tratamientos T0 y T1 no comparten similitud, lo que indica que el tratamiento T1 posee una media significativamente mayor que T0. El tratamiento T1 obtuvo 1,65 % de cenizas, una mayor concentración de minerales al adicionar mashua, valor que se asume a la influencia del contenido de cenizas del tubérculo, el mismo que posee de 4 a 6,5 %, valores reportados por Guevara et al., (2018); Dilas & Ascurra, (2020); Velásquez et al., (2020). A diferencia del T2 con adición de oca con 1,60 % de cenizas ya que el contenido de ceniza de oca fresca va desde 0,72 % - 4,18 % (León et al., 2011; Villacrés et al., 2016) Velásquez & Velezmoro, 2018).

Para Souza & Silva (2015) en su investigación reportan 1,91 % de cenizas en la granola control y 1,66 % en la granola con adición de cajun-do-cerrado (*Anacardium othonianum*

*Rizz*) ya que esta pseudofruta tiene alto contenido de minerales especialmente hierro reportándose mayor a 3% y además, contiene potasio y zinc (Zenteno, 2014). Se evidencia un valor similar al encontrado en el T1 con 1,65% de cenizas, en la presente investigación con adición de mashua.

Agbaje et al. (2016), en su estudio al desarrollar seis formulaciones de barras de granola con cereales utilizando diferentes combinaciones de frutos secos tales como dátiles, higos y pasas, encontraron en sus tratamientos porcentajes de cenizas de 0,97 a 1,88%, resultados que están dentro de los valores encontrados en la presente investigación donde se demuestra que las materias primas bajo estudio influyeron en los resultados de ceniza.

**4.2.3. Grasa:** Los resultados se muestran en la tabla 5, donde se evidencia que existió diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2, mientras que no existió diferencias tanto con T1 y T2 en relación con el tratamiento T0. Estos resultados pueden atribuirse al efecto del contenido de grasa presente en los ingredientes que se utilizaron en la granola en los tres tratamientos tales como la semilla del nogal que posee 33,85 % de grasa total (Padilla et al., 1998), almendras 53,5 % de grasa total (Moreiras et al., 2013) y aceite de coco 45,98 % (Gómez et al., 2018). Sin embargo, en la formulación se empleó la misma cantidad de nuez y almendra y considerando que la mashua tiene un contenido de grasa de 0,6 % de grasa (Arteaga et al., 2022) y oca de 0,47% de grasa (León et al., 2011), se puede atribuir que esta variación entre los tratamientos se deba a la influencia que tiene el método de muestreo sobre la incertidumbre del resultado, destacando la importancia de tomarlo en cuenta en el supuesto de la incertidumbre ya que forma parte inseparable del proceso de la medición en análisis químico (Hechavarría & Arada, 2017), cabe destacar que además podría existir la influencia del mezclado de los ingredientes debido a que la granola se realizó de forma casera lo que se evidencia en los valores de la desviación estándar de los datos de grasa analizados que corresponden a  $21,9240 \pm 1,83$  % T0,  $23,1840 \pm 2,51$  % T1 y  $19,6620 \pm 2,35$  % T2. La combinación de materiales sólidos es la operación más crítica y esencial en el proceso, esta depende del tipo de partícula, orden de adición de ingredientes y tiempo de mezcla (Campabadal, 2002).

Al realizar la comparación de la granola del presente estudio, se consideró la utilización de oleaginosas como ingredientes y los resultados obtenidos fueron superiores a los reportados por Estévez et al. (2000), quienes determinaron en barra de cereales y maní con cotiledón de algarrobo el contenido de lípidos de 17 a 20 % e inferiores a los resultados encontrados en barra de cereales y nuez con cotiledón de algarrobo de 23 a 27 % de lípidos.



Toscano et al. (2020), encontraron valores de 46,96 % de lípidos en barras de granola en base a semillas y nueces, valores superiores a los determinados en la presente investigación. El contenido de grasa en las barras de granola podría ser importante para reponer la energía utilizada durante la actividad física como resultado de la energía agotada durante el ejercicio (Grden et al., 2008).

**4.2.4 Proteína:** En los resultados obtenidos para proteína, el tratamiento T2 fue el que presentó diferencias significativas con T0 y T1 con un valor de 4,14 %. Es evidente que los ingredientes principales de las granolas tienen bajo contenido proteico, como lo demuestran los resultados obtenidos (Tabla 5). Los resultados obtenidos son muy cercanos a los de Agbaje et al. (2016), en las formulaciones de granola y frutos secos como dátiles, higos y pasas con valores promedios de 3,38 a 4,04 %. Por su parte, Santos et al. (2011) determinaron contenidos de proteína en su trabajo que oscilaron entre 4,60 % y 4,80 %, cantidades que se atribuye a que los glutinosos el arroz y las frutas Sunnah secas presentaron bajos contenidos de proteína. Los valores analizados son ligeramente superiores a los valores determinados en la investigación. Pagamunici et al. (2014) determinaron valores de 6,83 % a 7,66 % valores superiores a los valores obtenidos en esta investigación, el incremento de proteína probablemente puede ser debido a altos contenidos de cereales utilizados por los autores. Florez (2015) en su investigación elaboró barras de granola con semilla de chan, pepitoria, ajonjolí y avena y otro tratamiento sin avena pero aumentando las proporciones de pepitoria, ajonjolí y semilla de chan donde sus resultados se vieron reflejados en el contenido de proteína ya que la semilla de chan presenta 15,62 % de proteína, pepitoria con 32,97 % de proteína y 17,43 % de proteína para el ajonjolí, donde se obtuvo en la barra de granola con avena 7 % de proteína y 10 % de proteína para la barra de granola sin avena. Si comparamos con los resultados obtenidos en la investigación se puede mencionar que los valores de proteína son menores, se puede considerar que las granolas formuladas presentan contenido proteico apreciable.

En cambio, los resultados de cuatro barras de granola evidencian valores que van desde 9,13 a 22,10 % de proteína, muy superiores a los obtenidos en la presente investigación ya que los ingredientes utilizados son parecidos a los de la granola bajo estudio de avena, amaranto, almendras y arándanos, pero difiere en la fórmula por ser una barra de granola el aglutinante usado en los cuatro tratamientos: Miel de abeja y aceite de oliva (T1), albumen de huevo y

aceite de oliva (T2), albumen de huevo y jarabe de agave (T3) y proteína de suero de leche rehidratada viendo sus efectos en los resultados obtenidos.

Zenteno (2014) en su investigación menciona que la barra de cereal a base de camu camu (*Myciaria dubia*) soya y chocolate reporta 15,81 % de proteína cabe mencionar que esta fruta contiene 2780 mg/100 g de Vitamina C y en combinación con la leguminosa aporta un alto contenido de proteínas al producto.

**4.2.5 Fibra cruda:** Los resultados de fibra cruda en la presente investigación oscilan entre 2,42 % a 2,84 % existiendo diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2 frente al tratamiento control T0 como se muestra en la tabla 5. Zenteno (2014) menciona que las barras de cereales que se encuentran en el mercado más cercano o concurrente contienen comúnmente ingredientes a base de avena en hojuelas, arroz inflado, pasas y saborizantes con bajos contenidos de fibra como se muestra en la investigación realizada por Iñarruti & Vega (2001) al determinar el contenido de fibra de 2,9 % en granolas comerciales, con valores muy cercanos a los encontrados en la presente investigación. Agbaje et al. (2016) desarrollaron granolas con arroz insuflado y frutos secos y determinó contenido de fibra de 1,81 % y 1,94 % valores inferiores a las granolas en estudio.

Muñoz (2018) en su estudio de cuatro barras de granola, con diferentes aglutinantes, reportó porcentajes de fibra cruda desde 7,78 a 11,26 %, además, indica que varios estudios realizados a barras de granola reportan valores menores al 10 % de fibra cruda, ya que las principales fuentes de fibra son la avena y frutos secos, por lo que según este autor los valores de fibra reportados en la investigación están dentro de los rangos encontrados en otras investigaciones.

La investigación de Florez (2015), en la granola elaborada con avena contiene 3,2 % de fibra, es decir un valor superior al encontrado en la investigación ya que los demás ingredientes tales como semilla de chan, pepitoria y ajonjolí presentan valores como 37,7 %; 3,90 % y 11,80 % de fibra, respectivamente.

Farfán et al. (2020) en su investigación encontraron un contenido de fibra cruda de 6,25 % en la elaboración de una granola prototipo con hojuela de avena, maní triturado, kwicha, quinua expandida, partícula de coco, ajonjolí, evidenciándose en los resultados la influencia del contenido de fibra de las materias primas utilizadas.

**4.2.6 Extracto libre de nitrógeno:** En tabla 5 se observa que al ser una granola calórica los valores en los tres tratamientos superan a los demás parámetros bajo estudio, es así que para

el T0 y T1 no existe diferencias significativas con valores de 62,76 % y 60,22 % respectivamente pero para el tratamiento T2 difiere significativamente evidenciándose un 64,64 % de ELN donde se puede mencionar que existe influencia de la materia prima siendo el contenido de carbohidratos de la oca de 88,19 %; 42,17 % de almidón; 9,68 % azúcares totales y 7,62 % de azúcares reductores Cabe mencionar que la oca es una fuente de fibra dietética y contiene una cantidad significativa de fructooligosacaridos (Villacrés et al., 2016; Zhu & Cui, 2020), por lo esto se ve reflejado en el resultado obtenido en T2.

Hay que considerar que la mashua contiene 69,7 a 79,50 % de carbohidratos (Dilas & Ascurra, 2020; Velásquez et al., 2020), valores inferiores en relación con la oca que tiene 87,23 % de carbohidratos (Villacrés et al., 2016)

En la investigación presentada por Souza & Silva (2015) determinaron contenidos de carbohidratos de 53,93 % en la granola control y en granola con adición de fruta caju cerrado (*Anacardium othonianum Rizz*) 53,26 % de carbohidratos totales resultados inferiores a los obtenidos en la investigación.

Farfán et al. (2020) obtuvieron 53,04% de carbohidratos en la granola prototipo, 53,93 % en granola control y 53,96 % en la granola con adición de cajun cerrado, similar al encontrado por Souza & Silva (2015).

### **4.3 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA GRANOLA CASERA CON LA ADICIÓN *T. Tuberosum* y *O. Tuberosa* DESHIDRATADA.**

Mediante el método ABTS se determinó la capacidad antioxidante de la granola con adición de mashua y oca, los resultados se detallan en la tabla 6.

**Tabla 6. Capacidad antioxidante para los tres tratamientos de la granola**

<b>Parámetros</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
Capacidad antioxidante ( $\mu\text{m Trolox/g}$ )	33,66 <sup>a</sup>	41,22 <sup>b</sup>	43,75 <sup>b</sup>

Fuente: Autora

a,b: letras distintas indican diferencias significativas  $p < 0,05$  según Duncan (1955).

El análisis estadístico determinó que tanto T1 y T2 mostraron diferencias significativas frente al tratamiento control T0 (33,66  $\mu\text{m Trolox/g}$ ). Es evidente que existió un incremento en la capacidad antioxidante de la granola con mashua (41,22  $\mu\text{m Trolox/g}$ ) y oca (43,75  $\mu\text{m}$

Trolox/g) respectivamente, este comportamiento puede ser debido al efecto de adición de las materias primas en estudio.

Al considerar que la capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él, son los compuestos fenólicos, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, responsables de atrapamiento de radicales peroxílicos (Barragán et al., 2018). Por lo tanto, cabe mencionar que son los antioxidantes presentes en la mashua y la oca, los que aportaron su potencial antioxidante, existiendo un efecto sinérgico entre los compuestos bioactivos determinados en la granola.

Huaccho (2016) determinó la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de 84 cultivares de mashua encontrando valores promedios de 20,6 – 128,2; 22,7 - 173,2 y 35,1 – 158,8  $\mu\text{mol TE/g}$ , de capacidad antioxidante por ABTS.

Por su parte Gamarra et al. (2011) determinaron la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de tres accesiones de oca fresca con valores promedios de 722 a 1732  $\mu\text{mol TE/g}$ , de capacidad antioxidante por ABTS.

Velásquez & Velezmoro (2022), encontró que la capacidad antioxidante de la oca amarilla es de 39,29  $\mu\text{m Trolox/g}$ . La mashua tiene una capacidad antioxidante de 16,2 a 92  $\mu\text{m Trolox/g}$  existiendo un amplio rango por la variabilidad genética (Guevara et al., 2018).

Velásquez & Velezmoro (2022) encontraron que la capacidad antioxidante del extracto de mashua morada fue de 100,29  $\mu\text{m Trolox/100 mL}$  y en extracto encapsulante de 47,18  $\mu\text{m Trolox/g}$ , con un valor cercano al encontrado en la presente investigación (Velásquez Barreto et al., 2020) en su estudio determinaron que la bebida a base de mashua morada posee una actividad antioxidante de 15,96  $\mu\text{m Trolox/g}$  cuyos tubérculos fueron sometidos a tratamiento térmico 77 °C por 13 minutos.

Una de las estrategias para prevenir el deterioro de los alimentos durante la distribución y el almacenamiento es incluir el control de la temperatura y la actividad del agua y también la adición de antioxidantes (Macedo et al., 2013).

## CONCLUSIONES

- Se propuso la metodología para la elaboración de la granola, en dos fases mediante la aplicación de un escaldado a una temperatura de 80 °C por 5 min como pretratamiento térmico a las materias primas no tradicionales, obteniendo como resultado la eliminación de la astringencia y una mínima reducción en la concentración de azúcares solubles de 7,70 y 10,89 °Brix para la mashua y oca respectivamente, posterior al deshidratado a 60 °C durante 8 h, el contenido de humedad de la oca fue de 79,92 % con 30,4 % de rendimiento y 18,15 °Brix de azúcares solubles. Se determinó la formulación de la granola en función del costo de producción de 3,06 dólares americanos y 2,0 % de fibra para una adición máxima de mashua y oca correspondiente a 4,41%.
- En la composición bromatológica de las granolas con adición de los tubérculos (oca y mashua) en los tratamientos no se evidenció diferencias significativas en cuanto al contenido de humedad los valores de humedad cumplen con lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2595:2011. En cuanto al contenido de ceniza y grasa existió una mayor concentración en el T1 con adición de mashua con valores de 1,65 % y 23,18 % respectivamente. Para el contenido de proteína es necesario mencionar que la mayor concentración está dada por el tratamiento testigo T0 de 4,61%. El contenido de fibra en los tratamientos T1 y T2 no evidenció diferencias significativas. Considerando que la materia prima utilizada para la elaboración de la granola es de tipo energética, en el T2 se evidenció la mayor concentración de Extracto libre de Nitrógeno con un valor de 64,64 % lo que demuestra que la oca posee un alto contenido de azúcares solubles tales como los fructooligosacáridos de fácil absorción por el organismo.
- La mayor capacidad antioxidante presentó el T2 con un valor de 43,75 µm Trolox/g sin que exista diferencia significativa con el tratamiento T1, pero difiere con el T0 lo que demuestra que la adición de los tubérculos aumentó la capacidad antioxidante de la granola.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más estudios con niveles superiores de los probados en la presente investigación y medir el grado de aceptación por parte de un panel especializado.
- Es muy importante la difusión de los beneficios de los tubérculos mashua y oca, con la finalidad de ampliar el consumo, ya que en la actualidad se consume de manera local y una de las estrategias sería la inclusión de estos en más productos alimenticios.
- Realizar más investigaciones de otros tubérculos propios de la zona altoandina tales como melloco (*Ullucus tuberosus*), camote (*Ipomoea batatas*), zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), como fuentes de materias primas en la agroindustria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, A., Milke, M., Argüello, G., Calderón, A., Carmona, R., Consuelo, A., Coss, E., García, M., Hernández, V., Icaza, M., Martínez, J., Morán, S., Ochoa, E., Reyes, M., Rivera, R., Zamarripa, F., Zárate, F., & Vázquez, R. (2021). Dietary fiber and the microbiota: A narrative review by a group of experts from the Asociación Mexicana de Gastroenterología. *Revista de Gastroenterología de Mexico*, 86(3), 287–304. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2021.02.004>
- Agbaje, R., Hassan, C., Norlelawati, A., Abdul Rahman, A., & Huda-Faujan, N. (2016). Development and physico-chemical analysis of granola formulated with puffed glutinous rice and selected dried Sunnah foods. *International Food Research Journal*, 23(2), 498–506.
- Aguado, B. (2017). “Influencia del tiempo de soleado sobre la concentración de azúcares reductores y capacidad antioxidante de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) ecotipo negra”. UNIVERSIDAD NACIONAL HUANCVELICA.
- Aguilar, C., Reyes, M., De la Garza, H., & Contreras, J. (1999). Aspectos bioquímicos de la relación entre el escaldado TB-TL y la textura de vegetales procesados. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 43, 54–62.
- Aigster, A., Duncan, S. E., Frank D., C., & Barbeau, W. E. (2011). Physicochemical properties and sensory attributes of resistant starch-supplemented granola bars and cereals. *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2159–2165. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.018>
- Arteaga, D., Chacón, L., Samamé, V., Valverde, D., & Paucar, L. (2022). Mashua (*Tropaeolum tuberosum*): Composición nutricional, características químicas, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud. *Agroindustrial Science*, 12(1), 95–101.
- Ávalos, C. A., & Vivero, M. A. (2013). *Proyecto de Factibilidad de un Nuevo Producto a Base de Mashua*.
- Barba, L., Ortiz, A., & Pecci, A. (2014). Los residuos químicos. Indicadores arqueológicos para entender la producción, preparación, consumo y almacenamiento de alimentos en mesoamérica. *Anales de Antropología*, 48(1), 201–240. [https://doi.org/10.1016/s0185-1225\(14\)70495-3](https://doi.org/10.1016/s0185-1225(14)70495-3)

- Barragán, M., Aro, J., Huamaní, V., & Cartagena, R. (2018). Antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del mio – mio (*Coriaria ruscifolia* L). *Rev. Investig. Altoandin*, 20(4), 419–428.
- Bielsa, M., Frati, A., & Ariza, R. (2016). Treatment to patients with acute diarrhea: Survey to a group of general practitioners from Mexico. *Atencion Familiar*, 23(4), 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.af.2016.10.002>
- Bonete M. (2016). Estudio De Cuatro Tubérculos Y Raíces Tuberosas No Tradicionales De La Sierra Centro De Ecuador Y Su. *Escuela de Administración de Empresas Gastronómicas*, 12, 37–67.
- Bottone, A., Montoro, P., Masullo, M., Pizza, C., & Piacente, S. (2018). Metabolomics and antioxidant activity of the leaves of *Prunus dulcis* Mill. (Italian cvs. Toritto and Avola). *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 158, 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.05.018>
- Caiza, D. (2016). *Utilización de harina de mashua (tropaeolum tuberosum) Y SU aplicación en productos de panificación, 2015*. (Issue May). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Cajamarca, E. (2010). *Evaluación Nutricional de la oca (Oxalis tuberosa sara-oca) Fresca, endulsada y deshidratada en secador de bandejas*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Campabadal, C. (2002). *Problemas Prácticos en la Manufactura y utilización del Alimento*. Estados Unidos de América.
- Cárdenas, B. (2014). Construcciones Culturales del sabor: comida rarámuri. *Anales de Antropología*, 48(1), 33–57. [https://doi.org/10.1016/s0185-1225\(14\)70488-6](https://doi.org/10.1016/s0185-1225(14)70488-6)
- Castro, S. (2018). *Evaluación de la concentración de jarabes de panela y Stevia en el desarrollo de grosella (Phyllanthus acidus L.) confitada*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Cerda, V., Pérez, A., & González, E. (2020). Procedimiento para el diseño óptimo de procesos considerando la calidad: aplicación en la elaboración de miel de caña. *Centro Azúcar*, 47(4), 103–113. [http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro\\_azucar/issue/view/Vol\\_47\\_No4%282020%29](http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/issue/view/Vol_47_No4%282020%29)
- Cruz, G., Ribotta, P., Ferrero, C., & Iturriaga, L. (2016). Physicochemical and rheological characterization of Andean tuber starches: Potato (*Solanum tuberosum* ssp.



- Andigenum), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and Papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Starch-Stärke*, 68(11), 1084–1094.
- Cuastumal, H., Valencia, B., & Ordoñez, L. (2016). Effects of heat treatment on the concentration of vitamin C and surface color in three tropical fruits | Efectos de los tratamientos térmicos en la concentración de vitamina C y color superficial en tres frutas tropicales. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(1), 85–93.
- Davalos, D. (2019). Determinación de parámetros óptimos de extracción de antocianinas en Mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) y evaluación de la actividad antioxidante y polifenoles totales. *Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac*. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/829>
- De la Rubia, J., Sanchez, C., Selvi, P., Bueno, A., Sancho, S., Rochina, M., & Hu, I. (2017). Influencia del aceite de coco en enfermos de alzhéimer a nivel cognitivo. *Nutricion Hospitalaria*, 34(2), 352–356. <https://doi.org/10.20960/nh.780>
- Dilas, J., & Ascurra, D. (2020). Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) cultivo subutilizado con alto potencial para zonas altoandinas en el Perú. *Alpha Centauri*, 1(1), 15–24. <https://doi.org/10.47422/ac.v1i1.3>
- Elodio, F., Peñaloza, B., Maldonado, Y., Jimenez, J., Flores, V., Arámbula, G., & Salazar, R. (2019). Thermal stability of virgin coconut oil obtained from two cultivars grown in Guerrero, Mexico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(2), 101–109. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.2.101-109>
- Estévez, A., Escobar, B., & Ugarte, V. (2000). Utilización de cotiledones de algarobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) en la elaboración de barras de cereales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(2), 148–151.
- Farfán, C., Coaquira-Quispe, J. J., Lezcano, M. F., Arias, A., Navarro, P., & Fuentes, R. (2020). Análisis Cinemático de la Masticación de una Granola Prototipo en Contraste con la Masticación de Maní. *International Journal of Odontostomatology*, 14(2), 198–204. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2020000200198>
- Figuroa, M. A. (2018). *Elaboración de granola nutritiva tipo snack disponible en la alimentación de la población limeña*. San Ignacio de Loyola.
- Flórez, J., Góngora, C., Pacheco, I., & Ortegón, L. (2014). Análisis de consumo de los alimentos funcionales. Exploración de percepción de producto, marca y hábitos de consumo a partir de los cereales light. *Libre Empresa*, 11(1), 119–134.
- Florez, A. (2015). *Formulación de dos barras de granola como alternativa alimentaria para refacción escolar*. Universidad San Carlos de Guatemala.

- Gamarra, N., Girón, C., Roque, B., & Díaz, J. (2011). Evaluación del contenido de antocianinas de tres accesiones de oca (*Oxalis tuberosa*) en condiciones frescas y cocidas del departamento de Junín. *Prospectiva Universitaria*, 8(2), 13–18.
- García, A., Muñiz, S., Hernández, A., González, L., & Fernandez, D. (2013). Análisis comparativo de la cinética de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente de la piña (*Ananas comosus*, variedad Cayena lisa). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(1), 62–69.
- Gómez, M., González, M., García, Y., Vicente, R., González, L., & Rodríguez, C. (2018). Caracterización de aceite extraído del fruto de Cocos nucifera obtenido a escala de laboratorio. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 49(1), 1–7.
- González, M., Lozada, J., & Ortega, A. (2021). Carotenoids from mamey (*Pouteria sapota*) and carrot (*Daucus carota*) increase the oxidative stress resistance of *Caenorhabditis elegans*. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2021.100989>
- Granada, G., Rosa, V., Zambiasi, R., & Koetz, P. (2003). Caracterização de granolas comerciais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(1), 87–91. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612003000100018>
- Grden, L., Oliveira, C., & Bortolozo, E. (2008). Preparation of a cereal bar as rewarding food for athletes and practitioners of physical activity. *Brazilian Journal of Agrotechnology Industry*, 2(1), 87–94.
- Greenfield, H., & Southgate, D. (2003). *Datos de composición de alimentos* (B. Burlingame & U. Charrondiere, Eds.; Segunda, Vol. 0). FAO.
- Guevara, D., Valle, L., Barros, M., Vásquez, C., Zurita, H., Dobronski, J., & Pomboza, P. (2018). Nutritional composition and bioactive components of mashua (*Tropaeolum tuberosum ruiz and pavón*)<sup>1</sup>. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21(1), 53–68.
- Guimaraes, D., Iodelis, A., & Aguiar, L. (2016). Análisis de los Parámetros Reológicos y Sensoriales de Yogur de Guayaba Enriquecido con Cereales. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 25, 34–41.
- Harouak, H., Ibijbijen, J., & Nassiri, L. (2021). Chemical profile of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters, and *Juglans regia* L. and *Olea europaea* L. var. *Sylvestris* used against oral diseases: in vitro analysis between polyphenolic content and aqueous extraction optimization. *Heliyon*, 7(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07118>

- Hechavarría, A., & Arada, M. (2017). Estimación de la incertidumbre de la medición en análisis químico, un caso de estudio. *Rev Cubana Química*, 29(1), 54–72.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (Mc Graw Hill Interamericana, Ed.).
- Huaccho, C. (2016). *Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de 84 cultivares de mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón)*. Universidad Agraria la Molina.
- Iñarruti, M., & Vega, L. (2001). Las barras de cereales como alimento funcional en los niños. *Revista Mexicana de Pediatría*, 68(1), 8–12.
- Inostroza, L. A., Castro, A. J., Hernández, E. M., Carhuapoma, M., Yuli, R. A., Collado, A., & Córdova, J. S. (2015). Actividad antioxidante *Tropaeolum tuberosum* RUIZ & PAVÓN (Mashua) y su aplicación como colorante para yogur. *Ciencia e Investigación*, 18(2), 83–89. <https://doi.org/10.15381/ci.v18i2.13615>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, I. (2011). Granolas Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 003, 8.
- Leidi, E., Monteros, A., Mercado, G., Rodriguez, J., Ramos, A., Alandia, G., Sorensen, M., & Jacobsen, M.-E. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of Functional Foods*, 51, 86–93.
- León, M., Villacorta González, M. Y., & Pagador Flores, S. E. (2011). Composición química de “oca”( *Oxalis tuberosa* ), ‘arracacha’( *Arracaccia xanthorrhiza* ) y ‘tarwi’( *Lupinus mutabilis* ). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, 2(2), 239–252.
- Loredo, E., Cerqueira, M., Bendel, L., Ferreira, L., Alexandre, G., Azevedo, A., Miranda, E., & Mileib, C. (2022). Kombucha fermentation in blueberry (*Vaccinium myrtillus*) beverage and its in vivo gastroprotective effect: Preliminary study. *Future Foods*, 5(December 2021), 100129. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100129>
- Macedo, I. S. M., Sousa Gallagher, M. J., Oliveira, J. C., & Byrne, E. P. (2013). Quality by design for packaging of granola breakfast product. *Food Control*, 29(2), 438–443. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.045>
- Madera, S., Ortega, F., López, E., & Pérez, O. (2017). Determinación del Coeficiente Convectivo de Transferencia de Calor del Proceso de Escaldado de Zapallo (*Cucurbita maxima*). *Informacion Tecnologica*, 28(3), 59–66. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300007>

- Maldonado, C., Cazorla, I., Perdigon, G., & Lemme, J. (2018). *Evidencias científicas de los mecanismos inducidos por probióticos en la modulación del sistema inmune* la S. y la C. de V. Asociación Civil Danone para la Nutrición, Ed.; Primera, Vol. 1).
- Medina, M. (2006). *Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (Phaseolus vulgaris)*. <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/741>
- Mejia, F., & Susanibar, A. (2021). Determinación de la calidad bromatológica, sensorial y principios bioactivos de una compota para niños a base de mango (*Mangifera indica*), calabaza (*Curcubita ficifolia*) y oca (*Oxalis tuberosa*) LIMA-2020. *Repositorio Institucional-WIENER*, 48. <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/4561>
- Mendoza, F., Hernández, E., & Ruiz, L. (2015). Efecto del escaldado sobre el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C de la pulpa de mango de hilacha (*Mangifera indica var magdalena river*). *Informacion Tecnologica*, 26(3), 9–16. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000300003>
- Millone, M., Olagnero, G., & Santana, E. (2011). Alimentos funcionales: análisis de la recomendación en la práctica diaria. *Diaeta*, 29(134), 7–15.
- Montaño, P., Orozco, J., Castillo, L., Orea, A., Lorena, N., Ubeda, F., Belio, G., & Muñoz, E. (2011). Efecto de una bebida láctea a base de cocoa sobre la presión arterial y función endotelial en pacientes con insuficiencia cardiaca: ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*, 17(1), 52–60.
- Mora, J., & Verdugo, M. (2020). *Determinación de la actividad antioxidante in vitro de extractos de oca (Oxalis tuberosa Molina) cultivada en la serranía ecuatoriana*. Universidad de Guayaquil.
- Moreiras, O., Carbajal, Á., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tablas de Composición de Alimentos* (editorial Pirámide, Vol. 16).
- Muñoz del Carmen, E. (2018). *Estudio del efecto de diferentes aglutinantes sobre las propiedades nutricionales y de textura en barras tipo granola*. Instituto Politécnico Nacional.
- Nawade, B., Yahyaa, M., Reuveny, H., Shaltiel Harpaz, L., Eisenbach, O., Faigenboim, A., Bar Yaakov, I., Holland, D., & Ibdah, M. (2019). Profiling of volatile terpenes from almond (*Prunus dulcis*) young fruits and characterization of seven terpene synthase genes. *Plant Science*, 287(July), 110187. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110187>

- Oloyede, O. (2005). Chemical profile of Unripe Pulp of Carica papaya. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4(6), 379–381.
- Ortega, M., Barboza, Y., Piñero, M., & Parra, K. (2016). Formulación y evaluación de una galleta elaborada con avena, linaza y pseudofruto del caujil como alternativa de un alimento funcional. *Multiciencias*, 16(1), 76–86.
- Padilla, F., Alfaro, M., & Chavez, J. (1998). Composición química de las semillas del nogal de Barquisimeto (*Caryodendron orinocense*, *euphorbiaceae*). *Food Science and Technology International*, 4(4), 285–289.
- Pagamunici, L., Pereira, A., Pereira, H., Gohara, A., Freitas, A., Visentainer, J., de Souza, N., Marques, S., & Matsushita, M. (2014). Multivariate study and regression analysis of gluten-free granola. *Food Science and Technology*, 34(1), 127–134.  
<https://doi.org/10.1590/S0101-20612014005000005>
- Pathare, P. B., Baş, N., & Byrne, E. P. (2012). Comparison of quality parameters of granola produced by wet granulation with commercially available product. *Food and Bioproducts Processing*, 90(4), 729–736. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.01.004>
- Pillajo, J., Bravo-Vásquez, J., & Vernaza, M. G. (2019). Efecto de la Cocción y la Concentración de Sal como Pretratamiento de Chips de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) Obtenidos por Fritura al Vacío. *Información Tecnológica*, 30(4), 13–22.  
<https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000400013>
- Ramírez, R., Arenas, L., Acosta, K., Yamarte, M., & Sandoval, L. (2012). Efecto del escaldado sobre la calidad nutricional de pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*.
- San Mauro, I., Sanz, S., González, L., Conty, R., Garicano, E., & Blumenfeld, J. (2019). Impulsiveness in children with attention-deficit/hyperactivity disorder after an 8-week intervention with the Mediterranean diet and/or omega-3 fatty acids: A randomised clinical trial. *Neurologia*. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2019.09.007>.
- Sansano, M., Heredia, A., & Andres, A. (2013). *Estudio de la influencia del tipo de pretratamiento sobre la reducción de la generación de acrilamida durante la fritura de patatas en aceite*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/27888>
- Santos, C., Bonomo, R., Fontan, R., Bonomo, P., Veloso, C., & Fontan, G. (2011). Characterization and sensorial evaluation of cereal bars with jackfruit. *Acta Scientiarum. Technology. Maringá*, 33(1), 81–85.
- Serpa, A., Vásquez, D., Castrillón, D., & Hincapié, G. (2015). Comparación de dos

técnicas de deshidratación de guayaba-pera (*Psidium guajava L.*) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(1), 10–20.

<https://doi.org/10.22507/rli.v12n1a1>

- Sharma, P., Verma, P. K., Sood, S., Pankaj, N. K., Agarwal, S., & Raina, R. (2021). Neuroprotective potential of hydroethanolic hull extract of *Juglans regia L.* on isoprenaline induced oxidative damage in brain of Wistar rats. *Toxicology Reports*, 8, 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.01.006>
- Souza, P., & Silva, M. (2015). Quality of granola prepared with dried caju-do-cerrado (*Anacardium othonianum Rizz*) and baru almonds (*Dipteryx alata Vog*). *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1712–1717. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1134-4>
- Toapanta, G. (2012). Mejora del proceso de obtención de granola en la industria “Productos naturales Shalom”, a través de las buenas prácticas de manufactura (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Ecuador.
- Torres, E., & Torrico, J. (2004). Caracterización de diez variedades de *Oxalis Tuberosa* Molina (Oca) y alternativas de industrialización. *INVESTIGACION & DESARROLLO*, 4(1), 75–84. <https://doi.org/10.23881/idupbo.004.1-10i>
- Toscano, L., García, G., Gómez, F., Beltrán, G., Valenzuela, I., & Armenta, J. (2020). Análisis de las propiedades físico-químicas y sensoriales de barra alimenticia a base de semillas y nueces sin componentes de origen animal. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 24(2), 143–153.
- Valle, M., Pomboza, P., Buenaño, M., Guevara, D., Chasi, P., Vásquez, C., & Pérez-Salinas, M. (2018). Morphology, phenology, nutrients and yield of six accessions of *Tropaeolum tuberosum ruiz y pav* (MASHUA). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21(1), 131–139.
- Van, E., Grebitus, C., & Verbeke, W. (2021). Effects of nutrition and sustainability claims on attention and choice: An eye-tracking study in the context of a choice experiment using granola bar concepts. *Food Quality and Preference*, 90(104100).
- Velásquez, F., Ramírez, E., Chuquilín, R., & Aliaga, I. (2020). Optimization of the functional properties of a drink based on tubers of purple mashua (*Tropaeolum*

- tuberosum* Ruíz y Pavón). *Agroindustrial Science*, 10(1), 71–77.  
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindsience/article/view/2854>
- Velásquez, F., & Velezmoro, C. (2022). Microencapsulation of Purple Mashua Extracts Using Andean Tuber Starches Modified by Octenyl Succinic Anhydride. *International Journal of Food Science*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8133970>
- Velásquez, F., & Velezmoro, C. (2018). Propiedades reológicas y viscoelásticas de almidones de tubérculos andinos. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 189–197.
- Vilcanqui, F., & Vélchez, C. (2017). Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(2), 146–156.
- Villacrés, E., Quelal, M. B., & Alvarez, J. (2016). Redescubriendo la oca y la mashua. Desarrollo de nuevos snacks. In *Deutsche National bibliografie*. Editorial Académica Española. <https://doi.org/http://dnb.d-nb.de>.
- Xiao, H., Pan, Z., Deng, L., El-Mashad, H., Yang, X., Mujumdar, A., Gao, Z., & Zhang, Q. (2017). Recent developments and trends in thermal blanching – A comprehensive review. *Information Processing in Agriculture*, 4(2), 101–127.  
<https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.02.001>
- Yambay, W., & Borbor, S. (2018). Evaluación de barras energéticas enriquecidas con Guandul (*Cajanus cajan*) y Amaranto (*Amaranthus caudatus*). *SATHIRI*, 12(2), 9–23.  
<https://doi.org/10.32645/13906925.100>
- Zenteno, S. (2014). Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2), 58–66.
- Zhu, F., & Cui, R. (2020). Comparison of physicochemical properties of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, 148, 601–607. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.028>



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA  
2595:2011**

---

---

**NTE INEN**

## **GRANOLAS. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

GRANOLAS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas y productos derivados,  
granola, requisitos. AL 02.02-408  
CDU: 664.696  
CIU: 3116  
ICS: 67.060



**Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria**

**GRANOLAS.  
REQUISITOS.**

**NTE INEN  
2595:2011  
2011-07**

## 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las granolas. No incluye las granolas en barra.

## 2. DEFINICIÓN

2.1 Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición:

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.

## 3. DISPOSICIONES GENERALES

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.

3.2 Las granolas pueden ingerirse solas o mezcladas con otros alimentos.

3.3 Las granolas deben presentar sabor y aroma típicos, naturales o provenientes de saborizantes y aromatizantes permitidos.

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.

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.

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:

- a) Grasas y aceites comestibles,
- b) azúcares, melazas y jarabes,
- c) miel de abeja,
- d) derivados de cereales y pseudocereales,
- e) edulcorantes,
- f) especias,
- g) frutas deshidratadas,
- h) frutas enconfitadas,
- i) frutos secos, semillas y nueces,
- j) leguminosas,
- k) oleaginosas,
- l) sal,
- m) esencias,
- n) otros ingredientes aptos para el consumo humano.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas y productos derivados, granola, requisitos.

## 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 *AOAC 925.09, 925.10
*método generales recomendados.			

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 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	NTE INEN 1 529-5
Mohos, (upc/g)	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	NTE INEN 1 529-10
Coliformes (ufc/g)	5	2	10	10 <sup>2</sup>	NTE INEN 1 529-7
<i>Bacillus cereus</i>	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	ISO 7932
<i>Salmonella sp.</i>	5	0	Ausencia/25 g	----	NTE INEN 1 529-15

Donde:

n = Número de muestras que se van a examinar

c = Número de muestras permisibles 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 ocratoxina 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-OIML 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 materias extrañas 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.

## APÉNDICE Z

### Z.1. DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1	<i>Rotulado de Productos Alimenticios para consumo. Parte 1.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2	<i>Rotulado de Productos Alimenticios para consumo. Parte 2.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesofilos REP.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control microbiológico de alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15	<i>Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2859-1	<i>Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 10: Introducción a la serie de normas de muestreo NTE INEN-ISO 2859 para la inspección por atributos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2859-10	<i>Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios, procesados, envasados, y empaquetados.</i>
Recomendación Técnica Ecuatoriana NTE INEN-OIMLR 87	<i>Cantidad de producto en paquetes.</i>
International Standard Organization ISO 712	<i>"Cereals and cereal products - Determination of moisture content - Reference method series of standards for sampling for inspection by attributes".</i>
International Standard Organization. ISO 7932	<i>"Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of presumptive Bacillus cereus -- Colony-count technique at 30 degrees C".</i>
International Standard Organization. ISO 8422	<i>"Sequential sampling plans for inspection by attributes".</i>
International Standard Organization. ISO 8423	<i>"Sequential sampling plans for inspection by variables for percent nonconforming (known standard deviation)".</i>
International Standard Organization. ISO 2859	<i>Series of standards for sampling for inspection by attributes.</i>
International Standard Organization. ISO 3951	<i>Series of standards for sampling procedures for inspection by variables.</i>
Official Methods of Analysis AOAC 925.09	<i>Solids (Total) and moisture in Flour–Vacuum</i>
Official Methods of Analysis AOAC 925.10	<i>Solids (Total) and moisture in Flour –Air Oven Method.</i>
Comisión del Codex Alimentarius CAC/LMR 01-2009	<i>Lista de Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas.</i>
Directrices del Codex Alimentarius CAC/GL 50-2004	<i>Muestreo.</i>

### Z.2. BASES DE ESTUDIO

Ministerio de Salud Perú, Resolución Ministerial 591-2008/MINSA que aprueba la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 *Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.*

Norma Chilena Oficial NCh2806.Of2003. *Cereales para el desayuno-Requisitos*. Instituto Nacional de Normalización (INN-CHILE). Santiago-Chile, 2003.

Norma Técnica Colombiana NTC 3749. *Productos de Molinería. Cereales listos para el desayuno*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá-Colombia, 1997.

Comisión del Codex Alimentarius, *Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos* (CODEX STAN 193-1995).

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** TÍTULO: GRANOLA. REQUISITOS **Código:**  
**NTE INEN 2595** **AL 02.02-408**

ORIGINAL:

Fecha de iniciación del estudio:  
2010-08-09

REVISIÓN:

Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo  
Oficialización con el Carácter de  
por Acuerdo Ministerial No  
publicado en el Registro Oficial No.

Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de

a

Subcomité Técnico: Granola. Requisitos

Fecha de iniciación: 2010-10-12

Fecha de aprobación: 2011-02-17

Integrantes del Subcomité Técnico:

**NOMBRES:**

Ing. Pablo Polit (Presidente)  
MaE. Adriana Villavicencio  
Ing. Elisa Vélez Decker  
Ing. Augusto Solano  
Ing. Remigio Salazar  
Ing. Ana Gabriela Di Capua  
  
Ing. Alejandra Chiriboga  
  
Ing. Ruth Viera  
  
Ing. José Rugel  
Dra. Pilar Córdova  
Ing. Evelyn Andrade (Secretaria Técnica)

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL –EPN  
INTERTEK –CALEB BRETT ECUADOR S.A.  
INTERTEK –CALEB BRETT ECUADOR S.A.  
PRODUCTOS SCHULLO  
NUTRIVITAL  
PROGRAMA DE PROVISION DE ALIMENTOS -  
MIES  
PROGRAMA DE PROVISION DE ALIMENTOS -  
MIES  
PROGRAMA DE PROVISION DE ALIMENTOS -  
MIES  
KELLOGG ECUADOR CIA. LTDA.  
LABORATORIO SEIDLA  
INEN

Otros trámites:

La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria  
Registro Oficial No. 488 de 2011-07-11



Por Resolución No. 11 167 de 2011-05-20

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gob.ec](mailto:direccion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gob.ec](mailto:normalizacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gob.ec](mailto:certificacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gob.ec](mailto:verificacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inenlaboratorios@inen.gob.ec](mailto:inenlaboratorios@inen.gob.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gob.ec](mailto:inenguayas@inen.gob.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gob.ec](mailto:inencuenca@inen.gob.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gob.ec](mailto:inenriobamba@inen.gob.ec)  
URL: [www.inen.gob.ec](http://www.inen.gob.ec)**

## Anexo 2: Resultados de Laboratorio

MO-LSAIA-2201-06

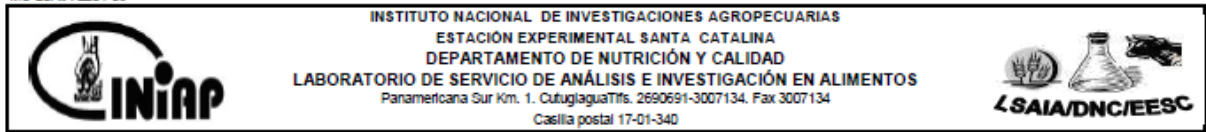
	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutugaguaTfts. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	

### INFORME DE ENSAYO No: 22-019

<b>**NOMBRE PETICIONARIO:</b>	Ing. Yadira Elena Alvaro Hernández	<b>**INSTITUCIÓN:</b>	Particular
<b>**DIRECCIÓN:</b>	Riobamba	<b>**ATENCIÓN:</b>	Ing. Yadira Elena Alvaro Hernández
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	17/02/2022	<b>FECHA DE RECEPCIÓN.:</b>	010/02/2022
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 10 al 16 de febrero del 2022	<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b>	14h00
		<b>ANÁLISIS SOLICITADO</b>	Capacidad antioxidante

ANÁLISIS	HUMEDAD	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-L-SAIA-16	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	ABTS	
UNIDAD	%	µm Trolox/g	
22-0134	2,57	33,89	Granola Tratamiento 1 Repetición 1
22-0135	2,75	34,15	Granola Tratamiento 1 Repetición 2
22-0138	2,52	33,96	Granola Tratamiento 1 Repetición 3
22-0137	2,35	43,89	Granola Tratamiento 1 Repetición 4
22-0138	2,76	42,81	Granola Tratamiento 1 Repetición 5
22-0139	3,41	35,34	Granola Tratamiento 2 Repetición 1
22-0140	2,71	38,10	Granola Tratamiento 2 Repetición 2
22-0141	2,46	39,06	Granola Tratamiento 2 Repetición 3
22-0142	3,19	39,11	Granola Tratamiento 2 Repetición 4
22-0143	2,50	51,48	Granola Tratamiento 2 Repetición 5





## INFORME DE ENSAYO No: 22-019

ANÁLISIS	HUMEDAD	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE $\Omega$	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-L-SAIA-16	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	ABTS	
UNIDAD	%	$\mu\text{m Trolox/g}$	
22-0144	2,63	45,18	Granola Tratamiento 3 Repetición 1
22-0145	2,57	41,62	Granola Tratamiento 3 Repetición 2
22-0146	2,46	33,05	Granola Tratamiento 3 Repetición 3
22-0147	2,62	44,97	Granola Tratamiento 3 Repetición 4
22-0148	2,15	47,94	Granola Tratamiento 3 Repetición 5

Los ensayos marcados con  $\Omega$  se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



Dr. Iván Samaniego, MSc.  
RESPONSABLE TÉCNICO



Ing. Bladimir Ortiz  
RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este Informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este Informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con \*\* son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.



# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

## RESULTADOS ANÁLISIS PROXIMAL

Laboratorio: Bromatología

Unidad de análisis: Muestras de Granola (Muestra seca y procesada)

Solicitante: Yadira Álvaro

N	MUESTRA	CODIGO	% HUMEDAD	%CENIZA	%GRASA	%PROTEINA	%FIBRA	%EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO
1	TRATAMIENTO 1 REPETICION 1	T1.1	7.56	1.63	24.14	4.64	2.5	59.53
2	TRATAMIENTO 1 REPETICION 2	T1.2	6.68	1.47	21.65	4.14	2.5	63.56
3	TRATAMIENTO 1 REPETICION 3	T1.3	5.9	1.56	19.83	5.19	2.4	65.12
4	TRATAMIENTO 1 REPETICION 4	T1.4	6.05	1.59	23.42	4.65	2.5	61.79
5	TRATAMIENTO 1 REPETICION 5	T1.5	6.99	1.62	20.58	4.81	2.2	63.8
6	TRATAMIENTO 2 REPETICIÓN 1	T2.1	7.3	1.67	21.8	4.69	2.6	61.94
7	TRATAMIENTO 2 REPETICION 2	T2.2	6.48	1.68	27.31	4.44	2.9	57.19
8	TRATAMIENTO 2 REPETICION 3	T2.3	7.56	1.66	22.36	4.85	3.1	60.47
9	TRATAMIENTO 2 REPETICION 4	T2.4	7.73	1.62	23.59	4.48	2.6	59.98
10	TRATAMIENTO 2 REPETICION 5	T2.5	8.5	1.66	20.86	4.46	3	61.52
11	TRATAMIENTO 3 REPETICION 1	T3.1	7.54	1.59	18.52	3.99	2.9	65.46
12	TRATAMIENTO 3 REPETICION 2	T3.2	6.18	1.57	19.44	4.21	2.7	65.9
13	TRATAMIENTO 3 REPETICION 3	T3.3	6.67	1.63	23.77	4.1	3.1	60.73
14	TRATAMIENTO 3 REPETICION 4	T3.4	7.46	1.68	18.59	4.17	2.8	65.3
15	TRATAMIENTO 3 REPETICION 5	T3.5	7.94	1.54	17.99	4.23	2.5	65.8



Firmado electrónicamente por:  
CARLA VIVIANA  
HARO  
VELASTEGUI

Ing. Carla Haro Ms.C  
TÉCNICO DE LABORATORIO

### ANEXO 3: Análisis Estadístico

#### BRIX Mashua

Duncan<sup>a</sup>

TEMPERATURA	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
90	5	7,3800		
85	5	7,4000		
80	5		7,7000	
0	5			8,7800
Sig.		,860	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

#### BRIX Oca

Duncan<sup>a</sup>

TEMPERATURA	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
90	5	9,4620		
85	5		10,4900	
80	5		10,8920	
0	5			11,9440
Sig.		1,000	,073	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

#### Humedad

Duncan<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0	5	6,63600
2	5	7,1580
1	5	7,5140
Sig.		,087

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

### Ceniza

Duncan<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	5	1,5740	
2	5	1,6020	1,6020
1	5		1,6580
Sig.		,397	,104

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

### Grasa

Duncan<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	5	19,6620	
0	5	21,9240	21,9240
1	5		23,1840
Sig.		,138	,393

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

### Proteína

Duncan<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	5	4,1400	
1	5		4,5840
0	5		4,6900
Sig.		1,000	,506

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

### Fibra

Duncan<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	5	2,4200	
2	5		2,8000
1	5		2,8400
Sig.		1,000	,757

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

**ELN**

Duncan<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	5	60,2200	
0	5	62,7600	62,7600
2	5		64,6380
Sig.		,078	,179

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

**Cap.Antioxidante**

Duncan<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	5	33,6600	
1	5		41,2200
2	5		43,7580
Sig.		1,000	,323

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.