



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**VALOR NUTRICIONAL Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE  
EN DIFERENTES FORMULACIONES DE GOMITAS  
ELABORADAS A BASE DE PULPA DE *Nostoc  
sphaericum* (Cushuro)**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO  
FARMACÉUTICO**

**AUTORES**

**Bach. CALDERON CARRANZA, MONICA DEISY**

**<https://orcid.org/0009-0005-3533-3774>**

**Bach. CRUZ APONTE, SILVIA BETTY**

**<https://orcid.org/0009-0005-8136-9786>**

**ASESOR**

**Mg. BRAVO ARAUJO, GLORIA TULA**

**<https://orcid.org/0000-0002-8133-3370>**

**Lima – Perú**

**2023**

## AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **MONICA DEISY CALDERON CARRANZA**, con DNI **44840904**, en mi condición de autora de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico presentada para optar el Título profesional de “Químico Farmacéutico”, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO**<sup>1</sup> que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud **6%** y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 02 días del mes de octubre del año 2023.



---

Monica Deisy Calderon Carranza  
DNI: 44840904



---

Mg. Gloria Tula Bravo Araujo  
DNI: 40863215

1. Apellidos y Nombres
2. DNI
3. Grado o título Profesional
4. Título del trabajo de investigación
5. Porcentaje de similitud

---

<sup>1</sup> Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174- 2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

## AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **SILVIA BETTY CRUZ APONTE**, con DNI **19701086**, en mi condición de autora de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico presentada para optar el Título profesional de “Químico Farmacéutico”, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO**<sup>2</sup> que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud **6%** y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 02 días del mes de octubre del año 2023.



---

Silvia Betty Cruz Aponte  
DNI: 197010186



---

Mg. Gloria Tula Bravo Araujo  
DNI: 40863215

1. Apellidos y Nombres
2. DNI
3. Grado o título profesional
4. Título del trabajo de Investigación
5. Porcentaje de similitud

---

<sup>2</sup> Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174- 2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

## INFORME DE ORIGINALIDAD-TURNITIN

Bach. CALDERON CARRANZA, MONICA DEISY Bach. CRUZ APONTE, SILVIA BETTY

### INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

2

[repositorio.uma.edu.pe](http://repositorio.uma.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

3

Mario Carhuapoma Y., Sofía López G., Mirtha Roque A., Billie Velapatiño, Carlos Bell C., Delia Whu W.. "Actividad antibacteriana del aceite esencial de *Minthostachys mollis* Griseb "Ruyaq muña"", Ciencia e Investigación, 2009

Publicación

1%

4

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

5

[es.scribd.com](http://es.scribd.com)

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

## **DEDICATORIA**

A mis padres por brindarme todo el amor, apoyo y motivación durante toda mi carrera profesional.

Monica Deisy Calderon Carranza.

A mis padres en el cielo, a mis hijos y esposo por su apoyo incondicional, tolerancia y por ser el motor principal que mueve mis anhelos de superación profesional y ser un ejemplo para ellos.

Silvia Betty Cruz Aponte

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros familiares y a todas las personas que cooperaron con su motivación permanente para no rendirnos en el intento de alcanzar nuestras metas profesionales.

A nuestra asesora por su apoyo continuo e incondicional en el desarrollo de la presente tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Páginas</b>
<b>RESUMEN</b>	7
<b>ABSTRACT</b>	8
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	16
II.1 Enfoque y diseño de la investigación	16
II.2 Población, muestra y muestreo	16
II.3 Variables de la investigación	17
II.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	18
II.5 Plan metodológico para la recolección de datos	18
II.6 Procesamiento del análisis estadístico	25
II.7 Aspectos éticos	25
<b>III. RESULTADOS</b>	26
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	33
IV.1 Discusión de resultados	33
IV.2 Conclusiones	35
IV.3 Recomendaciones	35
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	36
<b>ANEXOS</b>	44
ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos	44
ANEXO B: Matriz de consistencia	46

ANEXO C: Operacionalización de las variables	48
ANEXO D: Certificación de identificación botánica	51
ANEXO E: Valor nutricional de las gomitas a base de cushuro	52
ANEXO F: Evidencias fotográficas del trabajo de campo	55

### ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Páginas</b>
Tabla 1. Concentraciones a utilizar en la pulpa de cushuro	19
Tabla 2. Formulación de las gomitas	20
Tabla 3. Resultados análisis proximal de gomitas de <i>Nostoc sphaericum</i>	26
Tabla 4 Porcentaje de inhibición de la sustancia patrón	27
Tabla 5 Porcentaje de inhibición de la gomita al 40%	29
Tabla 6 Porcentaje de inhibición de la gomita al 50%	30
Tabla 7 Porcentaje de inhibición de la gomita al 60%	31
Tabla 8 Comparación de los porcentajes de inhibición	32
Tabla 9 Concentración inhibitoria 50 (IC50) y actividad antioxidante relativa	32



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
Figura 1. Resultado de análisis proximal de las gomitas	26
Figura 2. Curva de calibración de ácido ascórbico	28
Figura 3. Porcentaje de inhibición de ácido ascórbico	28
Figura 4. Porcentaje de inhibición de las gomitas al 40%	29
Figura 5. Porcentaje de inhibición de las gomitas al 50%	30
Figura 6. Porcentaje de inhibición de las gomitas al 60%	31
Figura 7. Laguna de toma-Quiruvilca	55
Figura 8. Recolección de Cushuro	55
Figura 9. Laboratorio UNT	56
Figura 10. Muestra de Cushuro	56
Figura 11. Preparación de gomitas	56
Figura 12. Moldeado de gomitas	56
Figura 13. Pesado de ácido ascórbico	57
Figura 14. Preparación del ácido ascórbico	57
Figura 15. Preparación de la solución patrón	57
Figura 16. Lectura de los resultados	57

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el valor nutricional y actividad antioxidante de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum* (Cushuro) al 40%, 50% y 60%.

**Materiales y métodos:** Investigación experimental, prospectiva y transversal. Se emplearon 3 Kg de *Nostoc sphaericum*, seleccionadas, lavadas, escurridas, licuadas con diferentes cantidades de agua logrando concentraciones deseadas. Al producto obtenido, se determinó el valor nutricional y capacidad antioxidante.

**Resultado:** Se encontró, proteínas 1.8, 2.7 y 3.3% g, carbohidratos 28.1, 37.4 y 43.0 % g, fibra 0.17, 0.2 y 0.23, grasas 1.1, 0.77 y 0.55 %, cenizas 0.17, 0.2 y 0.23% y humedad 62.8, 58.9 y 52.9 %. La mayor actividad antioxidante se obtuvo con la muestra de gomitas analizada al 60% encontrándose valores de porcentaje de inhibición de 66.49%, IC50 de 23.42 µg/mL y AAR de 102.36%

**Conclusiones:** Las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro contienen componentes básicos para ser utilizados en la dieta de las personas como proteínas, carbohidratos, grasa, fibra, cenizas y humedad. Se encontró que, a mayor concentración de pulpa de cushuro, mayor contenido de proteína y actividad antioxidante y menor contenido de grasa y humedad.

**Palabras claves:** Valor nutricional, actividad antioxidante, gomitas, *Nostoc sphaericum*.

## ABSTRACT

**Objective:** Determine the nutritional value and antioxidant activity of gummies formulations made from pulp of *Nostoc sphaericum* (Cushuro) at 40%, 50% and 60%.

**Materials and methods:** Experimental, prospective and cross-sectional research. 3 Kg of *Nostoc sphaericum* were used, selected, washed, drained, blended with different amounts of water, achieving desired concentrations. To the product obtained, the nutritional value and antioxidant capacity were determined.

**Result:** It was found, proteins 1.8, 2.7 and 3.3% g, carbohydrates 28.1, 37.4 and 43.0% g, fiber 0.17, 0.2 and 0.23, fats 1.1, 0.77 and 0.55%, ashes 0.17, 0.2 and 0.23% and humidity 62.8, 58.9 and 52.9%. The highest antioxidant activity was obtained with the sample of gummies analyzed at 60%, finding percentage inhibition values of 66.49%, IC50 of 23.42 µg/mL and AAR of 102.36%.

**Conclusions:** The gummies made from cushuro pulp contain basic components to be used in the diet of people such as proteins, carbohydrates, fat, fiber, ash and moisture. It was found that the higher the concentration of cushuro pulp, the higher the protein content and antioxidant activity and the lower fat and moisture content.

**Keywords:** Nutritional value, antioxidant activity, gummies, *Nostoc sphaericum*.

## I. INTRODUCCIÓN

La malnutrición se conceptualiza como una nutrición desequilibrada o deficiente que puede ser causada por una dieta excesiva o pobre; esta problemática es una de las principales en salud pública, lo que aumenta la carga mundial de la morbilidad, puesto que más de un tercio de todas las enfermedades de los infantes a nivel mundial se le atribuye a la desnutrición debido a la pobreza de la familia y la carencia de recursos para obtener una dieta equilibrada <sup>1</sup>. De tal manera el problema de la desnutrición a nivel mundial está creciendo, alcanzando más de 820 millones en 2018 (una de cada nueve personas), frente a los 812 millones en el 2017. Se considera tres causas principales que generan la escasez de alimentos y por ende la desnutrición: 1) alta exposición y vulnerabilidad a cambios climáticos extremos, 2) conflictos bélicos o políticos y 3) desaceleración económica, lo que causa la escasez de alimentos tanto en cantidad como en calidad <sup>2</sup>.

El valor nutricional de los alimentos se define como la cuantificación de los micronutrientes y macronutrientes contenidos en los mismos; entre ellos destacan las proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales para el desarrollo normal del ser humano; esta información sobre la composición de los alimentos permite a las personas tomar decisiones acertadas sobre su consumo y mantener la proporción adecuada así como controlar los valores energéticos que proceden de los alimentos <sup>3</sup>, en especial si se trata de alimentos innovadores y poco conocidos como son las gomitas elaboradas a base de cushuro.

En el Perú la desnutrición crónica es un problema de salud pública que se encuentra ligado a diferentes factores como son las deficientes condiciones socioeconómicas, nutricionales y los protocolos inadecuados en el cuidado del paciente ya sea niño, adulto o anciano, lo cual deteriora aún más el desarrollo físico y mental del poblador; debido a ello el Estado peruano ha implementado estrategias para combatir este problema de la desnutrición en el Perú, gracias a estas intervenciones los índices han disminuido de 28.1 a 13.1% en el 2016 pero a pesar de dicho éxito hasta 25 regiones se mantienen sobre el 25% de prevalencia de desnutrición <sup>4</sup>.

El aumento de los radicales libres es una de las causas de la generación de enfermedades en todo el mundo, los cuales se producen debido a la enorme cantidad de factores agresivos externos, generando fenómenos como el envejecimiento prematuro, enfermedades crónicas degenerativas, metabólicas, digestivas e inclusive algunos tipos de cáncer <sup>5, 6</sup>. Existen en la naturaleza diversos alimentos con metabolitos capaces de detener o disminuir el estrés oxidativo generado por los radicales libres del organismo; a esta capacidad de controlar los radicales libres se le conoce como actividad antioxidante, dichos metabolitos con actividad antioxidantes son los flavonoides, cumarinas y xantonas y algunos de ellos se encuentran presentes en la familia de las cianobacterias como del *Nostoc sphaericum*. Donde se han reportado actividad antioxidante en cianobacterias bastante comparables, y en ocasiones superiores, a los encontrados en eucariotas, microalgas, macroalgas o plantas superiores <sup>7, 8, 9</sup>.

El estrés oxidativo es un problema de salud generado por el aumento de la concentración de radicales libres, lo que genera peroxidación lipídica relacionado con el Alzheimer, destrucción oxidativa de las proteínas produciendo la aterosclerosis, modificación de proteínas del ADN generando mutaciones, enfermedades hepáticas y cáncer en el ser humano; por este motivo la búsqueda de diversos alimentos regionales altamente nutritivos que cierren esa brecha como el *Nostoc sphaericum*, es de vital importancia <sup>10</sup>, ya que al consumir alimentos ricos en antioxidantes como el *Nostoc sphaericum* (cushuro) disminuiría el estrés oxidativo y mejoraría la calidad de vida. Uno de los problemas que genera el estrés oxidativo en el poblador peruano es la injuria hepática que se encuentra asociado a estados de hipoxia y shock los cuales pueden llevar a la muerte a los hepatocitos y por ende transformarse en enfermedades hepáticas mortales, como cirrosis, cáncer y hepatitis fulminante, incrementando el 7% de su mortalidad a proporciones más graves <sup>11, 12</sup>

Considerando lo anterior se plantea el siguiente problema:

¿Cuál de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum* (Cushuro) al 40%,50% y60% presenta mayor valor nutricional y mayor actividad antioxidante?

Se considera que el valor nutricional, la mayor parte de los alimentos son mezclas de distintos componentes tanto en la cantidad que contienen como en la calidad de los mismos. Ningún tipo de alimento se encuentra formado de un solo componente nutricional, todos ellos se encuentran distribuidos en la naturaleza de forma amplia y heterogénea, por ese motivo debemos de conocer qué nutrientes estamos consumiendo diariamente para equilibrar esta mezcla y obtener las cantidades necesarias de nutrientes en la dieta diaria; este es el objetivo de conocer la composición nutricional de los alimentos que consumimos <sup>13</sup>. El *Nostoc sphaericum* (cushuro) es muy conocido en las comunidades andinas por sus características nutritivas y su elevado contenido proteico; el 90% de su peso una vez deshidratado, está compuesto por carbohidratos, proteínas, lípidos, calcio, potasio y magnesio <sup>14, 15</sup>.

La actividad antioxidante se define como la capacidad de algunas sustancias endógenas o exógenas de capturar los radicales libres generados de forma natural o por una agresión en nuestro organismo y disminuir su concentración, mejorando el nivel de estrés del sujeto. Dicha condición contribuye al desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas como el cáncer, problemas del sistema circulatorio o cerebral; estas situaciones son generadas por el desbalance de la producción de Reactive Oxygen Species (ROS) y el sistema de defensa contra estas especies reactivas <sup>16, 17</sup>.

Las cianobacterias macroscópicas como son el *Nostoc sphaericum* presentan talos de forma globular de color azul o verde parduzco, las encontramos formando colonias esféricas de gran tamaño; estas algas son netamente cosmopolitas y suelen adaptarse muy bien en diferentes ambientes como lagos, lagunas, charcos, manantiales con características húmedas en donde existan rocas, suelos húmedos, sin llegar al lodo suelto <sup>18, 19</sup>, estas han sido apreciadas durante mucho tiempo como alimento saludable y medicina tradicional en todo el mundo. La evidencia acumulada ha demostrado que posee una amplia gama de actividades fisiológicas y farmacológicas notablemente protectoras, en gran parte basadas en estudios en animales e in vitro. Los resultados disponibles demuestran su potencial para actuar como un alimento funcional para la mejora de las enfermedades humanas asociadas al daño oxidativo <sup>15, 17</sup>; es muy consumida en la sierra del Perú y tienen en su composición diversos compuestos

químicos altamente nutritivos, abundante en proteínas (35-42%), posee minerales como son el calcio, fósforo, hierro, sodio y potasio; además contiene aminoácidos esenciales y es rico en vitaminas del complejo B <sup>18, 19</sup>. Las cianobacterias son una fuente de sustancias bioactivas con muchas aplicaciones biotecnológicas potenciales y sobre todo sus compuestos antioxidantes como los fenoles entre ellos el ácido gálico; en particular, se han considerado moléculas prometedoras para las industrias cosmética <sup>20</sup> y alimentaria <sup>21, 22</sup>. De hecho, la búsqueda de compuestos antioxidantes naturales ha cobrado un interés creciente, considerando que los compuestos antioxidantes sintéticos actuales contienen conservantes y sospecha de toxicidad <sup>23, 24, 25</sup>.

Dentro de los antecedentes internacionales encontrados respecto al tema tenemos los siguientes:

Martel I, et al (2017), analizaron distintos extractos acuosos y metanólicos de especies de *Nostoc sphaericum*, *Nostoc commune* para identificar la capacidad antioxidante contra el radical estable 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo logrando comprobar la actividad antioxidante en todas las cepas de *Nostoc* estudiadas, obteniendo la cepa *Euglena cantabrica* la mayor actividad quien mostró la mayor concentración de compuestos fenólicos <sup>7</sup>.

Singh R, et al (2017), investigaron las posibles aplicaciones en la alimentación de las distintas cianobacterias, entre las cuales se encuentran las cepas de *Nostoc* logrando identificar que las cianobacterias y las algas son fuentes inmensas de varios metabolitos, como alcaloides, carbohidratos, flavonoides, pigmentos, fenoles, saponinas, esteroides, taninos, terpenos y vitaminas que pueden utilizarse en biotecnología, campos industriales y en la alimentación <sup>19</sup>.

Galetovic A, et. al (2017) al indagar en su estudio del *Nostoc sp* encontraron que el 60% del total de sus aminoácidos son indispensables, la fibra dietética fue del 56% del peso seco, 2% de lípidos totales de los cuales el 32% eran poliinsaturados, la vitamina E fue la más abundante encontrándose en un 4.3 mg %; este tipo de cianobacterias no son productoras de microcristina, por lo que son consideradas aptas para el consumo del ser humano <sup>25</sup>.

Hossain F, et. al (2016) indicó que los fitonutrientes y pigmentos presentes en las cianobacterias actúan como antioxidantes, facilitando la formación del mecanismo de defensa del cuerpo contra el daño de los radicales libres a las células. El objetivo de esta investigación fue estudiar el contenido fenólico total (TPC), contenido total de flavonoides (TFC), actividad antioxidante, ficobiliproteínas (PBPs) y compuestos activos en cuatro especies de cianobacterias, encontrándose que el poder antioxidante reductor férrico (FRAP) se registró más alto en *Oscillatoria sp.* ( $39,63 \pm 7,02$ ), mientras que la actividad secuestrante de radicales 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) también fue la más alta en *Oscillatoria sp.* ( $465,31 \pm 25,76$ ) seguido de *Lyngbya sp.* ( $248,39 \pm 11,97$ )<sup>26</sup>.

Como antecedentes nacionales:

Alegre R, et al (2020), realizaron un análisis proximal de proteínas, hierro y calcio en una muestra desecada de *Nostoc sphaericum* "Cushuro" mediante el método Kjeldahl, lográndose identificar proteínas en un 26.7%, 0.2% de grasa, 5.8% de fibra, 15.7 mg de hierro por cada 100 g de muestra seca y calcio 1224.4 mg por cada 100 g de "cushuro" deshidratado <sup>20</sup>.

Corpus A, et al (2021), estudiaron la composición nutricional, propiedades medicinales y otras características del *Nostoc sphaericum* con el objetivo de divulgar estos aspectos a la población y de esa forma proteger la salud y promover la buena nutrición; dicho estudio encontró que el cushuro recién cosechado contiene entre 35 – 42% de proteínas, grasas y minerales, así como aminoácidos esenciales y vitaminas del complejo B <sup>18</sup>.

Garófalo, H (2022), el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar la composición nutricional y caracterización proteica a base de *Nostoc sphaericum* incluyendo análisis fitoquímicos y microbiológicos, a partir de los resultados que se obtuvieron se pudo determinar que este tipo de algas es apto para el consumo humano, no presenta productos tóxicos y el contenido de sus nutrientes fueron muy favorables, es decir fibra dietética 34.79%, proteínas 22.62%, carbohidratos 25.57% y calcio 0.16% <sup>27</sup>.



Sánchez, L (2019), determinó el análisis fitoquímico y la capacidad antioxidante *in vitro* del *Nostoc comunne* (cushuro) encontrándose que la concentración de compuestos fenólicos  $2.562 \pm 0.051$  mg equivalente de ácido gálico (EAG) por gramo de muestra seca, se determinó el coeficiente de inhibición para reducción del 50% el radical DPPH y se encontró los valores de 476.393 y 0.006 expresados en  $\mu\text{g/mL}$  de sólidos solubles y  $\mu\text{g/mL}$  EAG; lo que demuestra que el *Nostoc commune* tiene una actividad antioxidante beneficiosa para el ser humano <sup>28</sup>.

El objetivo general del presente trabajo de investigación será:

- ✓ Determinar el valor nutricional y actividad antioxidante de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum* (Cushuro) al 40%, 50% y 60%.

La hipótesis general es la siguiente:

- ✓ Las gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum* (cushuro) formuladas a mayor concentración, presentan mayor valor nutricional y mayor actividad antioxidante.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### II.1. Enfoque y diseño de la investigación

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, debido a que se utilizó procedimientos medibles; de diseño experimental porque se realizó manipulación de la variable independiente (porcentajes de pulpa de cushuro empleados en la elaboración de las gomitas), para observar el efecto sobre la variable dependiente (valor nutricional y actividad antioxidante de las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro) <sup>29, 30</sup>.

El presente trabajo es de tipo prospectivo debido a que se inicia en un presente y posteriormente los datos se recolectaron transcurrido un determinado tiempo

en el futuro y transversal debido a que se recogieron los datos en un solo punto en el tiempo, al momento de elaborar las gomitas <sup>31, 32</sup>.

## **II.2. Población, muestra y muestreo**

### **Población**

La población estuvo constituida por 5 kg de cianobacterias de la especie *Nostoc sphaericum* (Cushuro) presentes en la laguna “La Toma” ubicada a 3500 m.s.n.m en el distrito de Quiruvilca de la provincia de Santiago de Chuco.

### **Muestra**

Se utilizaron 3 kg de las cianobacterias de la especie *Nostoc sphaericum* (Cushuro) obtenidas en la laguna “La Toma” ubicada a 3500 m s.n.m en el distrito de Quiruvilca de la provincia de Santiago de Chuco.

### **Muestreo**

El muestreo utilizado fue de tipo no probabilístico de forma aleatoria, es decir las muestras se escogieron de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión previamente determinados.

### **Criterios de inclusión**

- ✓ Algas de *Nostoc sphaericum* (Cushuro) en buen estado e íntegras.
- ✓ Algas de *Nostoc sphaericum* (Cushuro) con características morfo-anatómicas lo más similares posibles.
- ✓ Algas de *Nostoc sphaericum* (Cushuro) recolectadas en el mismo día.

### **Criterios de exclusión**

- ✓ Algas de *Nostoc sphaericum* (Cushuro) que se encuentren en mal estado o deterioradas.
- ✓ Algas de *Nostoc sphaericum* (Cushuro) que se recolectan en fechas distintas

## **II.3. Variables de investigación**

**Variable independiente:** Porcentaje de pulpa de *Nostoc sphaericum* (cushuro).

Definición conceptual: Cantidad de pulpa de Nostoc sphaericum (cushuro) empleado en la elaboración de las gomitas <sup>33</sup>.

Definición operacional: Formulaciones a diferentes concentraciones de la mezcla base de pulpa de Nostoc sphaericum (cushuro) al 40%, 50% y 60% que se empleará en la elaboración de las gomitas.

**Variable dependiente 1:** Valor nutricional de las gomitas de Nostoc sphaericum (cushuro)

Definición conceptual: Determinación de la cantidad de nutrientes (proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales) y el valor energético que contienen las gomitas de Nostoc sphaericum (cushuro) <sup>20</sup>.

Definición operacional: Contenido de carbohidratos, proteínas, cenizas, grasa, fibra y humedad presentes en las gomitas de Nostoc sphaericum (cushuro).

**Variable dependiente 2:** Actividad antioxidante de las gomitas elaboradas a base de Nostoc sphaericum (cushuro).

Definición conceptual: Capacidad del producto final (gomitas) de neutralizar, inhibir y disminuir la cantidad de radicales libres en una muestra biológica <sup>34</sup>.

Definición operacional: Se determinará el porcentaje de inhibición y el IC50 de la muestra mediante el método de 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) y se identificarán los porcentajes de reducción del radical DPPH midiendo la absorbancia de la solución preparada en un espectrofotómetro UV-visible a 517 nm <sup>35, 36</sup>.

#### **II.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

La técnica que se utilizó en el presente estudio es la observación y el instrumento de recolección de datos fue la ficha de campo en donde se registraron los datos obtenidos de las variables como son los valores nutricionales y la actividad antioxidante.

#### **II.5. Plan metodológico para la recolección de datos**

## **1. Recolección de la muestra**

La especie *Nostoc sphaericum* (Cushuro) fue recolectada en octubre del 2022 de la laguna “La Toma” ubicada a 3500 m.s.n.m. en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad, para el cual se recolectó 5 kg de dicha especie, que fueron seleccionadas considerando los criterios de inclusión y exclusión obteniéndose la muestra de 3 Kg de las cianobacterias de la especie *Nostoc sphaericum* (Cushuro).

## **2. Identificación botánica**

Las muestras de ejemplares de la especie de *Nostoc sphaericum* (Cushuro) fueron identificadas en: Certificación Botánica Plantas del Perú por el Consultor Botánico, Biólogo José Ricardo Campos De La Cruz.

## **3. Preparación de la muestra**

Las muestras de *Nostoc sphaericum* (cushuro) fueron seleccionadas, separando las sustancias extrañas (pajas, piedras) y las algas rotas. Luego se lavaron con agua corriente, seguido de una desinfección utilizando hipoclorito de sodio a una concentración de 200 ppm durante 1 minuto para finalmente enjuagarlas con suficiente agua destilada estéril para retirar los residuos de hipoclorito. Posteriormente se sometió a un proceso de escurrido y secado a temperatura ambiente <sup>37, 38</sup>.

## **4. Obtención de la mezcla base de pulpa de cushuro**

Según Riofrío D, (2019) modificado por las autoras, se procedió a obtener la mezcla base de pulpa de cushuro a diferentes concentraciones de acuerdo a la tabla <sup>33</sup>.

Para obtener los porcentajes de pulpa de cushuro que se utilizó para elaborar las gomitas se realizó pre pruebas para determinar los porcentajes adecuados para la mezcla base; primero seleccionamos la muestra (cushuro) y luego distribuimos en nueve vasos de precipitado las muestras a diferentes pesos (90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20 y 10 g), después se procedió a medir en una probeta los mililitros de agua destilada requeridos para cada muestra (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 y

90), estas cantidades están considerados en base al 100%, posteriormente licuamos cada una de ellas hasta obtener la mezcla deseada, finalmente se realizó un análisis organoléptico de aspecto y textura de la mezcla base para decidir qué opciones serán las más apropiadas para la elaboración de las gomitas, identificándose como F1, F2 y F3 <sup>33</sup>.

**Tabla 1. Concentraciones a utilizar de la pulpa de cushuro**

FÓRMULA	CUSHURO	AGUA DESTILADA
	(%)	(%)
1	60	40
2	50	50
3	40	60

Terminado este proceso de la mezcla obtenida se procedió a realizar la formulación de las gomitas en sus diferentes concentraciones <sup>33</sup>.

## 5. Preparación de las gomitas

Habiendo obtenido los porcentajes de la mezcla base mediante las pre pruebas se realizó la preparación de las gomitas usando la siguiente formulación <sup>33, 39</sup>.

Primero se hidrata la grenetina con el 50% de la mezcla base, luego el 50% restante se lleva a fuego y se agrega la miel de abeja hasta obtener una mezcla homogénea, posteriormente se agregó la grenetina hidratada, el ácido cítrico, colorante y saborizante se integró adecuadamente todos los ingredientes y se dejó enfriar un poco. Luego se colocó en los moldes previamente lavados; por último, se dejó a temperatura ambiente hasta su total solidificación <sup>33, 39</sup>.

**Tabla 2. Formulación de las gomitas**

---

INGREDIENTES	Gomitas F1	Gomitas F2	Gomitas F3
	(60%)	(50%)	(40%)

---

Grenetina	8%	8%	8 %
Miel	33%	33 %	33 %
Mezcla base	58.8%	58.8%	58.8%
Ácido cítrico	0.1 %	0.1 %	0.1 %
Colorante	0.1%	0.1%	0.1 %

## 6. Determinación del valor nutricional

Para determinar el valor nutricional en diferentes formulaciones de las gomitas elaboradas a base *Nostoc sphaericum* (cushuro) se utilizó un laboratorio de ensayos llamado ESCAIND en el cual se realizaron los análisis proximales siguientes:

**Porcentaje de Humedad:** se procedió a la determinación mediante el método definido por la Association of Analytical Communities - AOAC, (1990) <sup>40</sup>.

Se homogenizó la muestra de cushuro obtenida

Se procedió a pesar 5 gramos de la muestra

Se colocó en una estufa previamente calentada a 100°C – 105°C por un tiempo mayor de 6 horas

Terminado el tiempo se procedió a llevar la muestra a un desecador para que se enfríe y luego se pesó.

Se procedió a realizar los cálculos respectivos con los datos obtenidos.

$$\%H = \frac{\text{peso total} - \text{peso final}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

Donde:

Peso total = peso del crisol + peso de la muestra

Peso final = peso tomado después de que sale de la estufa.

**Porcentaje de cenizas:** se utilizó para esta prueba el método sugerido por la AOAC (1990) <sup>40</sup>.

En un crisol de porcelana previamente pesado se pesó entre 1.5 g a 2 g de la muestra de gomitas de cushuro.

Se colocó la muestra en una mufla (horno de incineración) y se mantendrá a una temperatura de 700°C por el espacio entre 5 a 7 horas.

Pasado ese tiempo se saca de la mufla y se llevó a un desecador para enfriar y luego pesar.

Obtenidos los valores se realizaron los cálculos correspondientes utilizando la siguiente fórmula:

$$\%cenizas = \frac{\text{peso de crisol con cenizas} - \text{peso crisol solo}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

Porcentaje de proteínas: para ello se llevó a cabo mediante el proceso denominado Kjeldahl.

Se pesó una muestra de 1 gramo, se agregó una mezcla que contiene el catalizador que está compuesto por 0.5 g de sulfato de cobre y 5 g de sulfato de potasio y se envolvió en un papel filtro.

Se colocó el papel con la muestra en un tubo de digestión Kjeldahl y se le adicionó dos trozos de vidrio por cada tubo.

Se agregó 20 mL de ácido sulfúrico concentrado para posteriormente pasarlos a los tubos de digestión que deben encontrarse ya en las parrillas de calentamiento del digestor.

Se corrió un blanco siguiendo el procedimiento anterior, pero sin colocar la muestra.

El equipo se colocó a 420°C durante una hora; la muestra se encuentra calentando hasta llegar a la temperatura de ebullición del ácido sulfúrico, es allí

donde se podrá observar el color verde esmeralda que identifica al sulfato de amonio.

Terminada la digestión se retiraron las parrillas de calentamiento y se dejó enfriar por 15 minutos y se procedió a agregar agua destilada.

Se colocó el tubo de digestión en el equipo de destilación y se programó adecuadamente, previamente se colocaron las mangueras en recipientes que contienen agua destilada y otro con hidróxido de sodio al 35% p/v

Se recogió el destilado en un matraz que tenga en su interior 25 mL de ácido bórico al 4% y 7 gotas de indicador Tashiro, hasta una cantidad aproximada de 250 mL.

Se procedió a titular el destilado con HCl 0.1N y de factor conocido, se procedió a registrar el gasto hasta que la coloración cambie de lila claro hasta verde claro.

Después de haber realizado todo este procedimiento se determinó la proteína presente en la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{\text{mL de HCl} \times \text{Normalidad} \times \text{Meq de nitrógeno}}{\text{gramos de la muestra}} \times 100$$

**Porcentaje de grasa:** Se utilizó el método de Soxhlet (40).

Se procedió a pesar 3 gramos de la muestra a analizar sobre un trozo de papel filtro N° 91 y se empaquetó.

Se pesó el vaso de precipitación y adicionó 40 mL de éter de petróleo.

Se colocó el paquete diseñado en el equipo extractor y se programó el equipo para trabajo de 4 horas.

Una vez finalizado el proceso se retiraron los vasos y se enfriaron.

Una vez terminado el proceso, se retiraron los vasos y se dejaron enfriar hasta que se evaporó el éter.

La cantidad de grasa se obtiene por diferencia de peso del vaso antes y finalizado el proceso.



$$\%Grasa = \frac{\text{peso de matraz con grasa} - \text{peso de matraz vacio}}{\text{gramos de la muestra}} \times 100$$

**Porcentaje de fibra cruda:** Se utilizó el método propuesto por AOAC (1990) <sup>40</sup>.

Digestión ácida:

Se pesó 3 gramos de la muestra (que no tenga grasa) en un vaso de 600 mL; se colocó a hervir durante media hora con 200 mL de ácido sulfúrico al 1.25%; transcurrida la media hora se filtró y lavó con agua destilada al caliente.

Digestión alcalina:

Se añadió a la muestra 200 mL de hidróxido de sodio al 1.25% y se colocó a hervir por media hora.

Se procedió a filtrar sobre el papel filtro, lavando lentamente con agua destilada caliente.

Se colocó en la estufa por aproximadamente entre 2 a 3 horas o hasta llevar a sequedad.

Se dejó enfriar y se procedió a enfriar y pesar (P1).

Se llevó a la mufla para la eliminación de materia orgánica y se procedió a pesar (P2).

$$\%Fibra\ cruda = \frac{P1 - P2}{\text{peso}} \times 100$$

**Porcentaje de carbohidratos** (AOAC, 1990): este valor se calculó por diferencia existente entre el peso original de la muestra y la suma de pesos obtenidos de la humedad, cenizas, proteínas, fibra y el extracto etéreo evaporado<sup>40</sup>.  $Carbohidrato\ total = 100 - (\%H + \%proteínas + \%fibra + extracto\ etéreo)$

## 7. Evaluación de la capacidad antioxidante

**Preparación del radical DPPH:**

La solución del radical DPPH\* fue preparada pesando 2 mg de DPPH\* en un vaso de precipitados de capacidad de 50 mL, al cual se le agregó 40 mL de metanol para luego ser trasvasada a una fiola aforada de 100 mL y enrazada con metanol al volumen correspondiente de 100 mL <sup>34, 41</sup>.

### **Preparación de la solución patrón de ácido ascórbico**

Esta solución se preparó utilizando 50 mg de ácido ascórbico y disolviendo en metanol en una fiola de 50 mL. Esta disolución tuvo una concentración de 1 g/mL.

### **Preparación de las soluciones de trabajo de ácido ascórbico**

Por dilución de la solución patrón de ácido ascórbico se prepararon 6 soluciones de una concentración de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 µg/mL

### **Preparación de las soluciones de trabajo de cada lote de gomitas**

Por dilución de la solución de pulpa de cushuro se prepararon 6 soluciones de una concentración de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 µg/mL.

### **Curva de referencia del ácido ascórbico**

Se dispuso de 7 tubos de ensayo de 10 x 15 mm; en el tubo 1 se colocó 2 mL de la solución del radical DPPH\* y desde el tubo 2 hasta el 7 se le agregó 500 µL de cada una de las diluciones preparadas.

La absorbancia de cada uno de los tubos fue medida en espectrofotómetro a 517 nm, utilizando metanol como blanco. El proceso se realizó por triplicado.

Para el cálculo de los porcentajes de radicales libres DPPH neutralizados se realizó con la siguiente fórmula:

Se calculó el porcentaje de radicales DPPH capturados, con la siguiente fórmula<sup>34</sup>.

$$\% \text{de inhibición de radical DPPH} * = \frac{\text{Abs. Ac. Ascórbico} - \text{Abs. muestra}}{\text{Abs Ác. ascórbico}} \times 100$$

Curva de referencia de las muestras de estudio

Se procedió de la misma forma que se realizó con el ácido ascórbico.

### **8. Determinación de la concentración inhibitoria media (IC50)**

Se graficó una recta obtenida por el porcentaje de inhibición de DPPH versus la concentración de cada una de las diluciones de la solución patrón y cada una de las muestras de gomitas de *Nostoc sphaericum* expresada en µg/mL <sup>42</sup>.

Para cada gráfica se presenta la ecuación de la recta. En cada ecuación la variable Y, es reemplazada por 50 y luego se obtiene el valor de X, que es la IC50 <sup>42</sup>.

### **9. Determinación de la Actividad Antioxidante Relativa (AAR)**

El porcentaje de AAR se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% AAR = \frac{IC50 (m)}{IC50 (R)} X 100$$

Donde:

IC50 (R) = coeficiente de inhibición del patrón de referencia usado

IC50 (m) = es el coeficiente de la muestra analizada

### **II.6. Procesamiento del análisis estadístico**

Los datos obtenidos se procesaron mediante el programa estadístico SPSS 25. Se utilizó la estadística descriptiva e inferencial para la determinación de la hipótesis y los elementos de tendencia central y de dispersión.

### **II.7. Aspectos éticos**

Para la ejecución del trabajo se tomó en consideración todas las normas y métodos sobre el proceso de tratamiento de las muestras vegetales y normas de bioseguridad para el trabajo, aplicando las buenas prácticas de laboratorio.

### III. RESULTADOS

#### III.1. Resultados del valor nutricional en diferentes formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum*

Tabla 3. Resultado del análisis proximal de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum*

MUESTRA	PROTEÍNA g %	CARBOHIDRAT O g %	GRASA g %	FIBRA g %	CENIZAS g %	HUMEDA D g %
Gomitas 40%	1.8	28.1	1.1	3.78	0.17	62.8
Gomitas 50%	2.7	37.4	0.77	5.41	0.2	58.9
Gomitas 60%	3.3	43	0.55	7.96	0.23	52.9

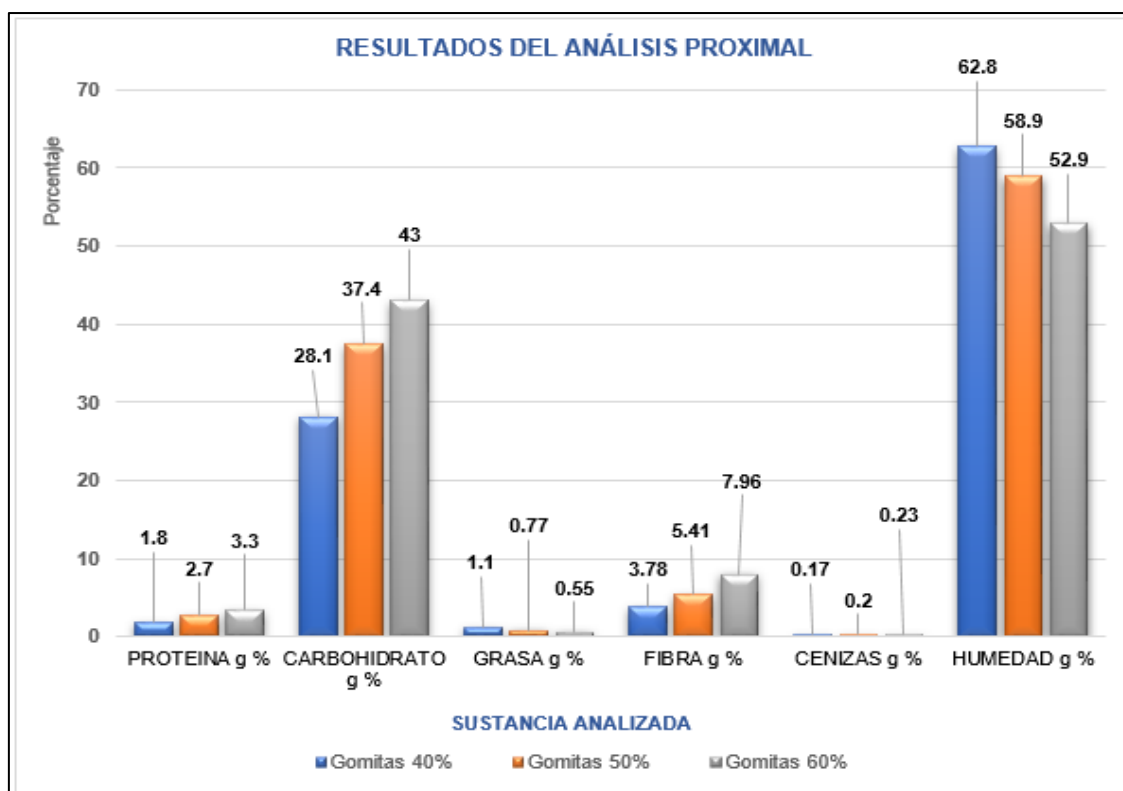


Figura 1. Resultado del análisis proximal en diferentes formulaciones de gomitas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum*.

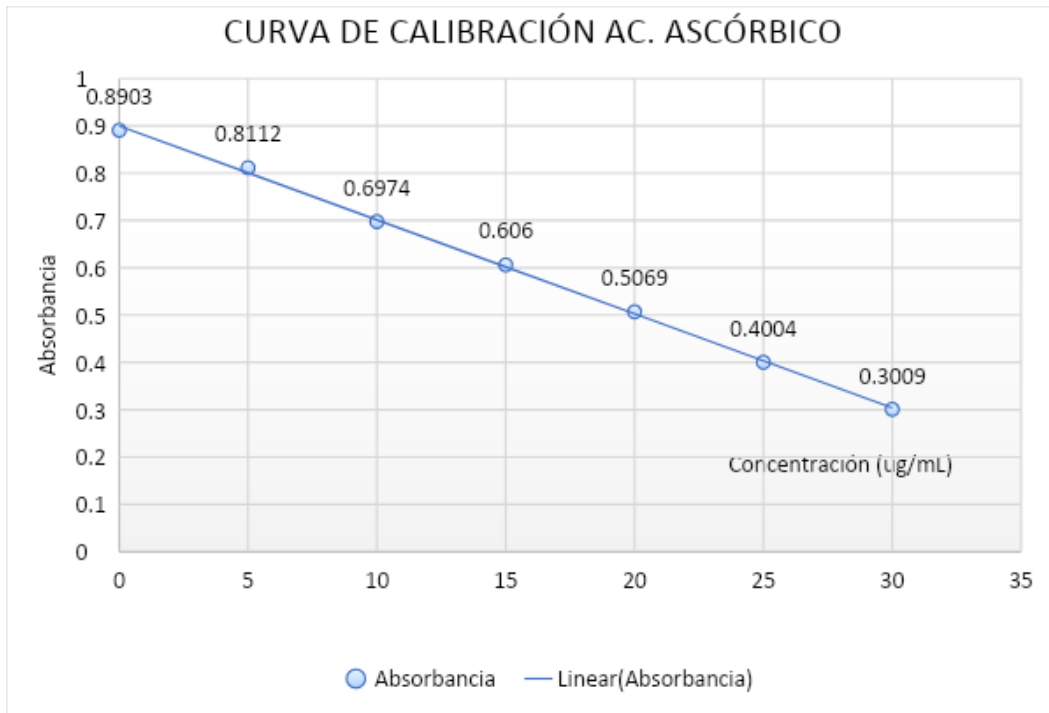
En la tabla 3 y la figura 1 se observa que las gomitas formuladas al 40, 50 y 60% tienen 1.8, 2.7 y 3.3% g de proteínas; 28.1, 37.4 y 43.0 % de carbohidratos, 3.78, 5.41 y 7.96 % de fibra, 0.17, 0.2 y 0.23 % de cenizas respectivamente. Asimismo, se pudo comprobar que la humedad y las grasas se comportan de forma inversamente proporcional, es decir a mayor porcentaje de pulpa de cushuro menor porcentaje de humedad y grasa, por ello tenemos que 40, 50 y 60% de concentración de pulpa de cushuro en la formulación arrojan un resultado de grasa de 1.1, 0.77 y 0.55 % y humedad 62.8, 58.9 y 52.9 % respectivamente.

### III.2. Resultado sobre la actividad antioxidante en diferentes formulaciones de gomitas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum*

**Tabla 4. Porcentaje de inhibición de la sustancia patrón (ácido ascórbico)**

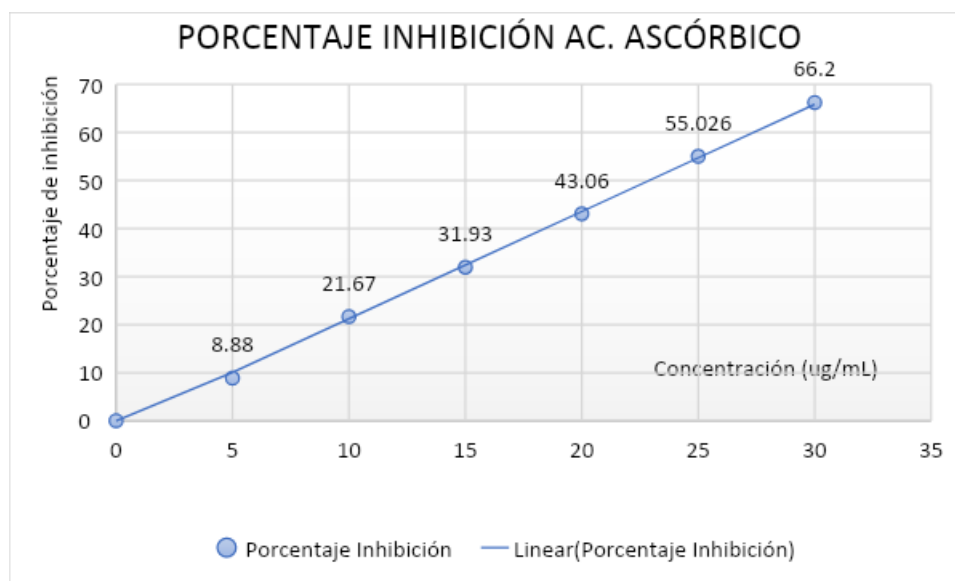
Concentración ( $\mu\text{g/mL}$ )	Absorbancia		Porcentaje Inhibición
	$\bar{X}$	Desvest	
0	0.8903	0.01335	0
5	0.8112	0.00105	8.88
10	0.6974	0.00152	21.67
15	0.606	0.00389	31.93
20	0.5069	0.00577	43.06
25	0.4004	0.00174	55.026
30	0.3009	0.0012	66.2

En la tabla 4 y figura 2 se representan los valores obtenidos al trazar la curva de calibración usando como sustancia patrón el ácido ascórbico; como se observa los valores obtenidos del porcentaje de inhibición corresponde a una relación directamente proporcional; es decir la menor concentración de 5  $\mu\text{g/mL}$  corresponde a un porcentaje de inhibición de 8.88% el cual es el menor; mientras que en la mayor concentración de 30  $\mu\text{g/mL}$  su porcentaje de inhibición es de 66.2% la cual es la mayor obtenida.



**Figura 2. Curva de calibración de ácido ascórbico**

En la figura 2 se presenta la curva de calibración del ácido ascórbico la cual representa la proporcionalidad de la concentración versus la absorbancia de la sustancia patrón, observando que a una concentración de 30  $\mu\text{g/mL}$ , presenta una absorbancia de 0.3009 y a una concentración de 5  $\mu\text{g/mL}$  presenta una absorbancia de 0.8112, indicando que a mayor concentración menor es la absorbancia obtenida.

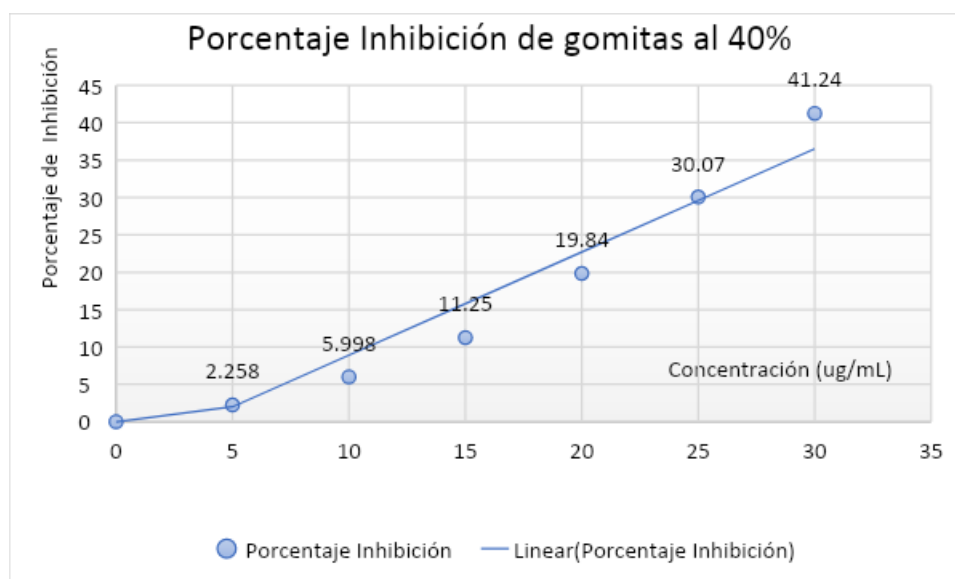


**Figura 3. Porcentaje de inhibición del ácido ascórbico**

En la Figura 3 se observa el porcentaje de inhibición del ácido ascórbico por medio de la distribución de sus valores encontrados, lo que nos indica la capacidad antioxidante en porcentaje de la inhibición de radicales libres que realiza el ácido ascórbico, observando que a una concentración de 5 µg/mL presenta un porcentaje de inhibición de 8.88% y a una concentración de 30 µg/mL, 66.2% de porcentaje de inhibición, indicando que a mayor concentración mayor porcentaje inhibición.

**Tabla 5. Porcentaje de inhibición de las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro formuladas al 40%**

Concentración (ug/mL)	Absorbancia		Porcentaje Inhibición
	$\bar{X}$	Desvest	
0	0.8903	0.01335	0
5	0.8702	0.0006	2.258
10	0.8369	0.004	5.998
15	0.7901	0.00606	11.25
20	0.7137	0.00119	19.84
25	0.6226	0.00169	30.07
30	0.5231	0.00124	41.24

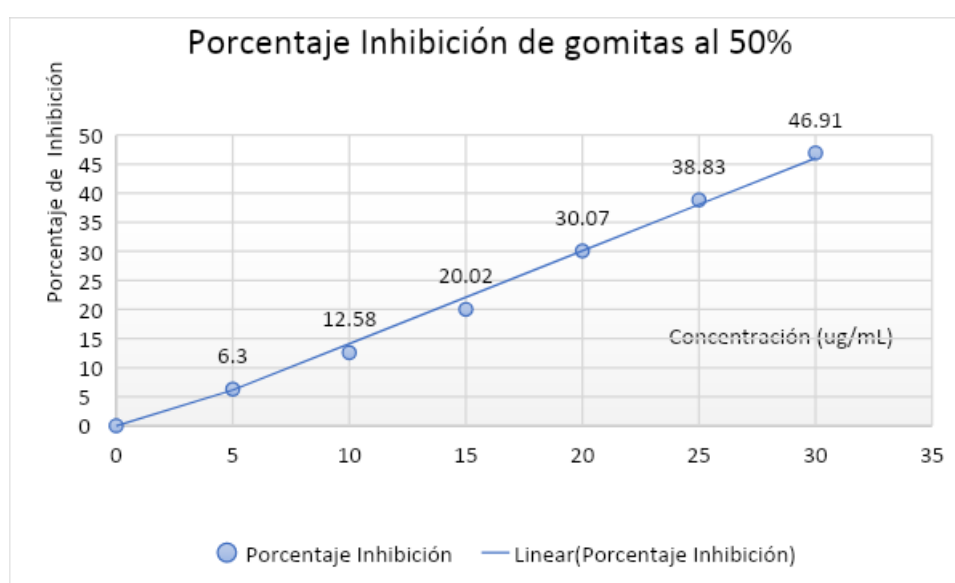


**Figura 4. Porcentaje de inhibición de las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro formuladas al 40%**

Con respecto a la tabla 5 y figura 4, los datos obtenidos de la prueba del porcentaje de inhibición de las gomitas formuladas al 40% de pulpa de cushuro, presentan valores que oscilan entre 2.258% a 41.24% en la menor y mayor concentración respectivamente.

**Tabla 6. Porcentaje de inhibición de las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro formuladas al 50%**

Concentración ( $\mu\text{g/mL}$ )	Absorbancia		Porcentaje Inhibición
	$\bar{X}$	Desvest	
0	0.8903	0.01335	0
5	0.8342	0.00165	6.3
10	0.7783	0.00329	12.58
15	0.712	0.00352	20.02
20	0.6226	0.00398	30.07
25	0.5446	0.002059	38.83
30	0.4726	0.00658	46.91



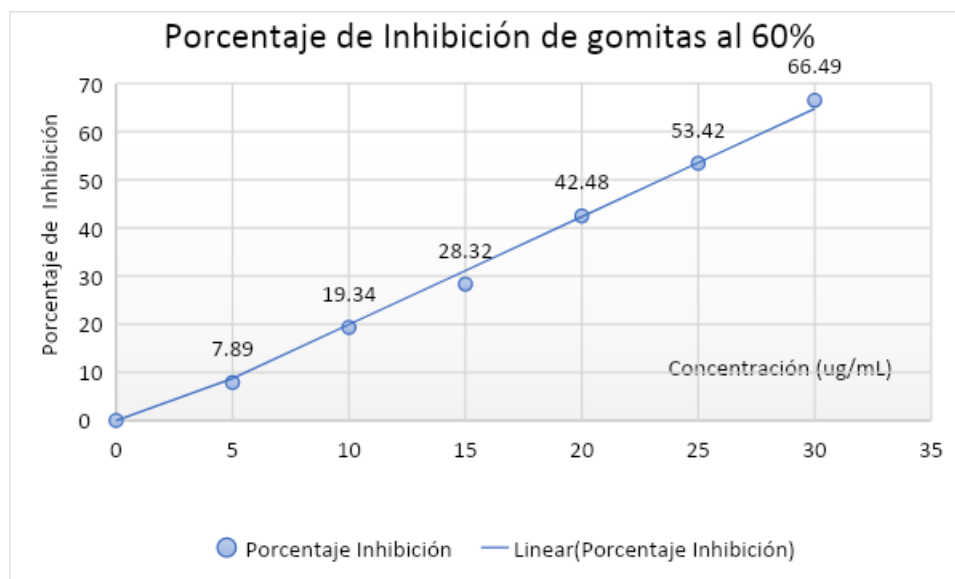


**Figura 5. Porcentaje de inhibición de las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro formuladas al 50%**

En la tabla 6 y figura 5 se encuentran los valores del porcentaje de inhibición de las gomitas formuladas al 50% de pulpa de cushuro, en donde se observa que los valores continúan incrementándose y su rango se hace de mayor valor, considerando la menor concentración de 6.3% y la mayor concentración de 46.91%.

**Tabla 7. Porcentaje de inhibición de las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro formuladas al 60%**

Concentración ( $\mu\text{g/mL}$ )	Absorbancia		Porcentaje Inhibición
	$\bar{X}$	Desvest	
0	0.8903	0.01335	0
5	0.82	0.0012	7.89
10	0.7181	0.002233	19.34
15	0.63823	0.001844	28.32
20	0.5121	0.0033	42.48
25	0.4147	0.0023	53.42
30	0.2983	0.001824	66.49



**Figura 6. Porcentaje de inhibición de las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro formuladas al 60%**

Los valores representados en la tabla 7 y Figura 6 del porcentaje de inhibición de la evaluación de las gomitas de pulpa de cushuro formuladas al 60% nos da como resultado un 66.49% el cual nos indica que a mayor concentración presenta mayor porcentaje de inhibición.

**Tabla 8. Comparación de los porcentajes de inhibición en las diferentes formulaciones de gomitas elaboradas a base a pulpa de cushuro**

CONCENTRACIÓ N µg/mL	PORCENTAJE DE INHIBICIÓN			
	PATRÓ N	GOMITAS 40%	GOMITAS 50%	GOMITAS 60%
5	8.88	2.26	6.30	7.89
10	21.67	6.00	12.58	19.34
15	31.93	11.25	20.02	28.32
20	43.06	19.84	30.07	42.48
25	55.03	30.07	38.83	53.42
30	66.20	41.24	46.91	66.49

Como se observa en la tabla 8 los porcentajes de inhibición en las diferentes concentraciones analizadas de las gomitas, presentan una proporcionalidad que va en aumento conforme se incrementa la concentración de la muestra, siendo las gomitas formuladas al 60% las que presentan mayor similitud con la muestra patrón.

**Tabla 9. Concentración inhibitoria 50 (IC50) y actividad antioxidante relativa (AAR)**

Muestra	IC50 (µg/mL)	AAR
Ac. Ascórbico	22.89	100.00
Gomita 40 %	39.78	173.80

<b>Gomita 50 %</b>	32.49	141.94
<b>Gomita 60 %</b>	23.42	102.36

La capacidad antioxidante *in vitro* se expresó también como la concentración necesaria para reducir a la mitad, es decir al 50%, la concentración inicial del DPPH\* (IC50). En la Tabla 9, podemos apreciar los valores obtenidos, en donde se encontró que para la sustancia patrón, en nuestro caso el ácido ascórbico, el IC50 es de 22.89 µg/mL, para las gomitas formuladas al 40% de pulpa de cushuro 39.78 µg/mL, las gomitas formuladas al 50% de pulpa de cushuro 32.49 µg/mL y finalmente para las gomitas formuladas al 60% de pulpa de cushuro 23.42 µg/mL.

## **IV. DISCUSIÓN**

### **IV.1. Discusión de resultados**

El presente trabajo de investigación logró determinar el análisis proximal en diferentes formulaciones de gomitas elaboradas a base de la pulpa de *Nostoc sphaericum*; encontrándose que el contenido de nutrientes es más elevado en la muestra formulada al 60% de pulpa de cushuro; se encontró proteínas en un 3.3%, carbohidratos 43%, grasa 0.55%, fibra 7.96%, cenizas 0.23% y una humedad relativa de 52.9%. En los diferentes estudios donde se han realizado análisis proximales del cushuro deshidratado han encontrado gran aporte referente al valor nutricional, principalmente en proteínas; así Alegre et al (2020) encontró mayor cantidad de proteínas (26.68%) y cenizas (7.77%) y menor cantidad de grasa (0.21%), fibra (5.77%) y humedad (11.23%)<sup>20</sup>. Así mismo, Sosa (2021) al trabajar a base de cushuro por deshidratación osmótica encontró mayor cantidad de proteína 20.33% y grasa 5.0%<sup>43</sup>, lo que abre una posibilidad de trabajar las formulaciones de las gomitas con otro procedimiento al incorporar la pulpa de cushuro y así conseguir valores nutricionales más altos a los obtenidos.

En lo que corresponde a la determinación de la actividad antioxidante de las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro en diferentes formulaciones, la tabla 4 y figura 2 nos explica los valores obtenidos a través del estudio del ácido ascórbico, el cual fue utilizado como sustancia patrón por su capacidad antioxidante frente al radical libre estable llamado 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

(DPPH), esta capacidad antioxidante se expresó en porcentaje de inhibición para todas las muestras estudiadas, tal como lo hace Villarreal et al (2019) en su trabajo de investigación donde determina la actividad antioxidante *in vitro* de dos especies vegetales mediante este proceso <sup>17</sup>. Una vez estudiado el patrón y su curva de calibración se procedió a trabajar la muestra de gomitas de pulpa de cushuro en formulaciones de 40%, 50% y 60% por ser las concentraciones que mayor estabilidad proporcionaron a la forma farmacéutica al realizar los ensayos correspondientes.

La tabla 6 y 7 nos presenta el resumen de los porcentajes de inhibición de las diferentes formulaciones de gomitas analizadas, donde se observa que la muestra de gomitas preparadas con 40% de pulpa de cushuro es la que menos porcentaje de inhibición presenta de toda la serie, es decir presenta un rango de inhibición de acuerdo a su concentración de 5, 10, 15, 20, 25 y 30  $\mu\text{g/mL}$  de 2.26, 6.00, 11.25, 19.84, 30.07 y 41.24% respectivamente; frente al que tiene mayor actividad, inhibiendo los radicales libres del DPPH que es la muestra de gomitas preparada al 60% de pulpa de cushuro con similares concentraciones, las cuales presentaron valores de 7.89, 19.34, 28.32, 42.48, 53.42 y 66.49% de inhibición de los radicales libres del DPPH, lo que demuestra que a mayor porcentaje de pulpa de cushuro empleada, presenta mayor actividad antioxidante. Este estudio es similar al realizado por Jerez et al (2017) donde realiza un estudio para determinar la actividad antioxidante de un grupo de microalgas y cianobacterias entre las cuales se encontraba el cushuro, con la única diferencia que este estudio en mención realizaba el análisis de la actividad antioxidante usando el extracto crudo de las algas en mención <sup>7</sup>. También Batsalova et al (2016) evidenció la actividad antioxidante del género *Nostoc* en su estudio con nostocales y cianobacterias <sup>8</sup>. Asimismo, de forma más precisa Sánchez A (2018) demostró la actividad antioxidante del cushuro (*Nostoc sphaericum*) por medio de un extracto etanólico <sup>28</sup>.

Por último la actividad antioxidante se evaluó mediante el IC<sub>50</sub> y el porcentaje de captura de DPPH\* *in vitro*; esta metodología nos permite visualizar desde otro ángulo la capacidad antioxidante en simulaciones dentro del organismo es decir *in vivo*; como se muestra en la tabla 7; la formulación de las gomitas con un 60% de pulpa de cushuro son las que más se asemejan a la sustancia patrón utilizada

como referente en la evaluación de la actividad antioxidante con un IC50 de 23.42 µg/mL, actividad antioxidante relativa de 102.36%, muy semejante al ácido ascórbico; lo que nos indica que este porcentaje utilizado en el desarrollo de esta formulación es el adecuado; tal como lo estudió también Sánchez (2018) en el que informó que su IC50 del cushuro se incrementa conforme aumenta su concentración hasta llegar a un punto de equilibrio entre la formulación y su actividad antioxidante<sup>28</sup>; también Jerez-Martel et al. (2017), encontraron valores del IC50 de 27.89 +/- 0.01, los cuales se acercan a nuestro resultado<sup>7</sup>.

#### **IV.2. Conclusiones**

- ✓ Las gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum* (cushuro) formuladas al 40%, 50% y 60% presentan valor nutricional y actividad antioxidante.
- ✓ Las gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum* (cushuro) al formuladas al 60% presenta mayor valor nutricional, a excepción de la grasa.
- ✓ Las gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum* (cushuro) formuladas al 60% presentaron mayor actividad antioxidante con una concentración inhibitoria 50 (IC50) de 23.42 µg/mL y actividad antioxidante relativa (AAR) de 102.36%.

#### **IV.3. Recomendaciones**

- ✓ Por el contenido de sustancias gelificantes que posee el cushuro, se recomienda a las industrias alimentarias realizar más estudios para incorporar estas sustancias en distintas formulaciones como un gelificante natural.
- ✓ Se recomienda a investigadores a realizar estudios adicionales, para evaluar la posibilidad de incorporar el cushuro de forma diferente con el fin de mejorar el valor nutricional de las gomitas.
- ✓ Recomendamos a las industrias farmacéuticas realizar más estudios en la elaboración de productos y formulaciones farmacéuticas nutracéuticas a base de cushuro debido a que es una fuente de proteínas de fácil

acceso; enfocándose en el desarrollo de formulaciones más asequibles y económicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mejía Curiel E. Desnutrición en niños y niñas de la etnia Wayuu: entre lo ético, lo propio y pertinente. *Multimed*. 2017 Julio; 24(1). 804-805. Acceso 08 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedele/me-2017/mes171k.pdf>
2. Boliko MC. FAO and the Situation of Food Security and Nutrition in the World. *J Nutr Sci Vitaminol*. 2019 abril; 65(1). 1-5. Acceso 08 de septiembre de 2022. Disponible en: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jnsv/65/Supplement/65\\_S4/pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jnsv/65/Supplement/65_S4/pdf/-char/en)
3. Salas-Salvadó B, Juárez-Iglesias P, Moreno Aznar L. Importancia de los alimentos lácteos en la salud cardiovascular: ¿enteros o desnatados? *Nutrición Hospitalaria*. 2020 marzo; 35(6). p. 1-12. Acceso 13 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v35n6/1699-5198-nh-35-06-01479.pdf>
4. Reyes Camahuali JF. Análisis de los factores subyacentes asociados a la desnutrición crónica infantil en el Perú según ENDES 2019-2020. Tesis de Grado. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma, Escuela Profesional de Medicina Humana; 2022. Pag 1- 63. Acceso 12 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://168.121.49.87/bitstream/handle/20.500.14138/5044/MED-Reyes%20Camahuali%2c%20Jose%20Felix.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Singh S, Kaur R, Rahman M, Mishra M, Sundaram S. Evaluation of potent cyanobacteria species for UV-protecting compound synthesis using bicarbonate-based culture system. *3 Biotech*. 2021 septiembre; 11(9). Acceso 15 de enero de 2023. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34476170/>
6. Hernández Espinosa D, Barrera M, González Herrera E, Laguna Maldonado K, Jardínez Díaz A. El papel de las especies reactivas de

oxígeno y de nitrógeno en algunas enfermedades neurodegenerativas. Revista de la Facultad de Medicina (México). 2020 agosto; 62(3). 1-14. Acceso 08 de septiembre de 2022. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422019000300006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422019000300006)

7. Demay J, Halary S, Knittel-Obrecht A, Villa P, Duval C, Hamlaoui S, et al. Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Wound-Healing Properties of Cyanobacteria from Thermal Mud of Balaruc-Les-Bains, France: A Multi-Approach Study. *Biomolecules*. 2020 diciembre; 11(1). Acceso 15 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33383796/>
8. Li , Guo M. Healthy efficacy of *Nostoc commune Vaucher*. *Oncotarget*. 2017 diciembre; 9(18). Acceso 15 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5865699/>
9. Jerez-Martel I, García-Poza S, Rodríguez-Martel G, Milagros Rico, Afonso-Olivares C, Gómez-Pinchetti J, "Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Crude Extracts from Microalgae and Cyanobacteria Strains", *Journal of Food Quality*, vol. 2017, Article ID 2924508, 8 pages, 2017. Acceso 08 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2017/2924508/>
10. Batsalova Moten L, Basheva Teneva P, Dzhambazo V. In Vitro Cytotoxicity and Antioxidative Potential of *Nostoc Microscopicum* (Nostocales, Cyanobacteria). *Toxicology and Forensic Medicine*. 2016 agosto; 1(1). 9-17. Acceso 14 de septiembre de 2022. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Balik-Dzhambazov/publication/306586751\\_In\\_Vitro\\_Cytotoxicity\\_and\\_Antioxidative\\_Potential\\_of\\_Nostoc\\_Microscopicum\\_Nostocales\\_Cyanobacteria/links/57c83b6208aefc4af34eb8cf/In-Vitro-Cytotoxicity-and-Antioxidative-Potential-of-Nostoc-Microscopicum-Nostocales-Cyanobacteria.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Balik-Dzhambazov/publication/306586751_In_Vitro_Cytotoxicity_and_Antioxidative_Potential_of_Nostoc_Microscopicum_Nostocales_Cyanobacteria/links/57c83b6208aefc4af34eb8cf/In-Vitro-Cytotoxicity-and-Antioxidative-Potential-of-Nostoc-Microscopicum-Nostocales-Cyanobacteria.pdf)



11. Ortiz Escarza, Medina López. Estrés oxidativo ¿un asesino silencioso? Educación Química. 2020 marzo; 31(1).
12. Ministerio de Salud de Perú. Boletín Epidemiológico. [Online].; 2019 [cited 2022 septiembre 12. Available from: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2019/25.pdf>.
13. Carbajal Azcona Á. Manual de Nutrición y Dietética. Primera ed. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2018. Acceso en 10 de septiembre de 2022: 1-5 Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2018-01-10-cap-14-alimentos-2018.pdf>
14. Rodríguez Rivera CE. Influencia de diferentes proporciones de harina de la cianobacteria *Nostoc sphaericum* sobre los parámetros de calidad de una hamburguesa de carne de cerdo. Tesis de Grado. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porras, Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias; 2021. Pag 1-143. Acceso 15 de septiembre de 2022. Disponible en: [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/10318/rodr%C3%a9quez\\_rce.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/10318/rodr%C3%a9quez_rce.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
15. Alonso Díaz E, Cueto González C, Martínez Carrasco P, Reyes Reyes E. Estrés oxidativo, terapia antioxidante y cáncer. Revista Cubana de Oncología. 2021 agosto; 19(2). 1-8 Acceso 28 de agosto de 2022. Disponible en: <http://www.revoncologia.sld.cu/index.php/onc/article/view/117>
16. Vilchez Palomino H. Efecto de la temperatura sobre la capacidad antioxidante del cushuro (*Nostoc commune vaucher*). Tesis de Grado. Lima, Perú: Universidad Alas Peruanas, Escuela Profesional de Nutrición Humana; 2017. Acceso 30 de agosto de 2022. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/2279>.
17. Villarreal La Torre A, Gamarra Sánchez J, Silva Correa R, Cruzado Razco D, Ruiz Reyes G, Costilla Sánchez R. Actividad antioxidante in vitro y compuestos fenólicos de las hojas de *Beautempisia avicenniifolia*

- (Kunth) Gaudich (Capparaceae). Arnaldoa. 2019 Ene/Abril; 26(1). 409-420. Acceso en 14 de septiembre de 2022. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2413-32992019000100021](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000100021)
18. Corpus-Gomez A, Alcantara-Callata, Celis-Teodoro, Echevarria-Alarcón, Paredes-Julca, Paucar-Menacho. Cushuro (*Nostoc sphaericum*): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales. Agroindustrial Science. 2021 May/Ago; 11(2). Acceso 29 de agosto de 2022. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/3819/4445>.
  19. Shi-Gang S, Ya-Hui L, Dong-Xue Z, Yi-Kai W, Rong-Rong Y, Hua-Bing Z, et al. Comparisons of Functional Properties of Polysaccharides from *Nostoc flagelliforme* under Three Culture Conditions. Polymers. 2019 febrero; 11(2). 263. Published 2019 Feb 4. doi:10.3390/polym11020263: p. 1-12. Acceso 6 de setiembre de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6419065/>
  20. Alegre Coveñas R, Ojeda Pereda L, Acuña Leiva J. Análisis proximal y contenido de hierro y calcio de *Nostoc sphaericum* “cushuro” deshidratado procedente de la laguna de Conococha, Catac – Huaraz. UCV - Scientia. 2020 jul/dic; 12(2). Acceso en 8 de septiembre de 2022;12(2):137-49. Disponible en: <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-scientia/article/view/913>
  21. Zhu S, Xu J, Adhikari B, Lv W, Chen H. *Nostoc sphaeroides* Cyanobacteria: a review of its nutritional characteristics and processing technologies. Crit Rev Food Sci Nutr. 2022 abril; 13(17). Acceso 31 de agosto de 2022. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35416723/>
  22. Adrian Rubio R. Evaluación de la producción de *NOSTOC SP* (cushuro) en cochas construidas a diferentes profundidades dentro de un ecosistema de humedal, en el sector Carpa, distrito de Cátac - Ancash,

- 2017-2018. Tesis de Grado. Ancash, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental; 2018. Acceso en 7 de septiembre de 2022. disponible en: [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2364/T033\\_46924089\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2364/T033_46924089_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
23. Morone J, Alfeus A, Vasconcelos V, Martins R. Revealing the potential of cyanobacteria in cosmetics and cosmeceuticals — A new bioactive approach. *Algal Research*. 2019 agosto; 41(1). Acceso 6 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211926418308452>
24. Rachana S, Parul P, Madhulika S, Andrzej B, Jitendra K, Samiksha S, et al. Uncovering Potential Applications of Cyanobacteria and Algal Metabolites in Biology, Agriculture and Medicine: Current Status and Future Prospects. *Front Microbiol*. 2017 abril. Acceso 6 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5403934/>
25. Galetovic, Araya JE, Gómez-Silva. Composición bioquímica y toxicidad de colonias comestibles de la cianobacteria andina *Nostoc sp.* Llayta. *Revista chilena de nutrición*. 2017 octubre; 44(4). Acceso en 7 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v44n4/0716-1549-rchnut-44-04-0360.pdf>
26. Hossain MF, Ratnayake RR, Meerajini, Kumara KL. Antioxidant properties in some selected cyanobacteria isolated from fresh water bodies of Sri Lanka. *Food Sci Nutr*. 2016 enero; 4(5). Acceso 6 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5011383/>
27. Garófalo Lucio V, Lovato Bones K. Desarrollo de un producto alimenticio a base de Cushuro (*Nostoc commune*). Tesis de Grado. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química; 2020. Acceso en 01 de octubre de 2022. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49647/1/BINGQ-GS-20P20.pdf>

28. Sánchez Sebastián A. Evaluación fitoquímica y capacidad antioxidante in vitro del extracto etanólico de *Nostoc commune* (cushuro). Tesis de Grado. Trujillo, Perú: Universidad César Vallejo, Escuela profesional de Nutrición; 2018.
29. Sánchez Flores A. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria. 2019 ene/jun; 13(1). Acceso en 13 de septiembre de 2022. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s2223-25162019000100008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s2223-25162019000100008&script=sci_arttext)
30. Arias Gonzáles JL, Covinos Gallardo M. Diseño y metodología de la investigación. Primera ed. Arequipa, Perú: ENFOQUES CONSULTING EIRL; 2021.
31. Cataldo, Arancibia, Stojanova, Papuzinskia. Conceptos generales en bioestadística y epidemiología clínica: estudios observacionales con diseños transversal y ecológico. Medwave. 2019 octubre; 19(8). Acceso en 13 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://dsp.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2022/06/Cataldo-R.-Conceptos-generales-en-bioestadistica-y-epidemiologia-clinica.-Estudios-observacionales-con-disenos-trasnversales-y-ecologicos.Medwave-2019.pdf>
32. Cvetkovic-Vega, Maguiña JL, Soto, Lama-Valdivia, Correa López LE. Estudios transversales. Revista de la Facultad de Medicina Humana. 2021 marzo; 21(1). Acceso en 13 de septiembre de 2022. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2308-05312021000100179&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2308-05312021000100179&script=sci_arttext)
33. Riofrío Robles DA. Elaboración de gomitas en base a pulpa de remolacha (*Beta vulgaris* L). Tesis de grado. Quito, Ecuador: Universidad

Tecnológica Equinoccial, Ingeniería de Alimentos; 2015. Equinoccial, Ingeniería de Alimentos. Acceso en 13 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://1library.co/document/yd2vvk1q-elaboracion-de-gomitas-base-pulpa-remolacha-beta-vulgaris.html>

34. Bejarano Carhuancho JIM, Huamani Zavaleta WN. Efecto hepatoprotector del consumo de *Nostoc commune* (cushuro) frente al daño inducido por dietas ricas en sacarosa en ratones. Tesis de Grado. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Profesional de Nutrición; 2022. Acceso en 13 de septiembre de 2022. Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17916/Bejarano\\_cj.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17916/Bejarano_cj.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
35. García Giraldo IM, Reyes Pineda, Rodríguez Espinosa JA. Comparación cuantitativa de la actividad antioxidante en tomate chonto y ahuyama por los métodos ABTS, DPPH y voltamperometría cíclica. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*. 2022 marzo; 5(1). Acceso en 13 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BJAER/article/view/45840/34364>
36. Batalla Mayoral JL, Vega Hernández M, Silveti-Loeza J. Análisis de la actividad antioxidante en la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) mediante las técnicas FRAP y DPPH. *Diversidad Biológica: Salvaguardando la Vida en la Tierra*. 2019 mayo; 5(14). Acceso en 13 de septiembre de 2022. Disponible en: <http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/386/373>
37. Pagasa Ccaihuari LA, Orihuela Huangal LA, Sosa Sosa PA, Ramos Bujaco GM, Lazaro Vásquez AM. Producción y comercialización de fideos largos enriquecidos con cushuro. Proyecto de Inversión. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Industria Alimentaria; 2020. Acceso en 13 de septiembre de 2022. Disponible en:

<https://repositorio.usil.edu.pe/bitstreams/7b41173c-68ef-4111-b881-f4e4807c9568/download>

38. Leiva Gonzáles CL, Sulluchuco Guerra P. Evaluación de la aceptabilidad del cushuro (*Nostoc sphaericum*) en preparaciones culinarias saladas y dulces, por estudiantes universitarios, Lima – 2018. Tesis de Grado. Lima, Perú: Universidad Peruana Unión, Escuela Profesional de Nutrición Humana; 2018. Acceso en 14 de septiembre de 2022. Disponible en: [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1612/Per\\_cy\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2018.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1612/Per_cy_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
39. Amagua Lasso AS, Casco Toapanta MG. Desarrollo de una formulación para gomitas con miel de abeja y propóleo. Informe de Tesis. Honduras: Universidad Nacional de Honduras, Agroindustria Alimentaria; 2015. Acceso en 13 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c0b155f6-e214-4db3-85b2-1c2fdaa3e193/content>
40. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Quinceava ed. Virginia, EEUU: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INC; 1990. Acceso en 05 de octubre de 2022. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
41. Guerrero, Andrade MA, Menezes, Vilarinho. Antioxidant and Cytoprotective Properties of Cyanobacteria: Potential for Biotechnological Applications. Toxins. 2020 agosto;12(9).
42. Pérez Álvarez MR, Arroyo Acevedo, Ramos Llica, Retuerto Figueroa MG. Evaluación de la actividad antioxidante del extracto acuoso del fruto micro pulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena” (Solanaceae). Revista de la Sociedad Química del Perú. 2021 diciembre; 87(4). Acceso en 14 de septiembre de 2022. Disponible en:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810634X2021000400345&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810634X2021000400345&script=sci_arttext)

43. Sosa C. Calidad nutricional y la aceptabilidad del producto obtenido por deshidratación osmótica del *Nostoc sphaericum* (cushuro). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2021 agosto. Acceso en 25 enero de 2023. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16456>

## ANEXOS

### ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos

#### TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL VALOR NUTRICIONAL

DATOS GENERALES				
IDENTIFICACIÓN				
CÓDIGO DE LABORATORIO				
TIPO DE MUESTRA				
PRESENTACIÓN				
CANTIDAD				
LUGAR				
FECHA DE RECEPCIÓN				
OBSERVACIONES				
RESULTADOS				
ANALISIS	UNIDADES	VALOR 40%	VALOR 50%	VALOR 60%
CARBOHIDRATOS	%			
PROTEINAS	%			
CENIZAS	%			
GRASA	%			
FIBRA	%			
HUMEDAD	%			



## TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Tabla de Porcentaje de inhibición de las gomitas elaboradas a base de pulpa de cushuro formuladas al 40, 50 y 60%.

Concentración (ug/mL)	Absorbancia		Porcentaje Inhibición
	$\bar{X}$	Desvest	
0			
5			
10			
15			
20			
25			
30			

Tabla de Concentración inhibitoria 50 (IC50) y actividad antioxidante relativa (AAR)

Muestra	IC50 ( $\mu\text{g/mL}$ )	AAR
Ac. Ascórbico		
Gomita 40 %		
Gomita 50 %		
Gomita 60 %		

## ANEXO B: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>
¿Cuál de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de Nostoc sphaericum (Cushuro) al 40%,50% y 60% presentarán mayor valor nutricional y mayor actividad antioxidante?	Determinar el valor nutricional y actividad antioxidante de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de Nostoc sphaericum (Cushuro) al 40%, 50% y 60%.).	Las gomitas elaboradas a base de pulpa de Nostoc sphaericum (cushuro) formuladas a mayor concentración, presentan mayor valor nutricional y mayor actividad antioxidante.
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>
¿Cuál de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de Nostoc sphaericum (Cushuro) al 40%,50% y60% presentarán mayor valor nutricional ?.	Determinar el valor nutricional de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de Nostoc sphaericum (Cushuro) al 40%, 50% y 60%.	Las gomitas elaboradas a base de pulpa de Nostoc sphaericum (Cushuro) formuladas a mayor concentración presenta mayor valor nutricional.

<p>¿Cuál de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de <i>Nostoc sphaericum</i> (Cushuro) al 40%,50% y60% presentarán mayor actividad antioxidante?</p>	<p>Determinar la actividad antioxidante de las formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de <i>Nostoc sphaericum</i> (Cushuro) en concentraciones de 40%, 50% y 60%.</p>	<p>Las gomitas elaboradas a base de pulpa de <i>Nostoc sphaericum</i> (Cushuro) formuladas a mayor concentración presenta mayor valor antioxidante.</p>
---	--	---

**PROCEDIMIENTO PARA COLECTA DE DATOS USANDO LA FICHA DE OBSERVACIÓN**

1. Recolección de la muestra.
2. Identificación botánica.
3. Preparación de la muestra.
4. Obtención de la mezcla base de pulpa de *Nostoc Sphaericum* (Cushuro).
5. Preparación de las gomitas.
6. Determinación del valor nutricional.
7. Evaluación de la capacidad antioxidante.
8. Procesamiento y análisis de datos.

### ANEXO C: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	N° DE ÍTEMS	VALOR
<p><u>Variable Independiente</u></p> <p>Porcentaje de pulpa de cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>).</p>	<p>Cantidad de pulpa de cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>) empleado en la elaboración de las gomitas <sup>(28)</sup></p>	<p>Formulaciones a diferentes concentraciones de la mezcla base de pulpa de cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>) al 40%, 50% y 60% que se empleará en la elaboración de las gomitas.</p>	<p>Porcentaje de pulpa de cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>) al 60%, 50% y 40% empleado en la elaboración de las gomitas.</p>	<p>F1=60/40</p> <p>F2=50/50</p> <p>F3=40/60</p>	<p>De razón</p>		<p>%</p>

<p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Valor nutricional</p>	<p>Determinación de la cantidad de nutrientes (proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales) y el valor energético que contienen las gomitas de cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>)<sup>(16)</sup>.</p>	<p>Contenido de carbohidratos, proteínas, cenizas, grasa, fibra y humedad presentes en las gomitas de cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>).</p>	<p>Parámetros químico proximal</p>	<p>Humedad</p> <p>Cenizas</p> <p>Carbohidratos</p> <p>Proteínas</p> <p>Lípidos</p> <p>Fibra</p>	<p>De razón</p>		<p>g</p>
---	--	---	------------------------------------	---	-----------------	--	----------

	<p>Capacidad del producto final (gomitas) de neutralizar, inhibir y disminuir la cantidad de radicales libres en una muestra biológica<sup>29</sup>.</p>	<p>Se determinará el porcentaje de inhibición y el IC50 de la muestra mediante el método de 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) y se identificarán los porcentajes de reducción del radical DPPH midiendo la absorbancia de la</p>	<p>Reducción del radical DPPH</p>	<p>% de reducción del radical DPPH</p>	<p>De razón</p>	<p>µg/mL</p>
--	--	---	-----------------------------------	--	-----------------	--------------

Actividad  
antioxidante

solución preparada en  
un espectrofotómetro  
UV-visible a 517 nm <sup>30,</sup>  
<sup>31.</sup>

## ANEXO D: Certificación de identificación botánica

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ  
CONSULTOR BOTÁNICO  
C. B. P. 3796  
Cel: 963689079  
Email: jocamde@gmail.com



### CERTIFICACION DE IDENTIFICACION BOTANICA

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO. CBP 3796 – INSCRITO EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIONES DE IDENTIFICACION TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA – RESOLUCIÓN DIRECTORAL N.º 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

#### CERTIFICA:

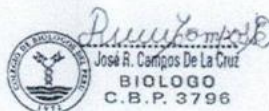
Que, **Bachilleres CALDERON CARRANZA, MONICA DEISY** y **CRUZ APONTE, SILVIA BETTY**, tesis de la Universidad María Auxiliadora, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, con fines de investigación para desarrollar el proyecto de tesis titulado: **VALOR NUTRICIONAL Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE GOMITAS ELABORADAS A BASE DE *Nostoc sphaericum* (Cushuro)**. Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico, han solicitado la identificación y certificación botánica de colonias esféricas de algas conocidas con el nombre vulgar de “**Cushuro**”, procedente de la laguna “La Toma” ubicada a 3500 msnm, del distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, departamento La Libertad, las muestras han sido identificadas como la especie: ***Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bournet & Flahault**. Según el sistema ALGAEBASE presenta las siguientes categorías taxonómicas:

Dominio: Prokaryota  
Reino: Eubacteria  
Phylum: Cyanobacteria  
Clase: Cyanophyceae  
Subclase: Nostocophycidae  
Orden: Nostcales  
Familia: Nostocaceae  
Género: *Nostoc*  
Especie: *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bournet & Flahault

Nombre vulgar: “Cushuro”

Se expide la presente certificación para fines de investigación científica.

Lima, 03 de octubre del 2022



Jr. Sánchez Silva 156 – Piso 2 – Urb. Santa Luzmila – Lima 07 -Lima



## ANEXO E: Valor nutricional de las gomitas a base de pulpa de Cushuro



2/4

### EI-PPA-01-F01: INFORME DE ENSAYO Nº MCC.22322

<b>IDENTIFICACIÓN:</b>	<b>Gomitas de Cushuro 40%</b>
Código de Laboratorio:	22322-1
TIPO MUESTRA:	Productos de confitería
PRESENTACIÓN:	Bolsa etiquetada con cierre hermético zip
CANTIDAD:	307 gramos
LUGAR:	Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo
FECHA DE RECEPCIÓN:	14/11/2022
<b>MÁS CARACTERÍSTICAS.:</b>	
-Toma de muestra realizada por el cliente: Monica Calderon Carranza y Silvia Betty Cruz Aponte -Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió -Fecha y Hora de muestreo: 12/11/2022 11:00 -Muestra recepcionada en el laboratorio bien sellada. Temperatura de recepción: 17.5°C	

#### Resultados

Análisis	Unidades	Resultado
Carbohidratos	%	28.1
Proteína	%	1.8
Cenizas	%	0.17
Grasa	%	1.1
Fibra	%	3.78
Humedad	%	62.8

Método de ensayo	Unidades	Norma de Referencia
Carbohidratos	%	por calculo
Proteína	%	Método Kjeldahl
Cenizas	%	AOAC Official Method 920.92
Grasa	%	AOAC 933.05 (2019).
Fibra	%	AOAC 962.09 (2019). Fibra cruda
Humedad	%	AOAC 948.12 (2019)

Méjg. Ronald Cácedo Cuba  
CBP 4995  
Director Técnico de Escain

Rev.:02. Aprobado 10-2019

*Los datos de la muestra brindados por el cliente, están bajo su responsabilidad, pudiendo afectar la validez de los resultados.  
La validez de los resultados se relacionan solamente a la muestra sometida a ensayo y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización previa y expresa de Escacorp SAC.

## EI-PPA-01-F01: INFORME DE ENSAYO Nº MCC.22322

<b>IDENTIFICACIÓN:</b>	<b>Gomitas de Cushuro 50%</b>
Código de Laboratorio:	22322-2
TIPO MUESTRA:	Productos de confitería
PRESENTACIÓN:	Bolsa etiquetada con cierre hermético zip
CANTIDAD:	300 gramos
LUGAR:	Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo
FECHA DE RECEPCIÓN:	14/11/2022
<b>MAS CARACTERISTICAS.:</b>	
-Toma de muestra realizada por el cliente Monica Calderon Carranza y Silvia Betty Cruz Aponte -Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió -Fecha y Hora de muestreo: 12/11/2022 11:00 -Muestra recepcionada en el laboratorio bien sellada. Temperatura de recepción: 17.5°C	

### Resultados

Análisis	Unidades	Resultado
Carbohidratos	%	37.4
Proteína	%	2.7
Cenizas	%	0.20
Grasa	%	0.77
Fibra	%	5.41
Humedad	%	58.9

Método de ensayo	Unidades	Norma de Referencia
------------------	----------	---------------------

Carbohidratos	%	por calculo
Proteína	%	Método Kjeldahl
Cenizas	%	AOAC Official Method 920.92
Grasa	%	AOAC 933.05 (2019).
Fibra	%	AOAC 962.09 (2019). Fibra cruda
Humedad	%	AOAC 948.12 (2019)

Mgto. Ronald Cáceres Cuba  
 CBP 4995  
 Director Técnico de Escaind



Rev.:02, Aprobado 10-2019

*Los datos de la muestra brindados por el cliente, están bajo su responsabilidad, pudiendo afectar la validez de los resultados.  
 La validez de los resultados se relacionan solamente a la muestra sometida a ensayo y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización previa y expresa de Escaind SAC.

### EI-PPA-01-F01: INFORME DE ENSAYO Nº MCC.22322

<b>IDENTIFICACIÓN:</b>	<b>Gomitas de Cushuro 60%</b>
Código de Laboratorio:	22322-3

TIPO MUESTRA:	Productos de confitería
PRESENTACIÓN:	Bolsa de Plástico con cierre zip
CANTIDAD:	305 gramos
LUGAR:	Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo
FECHA DE RECEPCIÓN:	14/11/2022

**MAS CARACTERISTICAS.:**

- Toma de muestra realizada por el cliente Monica Calderon Carranza y Silvia Betty Cruz Aponte
- Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió
- Fecha y Hora de muestreo: 12/11/2022 11:00
- Muestra recepcionada en el laboratorio bien sellada. Temperatura de recepción: 17.5°C

**Resultados**

Análisis	Unidades	Resultado
Carbohidratos	%	43.0
Proteína	%	3.3
Cenizas	%	0.23
Grasa	%	0.55
Fibra	%	7.96
Humedad	%	52.9

**Método de ensayo**
**Unidades**
**Norma de Referencia**

Método de ensayo	Unidades	Norma de Referencia
Carbohidratos	%	por calculo
Proteína	%	Método Kjeldahl
Cenizas	%	AOAC Official Method 920.92
Grasa	%	AOAC 933.05 (2019).
Fibra	%	AOAC 962.09 (2019). Fibra cruda
Humedad	%	AOAC 948.12 (2019)

Mgto. Ronald Cáceda Cuba  
 CBP 4995  
 Director Técnico de Escaind



Rev.:02. Aprobado 10-2019

Los datos de la muestra brindados por el cliente, están bajo su responsabilidad, pudiendo afectar la validez de los resultados.  
 La validez de los resultados se relacionan solamente a la muestra sometida a ensayo y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización previa y expresa de Escaincorp SAC.



**ANEXO F: Evidencias fotográficas del trabajo de campo**

**RECOLECCIÓN DE CUSHURO**



**Figura 7: Laguna la toma -Quiruvilca**



**Figura 8: Recolección del cushuro.**

## ELABORACIÓN DE GOMITAS A BASE DE PULPA DE CUSHURO



Figura 9: Laboratorio UNT.



Figura 10: Muestra de cushuro



Figura 11: Preparación de gomitas

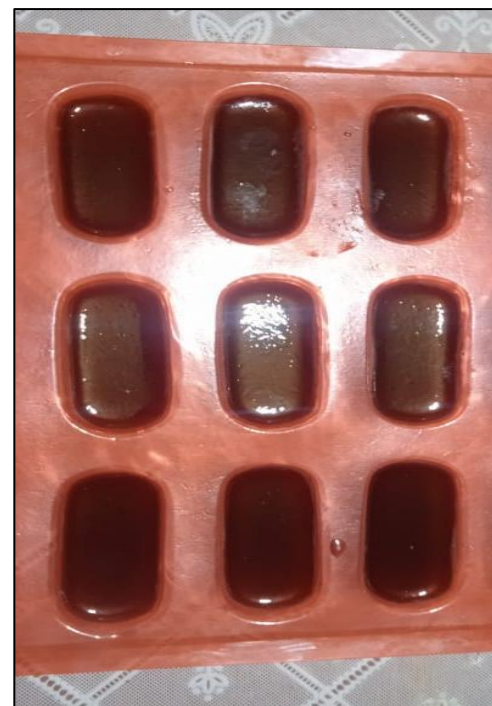


Figura 12: Moldeado de gomitas



## EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE



**Figura 13: Pesado de ácido ascórbico**



**Figura 14: Preparación del ácido ascórbico**



**Figura 15: Preparación de Sol. Patrón**



**Figura 16: Lectura de resultados.**