



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

**Estudio comparativo del valor nutricional de las semillas de garbanzo  
"Cicer arietinum" cultivado en el fundo arrabales Ica.**

Presentado por:

**MEDINA MUÑOA, GABRIELA**

De la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **2%** por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 14 de Febrero de 2024

.....  
Dra. JOSEFA-BERTHA PARI OLARTE  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Estudio comparativo del valor nutricional de las semillas  
de garbanzo "*Cicer arietinum*" cultivado en el fundo  
arrabales Ica.

Línea de investigación

Salud pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

Autor:

Bach. MEDINA MUÑOA GABRIELA

Ica - Perú

2023

## **DEDICATORIA**

A Dios por la oportunidad que me brinda de ser mejor cada día y por guiar cada paso que doy en mi vida.

a mi familia por su apoyo, confianza en mí y sus sabios consejos que me motivan a esforzarme para cumplir mis metas y se haga realidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía, fortaleza durante todo el proceso de la realización de mi tesis, agradezco por darme la sabiduría y perseverancia necesaria para lograr mis metas.

A mi asesor: Mg. Manuel Alfredo Valle Campos y al Dr. Felipe Surco Laos, por su orientación y asesoramiento durante el desarrollo de mi investigación, gracias por compartir su experiencia, conocimientos, por brindarme su tiempo y dedicación.

A la Facultad de Farmacia y Bioquímica por el apoyo brindado en los laboratorios.

## ÍNDICE

PORTADA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
RESUMEN.....	viii
Abstract.....	ix
I. Introducción.....	10
Antecedentes.....	11
Alimento.....	13
Análisis Proximal.....	14
Humedad.....	14
Cenizas.....	14
Extracto Etéreo.....	14
Proteína.....	15
Carbohidratos.....	15
Valor nutricional.....	15
Legumbre.....	16
Garbanzo.....	17
Formulación del problema.....	25
Problema general.....	25
Problemas específicos:.....	25
Justificación e importancia de la investigación.....	25
Objetivos.....	26
Objetivo general.....	26
Objetivos específicos.....	26
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	27

2.1	Tipo, nivel y diseño de la investigación .....	27
2.1.1	Tipo de investigación .....	27
2.1.2	Nivel de investigación.....	27
2.1.3	Diseño de investigación .....	27
2.2	Hipótesis.....	27
2.2.1	Hipótesis General.....	27
2.3	Variables: .....	27
2.3.1	Variable dependiente.....	27
2.3.2	Variable independiente.....	28
2.4	Población y muestra .....	28
2.4.1	Población:.....	28
2.4.2	Muestra.....	28
2.5	Materiales y equipos .....	28
2.5.1	Materiales .....	28
2.5.2	Equipos.....	30
2.6	Procedimiento experimental.....	30
2.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	34
III.	Resultados .....	35
IV.	Discusión.....	39
V.	Conclusiones.....	41
VI.	Recomendaciones .....	42
VII.	Referencias bibliográficas .....	43
VIII.	ANEXOS .....	47

## Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutritiva promedio del garbanzo por 100gr .....	21
Tabla 2. Producción mundial de garbanzo.....	22
Tabla 3. Características sensoriales del fruto <i>Cicer arietinum</i> “garbanzo” .....	35
Tabla 4. Análisis químico proximal de las semillas de <i>Cicer arietinum</i> , sometidas a dos tratamientos de cultivos .....	36
Tabla 5. Contenido de metales de importancia nutricional de las semillas de <i>Cicer arietinum</i> garbanzo.....	37
Tabla 6. Contenido de metales pesados y otros en la semilla de la especie <i>Cicer arietinum</i> .....	38

## Índice de figuras

Figura 1. Alimentos vegetales de la dieta saludable .....	13
Figura 2. Analisis quimico proximal.....	16
Figura 3. Diversos tipos de legumbres secas .....	17
Figura 4. Planta de garbanzo .....	18
Figura 5. Tipo de garbanzos .....	20
Figura 6. Diferencia de los valores del analisis quimico proximal de las semillas de garbanzo obtenidas por los dos tratamientos .....	36
Figura 7. Curva de calibración para bario .....	52
Figura 8. Curva de calibración para cobre .....	52
Figura 9. Curva de calibración para hierro .....	53
Figura 10. Curva de calibración para manganeso .....	53
Figura 11. Curva de calibración de antimonio.....	54
Figura 12. Curva de calibración de arsénico.....	54
Figura 13. Curva de calibración de plomo.....	55
Figura 14. Curva de calibración de cromo .....	55
Figura 15. Curva de calibración para zinc .....	56
Figura 16. Curva de calibración de selenio .....	56
Figura 17. Curva de calibración para calcio .....	57
Figura 18. Curva de calibración para magnesio.....	57
Figura 19. Tratamiento de las muestras de garbanzo .....	58

## RESUMEN

En las últimas décadas, se ha vuelto evidente una marcada tendencia hacia el consumo de alimentos que tengan un efecto benéfico a la salud; en este contexto la inclusión de las leguminosas en la dieta de las personas ha ganado relevancia, tal es el caso del garbanzo, *Cicer arietinum*, que, gracias a su alto contenido de proteínas de gran valor biológico, su contenido de almidón resistente y ser un cultivo de bajo consumo de agua se vuelve una alternativa viable.

Adicionalmente, las leguminosas poseen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, este proceso ecológico reduce la necesidad de uso de fertilizantes químicos y ayuda a la recuperación de los suelos. El objetivo de este proyecto fue comparar el valor nutricional de las semillas de garbanzo *Cicer arietinum* cultivado en el fundo Arrabales – Ica; sometidas a dos tratamientos de cultivos diferentes: cultivo con rizobios y cultivo tradicional, la metodología utilizada fue descriptiva explicativa con diseño analítico; los métodos utilizados fueron los propuestos por la Asociación oficial de analistas químicos (AOAC). Se evaluó el análisis químico proximal y el contenido de micronutrientes minerales en ambos tratamientos; encontrándose que el cultivo con rizobios presentó mayor concentración de proteínas 18,03 g/100g y grasa con 7.99g/100g: asimismo, mayor concentración de minerales como Hierro con 50.805 mg/Kg, Li 2.458 mg/Kg y Zn 34.932 mg/kg. Concluyendo que el cultivo con rizobios proporciona un gramo de mejor calidad nutricional.

**Palabras Clave:** Garbanzo, valor calórico, minerales.

## ABSTRACT

In recent decades, a marked trend towards the consumption of foods that have a beneficial effect on health has become evident; In this context, the inclusion of legumes in people's diets has gained relevance, such is the case of the chickpea, *Cicer arietinum*, which, thanks to its high content of proteins of great biological value, its resistant starch content and being a low water consumption cultivation becomes a viable alternative.

Additionally, legumes have the ability to fix atmospheric nitrogen, this ecological process reduces the need for the use of chemical fertilizers and helps soil recovery. The objective of this project was to compare the nutritional value of chickpea seeds *Cicer arietinum* grown on the Arrabales – Ica farm; subjected to two different crop treatments: cultivation with rhizobia and traditional cultivation, the methodology used was descriptive and explanatory with analytical design; The methods used were those proposed by the Official Association of Chemical Analysts (AOAC). The proximal chemical analysis and the content of mineral micronutrients were evaluated in both treatments; It was found that the crop with rhizobia had a higher concentration of proteins 18.03 g/100g and fat with 7.99g/100g; likewise, a higher concentration of minerals such as Iron with 50,805 mg/Kg, Li 2,458 mg/Kg and Zn 34,932 mg/kg. Concluding that cultivation with rhizobia provides a gram of better nutritional quality.

**Keywords:** Chickpea, caloric value, minerals.

## I. INTRODUCCIÓN

Las legumbres han sido cultivadas y consumidas por los seres humanos de manera tradicional se cosechan a gran escala por sus semillas, muchas de las cuales han sido una parte esencial de la dieta mundial desde la antigüedad. Un ejemplo destacado es el garbanzo "*Cicer arietinum*", una leguminosa originaria de Turquía que se ha propagado por diversas regiones del mundo, siendo India su principal país productor (1).

No obstante, en nuestro país también se encuentra evidencia de su consumo en la dieta diaria. En los últimos años, ha habido un enfoque creciente en la búsqueda de alimentos más saludables que tengan un impacto positivo en la salud debido a su valor nutricional. En este contexto, el garbanzo ha surgido como una alternativa para la producción de alimentos funcionales debido a su alto contenido de proteínas de gran valor biológico y almidón resistente (2).

El garbanzo se presenta como una fuente significativa de carbohidratos y proteínas, representando alrededor del 80% del peso seco total del grano. Su composición química revela un contenido elevado de grasa y fibra, mientras que la cantidad de proteína se mantiene en torno al 22% sin embargo una ventaja de las proteínas de origen vegetal con respecto a las proteínas animales es su riqueza en aminoácidos de fácil digestión (3).

Los datos sobre la composición de los alimentos son cruciales para satisfacer las necesidades de organizaciones a nivel nacional e internacional, así como en el ámbito privado, relacionadas con la salud y la nutrición. Estos datos influyen en programas de asistencia nutricional, acuerdos comerciales entre países, políticas agroindustriales y la seguridad alimentaria. Además, estos valores nutricionales son empleados por productores de alimentos en la formulación y etiquetado nutricional obligatorio.

En nuestro país, se conocen diversas leguminosas, pero su composición nutricional aún no está completamente estudiada. Además, las leguminosas tienen una relación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno llamadas "rizobios", que enriquecen la fertilidad del suelo (4). En este contexto, se busca destacar el valor nutricional del garbanzo cultivado en el fundo de Arrabales, Ica. Esto no solo mejoraría la dieta de la población, sino que también guiaría el uso de técnicas de cultivo para potenciar la calidad nutricional de esta leguminosa, mejorando así el producto final y las ganancias. El estudio evaluará la concentración de proteínas, grasas, humedad, cenizas, carbohidratos totales, micro y oligoelementos, así como el valor calórico/nutricional de las semillas bajo dos diferentes tratamientos de cultivación.

El Capítulo I presenta antecedentes a nivel internacional, nacional y regional sobre el cultivo y uso del garbanzo, además del valor nutricional. Se expondrá la problemática actual, los objetivos de la investigación y la problemática planteada. El Capítulo II detalla la estrategia metodológica, describiendo un estudio descriptivo que incluye la hipótesis, variables, población y muestra. En el Capítulo III se presentan los resultados de este análisis comparativo de las semillas de garbanzo cultivadas en el fundo Arrabales- Ica. Finalmente, se ofrecen la discusión, las conclusiones y recomendaciones finales derivadas de la investigación.

## **Antecedentes**

### **Antecedentes Internacionales**

Medina y col. 2017, llevaron a cabo un análisis detallado de la estructura química, minerales, azúcares neutros, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de la cascarilla del garbanzo. Los resultados indicaron que la cascarilla contiene un 72% de fibra dietética, con un 24,4% de este contenido compuesto por celulosa. Se destacaron también los compuestos fenólicos en la cascarilla, siendo los taninos condensados totales los más prominentes, con una concentración de 13 mg equivalentes de catequina/g de extracto seco (mg EC/g), y una mayor proporción de estos compuestos siendo solubles en lugar de enlazados. En cuanto a las proteínas y grasas, la cascarilla exhibió un 4,5% y un 0,4%, respectivamente. En resumen, los hallazgos indican que la cascarilla de garbanzo tiene atributos nutricionales y funcionales que podrían tener aplicaciones en el diseño de alimentos para mejorar la salud de los consumidores. (5)

Aguilar y Velez 2013, La reciente atención a las tendencias de consumo de alimentos y los aspectos de estilo de vida se ha centrado en la búsqueda de productos más saludables que tengan un impacto beneficioso en la salud a través de su valor nutricional. Esta demanda ha estimulado la exploración de opciones para crear alimentos funcionales, y entre estas alternativas se ha considerado el uso del garbanzo (*Cicer arietinum L.*). En México, el interés en este cultivo ha aumentado debido a su alta proporción de proteínas (18-25%) de valor biológico elevado, junto con un contenido predominante de almidón resistente en términos de polisacáridos. (2)

Quintero 2015, en relación a la composición proteica, el garbanzo es particularmente rico en proteínas, incluyendo componentes como albuminas, globulinas y glutaminas. Dentro de esta gama, las globulinas constituyen aproximadamente el 70% del total de proteínas, mientras que tanto las albuminas como las glutaminas abarcan entre el 10% y 20% de la proteína total. (2,6)

Vargas y Cárdenas 2021, realizaron un análisis exploratorio donde resaltan que los garbanzos, junto con otras legumbres, podrían contribuir significativamente a reducir el impacto del cambio climático al ayudar en la absorción de carbono atmosférico a través de la fotosíntesis y la fijación de nitrógeno en el suelo. Estos autores también señalaron que las semillas de garbanzo prosperan gracias a la humedad acumulada en el suelo por lluvias previas y no demandan un esfuerzo sustancial para su cultivo. Además, identificaron tres variedades de garbanzos para atender las preferencias de los consumidores, y destacaron la importancia de su cultivo para impulsar la expansión y adaptación. En el contexto de Cuba, se ha promovido el cultivo de garbanzos mediante ferias y otros eventos que han ampliado su acceso entre los pequeños agricultores, especialmente en condiciones de sequía. (7)

Muy Rangel y col. 2011, realizaron un estudio para caracterizar los factores de calidad del garbanzo verde cv “Blanco Sinaloa”, centrándose en la anatomía de la vaina y en la búsqueda de técnicas que prolonguen la vida útil de los frutos es por ello que evaluaron la concentración de minerales, pH, acidez y solubilidad en las semillas y se describió la estructura e histología de la vaina. Los lotes evaluados fueron clasificados según tratamiento en: el primero con 0.5  $\mu\text{l}\cdot\text{L}^{-1}$  de 1-metilciclopropano (1-MCP, 14%); el segundo con 1.0  $\mu\text{l}\cdot\text{L}^{-1}$  de 1-metilciclopropano (1-MCP, 14%), el tercero se roció con agua a 65 °C y el último no tuvo ningún tratamiento y fue utilizado como control. Los garbanzos se almacenaron en recipientes de polietileno a 10 °C durante 12 días, evaluándose cada 3 días, la pérdida de peso del fruto, el color de la cáscara y la respiración. En general, los resultados revelaron que tanto las semillas como las vainas de garbanzo contienen niveles adecuados de proteínas, fibra, calcio, potasio y hierro. Además, se observaron cambios en la estructura de la vaina durante el almacenamiento, así como una reducción en la pérdida de peso y la actividad metabólica en los frutos tratados con 1-metilciclopropano (1-MCP), en comparación con los controles. Sin embargo, ninguno de los dos procedimientos tuvo un efecto significativo sobre la retención de frutos verdes. (8)

### **Antecedentes nacionales**

MINAGRI 2015, el cultivo de garbanzo se posicionó en el noveno puesto en el listado de leguminosas en términos de área cosechada. Durante ese período, se destinaron un total de 1697 hectáreas para la producción de este cultivo, logrando una cosecha que alcanzó las 2348 toneladas. El rendimiento promedio nacional en este año se estimó en 1,4 toneladas por hectárea, siendo los departamentos de La Libertad, Ica, Lambayeque y Ayacucho los principales protagonistas de esta actividad, contribuyendo significativamente a la producción de garbanzos. En particular, el Ministerio de Agricultura y Riego (9) identificó a estos departamentos como los líderes en la producción de este cultivo. Sin embargo, no existe suficiente información científica del valor



### **Análisis Proximal**

El análisis proximal implica medir los porcentajes de elementos como humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteínas presentes en los alimentos. Este proceso requiere que la selección, recolección y preparación de la muestra alimentaria, así como el método de análisis químico utilizado, sean adecuados y precisos. Los resultados obtenidos de este análisis deben evaluarse mediante técnicas estadísticas y contrastarse con las regulaciones actuales para asegurar su validez. Es esencial llevar a cabo estos procedimientos para garantizar que la información proporcionada al consumidor sobre los nutrientes de los alimentos sea confiable (15). Los informes generados deben basarse en mediciones exactas y compararse con los estándares establecidos para cada nutriente, lo que justifica la clasificación nutricional de los alimentos de manera que sea informativa y útil para el consumidor (16).

### **Humedad**

El contenido de humedad se refiere a la cantidad de agua presente en un alimento o producto, expresada como un porcentaje del peso total. El contenido de agua en los productos puede variar considerablemente según el tipo de producto. Para los alimentos naturales, como frutas y verduras, su contenido de humedad suele oscilar entre el 60% y el 90%, dependiendo de la variedad y la madurez. El agua en los alimentos se puede encontrar de dos maneras principales: "agua libre", que es el agua que se puede separar fácilmente del alimento, y "agua absorbida o combinada", que está en forma de agua que se encuentra atrapada en la estructura del alimento y a menudo, está cristalizada (17,18).

### **Cenizas**

Las cenizas de un alimento representan el residuo inorgánico que permanece después de someter la materia orgánica presente en dicho alimento a un proceso de calcinación. Es esencial notar que las cenizas no suelen estar compuestas por las mismas sustancias inorgánicas que existían en el alimento original, debido a pérdidas causadas por la volatilización de algunos componentes y a las interacciones químicas que pueden ocurrir entre los diversos constituyentes.

La determinación de las cenizas, proporcionan un método relativamente simple para valorar la calidad de ciertos productos alimenticios (18).

### **Extracto Etéreo**

Se refiere a la fracción de sustancias grasas presentes en diversos alimentos, constituida por una variedad de compuestos lipídicos. La fracción denominada "grasa", también conocida como extracto etéreo o grasa cruda, incluye lípidos "libres" o aquellos susceptibles de ser extraídos mediante el uso de solventes no polares como el éter, la gasolina y el éter dietílico. Por otro

lado, los lípidos "consolidados" requieren solventes más polares, tales como alcoholes, para su extracción efectiva. Los enlaces presentes en los lípidos pueden descomponerse mediante hidrólisis u otros tratamientos químicos, liberando así los lípidos para su posterior análisis. La elección del método de extracción es crucial para determinar el contenido graso de un alimento y, por ende, la metodología de análisis a aplicar es fundamental para obtener resultados precisos. (19)

### **Proteína**

Las proteínas son componentes esenciales de los alimentos, fundamentales para el funcionamiento y estructura celular en todos los seres vivos. Participan activamente en la formación de tejidos, además de tener roles importantes en los procesos metabólicos y de regulación. Estas sustancias son vitales para la reparación celular, el crecimiento, el desarrollo, la producción de enzimas y hormonas, y el mantenimiento de un sistema inmune saludable. Las proteínas se componen de cadenas de aminoácidos, existiendo veinte tipos de aminoácidos que sirven como pilares básicos y se hallan tanto en organismos vegetales como animales. Fuentes vegetales ricas en proteínas incluyen legumbres como frijoles, lentejas y garbanzos, destacándose por su alto valor nutricional (20).

### **Carbohidratos**

También llamados hidratos de carbonos o glúcidos son compuestos constituidos por carbono, hidrogeno y oxígeno, mayormente de origen vegetal, constituyen uno de los principales tipos de nutrientes y son unos de las principales fuentes de energía para el organismo; estos pueden ser digeribles y no digeribles; pueden clasificarse de acuerdo a su tamaño en Monosacáridos como la glucosa, fructosa, galactosa; disacáridos como sacarosa, lactosa, maltosa y polisacáridos como almidón o celulosa de origen vegetal y glucógeno de origen animal. Su determinación se realiza por diferencias de los demás componentes del cien por ciento (20).

### **Valor nutricional**

El valor nutricional se refiere a la cantidad y calidad de los nutrientes que contiene un alimento y cómo estos nutrientes pueden contribuir a la salud y al bienestar de una persona. Los nutrientes son sustancias químicas esenciales que nuestro cuerpo necesita para funcionar correctamente y mantenerse saludable. Los principales nutrientes incluyen carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas, minerales y agua. El valor nutricional de un alimento se determina mediante el análisis de su composición química, que incluye la cantidad de cada tipo de nutriente presente en una porción específica del alimento (20).



Figura 2. Análisis químico proximal

## Legumbre

Las legumbres son parte de la familia botánica *Fabaceae* o *Leguminosae*, que se ubica como el tercer grupo más grande de plantas en el mundo. Esta familia es de gran importancia nutricional y forma un componente vital de la dieta mediterránea, así como de la alimentación en muchos países en desarrollo, gracias a su amplia distribución y un origen que data de aproximadamente 90 millones de años atrás, con una diversificación que se estima comenzó en el Terciario temprano (21).

Según la FAO, las legumbres se definen como cultivos de leguminosas que producen semillas comestibles secas, destacándose por su alto contenido en proteínas, carbohidratos, fibra dietética y minerales, y por su bajo contenido en grasas de alta calidad nutricional. Uno de los aspectos más destacados de las legumbres es su capacidad para realizar la fijación biológica del nitrógeno, un proceso natural que juega un papel crucial en la mejora de la fertilidad del suelo, contribuyendo significativamente a la sostenibilidad agrícola (22).

Éstas se consumen como semillas secas, separadas de la vaina y limpias. Las leguminosas reservadas a consumo humano están divididas en tres grandes grupos: leguminosas grano donde sobresalen las judías secas (*Phaseolus vulgaris*) y todas sus variedades, garbanzos (*Cicer arietinum*) y lentejas (*Lens culinaris*). Los guisantes (*Pisum sativum*), las habas (*Vicia faba*) y el altramuz dulce: las proteaginosas que engloban a *Lupinus angustifolius*, *L. albus*, *L. luteus* y

oleaginosas como la soja (*Glycine max*) (23).



Figura 3. Diversos tipos de legumbres secas

### **Garbanzo**

El garbanzo es una leguminosa de amplio cultivo a nivel global, con cerca de 10 millones de hectáreas sembradas. La India lidera su producción con aproximadamente siete millones de hectáreas, seguida de Pakistán y Turquía. En Europa, España, Italia y Portugal son los principales productores, mientras que en Latinoamérica, México y Argentina destacan en su cultivo (1). A nivel mundial, el garbanzo ocupa un lugar prominente entre las leguminosas más cultivadas, solo superado por la soja (*Glycine max*), el haba (*Vicia faba*), los frijoles (*Phaseolus vulgaris*) y los chícharos o guisantes (*Pisum sativum*), con más del 90% de su producción concentrada en Asia. Según estadísticas de la FAO, son 45 los países que contribuyen a la producción global de garbanzo, distribuidos por todos los continentes, lo que subraya su significativa importancia económica en el sustento nutricional de las poblaciones de estos países (2).

### **- Origen**

El cultivo del garbanzo tiene sus raíces en el Suroeste de Turquía, desde donde se expandió rápidamente hacia Europa, particularmente a través de la región mediterránea, y posteriormente hacia África, destacando Etiopía, así como a América, especialmente en

México, Argentina y Chile, y finalmente a Australia. Existen teorías que proponen su origen en el Cáucaso meridional y el norte de Persia. Los estudios lingüísticos indican que la variedad kabuli llegó a la India desde Kabul, Afganistán, hace aproximadamente dos siglos, donde fue denominada "kabuli chana" en hindi. Actualmente, se han identificado hasta 40 especies de garbanzo, que se adaptan a las diversas condiciones climáticas y de suelo de estos países, además de satisfacer las preferencias nutricionales y organolépticas de los consumidores. El garbanzo ha evolucionado de ser considerado un cultivo de menor importancia a convertirse en un importante artículo de exportación para países como Argentina, gracias a su popularidad derivada de su sabor, textura y beneficios para la salud (25).

- **Características botánicas**

El garbanzo (*Cicer arietinum*) es miembro de la familia *Leguminosae* y se caracteriza por ser una planta anual con raíces profundas y tallos ramificados y peludos que pueden alcanzar hasta 0.60 metros de altura. Esta planta se distingue por tener glándulas excretoras prominentes, hojas compuestas pari o imparipinnadas con foliolos de bordes dentados, y flores axilares solitarias. Los frutos del garbanzo son vainas bivalvas que contienen una o dos semillas arrugadas en su interior, las cuales son notables por sus grandes cotiledones. La apariencia física de los granos de garbanzo varía según la variedad (genotipo) y las condiciones ambientales en las que se desarrolla la planta. Entender las propiedades físicas de los granos es crucial para diseñar de manera efectiva el equipo necesario para el manejo, transporte y procesamiento de los granos (2).



Figura 4. Planta de garbanzo

(tomado de: <https://elhuerto20.wordpress.com/2014/06/10/la-rabia-de-los-garbanzos/>)

## - Tipos de Garbanzos

Hay tres principales tipos de garbanzos, distinguidos por el tamaño, forma y color de las semillas (24):

- Tipo “KABULI”: Este tipo tiene semillas de tamaño medio a grande, con una forma redondeada y arrugada y un color claro. Las flores de esta variedad no presentan pigmentación. Su cultivo es común en la región mediterránea, así como en América Central y del Sur.
- Tipo “DESI”: Caracterizado por granos pequeños, de forma angular y color amarillo o negro. Esta variedad tiende a tener flores y tallos pigmentados, y en ocasiones, las hojas también lo están. Su cultivo se concentra principalmente en la India.
- Tipo “GULABI”: este tipo presenta granos de tamaño medio a pequeño, con una superficie lisa, forma redondeada y color claro.

La gestión de la diversidad varietal de los garbanzos es clave para entender su capacidad de extensión y adaptación a distintos entornos, permitiendo así planificar la interacción entre el genotipo y el ambiente. Esta estrategia mejora los rendimientos agrícolas minimizando el uso de agroquímicos, los cuales son fuentes significativas de emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), un potente gas de efecto invernadero de origen antropogénico, con un potencial de calentamiento global 294 veces superior al del CO<sub>2</sub>. Además, el mejoramiento varietal se enfoca en satisfacer las necesidades nutricionales y organolépticas de los consumidores, respetando sus tradiciones culturales, lo que juega un papel crucial en la adopción y preferencia de determinadas variedades de garbanzo (2).

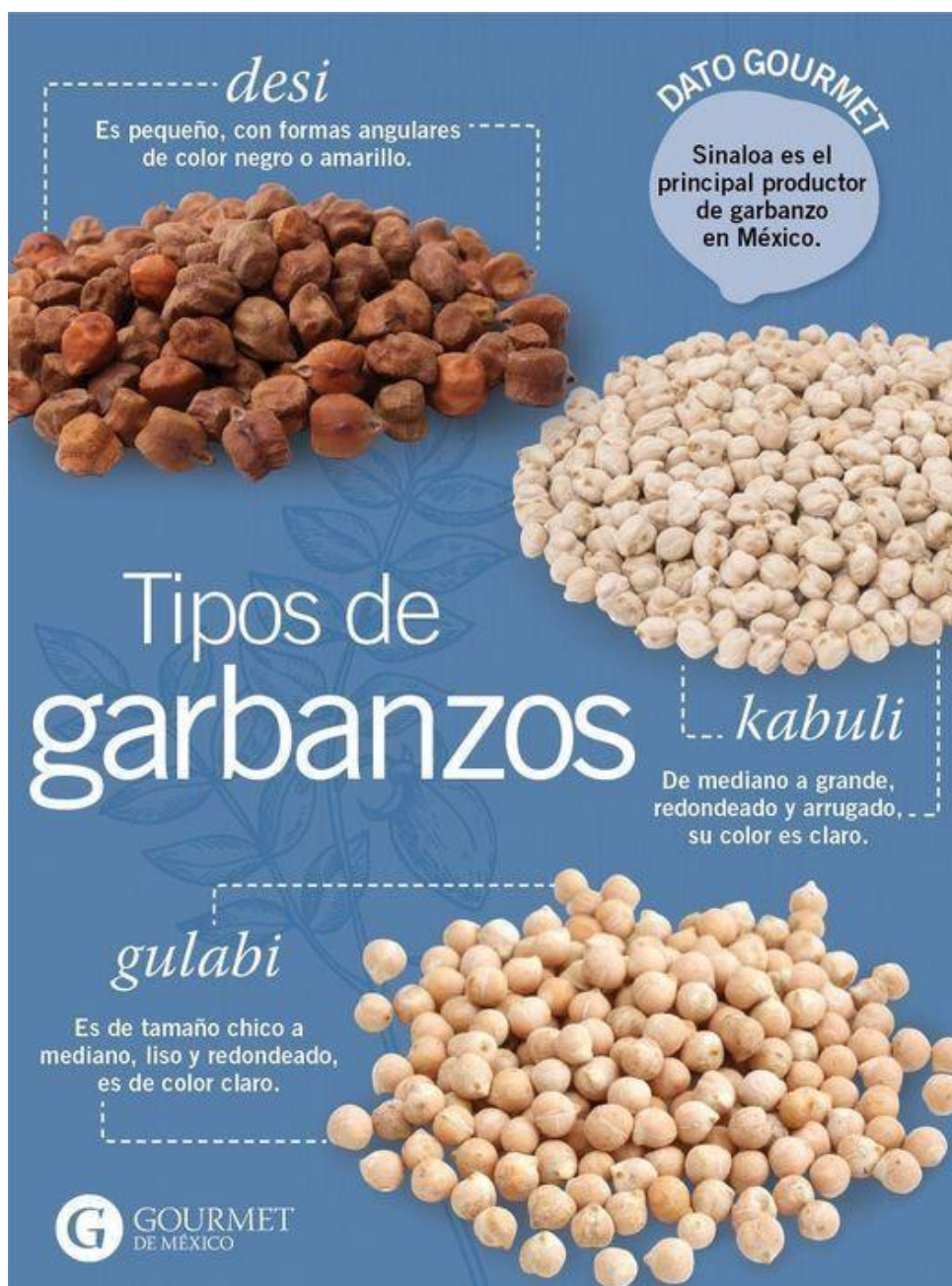


Figura 5. Tipos de garbanzos

- **Valor nutricional**

El garbanzo destaca por su riqueza en nutrientes esenciales como proteínas, almidón y lípidos, especialmente ácidos grasos insaturados como el oleico y el linoleico, libres de colesterol. Este alimento es una fuente valiosa de fibra y energía para la dieta cotidiana. Los beta-glucanos presentes en el garbanzo juegan un papel importante en la salud, ya que reducen la absorción del colesterol en el organismo, benefician a las personas con diabetes al regular los niveles de glucosa en sangre, y previenen la aparición de divertículos en el colon, una condición asociada a dietas bajas en fibra vegetal, común en las sociedades

occidentales. Además, el garbanzo es reconocido por su alto valor nutritivo, proporcionando un aporte significativo de proteínas, energía y calcio, lo que garantiza un alimento completo y beneficioso para incluir en la alimentación diaria (23).

<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Proteína	20,4	Gramos
Lípidos	5,0	Gramos
Fibra	15,0	Gramos
Hidratos de carbono	55,0	Gramos
Valor calórico	335	Kilocalorías
Fosforo	375,0	Miligramos
Magnesio	160,0	Miligramos
Potasio	800	Miligramos
Sodio	30,0	Miligramos

Tabla 1. Composición nutritiva promedio del garbanzo por 100 gramos

El garbanzo es una fuente rica en proteínas, ofreciendo entre 20 y 25 gramos por cada 100 gramos de producto. Sin embargo, no proporciona todos los aminoácidos esenciales necesarios para la nutrición humana completa. Para compensar esta limitación, se recomienda combinar el consumo de garbanzos con cereales, que pueden aportar los aminoácidos faltantes y asegurar una dieta equilibrada (1). La calidad nutricional de los garbanzos varía según las condiciones bajo las cuales se cultivan y su variedad específica. A partir de ellos, se pueden producir harinas, aislados y concentrados proteicos, cuyas propiedades funcionales pueden alterarse según los procesos a los que son sometidos durante su producción. Los aportes nutricionales de los garbanzos indican un alto potencial para su uso en la creación y desarrollo de alimentos funcionales, aprovechando sus beneficios para enriquecer la dieta (23).

- **Taxonomía**

El cultivo de garbanzo tiene como nombre científico "*Cicer arietinum*" y pertenece a la familia Fabaceae.

**Reino:** Plantae

**Division:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Subclase:** Rosidae

**Orden:** Fabales

**Familia:** Fabaceae

**Género:** Cicer

**Especie:** *Cicer arietinum*

**Nombre común:** garbanzo

**Importancia económica y distribución geográfica**

De las más de 10 millones de hectáreas dedicadas al cultivo de garbanzo a nivel mundial, alrededor de 9 millones se encuentran en la India, lo que la convierte en el mayor productor global de esta leguminosa. Australia y Pakistán también son importantes productores, siguiendo a la India en términos de superficie cultivada. En el contexto de Latinoamérica, México destaca como el principal productor de garbanzo, liderando la producción en la región.

Tabla 2. Producción mundial de Garbanzo

	<b>País</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>% respecto a la producción mundial</b>
1	India	8220000	70,72
2	Australia	513338	4,42
3	Pakistán	496000	4,27
4	Turquía	487477	4,19
5	Myanmar	466738	4,02
6	Etiopía	322839	2,78

7	República Islámica de Irán	290243	2,50
8	Estados Unidos de América	97205	0,84
9	Canadá	90800	0,78
10	México	72143	0,62

Fuente: Ideagro, 2015 (24).

### **Cultivos de garbanzo**

En Perú, el departamento de Ica se destaca como el principal centro de producción de garbanzo, con las provincias de Ica, Palpa y Nazca siendo las más relevantes en esta actividad. Entre las primeras variedades de garbanzo introducidas en la región se encuentran el Gigante español y el Blanco Lechoso, nombres que han llegado a utilizarse de manera general para referirse a cualquier otra variedad de garbanzo que presente características similares. La calidad del grano de garbanzo producido en esta zona se considera altamente competitiva, llegando a compararse favorablemente con los mejores garbanzos mexicanos cultivados en el estado de Sinaloa (26).

### **Cultivo Tradicional**

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones (24,27):

- **Preparación del terreno.** - La siembra se realiza en primavera, tras los cultivos de cereales. Es esencial levantar el terreno a una profundidad adecuada para acomodar el sistema radicular del garbanzo. Durante el invierno y antes de la siembra, se pueden efectuar labores de arado, finalizando con el allanamiento del terreno para prepararlo para la siembra.
- **Siembra.** - La época de siembra varía según la región: a finales de noviembre y principios de diciembre en África; en octubre en Asia; durante el otoño en la región mediterránea; y al finalizar la primavera en América del Sur. Un retraso en la siembra puede afectar negativamente el desarrollo de la planta, alterar la floración y, como consecuencia, reducir la cosecha. La densidad de siembra depende de las condiciones ambientales y el tipo de planta.
- **Abonado.** El garbanzo extrae aproximadamente 48 kg de nitrógeno (N) y 10 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) por hectárea en una cosecha de 1 tonelada de grano y 1.5 toneladas de paja. Esta leguminosa tiene altos requerimientos de azufre, aunque los estudios sobre este tema no son exhaustivos. Se han observado carencias no graves de hierro, zinc y molibdeno, corregibles mediante aspersiones foliares.
- **Recolección y manejo.** La cosecha se efectúa cuando las hojas se vuelven amarillas. En

muchos lugares, la recolección es manual, cortando las plantas al nivel del suelo o extrayéndolas con raíz, y luego se apilan en montones para secar durante aproximadamente una semana antes de trillar. Donde se utiliza maquinaria, las cosechadoras se ajustan para minimizar la rotura de los granos. Antes del almacenamiento, los garbanzos deben tener una humedad del 8 al 15% y almacenarse en un lugar seco y ventilado.

### **Cultivo con rizobios**

En los cultivos que involucran la asociación simbiótica entre plantas leguminosas y bacterias del género Rizobios establece una interacción crucial. Esta simbiosis se basa en una relación mutualista, en la cual la planta actúa como el regulador principal del proceso, mientras que los rizobios, las bacterias simbiotes, desempeñan un papel concreto. En esta simbiosis, las plantas leguminosas reciben nitrógeno fijado por los rizobios a partir del aire, y a cambio, proporcionan carbohidratos generados a través de la fotosíntesis a las bacterias, creando un entorno propicio para la fijación de nitrógeno. Este proceso implica la formación de un nuevo órgano en las raíces llamado nódulo (22,28).

El desarrollo de nódulos en las raíces de ciertas plantas, como las leguminosas, es el resultado de una compleja interacción química entre la planta y bacterias del suelo, proceso conocido como coloquio molecular. Durante este intercambio, la planta libera exudados radiculares que incluyen azúcares, aminoácidos y compuestos flavonoides. Estos compuestos son clave para iniciar la activación de los genes nod, esenciales en la formación de los nódulos (29). El gen nodD juega un papel crucial al funcionar como el regulador principal de la transcripción de los genes nod. Los flavonoides emitidos por la planta activan la proteína NodD, la cual, a su vez, induce la transcripción de los genes nodulación nodABC, facilitando así la producción de los factores Nod necesarios para establecer una simbiosis efectiva entre la planta y la bacteria. Este proceso permite a las plantas acceder al nitrógeno atmosférico, convertido en una forma utilizable gracias a la acción de las bacterias, beneficiando su crecimiento y desarrollo.

Un aspecto crucial de la interacción simbiótica entre las plantas leguminosas y ciertas bacterias fijadoras de nitrógeno es la penetración de las bacterias en las células vegetales, un proceso que se asemeja a la endocitosis y que se facilita a través de una estructura única denominada gota de infección. Tras ingresar a la célula de la planta, las bacterias se convierten en formas especializadas llamadas bacteroides. Estos bacteroides quedan inmersos en un líquido conocido como fluido peribacteroidal, rodeados por una membrana específica, la membrana peribacteroidal. Juntos, estos componentes forman el simbiosoma, la entidad funcional clave para la fijación del nitrógeno atmosférico en una forma que la planta puede utilizar. La membrana peribacteroidal facilita un intercambio eficiente de nutrientes entre la planta y los bacteroides, asegurando tanto el suministro de los elementos necesarios para los bacteroides

como la transferencia del nitrógeno fijado a la planta, lo que subraya la naturaleza mutualista de esta relación simbiótica (30).

Esta relación simbiótica entre las plantas leguminosas y los rizobios es un ejemplo fascinante de cómo la naturaleza ha desarrollado estrategias para mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales en el suelo y promover el crecimiento saludable de las plantas.

## **Formulación del problema**

### **Problema general:**

¿Cuál de las semillas de **Garbanzo** "*Cicer arietinum*" cultivado en el fundo Arrabales Ica presentará el más alto valor nutricional?

### **Problemas específicos:**

- ¿Cuál de las semillas de Garbanzo "*Cicer arietinum*" cultivado en el fundo Arrabales Ica presentará la más alta concentración de proteínas, grasas, humedad, cenizas y carbohidratos totales?
- ¿Cuál de las semillas de Garbanzo "*Cicer arietinum*" cultivado en el fundo Arrabales Ica presentará la más alta concentración de micro y oligoelementos?
- ¿Cuál de las semillas de Garbanzo "*Cicer arietinum*" cultivado en el fundo Arrabales Ica presentará el más alto valor calórico/nutricional?

## **Justificación e importancia de la investigación**

En el contexto de la nutrición y la salud pública, la búsqueda constante de alimentos más saludables y nutritivos ha cobrado gran relevancia. En esta línea, este proyecto de investigación que aborda el valor nutricional del garbanzo cultivado en el suelo fértil de Perú, en nuestra región de Ica, adquiere una significativa importancia. La determinación precisa de los nutrientes presentes en este cultivo puede repercutir en diversos aspectos cruciales para la sociedad y la economía del país.

En primer lugar, la revelación de la composición nutricional del garbanzo peruano puede tener un impacto directo en la salud pública. La identificación de la presencia de proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales en esta leguminosa puede proporcionar a la población información vital para diseñar dietas más equilibradas y beneficiosas para la salud. Si se establece que el garbanzo es una rica fuente de nutrientes, su incorporación en programas de

nutrición y dietética podría contribuir a mejorar la salud y el bienestar general de la población peruana.

La valorización de los alimentos autóctonos y la promoción de la producción local también son factores esenciales que se podrían derivar de este estudio. Al demostrar el alto valor nutricional del garbanzo cultivado en Perú, se podría fortalecer la identidad cultural y la preservación de tradiciones alimentarias únicas de la región, además de un impulso en la producción y comercialización, contribuyendo así al desarrollo rural y al fomento de prácticas agrícolas sostenibles. El presente trabajo de investigación busca brindar una alternativa de solución para establecer el valor nutricional del garbanzo cultivado en el fundo arrabales que es sometido a diferentes técnicas de cultivos y de esta manera conocer cuál de ellas proporciona un mejor valor nutricional, como una manera de contribuir a la nutrición de nuestra población, así como mejorar la calidad de vida de los agricultores ya que podrán dedicarse a un cultivo que les brinde mayores ganancias.

En este contexto, la aplicación de buenas técnicas agrícolas y el uso de microorganismos beneficiosos se convierten en elementos cruciales. El garbanzo, al ser cultivado bajo prácticas agrícolas adecuadas, puede optimizar su contenido nutricional. La selección de suelo, el manejo de la humedad y la implementación de técnicas de cultivo respetuosas del medio ambiente pueden influir en su valor nutricional. Además, la incorporación de microorganismos benéficos, como rizobios y micorrizas, puede promover una mejor absorción de nutrientes por parte de la planta, lo que podría potenciar su contenido nutricional (28).

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Comparar el Valor Nutricional de las semillas de garbanzo *Cicer arietinum* cultivado en el fundo arrabales Ica.

### **Objetivos específicos**

- Determinar cuál de las semillas de garbanzo *Cicer arietinum* cultivado en el fundo arrabales Ica, presentará la más alta concentración de proteínas, grasas, humedad, cenizas y carbohidratos totales.
- Establecer cuál de las semillas de garbanzo *Cicer arietinum* cultivado en el fundo arrabales Ica, presentará la más alta concentración de micro y oligoelementos.
- Evaluar que semillas de garbanzo *Cicer arietinum* cultivado en el fundo arrabales Ica, presentará el más alto valor calórico/nutricional.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación

Básica

#### 2.1.2 Nivel de investigación

Descriptivo - Explicativo

#### 2.1.3 Diseño de investigación

Analítico

### 2.2 Hipótesis:

#### 2.2.1 Hipótesis General

Hipótesis implícita

### 2.3 Variables:

#### 2.3.1 Variable dependiente

<b>V. Dependiente</b>		
<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice</b>
Valor nutricional	Análisis químico proximal	Humedad Cenizas Grasas Proteína Carbohidratos
	Contenido de minerales	Ca, Mg, Zn, Fe, Cu

### 2.3.2 Variable independiente

<b>V. Independiente</b>		
<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Semillas de <i>Cicer arietinum</i>, garbanzo</li></ul>	Tratamientos	Tamaño Peso Color Olor

## 2.4 Población y muestra

### 2.4.1 Población:

Para la realización de este proyecto se tuvo como población semillas de garbanzo producidas en el fundo Arrabales de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

### 2.4.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por un kilogramo de semillas secas de garbanzo cultivadas con tratamiento 1 (promovidas con rizobios) y tratamiento 2 (cultivo tradicional)

## 2.5 Materiales y equipos

### 2.5.1 Materiales

- Crisol de porcelana
- Placa Petri
- Pipetas volumétricas de 1, 5 y 10mL
- Pinzas metálicas
- Balones de Kjeldahl
- Balones de fondo plano de boca esmerilada

- Fiolas de 50 y 100mL
- Fiolas de 500mL
- Vaso de precipitados
- Embudos
- Campanas desecadoras
- Papel filtro
- Refrigerantes rectos
- Bureta
- Agitadores
- Reactivo éter de petróleo
- Reactivo silicagel indicador de humedad
- Reactivo sulfato de cobre
- Reactivo sulfato de potasio
- Reactivo ácido sulfúrico
- Reactivo ácido clorhídrico
- Reactivo hidróxido de sodio
- Reactivo fenolftaleína
- Reactivo anaranjado de metilo
- Reactivo ácido nítrico
- Reactivo molibdato de amonio
- Reactivo metavanadato de amonio
- Reactivo peróxido de hidrogeno
- Agua destilada
- Etanol 96°
- Alcohol 70°
- Éter de petróleo
- Ácido Clorhídrico
- Acetato de sodio
- Hidróxido de sodio
- Sulfato de potasio
- Sulfato de cobre
- Anaranjado de metilo
- fenolftaleína
- Ácido meta fosfórico
- Guantes
- Mascarilla

- Papel filtro
- Papel aluminio
- Papel tisú
- Papel toalla
- Viales

### **2.5.2 Equipos**

- Equipo de digestión Kjeldahl
- Equipo de extracción Soxleht
- Cocinilla eléctrica
- Baño maría
- Molino analítico
- Espectrofotómetro de absorción atómico
- Espectrofotómetro UV/Vis
- PH metro
- Campana desecadora
- Balanza analítica
- Mufla
- Estufa

## **2.6 Procedimiento experimental**

### **Tratamiento aplicado a los cultivos**

#### **Microorganismos**

Se utilizaron dos cepas de Rhizobium, aisladas previamente de diferentes lugares de los campos experimentales de fundo de la facultad y plantas hospederas del garbanzo, pero también se pueden utilizar en haba, pallar y frijol.

**Inoculación de Rhizobium sobre las semillas de garbanzo** Se emplearon semillas de las leguminosas de la variedad Río Grande desinfectadas se inocularon previo a la siembra mediante el medio de paletización con suspensiones densas (concentraciones de  $10^8$  ufc. mL) de cada una de las 2 cepas de Rhizobium a evaluarse. Para el tratamiento control, las semillas fueron sumergidas en agua destilada esterilizada. Todas las semillas fueron colocadas en directamente en el nido a razón de 10 gramos de inoculante por semilla (método tradicional de inoculación) (31). Se consideró 2 repeticiones por tratamiento.

A los 10 días, se determinó el porcentaje de germinación. Los resultados fueron analizados mediante la tabla de análisis de variancia y la prueba de rangos múltiple de Duncan ( $P=0.05$ ) para comparaciones entre promedios de tratamientos.

El diseño utilizado fue completamente al azar con 4 tratamientos (2 cepas, un control sin inocular y sin fertilización química y un control con solo

química (60-60-60 Unidades de NPK) y cuatro repeticiones. Para la evaluación nutricional se tomaron un kilo semillas de mezclas de las cepas inoculadas (tratamiento 1) y semillas de la fertilización química (Tratamiento 2).

### **Recolección y clasificación de la muestra vegetal**

Inicialmente, se tomó una cantidad precisa de 100 gramos de la muestra seca, la cual fue pesada cuidadosamente. Esta muestra se sometió al proceso de molienda utilizando un molino de granos, asegurando una trituración uniforme. Posteriormente, la muestra triturada se sometió a un segundo proceso de molienda en un molino analítico, optimizando aún más la homogeneización de la muestra. Con la obtención de las muestras molidas, se procedió a la siguiente etapa. Las muestras molidas se sometieron al tamizado utilizando un tamiz de malla N° 20.

### **Determinación de características físico-sensoriales:**

Se midieron los diámetros ecuatoriales de unas 20 unidades y a la vez se determinó su peso promedio, posteriormente se observa la forma, el color, aspecto y olor de los granos que se cultivaron por ambos tratamientos.

### **Procedimiento para el análisis químico proximal (5):**

#### **Humedad: AOAC 925.03B Solids (Total) and Moisture.**

Se tomó una cantidad aproximada de 2 gramos de la muestra molida y tamizada, la cual fue dispuesta en una placa Petri. El peso de la placa Petri con la muestra se registró para futuros cálculos de referencia. Posteriormente, la placa Petri con la muestra se sometió a un proceso de secado a una temperatura de 130°C. Durante este proceso, la placa fue destapada para permitir que la humedad se evapore y que la muestra alcance la temperatura requerida en la mufla. El tiempo de secado se extendió por una hora, asegurando una deshidratación completa de la muestra.

Una vez finalizado el proceso de secado, la placa Petri con la muestra se colocó en un desecador hasta que alcanzara la temperatura ambiente. Luego de este proceso, la placa

Petri con la muestra se pesó nuevamente. La diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra después del secado se utilizó para calcular la pérdida de peso, la cual se reportó como el contenido de humedad presente en la muestra.

**Cenizas: AOAC 923.03 Ash**

Para la determinación de las cenizas totales en la muestra, se siguió un procedimiento preciso. Se tomó una muestra homogenizada de 5 gramos y se colocó en un crisol. Luego, el crisol con la muestra fue sometido a incineración en una mufla a una temperatura de tratamiento de aproximadamente 550°C. El proceso de incineración continuó hasta que las cenizas resultantes se tornaron blancas o ligeramente grises, lo que indicaba una adecuada quema de la materia orgánica.

Una vez finalizada la incineración, el crisol con las cenizas se retiró de la mufla y se dejó enfriar en un desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente. Posteriormente, se procedió a pesar el crisol junto con las cenizas, permitiendo calcular con precisión el residuo resultante, el cual corresponde a las cenizas totales presentes en la muestra

$$\% \text{Caza} = \frac{(\text{Peso de crisol con residuo} - \text{Peso de crisol vacío}) \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

**Grasa cruda o Extracto etéreo: AOAC 920.39C**

Determinación: Previamente se tomó un balón limpio y seco entre 98-100° en una estufa y enfriado en un desecador, se registra el peso. En un cartucho de papel de filtro se pesó una cantidad entre 1-2 g de la muestra preparada (con exactitud) y se llevó al embudo de extracción del aparato Soxhlet, el cual se llenó con el solvente de extracción, se adiciono una porción del solvente en el balón, luego se conectó todo el sistema. Se regulo que el goteo del reflujo del solvente fuera aproximadamente a 30 gotas por minutos. Se efectuó la extracción hasta que el reflujo salió limpio (aproximadamente 5 horas), se retiró el balón y evaporo el residuo de solvente suavemente en un baño maría; y luego se terminó de secar la grasa en una estufa a 100°C por aproximadamente 60 minutos. Removió el balón se enfrió en un desecador hasta que alcanzar la temperatura ambiente (aprox. 30 m) y peso<sup>22</sup>.

$$\% \text{G} = \frac{(\text{Peso de balón con grasa} - \text{peso de balón vacío}) \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

**Proteína: AOAC 070.09 Kjeldahl Methods.**

Se tomó una muestra de aproximadamente 1 gramo en un balón de digestión. En este

balón se añadieron 15 gramos de una mezcla catalizadora compuesta por CuSO<sub>4</sub> y K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, y se agrega suavemente 25 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Se ubico el balón en posición inclinada en la coccinilla y calentó suavemente hasta que ceso el espumeo, se dejó hirviendo hasta que la solución fue clara más 30 minutos posteriores (aprox. 2 h de digestión). Posteriormente, la solución se llevó a ebullición hasta que se tornara clara, continuando este proceso de ebullición durante 30 minutos adicionales, aproximadamente unas 2 horas en total. Después de este proceso de digestión, la solución se enfrió y se le añadieron 200 mL de agua, permitiendo que la mezcla alcanzara una temperatura de 25°C. En esta etapa, se incorporaron 80 mL de una solución de NaOH al 50% en la solución resultante y se conectó de manera inmediata al sistema de destilación. La punta del condensador se sumergió en un matraz que contenía ácido estandarizado, al cual se añadieron 5-7 gotas del indicador correspondiente. Se procedió a calentar la solución, permitiendo la destilación completa de todo el NH<sub>3</sub> contenido, resultando en aproximadamente 150 mL de destilado. Una vez concluida la destilación, se retiró el recipiente y se enjuagó cuidadosamente la punta del condensador. Finalmente, se procedió a la titulación del exceso de ácido estándar en el destilado mediante el uso de una solución de NaOH estandarizado.

$$\% N = (\text{mL Ac} \times N \text{ Ac}) - (\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH}) \times 1.4007 / \text{g de muestra}$$

Multiplicar el % N por el factor 6,25 para obtener % de Proteína

### **Carbohidratos: Por Diferencia según Collazos 199223**

No se efectuó una determinación analítica; sino que se obtiene por cálculo según la siguiente formula.

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ cenizas} + \text{Humedad})$$

### **Métodos para la determinación de micronutrientes minerales**

#### **AOAC 975.03. Metals in plants:**

Se tomó con exactitud una porción de aproximadamente 1 g de la muestra homogeneizada en un crisol de

tarado, posteriormente carbonizo la muestra en una coccinilla, para luego ser llevada en un horno mufla a 550°C para su incineración hasta cenizas blancas o grises. Se disolvió las cenizas en 10 mL de ácido clorhídrico 1N y llevo a volumen en matraz volumétrico de 50 mL con agua de grado dos.

Se calibro el equipo de espectrofotometría de emisión por plasma inductivamente

acoplado de acuerdo con las instrucciones del fabricante según cada uno del metal que fueron determinado, para el caso de Ca y Mg se adicione cloruro de lantano a una concentración de 1% de la dilución final preparada

## **2.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

### ➤ Recolección de datos analíticos

Se realizó en las hojas de trabajos donde se registraron los resultados obtenidos de las aplicaciones de las técnicas analíticas empleadas en cada caso y en el caso de los datos cromatográficos y los cromatogramas respectivos.

### ➤ Procesamiento de datos

Los datos fueron procesados en el Programa Microsoft Excel 2013 y se expresan como promedios a partir de los cuales se elaboraron los gráficos respectivos.

### III. RESULTADOS

**Tabla 3**

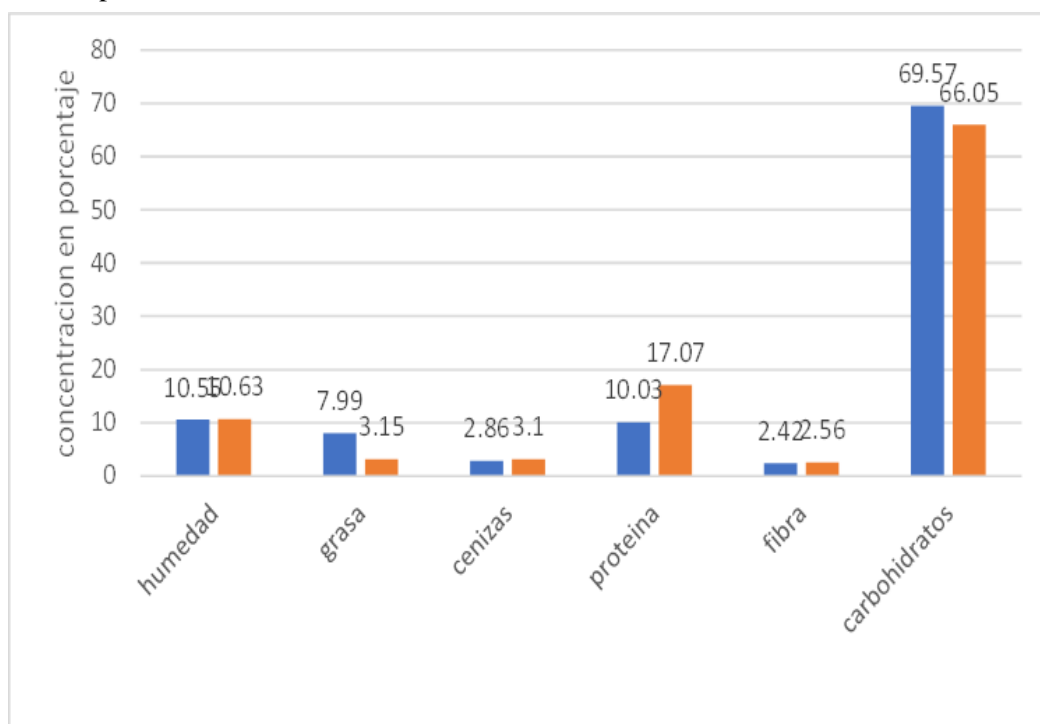
Características sensoriales del fruto *Cicer Arientinum* “garbanzo”.

Características	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Forma	Esférica- ovoide	Esférica- ovoide
Color	Pardo amarillento	Pardo amarillento
Olor	Sui géneris	Sui géneris
Sabor	Propio	Propio
Aspecto	Firme rugoso	Firme rugoso
Tamaño promedio (cm)	6 -8	5-6
Peso promedio 100 semillas (g)	137 ± 23	118 ± 14

**Nota:** Tratamiento 1 = cultivo con rizobios

Tratamiento 2 = Cultivo tradicional

**Figura 6.** Diferencia de los valores del análisis químico proximal de las semillas de garbanzo obtenidas por los dos tratamientos.



**Tabla 4**

Análisis químico proximal de las semillas de *Cicer arietinum garbanzo*, sometidas a dos tratamientos de cultivos

Parámetro	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia de concentración
Humedad (g/100g)	10,55	10,63	- 0,08
Grasa (g/100g)	7,99	3,15	4,84
Cenizas (g/100g)	2,86	3,10	- 0,24
Proteína (g/100g)	18,03	17,07	0,96
Fibra cruda (g/100g)	2,42	2,56	- 0,14
Carbohidratos (g/100g)	60,57	66,05	- 5,48

Contenido de energía (kilocalorías /100g)	376,63	350,59	26,04
Porcentaje de energía de grasas	19,09	8,09	11,00
Porcentaje de energía de proteína	19,15	19,47	- 0,32
Porcentaje de energía de carbohidratos	61,76	72,44	- 10,68

**Nota:** Para el cálculo de valor energético se descuenta la fibra cruda en los carbohidratos.

**Tabla 5.**

Contenido de metales de importancia nutricional de la semilla de *Cicer arietinum* garbanzo

<b>Metal (mg/1000g)</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Diferencia de concentración</b>
Ca	1 377,599	1 881,976	- 504,377
Cu	9,108	14,253	- 5,145
Fe	50,805	39,302	11,503
K	8 680,230	8 915,603	-225.373
Li	2,458	2,072	0,386
Mg	1 295,655	1 512,033	-216,378
Mo	6,907	1,554	5,350
Na	674,986	2 649,178	-1974.192
Se	<0,0066	<0,0066	----
Zn	34,932	25,456	9,476

Nota. Límite de Cuantificación

N.D. = no detectable

**Tabla 6**Contenido de metales pesados y otros en la semilla de la especie *Cicer arietinum* garbanzo

<b>Metal (mg/1000g)</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Diferencia de Concentración</b>
As	< 0,0033	< 0,0033	---
Al	23,694	5,016	18,678
Ag	N.D.	N. D	----
B	11,940	11,915	0,025
Ba	1,194	2,849	1,655
B	<0,0003	<0,0003	----
Cd	<0,0003	<0,0003	----
Cr	<0,0007	<0,0007	----
Mn	21,095	36,829	- 15,734
Ni	<0,0017	<0,0017	----
Pb	<0,0033	90,308	- 90,308
Rb	7,586	14,482	- 6,896
Sr	5,947	2,496	3,451

Nota. &lt;0,0066 = límite de cuantificación

N.D. = no detectable

#### IV. DISCUSIÓN

Es bien conocido que existe un enorme número de especies bacterianas relacionadas con la rizosfera de diferentes especies vegetales que son capaces de desplegar un efecto benéfico en el crecimiento y desarrollo de plantas. A este grupo de bacterias se les denomina rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas, incluye el género *Rhizobium* (32). Estas bacterias se describen por su capacidad de promover directa o indirectamente el desarrollo de la raíz, así como logra un frondoso follaje de las plantas. La estimulación indirecta del crecimiento de plantas involucra unos diversos mecanismos por los cuales estas bacterias inhabilita la acción fúngica sobre el crecimiento y desarrollo de la planta (33,34). La estimulación directa puede involucrar la fijación de nitrógeno (32), la producción de hormonas fijadoras (35), algunas enzimas (36) de sideróforos (37) así como la solubilización de fosfatos (38). La actividad de los *Rhizobium* sobre la capacidad de promover el desarrollo ha sido estudiada por varias décadas, sin embargo, el efecto sobre la composición nutricional del producto o semillas poseen escasos estudios por lo que en el presente estudio aprovechamos los resultados de los experimentos realizados sobre estas especies en el fundo Arrabales de la facultad de Agronomía. En tal sentido se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar el efecto de 2 cepas de *Rhizobium* sobre el valor nutricional de las semillas de las plantas de *Cicer Arietinum* garbanzo cultivadas en condiciones del fundo frente a un cultivo tradicional fertilizado con sustancias químicas.

El cultivo de garbanzo llevando con las cepas de rizobios fue considerado como tratamiento uno; mientras el cultivo tradicional con fertilización química fue considerado tratamiento dos. En cuanto al análisis físico organoléptico se puede observar según la tabla 3, que hubo una diferencia significativa favorable al tratamiento uno en el tamaño promedio y el grado de calibre de las semillas, sin embargo, en las otras características organolépticas no se presentó diferencias significativas en los tratamientos. En cuanto al análisis químico proximal tabla 4 se puede apreciar que el tratamiento con rizobios produjo un grano con un mayor contenido de proteína, grasa; así como, un menor contenido de cenizas y carbohidratos. Diversos estudios indican que el contenido de proteína en el garbanzo esta entre el 15 y 20 porciento, en el presente estudios podemos apreciar que ambos tratamiento están dentro de este rango pero una valor de uno por ciento mayor en las semillas procedentes de las plantas cultivadas con rizobios, este cambio también se puede apreciar en el contenido de grasa que es considerablemente mayor para el tratamiento uno; este mayor contenido de proteína y grasa conlleva a un mayor aporte de energía, a pesar del menor contenido de carbohidratos en el caso del tratamiento 1. en la evaluación de los micronutrientes minerales de importancia nutrición al comparar con otras leguminosas se encontró que garbanzo es más rico en calcio, hierro y potasio; sin embargo al ver la diferencias entre ambos tratamientos de cultivos

podemos observar que el tratamiento con rizobios (tabla 5) se obtuvo valores considerablemente mayores en hierro, litio, molibdeno y zinc; mientras que el tratamiento de cultivo tradicional obtuvo mayores contenidos de calcio, cobre, potasio, magnesio pero los resultados no fueron significativamente mayores. Mientras que en lo referente a los minerales considerados pesados o nocivos a la salud se puede apreciar en la tabla 6 que salvo en el caso del aluminio, la concentración de los minerales determinados, la concentración fue significativamente menor en este tratamiento que en el cultivo tradicional, posiblemente en el tratamiento 2 (tradicional) la presencia de sales de fosfato facilita la solubilización de muchos minerales entre los que se encuentran aquellos que en este caso presentan una mayor concentración-

En los últimos años, superficies de la siembra de este cultivo se ha incrementado, y ante el agostamiento de los campos de cultivos y la falta de fertilizantes químicos además de su costo, se hace necesario desarrollar y promover diferentes tipos de cultivos y aunque el uso de cepas de rizobios en antiguo se hace necesario promocionar dichos cultivos que han mostrado alta variabilidad en su comportamiento e incremento en el valor nutricional de las semillas de las leguminosas.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los procedimientos analíticos realizados, se obtuvo que:

1. Las semillas de garbanzo cultivadas con cepas de rizobios presentaron una mejora en composición químico proximal frente al cultivo tradicional.
2. Las semillas de garbanzo cultivadas con cepas rizobios mostraron una mayor concentración de hierro, litio, molibdeno y zinc que las semillas llevadas con el cultivo tradicional.
3. La concentración de los minerales considerados nocivos para la salud fue relativamente menor en las semillas cultivadas con rizobios frente a las semillas del cultivo tradicional

## **VI. RECOMENDACIONES**

La investigación realizada permitió el planteamiento de las siguientes recomendaciones:

- Realizar una determinación de fibra dietaria que permita determinar el contenido de carbohidratos disponibles.
- Análisis del tipo de proteína y grasas que sintetiza la planta garbanzo cultivada con rizobios, esto debe incluir los tipos de aminoácidos y los ácidos grasos.
- Promocionar dichos cultivos que permita dar un valor agregado que incentiva este tipo de cultivo de garbanzo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mercado, ALIMENTOS. Fundación Española de la Nutrición. Acceso 27 de julio 2022. Disponible en <https://fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/garbanzos.pdf>
2. Aguilar-Raymundo V.G. y Vélez-Ruiz J.F., Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). ResearchGate [internet]; 25-34.
3. Carreras, J. Mazzuferi, V. Karlin, M. (Ed.). El cultivo de garbanzo en Argentina. Universidad Nacional de Córdoba. 567 p.) 2016.
4. Vargas-Blandino, Dania y Cardenas-Travieso, Regla María. Cultivo del garbanzo, una posible solución frente al cambio climático,[Internet]. 2021, vol.42, n.1, e09. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v42n1/1819-4087-ctr-42-01-e09.pdf>
5. Niño Medina Guillermo, Muy Rangel Dolores, Garza Juárez Aurora de Jesús, Vázquez Rodríguez Jesús Alberto, Méndez Zamora Gerardo, Urías Orona Vania. Composición nutricional, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de cascarilla de garbanzo (*Cicer arietinum*). ALAN [Internet]. 2017 Mar; 67(1): 68-73.
6. Quintero Soto, M. F. 2015 [Tesis de maestría] [https://mcta.uas.edu.mx/pdf/repositorio/2013---2015/01\\_Quintero\\_Soto\\_Maria\\_Fernanda.pdf](https://mcta.uas.edu.mx/pdf/repositorio/2013---2015/01_Quintero_Soto_Maria_Fernanda.pdf).
7. Vargas-Blandino, Dania y Cárdenas-Travieso, Regla María. Cultivo del garbanzo, una posible solución frente al cambio climático, [Internet]. 2021, vol.42, n.1 [consultado 5 Agosto 2022], e09.
8. Muy-Rangel MD, Verdugo-Perales M, Osuna-Enciso T, Báez-Sañudo MA, Basilio-Heredia J, Valdez-Torres B, et al. Caracterización del garbanzo verde (*Cicer arietinum* L.) y tecnologías postcosecha para mantener su calidad. Rev Chapingo Ser Hortic [Internet]. 2011; 17(1):39–45.
9. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2015, 302. Retrieved from [http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario\\_produccion\\_agricola\\_ganadera2015.pdf](http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario_produccion_agricola_ganadera2015.pdf)
10. Ñopo S. Luis M. “ENSAYO DEL RENDIMIENTO DE DOCE VARIEDADES PROMISORIAS DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) BAJO CONDICIONES DE LA MOLINA” Presentada por: Tesis para optar el título de: INGENIERO AGRÓNOMO. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. 2018
11. Obispo Gavino, Aníbal Edgard. Importancia Nutricional de las leguminosas en la Nutrición Humana: Aporte de macro y micronutrientes, formas de consumo. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle 2019 [consultado 10 de Agosto 2022].

- <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/5545/MONOGRAF%C3%8DA%20-%20OBISPO%20GAVINO%20EDGARD%20ANIBAL%20-%20FAN.pdf>
- 12 Martínez B, Pedrón C. CONCEPTOS BÁSICOS EN ALIMENTACIÓN: Daniel Cosano Molleja; 2016.
  - 13 Díaz L. Alimentos: Historia, presente y futuro. Buenos Aires; 2014.
  - 14 Mariño A, Núñez M, Gámez A. Alimentación saludable. Medigraphic. 2016.
  - 15 Análisis químicos y toxicológicos de alimentos. Universidad Nacional Autónoma de México. CSC-DNAB-MV-001. Recuperado de: [https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/servicios/archivos/Folleto\\_Nutricion.pdf](https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/servicios/archivos/Folleto_Nutricion.pdf).
  - 16 Catalán R. Tecno soluciones. [Online].; 2021. Available from: <https://tecnosolucionescr.net/blog/278-analisis-proximales-en-alimentos>.
  - 17 M&M. Contenido de humedad en alimentos y productos. M&M Instrumentos Técnicos; 2023 [citado el 8 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.myminstrumentostecnicos.com/equipos-de-laboratorio/contenido-de-humedad-en-alimentos-y-productos/>
  - 18 Iturbe F., Sandoval J. Análisis de alimentos, fundamentos y técnicas. Universidad Nacional Autónoma de México. 2011. [https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/14545/mod\\_resource/content/1/An%C3%A1lisis%20de%20alimentos%20fundamentos%20y%20t%C3%A9cnicas.pdf](https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/14545/mod_resource/content/1/An%C3%A1lisis%20de%20alimentos%20fundamentos%20y%20t%C3%A9cnicas.pdf)
  - 19 Navarro M. Análisis de alimentos. Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora. 2007.
  - 20 Bhupathiraju SN, Hu F. Hidratos de carbono, proteínas y grasas [Internet]. Manual MSD versión para público general. [citado el 8 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-nutricionales/introducci%C3%B3n-a-la-nutrici%C3%B3n/hidratos-de-carbono,-prote%C3%ADnas-y-grasas>
  - 21 FAO Legumbres Un Viaje Por Todas Las Regiones Del Planeta Brasil•China•España•India•Marruecos•México•Pakistán•Tanzania•Turquía•Usa Y Las Recetas De Algunos De Los Chefs Más Prestigiosos Del Mundo 2016 ISBN 978-92-5-309463-9[Internet]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i5528s/i5528s.pdf>
  - 22 Aguado L. Aislamiento y caracterización de rhizobia de leguminosas crecidas en suelos contaminados con mercurio para su uso en biorremediación. Tesis Maestría Universidad Autónoma de Madrid. Madrid 2013.
  - 23 Delgado-Andrade, C., Olías, R., Jiménez-López, J. C., & Clemente, A. (2016). Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficiosos para la salud humana. *Arbor*, 192(779), a313. <https://doi.org/10.3989/arbor.2016.779n3003>
  - 24 Infoagro. Agricultura. El cultivo del garbanzo. [Internet]. infoagro.com. 2015 [cited 16/07/2019]. Available from:

<http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm>

- 25 AgroMeat. Garbanzo de cultivo marginal a un negocio de exportación [Internet]. 2018 [cited 18/07/2019]. Available from: <https://www.agromeat.com/242743/garbanzo-de-cultivo-marginal-aun-negocio-de-exportacion>
- 26 MINAGRI. LEGUMINOSAS DE GRANO. “Semillas nutritivas para un futuro sostenible”. Ministerio de Agricultura y Riego. Primera edición, Junio 2016
- 27 Shagarodsky T, Chiang ML, Cabrera M, Chaveco O, López MR, Dibut B, et al. Manual de Instrucciones técnicas para el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en las condiciones de Cuba INIFAT – ETIAH – MINAG, Holguín. 2005. 23 p
- 28 Garabato F. Descripción de nuevos rizobios asociados a leguminosas. Tesis Facultad de Ciencias. Universidad de la República Uruguay. Montevideo. 2018.
- 29 Sánchez F, Padilla JE, Pérez H, Lara M (Control of nodulin genes in root nodule development and metabolism. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 1991. 42: 507-528
- 30 De María N, Guevara A, Serra MT, García-Luque I, González A, de Felipe MR, Fernández-Pascual M Putative porin of *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) bacteroids induced by glyphosate. Applied and Environmental Microbiology. 2007. 73: 5075-5082.
- 31 Guianeya, Pérez, Gómez, Gretel, Nápoles, María C., & Morales, Belkis. Aislamiento y caracterización de cepas de rizobios aisladas de diferentes leguminosas en la región de Cascajal, Villa Clara. Pastos y Forrajes, 2018. 31(2). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086403942008000200005&lng=es&tlng=](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942008000200005&lng=es&tlng=)
- 32 Sessitsch, A., et al. (2002) Avances en la investigación de *Rhizobium*. Reseñas críticas en ciencias vegetales, 21, 323-378. <https://doi.org/10.1080/0735-260291044278>
- 33 Hassan Dar G., Zargar M.Y. & Beigh G.M. 1997. Biocontrol of *Fusarium* Root Rot in the Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by using Symbiotic *Glomus mosseae* and *Rhizobium leguminosarum*. Microb. Ecol. 34: 74-80
- 34 Essalmani H. & Lahlou H. 2003. Mécanismes de bioprotection des plantes de lentille par *Rhizobium leguminosarum* contre *Fusarium oxysporum* sp. Lentis. C.R. Biologies. 326 : 1163-1173.
- 35 Perrine F., Rolfe B., Hynes M. & Hocart C. 2004. Gas chromatography-mass spectrometry analysis of indolacetic acid and tryptophan following aqueous chloroformate derivatisation of *Rhizobium* exudates. Plant Physiology and Biochemistry. 42: 723-729.
- 36 Mayak S., Tirosh T. & Glick B. 2004. Plant growthpromoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry. 42: 565- 572.
- 37 Carson K., Meyer J.M. & Dilworth M. 2000. Hydroxamate siderophores of root nodule

bacteria. *Soil Biology & Biochemistry*. 32: 11-21.

- 38 Rodriguez H. & Fraga R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*. 17: 319-339.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1. CERTIFICACION BOTANICA

## CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

### “AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

El Bigo. Que suscribe determina que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga **MEDINA MUÑOA GABRIELA**, con DNI N° 70219923, para su determinación pertenece al nombre científico de ***Cicer arietinum* L.** “garbanzo”, según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist, (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: FBALES

FAMILIA: FABACEAE

SUB FAMILIA: FABOIDEAE

GÉNERO: *Cicer*

ESPECIE: *Cicer arietinum* L

N.V. “garbanzo”

Se emite la presente certificación a solicitud del interesado, para fines de estudios

Ica 22 de marzo del 2023.



  
.....  
Dr. Miranda Huamán David Máximo  
  
BIÓLOGO  
CBP. 3681

**ANEXO 1. CERTIFICADOS DE ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DE SEMILLAS DE  
GARBANZO (MUESTRA 1)**

**INFORME DE ENSAYO  
N° N0000 - 2023**

**Cliente:** *MEDINA MUÑOZA GABRIELA*  
**Dirección:** *ICA - ICA - ICA*  
**R.U.C.:** *00070219923*  
**email:** *felipesurco@gmail.com*  
**Solicitud de Ensayo N°:** *ENS-2472-2023/N*  
**Nombre del Producto:** *GARBANZO*  
**Información proporcionada por el cliente:** *MI: Muestra 1 Garbanzo de Guadalupe - Ica*  
**Características de la muestra:** *Presentación y Tipo de Envase: Envasado en bolsa de polietileno transparente, sellada.*  
**Cantidad recibida:** *600 g.*  
**Fecha de recepción:** *11 de mayo de 2023*  
**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 12 al 22 de mayo de 2023*

<b>ENSAYOS FISICOQUIMICOS</b>			
<b>N°</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>
01	Humedad	10,63	g/100g
02	Proteína	17,07	g/100g
03	Grasa	3,15	g/100g
04	Ceniza	3,10	g/100g
05	Fibra cruda	2,56	g/100g
06	Carbohidratos	66,05	g/100g
07	Contenido de energía	350,59	Kcal/100g
08	Energía proveniente de carbohidratos	72,44	%
09	Energía proveniente de grasas	8,09	%
10	Energía proveniente de proteínas	19,47	%
11	Metales totales		
	Aluminio (LC= 0,0033)	5,016	mg/kg
	Arsénico (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/kg
	Bario (LC= 0,0010)	2,849	mg/kg
	Berilio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/kg
	Boro (LC= 0,0033)	11,915	mg/kg
	Cadmio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/kg
	Calcio (LC= 0,0002)	1 881,976	mg/kg
	Cobre (LC= 0,0013)	14,253	mg/kg
	Cromo (LC= 0,0007)	<0,0007	mg/kg
	Estroncio (LC= 0,0002)	2,496	mg/kg
	Hierro (LC= 0,0003)	39,302	mg/kg
	Litio (LC= 0,0010)	2,072	mg/kg
	Manganeso (LC= 0,0003)	36,829	mg/kg
	Magnesio (LC= 0,0002)	1 512,033	mg/kg
	Molibdeno (LC= 0,0017)	1,554	mg/kg
	Niquel (LC= 0,0017)	<0,0017	mg/kg

Nº	Ensayo	Resultado	Unidades
	Potasio (LC= 0,0033)	8 915,603	mg/kg
	Plomo (LC= 0,0033)	90,308	mg/kg
	Rubidio (LC= 0,0026)	14,482	mg/kg
	Selenio (LC= 0,0066)	<0,0066	mg/kg
	Sodio (LC= 0,0017)	2 649,178	mg/kg
	Zinc (LC= 0,0007)	25,456	mg/kg

LC= Límite de cuantificación.

**Métodos de ensayo utilizados:**

01. NTP 205.002: 2021 CEREALES Y LEGUMBRES. Determinación del contenido de humedad. Método rutina.
02. NTP 205.005: 2018 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de proteínas totales (método de Kjeldahl).
03. NTP 205.006: 2017/CT1:2018 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de materia grasa. CORRIGENDA TÉCNICA 1.
04. NTP 205.004: 2022 CEREALES Y LEGUMINOSAS. Determinación de cenizas.
05. NTP 205.003: 2016/CT1:2018 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la fibra cruda. CORRIGENDA TÉCNICA 1.
06. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Carbohidratos, por diferencia.
07. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Calorías, por cálculo.
08. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
09. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
10. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
11. EPA 200.7: 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

**OBSERVACIONES:** Para el cálculo de valor energético no se considera la fibra cruda en los carbohidratos.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel,

**ANEXO 2. CERTIFICADOS DE ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DE SEMILLAS DE GARBANZO (MUESTRA 2)**

**INFORME DE ENSAYO  
N° N0000 - 2023**

**Cliente:** *MEDINA MUÑOZA GABRIELA*  
**Dirección:** *ICA - ICA - ICA*  
**R.U.C.:** *00070219923*  
**email:** *felipesurco@gmail.com*  
**Solicitud de Ensayo N°:** *ENS-2472-2023/N*  
**Nombre del Producto:** *GARBANZO*  
**Información proporcionada por el cliente:** *M2: Muestra 2 Garbanzo de Relave*  
**Características de la muestra:** *Presentación y Tipo de Envase: Envasado en bolsa de polietileno transparente, sellada.*  
**Cantidad recibida:** *850 g.*  
**Fecha de recepción:** *11 de mayo de 2023*  
**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 12 al 22 de mayo de 2023*

<b>ENSAYOS FISICOQUIMICOS</b>			
<b>N°</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>
01	Humedad	10,55	g/100g
02	Proteína	18,03	g/100g
03	Grasa	7,99	g/100g
04	Ceniza	2,86	g/100g
05	Fibra cruda	2,42	g/100g
06	Carbohidratos	60,57	g/100g
07	Contenido de energía	376,63	Kcal/100g
08	Energía proveniente de carbohidratos	61,76	%
09	Energía proveniente de grasas	19,09	%
10	Energía proveniente de proteínas	19,15	%
11	Metales totales		
	Aluminio (LC= 0,0033)	23,694	mg/kg
	Arsénico (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/kg
	Bario (LC= 0,0010)	1,194	mg/kg
	Berilio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/kg
	Boro (LC= 0,0033)	11,940	mg/kg
	Cadmio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/kg
	Calcio (LC= 0,0002)	1 377,599	mg/kg
	Cobre (LC= 0,0013)	9,108	mg/kg
	Cromo (LC= 0,0007)	<0,0007	mg/kg
	Estroncio (LC= 0,0002)	5,947	mg/kg
	Hierro (LC= 0,0003)	50,805	mg/kg
	Litio (LC= 0,0010)	2,458	mg/kg
	Manganeso (LC= 0,0003)	21,095	mg/kg
	Magnesio (LC= 0,0002)	1 295,655	mg/kg
	Molibdeno (LC= 0,0017)	6,907	mg/kg
	Niquel (LC= 0,0017)	<0,0017	mg/kg

Nº	Ensayo	Resultado	Unidades
	Potasio (LC= 0,0033)	8 680,230	mg/kg
	Plomo (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/kg
	Rubidio (LC= 0,0026)	7,586	mg/kg
	Selenio (LC= 0,0066)	<0,0066	mg/kg
	Sodio (LC= 0,0017)	674,986	mg/kg
	Zinc (LC= 0,0007)	34,932	mg/kg

LC= Limite de cuantificación.

**Métodos de ensayo utilizados:**

01. NTP 205 002: 2021 CEREALES Y LEGUMBRES. Determinación del contenido de humedad. Método rutina.
02. NTP 205 005: 2018 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de proteínas totales (método de Kjeldahl).
03. NTP 205 006: 2017/CT1:2018 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de materia grasa. CORRIGENDA TÉCNICA 1.
04. NTP 205 004: 2022 CEREALES Y LEGUMINOSAS. Determinación de cenizas.
05. NTP 205 003: 2016/CT1:2018 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la fibra cruda. CORRIGENDA TÉCNICA 1.
06. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Carbohidratos, por diferencia.
07. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Calorías, por cálculo.
08. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
09. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
10. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
11. EPA 200.7: 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

**OBSERVACIONES:** Para el cálculo de valor energético no se considera la fibra cruda en los carbohidratos.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel,

### ANEXO 3. CURVAS DE CALIBRACIÓN

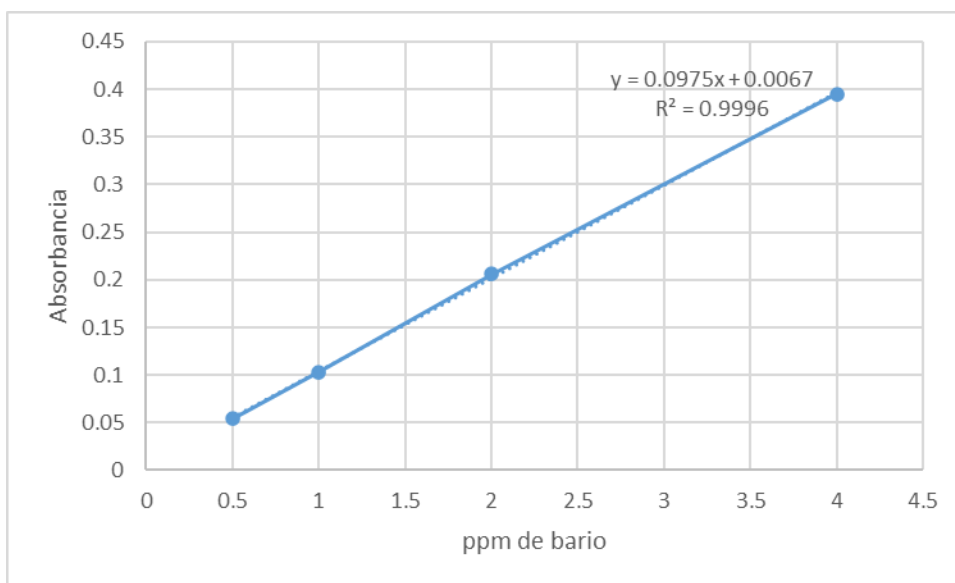


Figura 7. Curva de calibración para bario

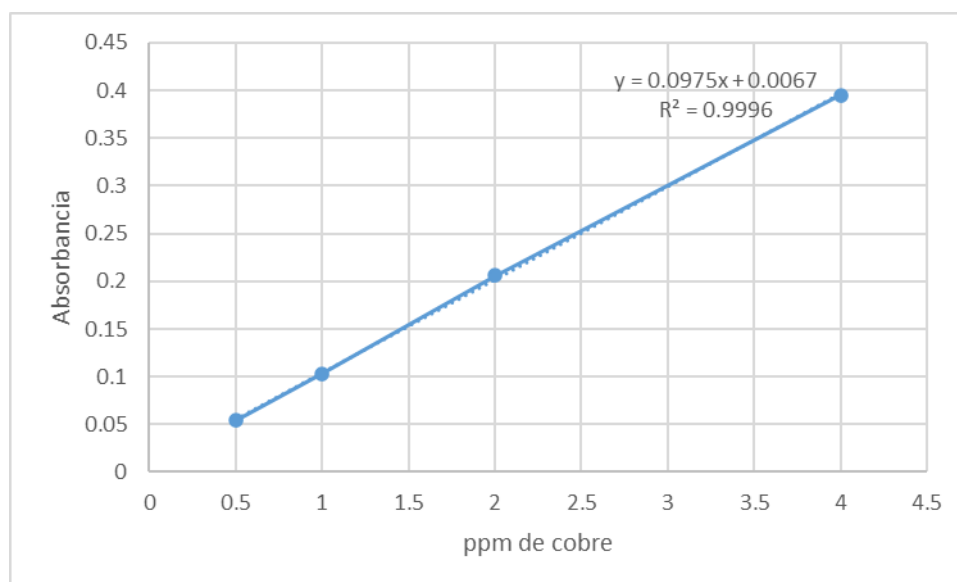


Figura 8. Curva de calibración para cobre

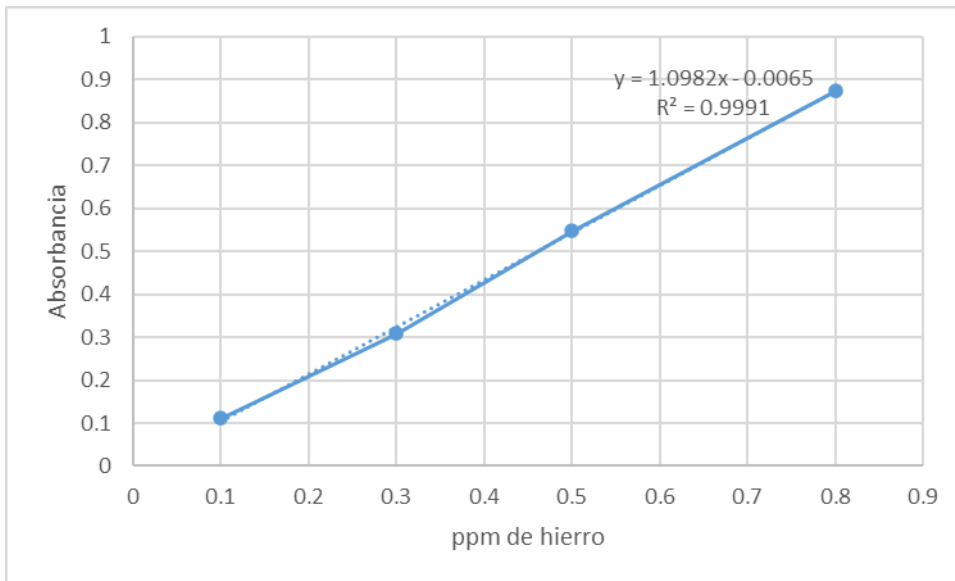


Figura 9. Curva de calibración para hierro

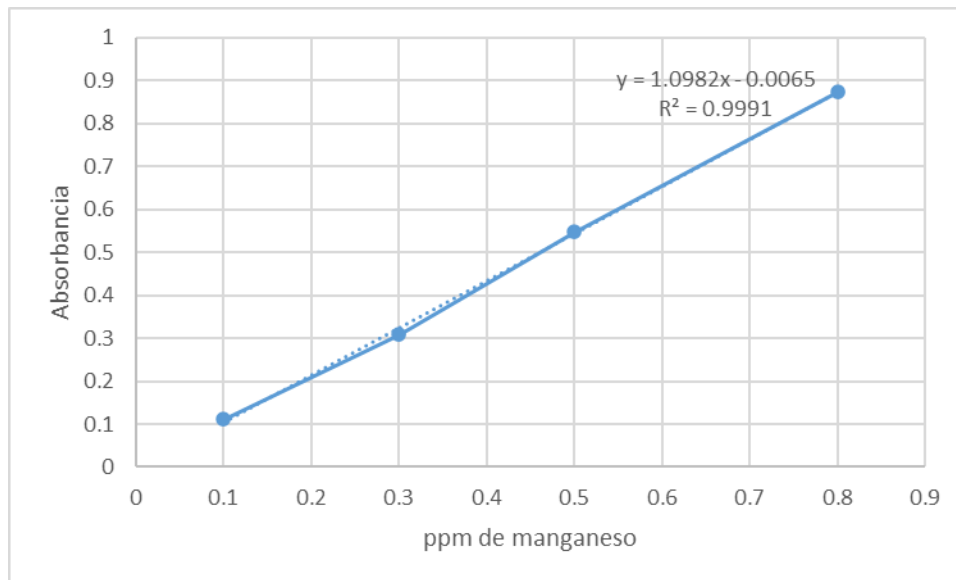


Figura 10. Curva de calibración para manganeso

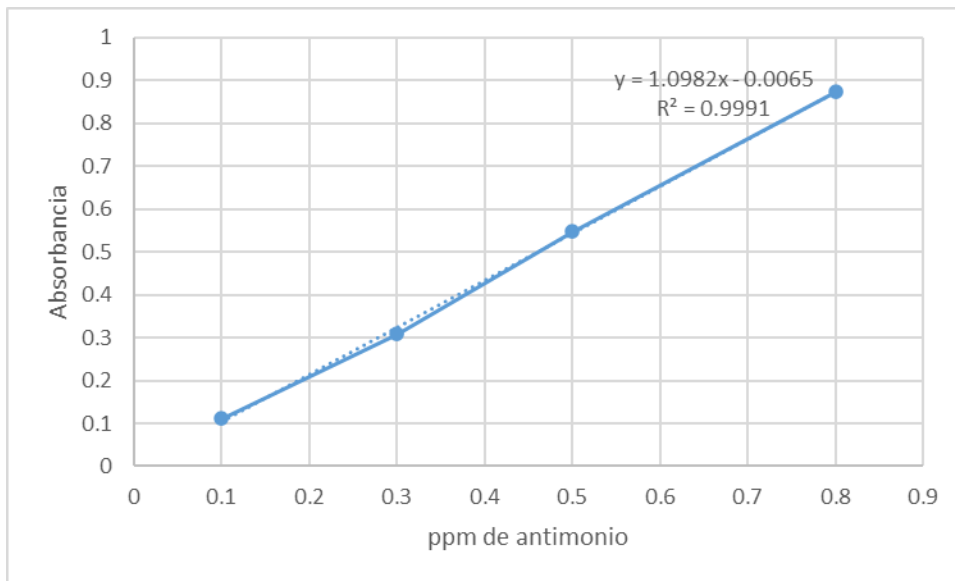


Figura 11. Curva de calibración de antimonio

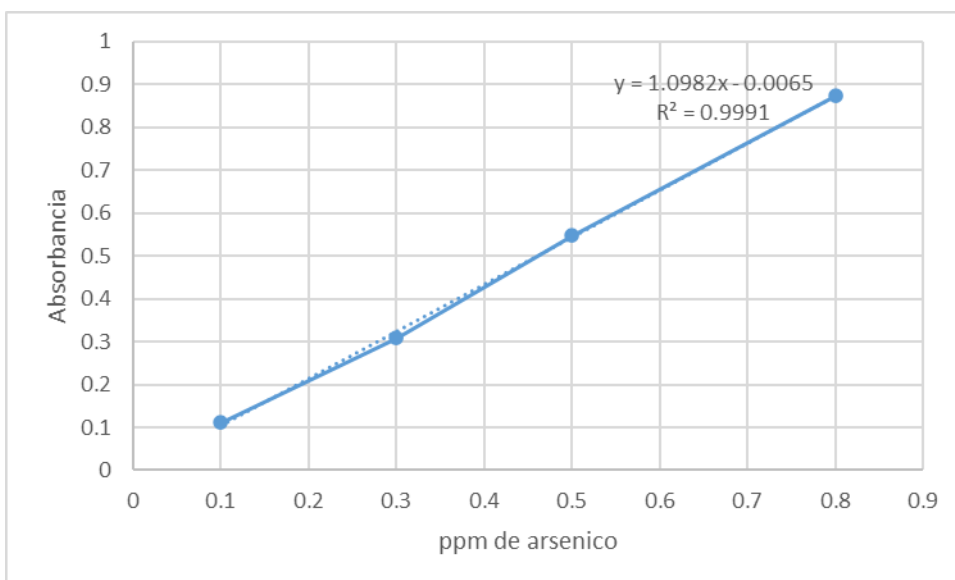


Figura 12. Curva de calibración de arsénico

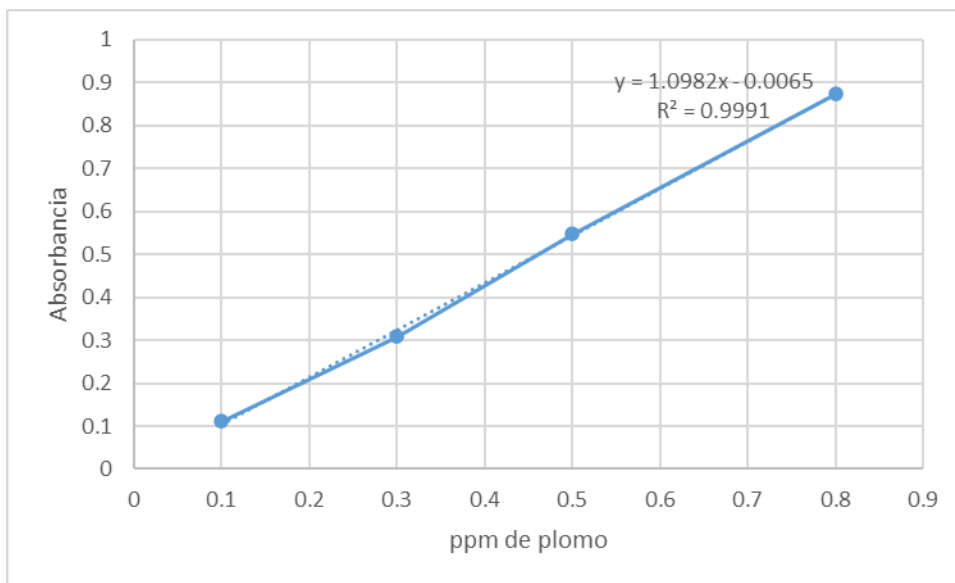


Figura 13. Curva de calibración de plomo

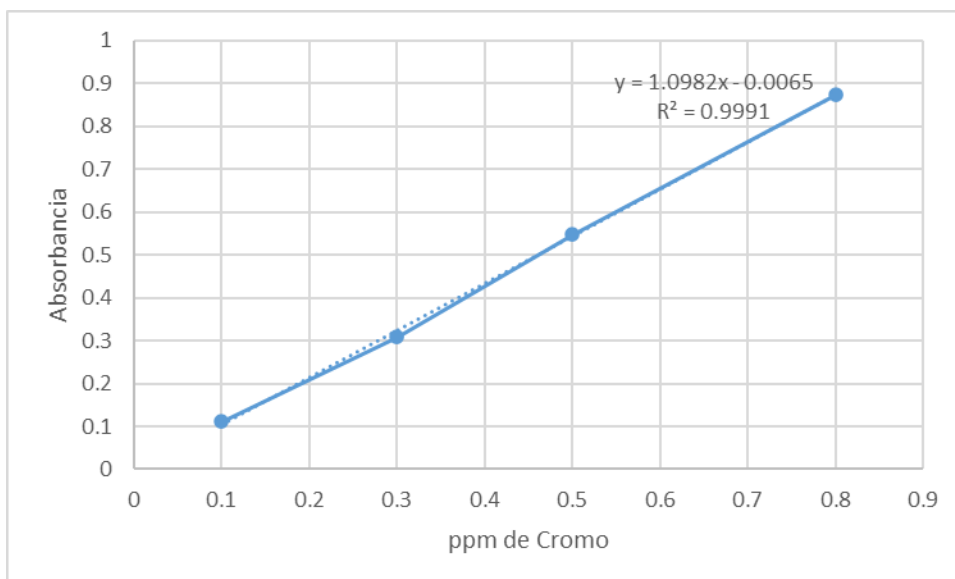


Figura 14. Curva de calibración de cromo

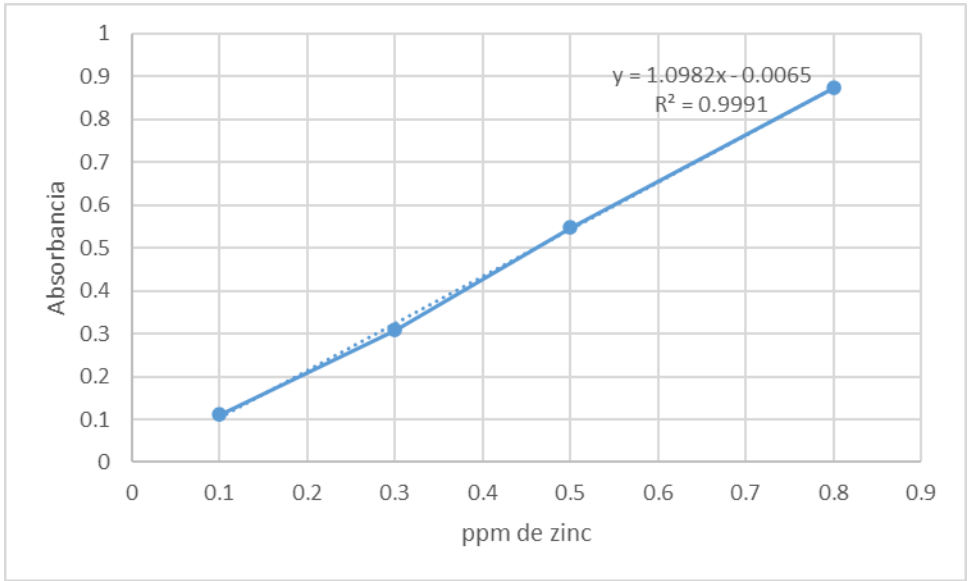


Figura 15. Curva de calibración para zinc

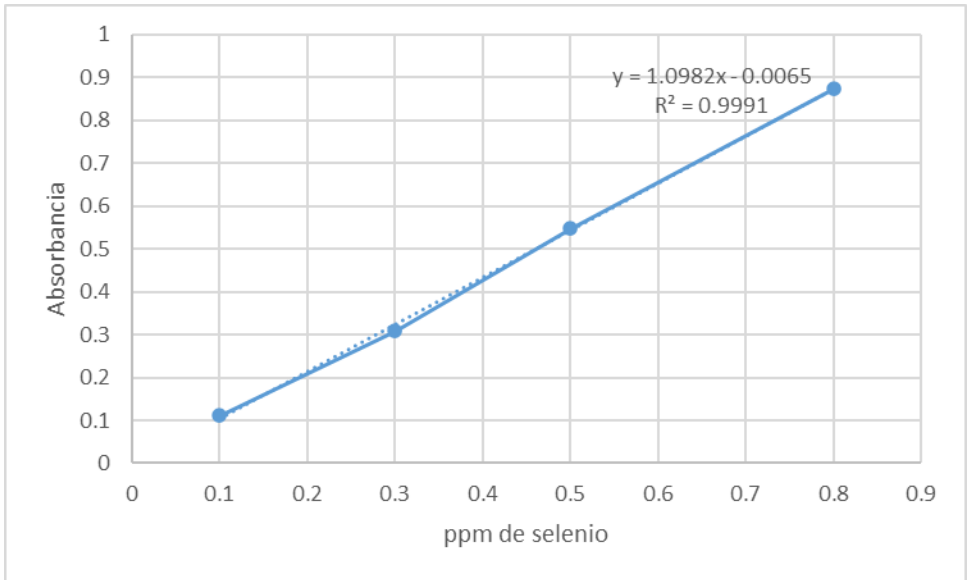


Figura 16. Curva de calibración de selenio

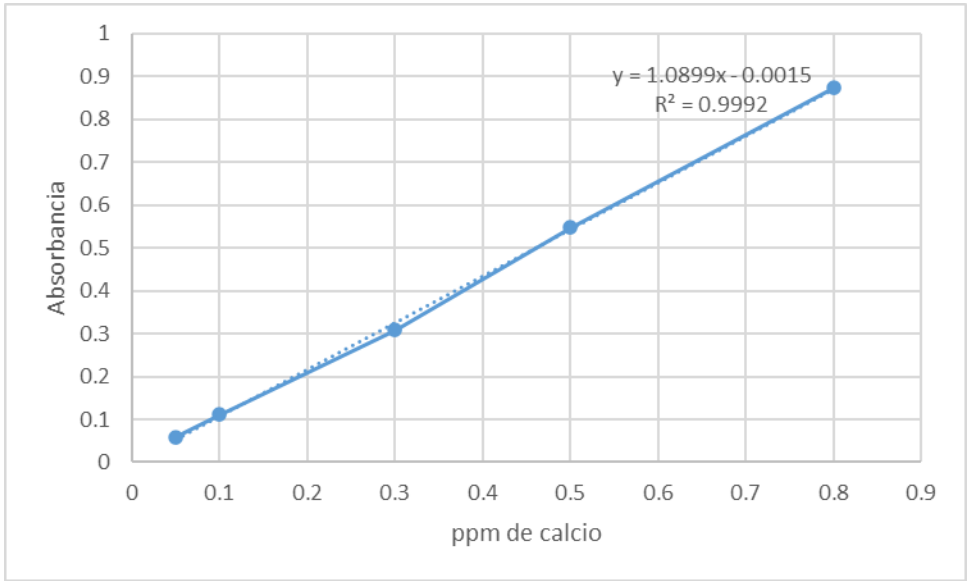


Figura 17. Curva de calibración para calcio

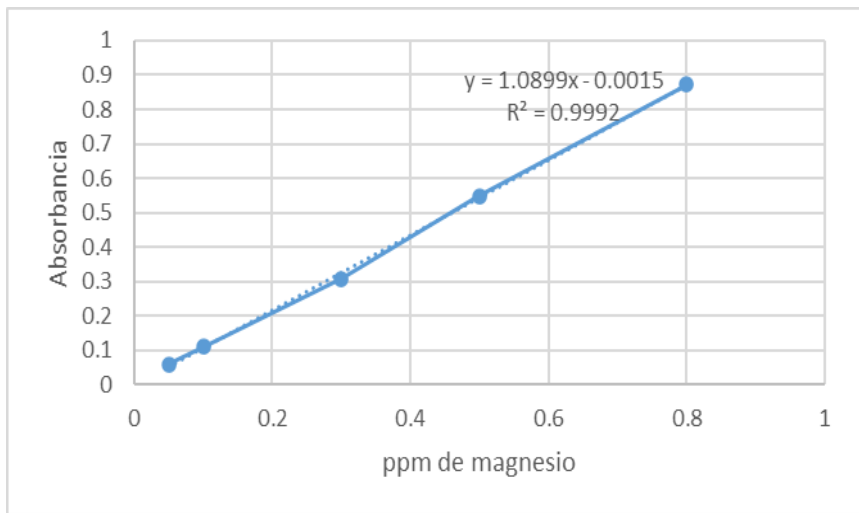
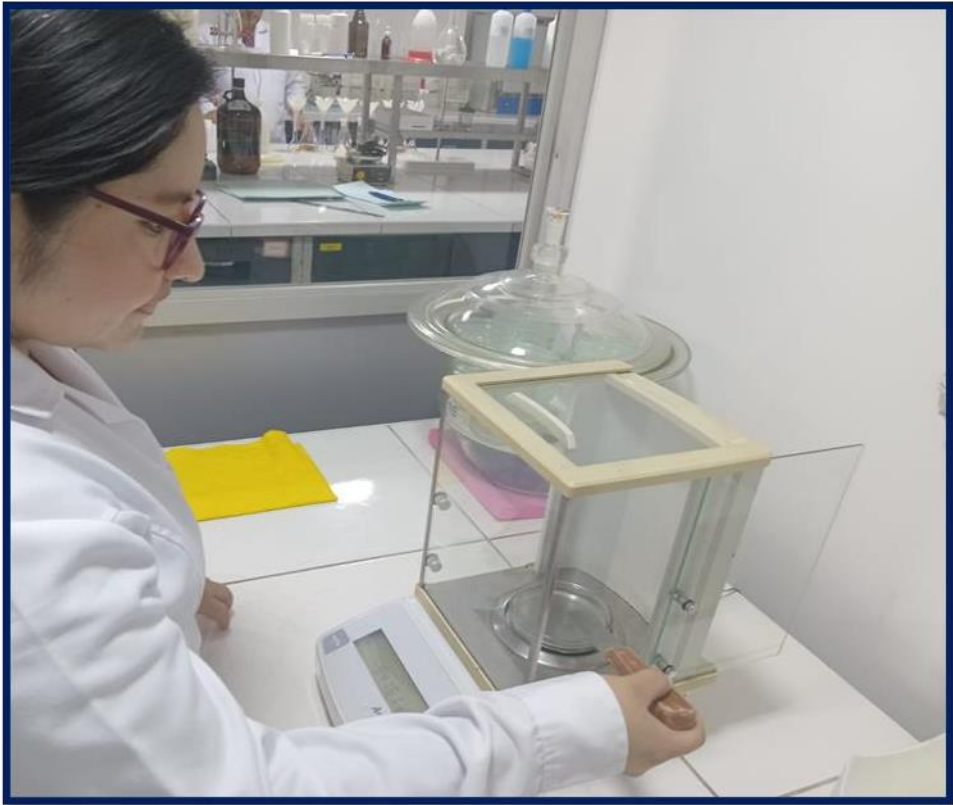


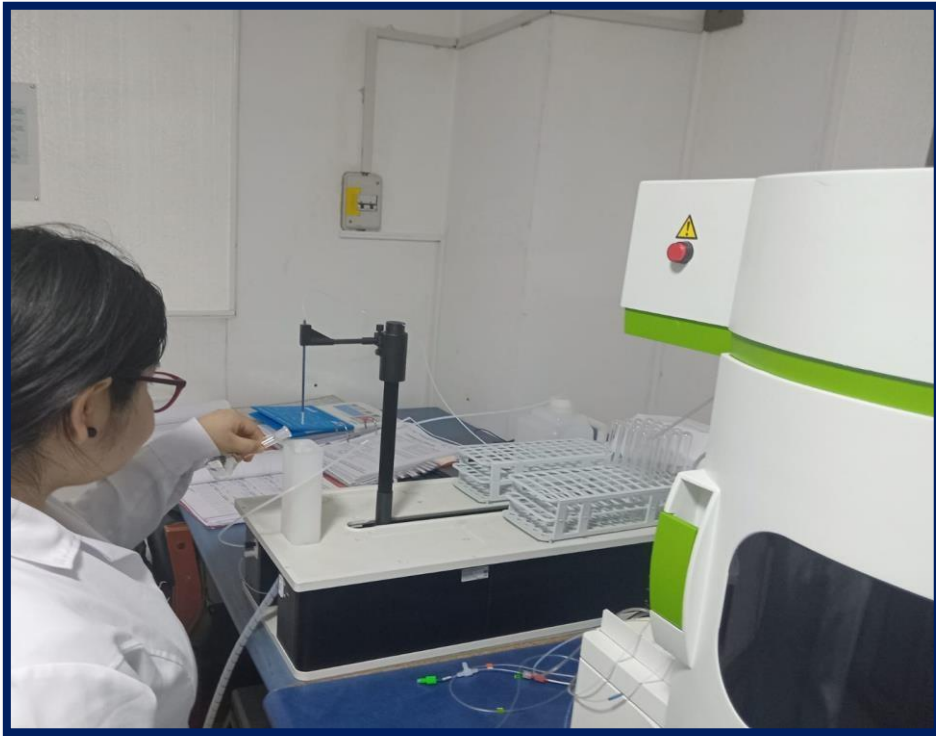
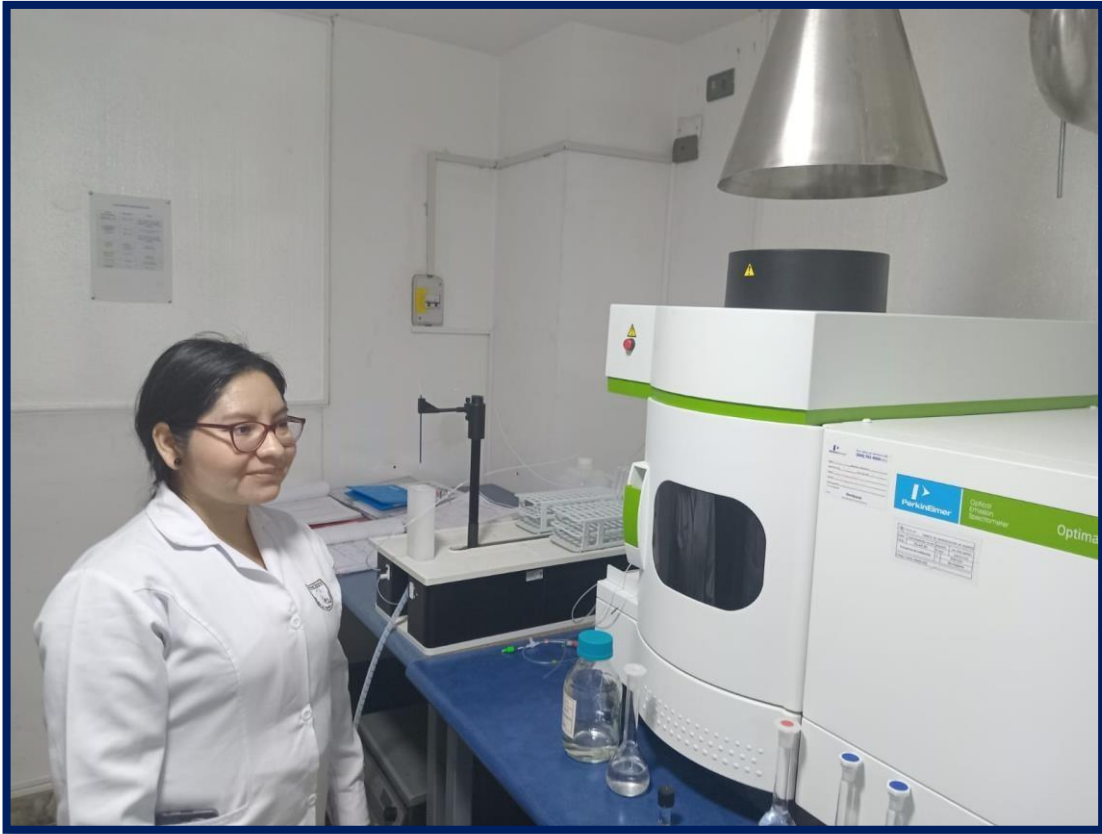
Figura 18. Curva de calibración para magnesio

## Tratamiento de las muestras de garbanzo

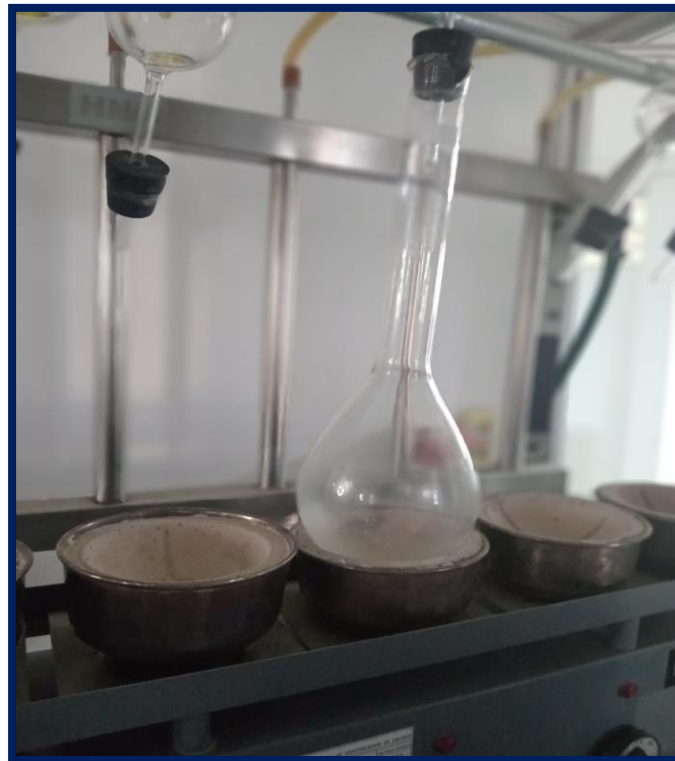








## Extracción de grasa mediante la técnica oficial Soxhlet







Universidad Nacional "SAN LUIS GONZAGA"  
Facultad de Farmacia y Bioquímica  
Comisión de Grados Académicos y Títulos Profesionales



**FORMATO N°06**

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR DE TESIS**

Ica, 16 de octubre de 2023.

Señor(a)

Decano (a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica  
Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"  
Presente.

De mi consideración:

Previo cordial saludo, por intermedio de la presente hago de su conocimiento que, en mi condición de **ASESOR(A)** de la **TESIS** titulada Estudio **comparativo del valor nutricional de las semillas de garbanzo "Cicer arietinum" cultivado en el fundo arrabales Ica.** presentada por el/la asesorado (a) **Gabriela Medina Muñoa** para optar el Título Profesional de **Químico Farmacéutico**, ésta se encuentra en condiciones aptas para su presentación y sustentación de acuerdo al reglamento vigente, por lo que doy mi **CONFORMIDAD**. Así mismo asumo mi responsabilidad de asesor, indicando que he tenido cuidado de preservar los estándares de calidad correspondientes, de prevenir el plagio y proteger los derechos de autor, de acuerdo al D. L. N. ° 822- Ley sobre el Derecho de Autor. Asimismo, declaro tener conocimiento de los efectos legales y administrativos que se deriven del incumplimiento o falsedad de la presente declaración, previsto en el artículo 411 del Código Penal y del artículo 32.3 de la Ley 27444, Ley de procedimiento Administrativo General.

Lo que informo a Usted para la continuación de los trámites correspondientes.

Ica, 16 de Octubre del 2023

Manuel Alfredo Valle Campos  
Asesor(a)

Nombres y Apellidos. Manuel Alfredo Valle Campos  
Correo Institucional manuel.valle@unica.edu.pe  
Celular: 996719353