



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

---

**TESIS PROFESIONAL**

**“DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTOS  
DE PANIFICACIÓN ENRIQUECIDOS CON HARINA DE  
GARBANZO (*Cicer arietinum*)”**

**PRESENTA**

**ISABEL FELICIANO MARTÍNEZ**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**DIRECTOR**

**Dr. LEANDRO CHAIRES MARTÍNEZ**

**CO- DIRECTOR**

**M.B. ALEJANDRO CRUZ HERNÁNDEZ**

**XOYOTITLA, ÁLAMO TEMAPACHE, VER. MAYO DE 2024**

## **DEDICATORIA**

Es un honor y una alegría el poder estar aquí escribiendo estas líneas donde agradezco enormemente a dios por permitirme la vida y el llegar hasta aquí, donde me encuentro culminando mis estudios profecionales, todo esto no habria sido posible sin el apoyo de mi familia donde el esfuerzo arduo del trabajo dia a dia de mi papá Miguel fue el principal apoyo para poder sostener el hogar y los gastos correspondientes a nuestros estudios, por sus consejos y ser el gran ejemplo de que cuando se quiere se puede ser mas en la vida, agradezco el apoyo incondicional de mi mamá Isabel por esos dias de desvelo donde me esperaba a dormirme, donde por las madrugadas me acompañaba a tomar el transporte, los lonches para la escuela y por su apoyo moral, la motivacion de echarle ganas siempre mas que nada gracias por su amor, a mi hermana Basilia por apoyarme en lo que estuvo a su alcance por aconsejarme y motivarme a seguir con mis metas.

Gracias a mis tios; en los momentos mas dificiles en el transcurso de esta vida estudiantil y familiar estuvieron ahí para apoyarnos incondicionalmente.

Gracias de corazon a todas aquellas personas que creyeron mi y sin mas que expresarles les dedico esta tesis a ustedes familia.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco grandemente a Dios por ser mi guía durante mi vida y permitirme que estos momentos llegaran, agradezco así mismo a todas las personas que me motivaron a no bajar la guardia y seguir firme en mi meta.

Doy gracias a la máxima casas de estudio, el instituto tecnológico superior de álamo, Temapache, por abrirme sus puertas cobijarme entre el conocimiento y sabiduría que corre por sus pasillos y aulas.

Agradezco infinitamente a cada uno de mis docentes que me guiaron y se comprometieron con su enseñanza a cultivar el conocimiento en mí a lo largo de esta carrera, con ello agradezco a mi director de tesis el Dr. Leandro Chaires por guiarme en cada uno de los retos empleados en esta tesis, por su paciencia y perseverancia, porque por más mínima que sea la duda que me embargara siempre buscaba la manera de aclararla, a mi Co-director M.B. Alejandro Cruz por su paciencia y su apoyo incondicional en las practicas empleadas.

GRACIAS...

## RESUMEN

El garbanzo es una leguminosa que destaca por sus valiosas propiedades culinarias y nutritivas, por su rico contenido de fibra, potasio, vitamina C y vitamina B-6, proteínas y su actividad antidiabética. Por lo que el objetivo de este proyecto fue elaborar productos de panificación tomando como base, la harina de garbanzo, siguiendo un proceso de hidratación de la leguminosa, su secado y posteriormente su molienda para obtener así la harina empleada con propiedades nutrimentales benéficas para su consumidor. A los productos formulados, se llevó a cabo la evaluación de sus propiedades texturales y de colorimetría. Para todas las evaluaciones se emplearon un total de 4 muestras de producto donde hubo variaciones de porcentaje de harina de garbanzo en el total de harina en su elaboración (de 5% a 30%), obteniendo como resultado que la sustitución de un 30% causó cambios notorios en las propiedades de las muestras, su tonalidad aumentó, pero el factor que hizo a la variación no aceptable fue en las propiedades de textura. La firmeza presentó valores bajos causando que la muestra se destruyera. De este modo las sustituciones de 10 y 20% se consideraron las más aceptables, ya que después de realizar los análisis correspondientes se mostró mejor comportamiento en cuestión de las propiedades de firmeza, fracturabilidad y color.

Palabras clave: *harina, análisis de perfil de textura, mantecada, garbanzo, colorimetría.*

## ABSTRACT

Chickpea is a legume that stands out for its valuable culinary and nutritional properties, for its rich content of fiber, potassium, vitamin C and vitamin B-6, proteins and its antidiabetic activity. Therefore, the objective of this project was to develop bakery products based on chickpea flour, following a process of hydration of the legume, its drying and then its milling to obtain the flour used with beneficial nutritional properties for your consumer. The formulated products were evaluated for their textural and colorimetry properties. For all the evaluations, a total of 4 product samples were used where there were variations in the percentage of chickpea flour in the total flour in its preparation (from 5% to 30%), obtaining as a result that the substitution of 30% It caused noticeable changes in the properties of the samples, their hue increased, but the factor that made the variation unacceptable was in the texture properties. The firmness presented low values causing the sample to be destroyed. Thus, the 10 and 20% substitutions were considered the most acceptable, since after carrying out the corresponding analyses, the best performance was shown in terms of firmness, fractureability and color properties.

Keywords: *flour, texture profile analysis, cupcake, chickpea, colorimetry.*

# ÍNDICE

Resumen.....	iv
Capítulo I. Introducción.....	10
1.1. Antecedentes.....	10
1.2. Planteamiento Del Problema.....	11
1.3. Justificación.....	12
1.4. Hipotesis.....	13
1.5. Objetivos Generales Y Particulares.....	14
Capítulo Ii. Marco Teórico.....	15
2.1 Alimento Funcional.....	15
2.2 Leguminosas.....	15
2.3 Garbanzo.....	16
2.3.1. Harina De Garbanzo.....	17
Componentes De La Harina De Garbanzo.....	19
Carbohidratos.....	19
Almidón.....	19
Proteínas.....	19
Lípidos.....	19
Vitaminas.....	19
Minerales.....	20
Capítulo Iii. Estado Del Arte.....	20
Capítulo Iv. Metodología.....	24
4.1 Materia Prima.....	24

4.2 Procedimiento.....	25
4.2.1. Procedimiento De Elaboración De Harina De Garbanzo.....	25
4.2.3. Elaboración De Productos De Panificación “Mantecada” Con La Adición De Harina De Garbanzo.....	26
4.3. Análisis De Color.....	28
4.4. Análisis De Perfil De Textura (Tpa).....	29
Capitulo V. Análisis Y Discusión De Resultados.....	30
Colorimetría .....	30
Textura .....	34
Capitulo Vi. Conclusiones.....	38
Anexos .....	39
Anexo 1.- Hidratación Y Pelado Del Garbanzo.....	39
Anexo 2.- Trituración Y Preparación De La Leguminosa Para Secado.....	39
Anexo 3.- Secado Del Garbanzo.....	40
Anexo 4.- Molienda Y Obtención De Harina.....	40
Anexo 5.- Extracción De Proteína.....	40
Anexo 6.- Elaboración De Panes Con Harina De Garbanzo.....	41
Anexo 7.- Análisis De Colorimetría Y Perfil De Textura.....	42
Anexo 8.- Tablas De Resultados De Colorimetría.....	43
Anexo.-9 Desviación Estándar, Promedio Y Coeficiente De Variación De Cada Parámetro De Colorimetría, De Cada Muestra De Los Porcentajes Correspondientes. ...	46
Anexo 10. Parámetros Tpa De Las 5 Muestras De Panificación.....	60
Bibliografía .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1.- A) Molienda Del Garbanzo. Y B) Hidratación Y Pelado Del Garbanzo.....	25
Figura 2.-Secado Del Garbanzo Molido.....	25
Figura 3.-Molienda A) Y Obtención De Harina B).....	26
Figura 4.- Batido.....	27
Figura 5.- Adición De La Mezcla En El Molde.....	28
Figura 6.- A) Calibración Del Colorímetro Y B) Análisis A Las Muestras.....	29
Figura 7.-Identificación De La Geometría Empleada Para El Análisis A), Equipo Y Geometría Empleados B), Análisis A La Muestra Nat C), Análisis A La Muestra Con 30% De Sustitución D).....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Cantidades De Harina Empleados En La Elaboración De Mantecadas. ....	27
Tabla 2.- Promedios Y Desviación Estándar De Las Muestras Analizadas Por Colorimetría.....	31
Tabla 3.- Comparación De Parámetros De Colorimetría De Las Mantecadas. ....	33
Tabla 4.- Promedio Y Desviación Estándar De Las 5 Muestras Analizadas.....	34
Tabla 5.- Comparación De Parámetros Correspondientes Al Análisis Tpa De Mantecadas. .....	36
Tabla 6.- Comparación Estadística De Las Propiedades Del Análisis Tpa Que Emplearon Dos Ciclos. ....	36
Tabla 7.- Muestras En Estado Natural. ....	60
Tabla 8.- Muestras Con 5% De Sustitución.....	61
Tabla 9.- Muestras Con 10% De Sustitución.....	62
Tabla 10.- Muestras Con 20% De Sustitución.....	63
Tabla 11.- Muestras Con 30% De Sustitución.....	64

# CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.

## 1.1. Antecedentes.

El estilo de vida ha cambiado a lo largo de estos años, y en los patrones de consumo alimentario en la población con una tendencia de alimentación de una amplia diversidad de productos para los consumidores, ofreciendo aquellos que satisfacen las necesidades y preferencias de los consumidores varían; no obstante, algunos productos, aunque agradables por sus diversas cualidades, carecen de beneficios nutritivos para el organismo. Por esta razón, las nuevas tendencias se centran en la reformulación de diversos productos, enriquecidos con proteínas y nutrientes, así como con otras propiedades que buscan satisfacer a los consumidores, ofreciendo alimentos de mejor calidad y más saludables. Al incorporar suplementos orgánicos de origen vegetal y animal en la elaboración de estos productos, se pretende combatir el predominio de enfermedades crónico-degenerativas, las cuales son consecuencia del consumo de alimentos con altos niveles de colesterol y carbohidratos, y bajos en ácidos grasos poliinsaturados, fibra y grasa total. La alimentación es un aspecto fundamental para la sostenibilidad de la humanidad, aunque el futuro sigue siendo incierto.

Se ha visto la incorporación de harinas proveniente de leguminosas en la elaboración de productos de panificación, ya que cumple con las expectativas aceptables en el mercado, el desarrollo de nuevos productos de panadería donde se busca incorporar a las harinas de leguminosas como ingrediente, esto con la finalidad de enriquecer nutricionalmente las mezclas de los alimentos. Con ello la harina de trigo es sustituida en porcentajes variados o complementada por harinas de leguminosas para posteriormente realizar un proceso de elaboración de alimentos.

Debido a lo anterior, resulta una alternativa la incorporación de mezclas de harina de garbanzo en la elaboración de un producto de panificación, por lo que, el objetivo principal de este proyecto es elaborar un nuevo producto utilizando la harina de garbanzo como ingrediente principal.

## **1.2. Planteamiento Del Problema.**

Las enfermedades crónico degenerativas son un factor de alta relevancia y causa principal de un alto nivel de mortalidad en la sociedad, esto es a consecuencia de una alimentación deficiente de nutrientes y muy poco saludable, la mayoría de los alimentos puestos en el mercado no cumplen con las normas nutrimentales establecidas por la organización mundial de la salud y por consiguiente con la alta demanda de los mismos la mayoría de las familias consumidoras cuentan con al menos 3 de sus integrantes con estos padecimientos.

Los productos de panificación son de los más demandados en el mercado, por ello se busca sustituir con elementos benéficos y nutritivos para su consumidor ofreciendo así un alimento funcional de alta calidad y a un costo accesible. Es aquí, donde se puede incorporar a los productos de panificación, materias primas con nuevas propiedades nutritivas, como el garbanzo y demás leguminosas con contenidos nutrimentales de suma importancia para la salud.



### 1.3. Justificación.

Las nuevas tendencias alimentarias y los cambios constantes en las modas de consumo han impulsado la innovación de productos saludables, enfocados en satisfacer la demanda de alimentos con un alto aporte nutricional y beneficios para la salud. En respuesta a las necesidades de los consumidores, se ha desarrollado el concepto de alimentos funcionales, como es el caso del aprovechamiento y extracción de proteínas del garbanzo (*Cicer arietinum*), una leguminosa rica en proteínas de alto valor biológico. Diversos estudios han analizado las propiedades funcionales de la harina de garbanzo, considerándola un ingrediente funcional ideal para su integración en diferentes productos alimenticios. Por consecuencia, el objetivo de este proyecto es evaluar las propiedades benéficas para la salud de los consumidores, así como analizar las propiedades texturales y la composición nutricional de productos de panificación elaborados con harina de garbanzo. Este estudio busca posicionar la harina de garbanzo como un ingrediente potencial para el desarrollo de nuevos productos alimenticios.



#### 1.4. Hipótesis

Comenzar con la idea de un nuevo horizonte genera inquietudes, causa intriga y plantea la duda. La puerta está abierta a las nuevas ideas y la innovación es el principal tema que se aborda en estos tiempos, la naturaleza nos proporciona elementos fundamentales con gran potencial y de gran beneficio para el ser humano, las leguminosas son semillas que en su composición elemental nos ofrecen una mejor calidad de vida en sus consumidores es por ello que el garbanzo es considerado como una fuente de nutrientes suprema y su inclusión en las tendencias de alimentación van en aumento total, como pregunta fundamental y siendo la idea central de dicha investigación ¿ De qué manera afecta la inclusión de harina de garbanzo en las propiedades físicas y sensoriales de productos de panificación?

Las hipótesis establecidas al proyecto son:

- La inclusión de harina de garbanzo sí tendrá impacto en la calidad del producto.
- A mayor sustitución de harina de trigo por harina de garbanzo habrá mayor influencia en las propiedades del producto.



### **1.5. Objetivos Generales Y Particulares.**

#### **Objetivo del Proyecto:**

- Analizar las propiedades texturales y de color de los productos de panificación elaborados a base de harina de garbanzo.

#### **Objetivos particulares:**

- Obtener una harina derivada de garbanzo.
- Preparar la masa a utilizar en la elaboración de productos de panificación tipo mantecada.
- Determinar las propiedades texturales y de color de los productos de panificación.



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Alimento Funcional

De acuerdo a la Revista de Salud Pública y Nutrición (2002), un alimento funcional hace referencia a aquellos alimentos que contienen algún ingrediente el cual desempeña una determinada función en las funciones fisiológicas de un organismo. Por otro lado, la FAO (FAO, 2022), definen los “alimentos funcionales como aquellos que contienen, además de nutrientes, otros componentes que pueden resultar beneficiosos para la salud”.

### 2.2 Leguminosas

Las leguminosas se han domesticado para la producción de alimentos (Somers, 2003), donde las principales en la dieta humana son judías, lentejas, guisantes, garbanzos, habas (Alonso, Rovir, Vegas, & Pedrosa, 2010)

Las legumbres, son plantas cuyas semillas se utilizan como alimento para animales y humanos. Consideradas una importante fuente de proteínas y también son interesantes por su bajo contenido en lípidos y el tipo de fibra que contienen (Muzquiz, 2005). Siendo de gran importancia en la dieta humana, consideradas como un alimento de primer orden en la industria alimentaria humana a nivel mundial (Acosta, 2021).

Las leguminosas se caracterizan por poseer proteínas de en un 20-30% en guisantes y judías y hasta un 38-40% en la soja y el altramuza (Guéguen & Cerletti, 1994) , siendo las globulinas, mas importantes. Además, contienen treonina, triptófano. También son ricos en almidón (Hawkins & Johnson , 2005).



### 2.3 Garbanzo

El garbanzo es una leguminosa importante, considerado un componente de primera para las personas que no pueden consumir proteínas provenientes de otras fuentes (animales). Esta leguminosa es rica en carbohidratos y proteínas, siendo el 80% del total de la semilla (Chibbar, Ambigaipalan , & Hoover, 2010), el garbanzo se caracteriza por su nula fuente de colesterol (AAC, 2006) y por ser rica en fibra dietética, vitaminas y minerales (Wood & Grusak, 2007).

El garbanzo contiene vitamina K, hierro, fosfato, calcio, magnesio, manganeso, zinc las cuales contribuyen a la construcción y mantenimiento de la estructura y la resistencia ósea. (Gobierno de México, 2018)

Propiedades nutricionales del garbanzo la composición química del garbanzo muestra un alto contenido de grasa y fibra, mientras que la cantidad de proteína permanece alrededor del 22%. La calidad de las proteínas del garbanzo hidrolizado y los aislados se han explorado con el fin de mejorar su calidad nutricional, el garbanzo es una gran fuente de carbohidratos y proteínas, tanto que representan alrededor del 80% del peso seco total del grano. (Muhammad, Shahid, Shakeel, & Muhammad, 2007)

El garbanzo es un alimento rico en proteínas y carbohidratos. Sus propiedades nutricionales, están determinadas por las condiciones de cultivo y la variedad. Las propiedades funcionales de la harina, el aislado y el concentrado proteico de garbanzo, se ven afectadas por los tratamientos a los que son sometidos para su obtención. Los beneficios que otorga esta leguminosa y sus componentes permiten concluir que tiene un gran potencial para ser aprovechada para la formulación y desarrollo de alimentos funcionales. (Vélez-Ruiz , Aguilar-Raymundo, & J.F., Propiedades nutricionales y funcionales, 2013)



### 2.3.1. Harina De Garbanzo

Las harinas de fuentes no convencionales como lo son las leguminosas, son portadoras de proteínas en cantidad y calidad, la combinación de harina de leguminosas con harina de cereales hace el dúo perfecto donde se incorporan sus componentes respectivos dando lugar a una mezcla de mejor calidad proteica. (Torres-González, Jiménez-Munguía , & M., 2014)

El Garbanzo se consume como grano seco, pero su harina se encuentra en franco crecimiento, La harina de garbanzos es el producto obtenido de pulverizar finamente el garbanzo.

La harina de garbanzo tiene la capacidad de absorción, retención y conservación de agua posteriormente a las fuerzas externas aplicadas en su uso como en el caso de las actividades de panificación se conservan aun después del amasado, moldeado y batido. Es un elemento muy importante desde el punto de vista nutricional, es muy rica en proteínas, hidratos de carbono, fibras, minerales y vitaminas.

Las harinas obtenidas a base de una determinada leguminosa han generado gran importancia, las cuales son generalmente los polvos que se obtienen de la molienda de los granos, en ciertos casos de elaboración de harinas antes de las moliendas, los granos son escaldados para inactivar enzimas indeseables o son sometidas en remojo y cocción, para eliminar la mayor parte de sustancias anti nutritivas presentes en las leguminosas, posteriormente los granos se llevan a secado para luego ser molidos y como punto final la harina obtenida es tamizada. (Torres-González, Jiménez-Munguía , & M., 2014)

Los garbanzos son considerados una buena fuente de proteínas debido a su alta concentración de triptófano libre, Su empleo en forma de harina como ingrediente fortificador de harina de trigo, está siendo considerado para el desarrollo de nuevos productos.



Los investigadores concluyeron que la composición química y las propiedades funcionales de la harina fueron afectadas por los diferentes métodos de cocción, siendo la cocción tradicional el que presentó mayor porcentaje de proteína. Por otro lado, también se ha demostrado que el tostado del garbanzo, previo a la elaboración de harina, incrementa el contenido de almidón resistente, fibra dietética insoluble y propiedades antioxidantes de la harina de garbanzo (Fares C. & Menga, 2012)

Por otra parte, se ha estudiado la influencia de la sustitución parcial (15% y 30%) de harina de trigo por harina de garbanzo, sobre el desarrollo de la masa y las características de los panificados.

Uno de los mayores beneficios de la harina de garbanzo, es la gran cantidad de proteínas vegetales que contiene y fibra, la cual tiene como función ayudar al aparato digestivo de los consumidores y regular su organismo, contiene hidratos de carbono de adsorción lenta. También es importante señalar la gran cantidad de hierro que contiene la harina que puede llegar a triplicar el aporte de hierro que posee la carne.

Como factor de gran importancia y motivo principal de la integración de harina de garbanzo en el mercado, en el consumo local, y en las tendencias de alimentación de la población, esta harina es útil y empleada en la dieta de personas con casos de diabetes gracias a que esta absorción lenta de los carbohidratos permite regular los desequilibrios de glucosa en el organismo dando la misma energía que el azúcar. (Vélez-Ruiz, Aguilar-Raymundo, & J.F., 2013)



## **Componentes De La Harina De Garbanzo**

### **Carbohidratos**

El garbanzo contiene una gran cantidad de carbohidratos y proteínas ya que eso contribuye alrededor de un 80% en su totalidad es decir seco o grano entero.

### **Almidón**

Es un polisacárido ya que el garbanzo al ser transformado en un polvo la concentración de almidón suele estar en los rangos del 45% y 50% de igual manera se puede hidrolizar a glucosa y otorgar al hombre energía y glucosa las cuales son necesarias para el cerebro y así mismo para el sistema nervioso central funcionen de una manera correcta y sana, es muy benéfico con sumir este tipo de productos ya que es muy aportador a varias necesidades del ser humano.

### **Proteínas**

La mayor cantidad de proteínas que conforman el grano de garbanzo son principalmente de reserva y estas se llevan a una clasificación con base a las propiedades de solubilidad como son las globulinas albúminas y las glutelinas. Las proteínas de la harina de garbanzo son relativamente bajas en aminoácidos sin embargo es una de las propiedades más importantes que el garbanzo posee en su totalidad.

### **Lípidos**

La concentración de lípidos en el grano de garbanzo es sumamente alta ya que es una leguminosa que posee alto porcentaje de grasa esto puede variar en base a el país donde se le cultive.

### **Vitaminas**

El garbanzo posee vitaminas hidrosolubles y liposolubles que es de vital ayuda para nuestro cuerpo la vitamina que se produce en mayor cantidad es la piridoxina.



## **Minerales**

La harina de garbanzo proporciona alrededor del 40% en magnesio y cobre y el 15% para el hierro y el zinc, esto quiere decir que al consumirlo estamos aportando una alta cantidad de minerales que va a ser de suma importancia para el sistema inmunológico. (Vélez-Ruiz, Aguilar-Raymundo, & J.F., 2013)

## **CAPÍTULO III. ESTADO DEL ARTE.**

Yegrem en el 2021 realizó una investigación documental sobre la harina de garbanzo y argumentó que el garbanzo posee un efecto potencialmente benéfico para la salud, apoyando en la prevención de ciertas enfermedades tales como la diabetes, enfermedades digestivas e incluso el cáncer; sin embargo destacó que su presencia en la alimentación es limitada en un estado crudo ya que presenta factores como la baja digestibilidad de proteínas y almidón (Yegrem, 2021).

Deshpande S. en el año 1982 llevó a cabo un análisis al garbanzo con una donde demuestra que para el consumo de garbanzo se es requerido de un determinado procesamiento, procesos tradicionales como por ejemplo el remojo, la cocción, la germinación, el tostado, la fermentación y el descascarado ya que de este modo se tienen efectos positivos sobre la disponibilidad de sus nutrientes. ( S. , S. , D., & D., 1982)

Morales, González y Jiménez tras una investigación documental en el año 2002 otorgan el concepto de alimento funcional a todo aquel alimento que demuestra satisfactoriamente afectar benéficamente a una o más funciones en un cuerpo el cual favorece el estado de bienestar y la salud o también reduce el riesgo a una enfermedad posteriormente investigan alimentos con propiedades funcionales del año. (Alvídrez-Morales & González-Ma, 2002).



Pablo Chango, en su trabajo de tesis obtiene y analiza la harina de garbanzo obteniendo como resultado que es muy rica en vitaminas, minerales y fibra, así mismo contiene hidratos de carbono de absorción lenta, por lo que son muy favorables para las personas con diabetes. Entre las vitaminas y los minerales que contiene destaco la presencia de calcio, el hierro, fosforo, magnesio, potasio y determino que estos elementos mantienen altas las defensas del cuerpo.

Armendáriz, J.L. en el año 2013 realizó una investigación documental donde descubre que la harina de garbanzo se ha consolidado como un elemento de suma importancia ante un punto de vista nutricional, suele emplearse como sustituto de la harina de trigo y de igual forma se complementa correctamente con la misma. ( Armendariz, 2013)

Teixeira *et al.*, en el año 2020 realizaron una investigación experimental y un análisis a la harina de garbanzo para un trabajo de tesis, donde demostraron que posee una concentración de alrededor de 58% de carbohidratos totales, así mismo un 21% de proteínas y contiene un nivel alto de fibra dietética con un 12.4% y minerales con 3.2%, el garbanzo puede contener un 40% de almidón resistente y también un 60% de almidón de digestibilidad lenta, lo que presenta un índice glucémico bajo por lo tanto es considerado como un suplemento alimenticio de gran interés para personas con diabetes o enfermedades cardiovasculares.



En el año 2015, Badui llevó a cabo una investigación experimental a la harina de garbanzo donde obtuvo como resultado que la Aw que posee la harina de trigo es 0.507 y la harina de garbanzo contiene 0.514 en Aw, y determino que ambas harinas se encuentran por debajo de 0.6 por lo tanto más alta la Aw y más cerca al 1.0 la inestabilidad sería mayor en los productos, por lo tanto se debe considerar tener un valor bajo para que se retarde la presencia de crecimiento microbiano. (Badui & Prieto, 2015)

Mohammed (2012) llevó a cabo una investigación documental donde argumenta que la mezcla de harina de trigo y garbanzo generalmente representa un refuerzo alimentario de suma importancia a poblaciones donde el consumo de proteína animal es limitado ya que las legumbres enriquecen los productos con un contenido balanceado de aminoácidos. (Mohammed, Ahmed , & Senge , 2012)

Durante una investigación documental realizada en el año 2008 Gómez M.O. determinó que el garbanzo nos ofrece una harina con alto contenido de proteínas. Grasas, fibra y cenizas. Así como un menor contenido de carbohidratos, en productos de panificación ofrece productos terminados, firmes y duros, como consecuencia de una disminución en la cohesividad y resistencia al estiramiento. (Gómez , Oliete , Rosell, & Pando, 2008)

Alemán y Moreno (2004) realizaron una investigación y elaboraron harina de garbanzo con dos características que las identificaban, una fue realizada con garbanzo descascarado y la otra con cascara y determinaron que la capacidad de absorber agua se relaciona a la presencia de proteínas en el cuerpo del producto, el contenido de almidón, la presencia de fibra en los alimentos y otros factores como el tamaño de la partícula. Por ello la harina de garbanzo descascarado presenta menor contenido de fibra y por consecuencia hay una menor capacidad de absorción de agua. ( C , Aleman , Alvarez , & Moreno Alvarez , 2004)



En el año 2011, *Comai et al.*, llevaron a cabo una investigación documental y en base a la información obtenida determinaron que el garbanzo es una leguminosa considerada como una buena fuente de proteína debido a la alta concentración de triptófano libre que posee, por esta razón emplearlo como harina y de este modo ser el fortificador de la harina de trigo es de gran interés en las nuevas tendencias de alimentación. (Comai , Bertazzo , Costa, & Allegri, 2011)

Muhammad en el año 2013 determinó la Composición química del garbanzo: Proteína 22.7%, Lípidos 5.0%, Carbohidratos 66.3%, Fibra 3.0% y Minerales 3.0%. (Muhammad, Lloyd , Rashida , & Mian, 2013)

Aguilar-Raymundo y Vélez-Ruiz en el año 2013 demuestran que el contenido de proteína del garbanzo varia cuando se trata de la masa total de un grano seco siendo de 17-22 % y cuando se trata del grano descascarado el nivel proteico suele incrementar de 25.3-28.9%. (Vélez-Ruiz , Aguilar-Raymundo, & J.F., Propiedades nutricionales y funcionales, 2013)

Kohajdová, en el año 2011 llevaron a cabo una comparación de las propiedades funcionales de la harina de trigo y garbanzo, donde esta última demostró tener mayor WHC con 5 gH<sub>2</sub>O /g de harina por el contrario la harina de trigo presenta menor WHC con 3.20 gH<sub>2</sub>O /g de harina, de este modo se consideran a las harinas de leguminosa con alta WHC como buenos ingredientes en productos de panadería. (Kohajdová, Karovicová , & Magala, 2011)



## CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA.

Las actividades desarrolladas en el presente trabajo experimental tuvieron lugar en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior De Álamo Temapache (ITSAT) así mismo en el centro de Investigación En Alimentos y Ambiental (CIAA) y por último en las instalaciones del laboratorio de Postcosecha de alimentos.

### 4.1 Materia Prima.

Dentro del proceso de elaboración de “Harina De Garbanzo” y “Productos De Panificación Elaborados a Base De Harina De Garbanzo” se emplearon como materia prima:

En este caso específicamente el Garbanzo, cereales siendo este en Harina de trigo, productos de origen vegetal y animal como lo son el Aceite y la Leche, huevos, sal, azúcar, vainilla y polvo para hornear Royal.

Para el proceso de extracción de proteínas se empleó:

- Ácido Clorhídrico REACTIVO A.C.S.(HCl), Jalmek.
- Hidróxido de sodio Lentejas (NaOH), REACTIVO MEYER.
- Harina De Garbanzo.

Equipos empleados en cada uno de los procesos:

- Centrífuga HERMLE Labortenchnik GmbH, TYPE: Z 326.
- Analizador de textura, AMETEK BROOKFIELD, MODELO: CTX.
- Colorímetro Marca KONICA MINOLTA, MODELO: CR 410 DP400
- Estufa Marca MEMMERT



## 4.2 Procedimiento.

### 4.2.1. Procedimiento De Elaboración De Harina De Garbanzo.

El garbanzo (1 kg) se colocó en remojo aproximadamente 12 horas, para continuar con el retiro de la cascara del grano (figura 1 b ), como consiguiente se llevó a trituration para obtener una muestra semi liquida (Figura 1 a ).



**Figura 1.- a) Molienda del garbanzo. Y b) Hidratación y pelado del garbanzo**

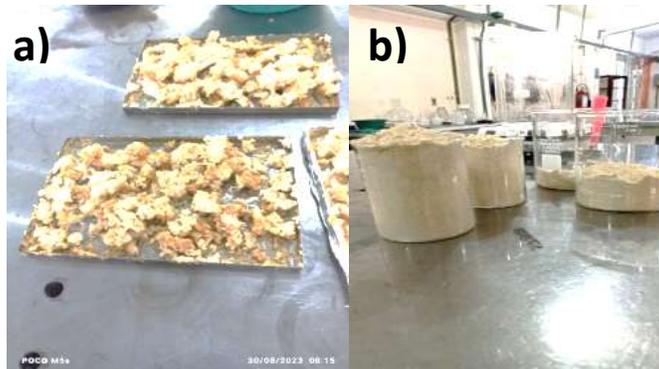
En seguida la muestra se colocó en charolas de aluminio lavadas y desinfectadas para su uso, posteriormente se introducen las charolas en los interiores de la estufa de secado a una temperatura fija de 40 °C (figura 2) y una ventilación de 50% donde se dejó secar en un tiempo estimado de 24 horas para posteriormente revolver la muestra para que el secado sea de forma uniforme y hasta cumplir 24 horas más.



**Figura 2.-Secado del garbanzo molido.**



Una vez obtenida la eliminación de humedad total en la muestra se procede a retirar la misma de las charolas y realizar el proceso de molienda en un molino eléctrico (figura 3 a) ), y un tamizado de la harina para eliminar partículas disfuncionales de tamaño y finalmente llevar a su almacenamiento en frascos ámbares herméticos (figura 3 b) ).



**Figura 3.-Molienda a) y obtención de harina b).**

#### **4.2.3. Elaboración De Productos De Panificación “Mantecada” Con La Adición De Harina De Garbanzo.**

Se llevó a cabo la sustitución de harina de trigo por harina de garbanzo, a razón de 5, 10, 20 y 30%. Al inicio del proceso se batían huevos de un peso aprox. De 70 gr con apoyo de una batidora por un tiempo estimado de 3 minutos agregando ahí 45 gr de azúcar y mezclando hasta que haya una correcta incorporación, se añade 20 ml de aceite y 40 ml leche continuando con el batido por 5 minutos más, agregando también 5 ml de vainilla; como siguiente paso se procede a agregar la harina de trigo y el determinado porcentaje de harina de garbanzo, así mismo 6.25 gr de polvo para hornear, todo esto previamente tamizado, se agrega 1 gr de sal y se continúa batiendo a baja velocidad hasta que todo quede bien integrado (figura 4).



**Tabla 1.- Cantidades de harina empleados en la elaboración de mantecadas.**

Harina empleada en la elaboración de mantecadas		
%	Harina de garbanzo	Harina de trigo
<b>NAT</b>	0 gr	62.5 gr
<b>5%</b>	3.12 gr	59.38 gr
<b>10%</b>	6.25 gr	56.25 gr
<b>20%</b>	12.5 gr	50 gr
<b>30%</b>	18.75 gr	43.75 gr



**Figura 4.- Batido.**

Como paso final se engrasan los moldes donde se colocara la mezcla y se lleva al horno donde se hornea por un tiempo aproximado de 30 a 40 minutos a una temperatura de 180 °C previamente precalentado (figura 5).



**Figura 5.- Adición de la mezcla en el molde.**

#### **4.3. Análisis De Color.**

En este primer análisis se realizó la toma de lectura de colorimetría a 3 panes (mantecadas) de cada uno de los porcentajes de sustitución, y a cada muestra se consideraron 3 diferentes puntos los cuales fueron la parte superior, la parte interna y la parte inferior (abajo), con la finalidad de conocer la variabilidad, el promedio y el margen de error obtenido de las sustituciones de harina.

Dando inicio con el procedimiento se realiza la calibración del equipo (figura 6 a ), como consiguiente, se comienza con la muestra NAT (figura 6 b ), donde se tenían 3 diferentes mantecadas en un estado natural colocando sobre ellas el lector de color, en las tres áreas establecidas, y así mismo se realiza el procedimiento en las demás muestras correspondientes a 5, 10,20 y 30%.



Figura 6.- a) Calibración del colorímetro y b) Análisis a las muestras.

#### 4.4. Análisis De Perfil De Textura (Tpa).

El perfil de textura es la pieza clave en la industria de panificados; por tal motivo se llevó a cabo el análisis de TPA de las mantecadas con sustitución de harina de garbanzo, dando inicio con la calibración y sincronización del equipo y el software establecido para su uso (Texture Analyzer: CTX00000), como siguiente paso se procede a colocar la geometría correspondiente al equipo (Figura 7 a), así mismo se codifica la presión ejercida hacia las muestras y se estableció que las repeticiones serian en dos ciclos (Figura 7 b), de este modo se emplearon dos muestras como base de cada clasificación (NAT, 5, 10, 20, y 30%).

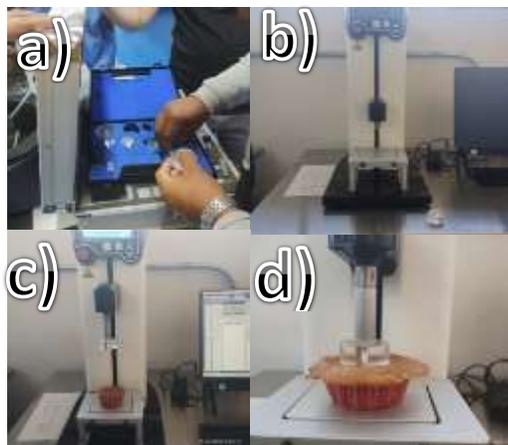


Figura 7.-Identificación de la geometría empleada para el análisis a), Equipo y geometría empleados b), análisis a la muestra NAT c), Análisis a la muestra con 30% de sustitución d).



## CAPITULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### Colorimetría

La colorimetría es la ciencia que mide el color y juega un papel importante en la industria alimentaria. El color es considerado como la característica física más importante en la industria de alimentos, aún más en la industria de panificados ya que los consumidores por medio de la vista pueden juzgar la calidad de los productos, relacionarla con otros sentidos y determinar la aceptación de ellos. A continuación, se describen los valores de tres muestras correspondientes a un 5 % de sustitución en tres áreas distintas de la muestra, como son la superficie, la parte interna y el inferior de la muestra. Las siglas LAB se refieren al espacio de color tridimensional, en donde L o L\* hace referencia a luminosidad de negro a blanco, a\* hace referencia de una variable que va de rojo a verde y por ultimo b\* va de azul a amarillo.

A continuación se muestran los resultados de evaluación de colorimetría obtenidos de los productos de panificación (mantecada) de tres muestras correspondientes a cuatro diferentes porcentajes en sustitución de harina de trigo con harina de leguminosa.



**Tabla 2.- Promedios y desviación estándar de las muestras analizadas por colorimetría. NAT= SP= INT= INF, 5%= SP =INT= INF, 10%= SP= INT= INF, 20%= SP= INT= INF, 30%= SP= INT= INF.**

NAT			5 %			
	SP	INT	INF	SP	INT	INF
<b>L</b>	46.03 ± 3.34	59.87 ± 3.31	52.56 ± 5.82	43.16 ± 2.06	55.91 ± 1.53	53.21 ± 3.97
<b>A</b>	0.73 ± 2.06	5.65 ± 0.11	10.38 ± 2.52	9.69 ± 0.97	5.8 ± 0.29	12.47 ± 2.19
<b>B</b>	26.45 ± 2.40	31.27 ± 1.93	32.71 ± 2.51	24.44 ± 1.50	28.00 ± 1.08	34.34 ± 1.33
10%			20%			
	SP	INT	INF	SP	INF	
<b>L</b>	43.63 ± 0.73	55.94 ± 4.04	52.35 ± 1.17	46.87 ± 2.00	44.96 ± 1.02	
<b>A</b>	9.27 ± 0.81	6.03 ± 0.50	11.48 ± 1.62	8.38 ± 0.47	13.64 ± 3.37	
<b>B</b>	24.81 ± 0.49	28.97 ± 2.40	33.88 ± 1.05	26.82 ± 1.95	29.32 ± 1.18	
30%						
	SP	INF				
<b>L</b>	42.28 ± 2.25	46.89 ± 3.00				
<b>A</b>	7.38 ± 0.65	7.90 ± 0.26				
<b>B</b>	23.94 ± 1.40	27.11 ± 1.75				

En la tabla 2 se describen los resultados correspondientes a el promedio y desviación estándar de las tres muestras empleadas en cada categoría de porcentajes, así mismo dichos datos se obtuvieron de cada parámetro del análisis de colorimetría (L\*.a\*,b\*) estos mismos fueron obtenidos de tres diferentes puntos en el área de cada muestra.

Las muestras con mayor concentración de harina de leguminosa mostraron un cambio en su estructura, por tal motivo solo se pudieron obtener datos de dos puntos los cuales fueron superficie y la parte inferior de las muestras de pan. Por lo cual el incrementar el porcentaje en la sustitución de harina de leguminosa en el proceso de producción de panificados se



obtiene como resultados el incremento en el tono siendo así que las muestras son más oscuras.

En las 5 formulaciones empleadas se observaron variaciones en cuestión de los tres puntos clave donde se realizó el análisis, como en la parte superior (corteza del pan) la luminosidad fue en descenso conforme aumentaba la sustitución de harina de trigo por la de garbanzo, mientras que en  $a^*$  en cuestión de una tonalidad variable rojo fue en aumento y  $b^*$  con la incorporación de harina de garbanzo no presentó una variación de impacto siendo muy constante. En la parte inferior e interior de las mantecadas elaboradas se presentaron resultados muy semejantes la  $L^*$  fue disminuyendo sus estadísticas,  $a^*$  causó cambios notorios ya que sus rangos fueron en aumento para las 5 formulaciones empleadas y  $b^*$  aportando tonalidades amarillezas fueron en descenso a partir del incremento de harina de garbanzo en su contenido por lo cual se establece que los aspectos físicos en cuestión del color no se ven afectados.

Los resultados anteriormente mencionados nos describen la obtención de un pan color café – marrón en sus superficies y amarillento en su interior, los autores López Curi y Palma Rosas(2020) en un análisis realizado proporcionan que la harina de garbanzo muestra en su valor  $b^*$  (24.390) obteniendo así un tono marrón amarillento, en el valor  $a^*$  (-2.487) siendo un tono ligero al color amarillo verdoso y  $L^*$  representa un valor demasiado elevado (96.917) lo que indica un tono amarillo, en dicho análisis evaluaron el ángulo de tonalidad ( $h^\circ$ ) donde se obtuvo un valor de 83.178 lo cual corresponde al cuadrante de las coordenadas de color obteniendo como resultado un color marrón amarillento rojizo (Lopez Curi & Palma Rosas , 2020), lo cual explica que al obtener una harina de leguminosa amarillenta las mantecadas tendrán una tonalidad semejante a la de una mantecada natural.



**Tabla 3.- Comparación de parámetros de colorimetría de las mantecadas.**

MUESTRA	L*	a*	b*
NAT	52.82 ± 4.16 <sup>a</sup>	8.25 ± 1.58 <sup>a</sup>	30.14 ± 2.28 <sup>a</sup>
5%	50.76 ± 2.52 <sup>a</sup>	9.32 ± 1.15 <sup>ab</sup>	28.93 ± 1.30 <sup>b</sup>
10%	50.64 ± 1.98 <sup>a</sup>	8.93 ± 0.98 <sup>b</sup>	29.22 ± 1.31 <sup>b</sup>
20%	45.91 ± 1.51 <sup>a</sup>	11.01 ± 1.92 <sup>b</sup>	28.07 ± 1.57 <sup>b</sup>
30%	44.58 ± 2.62 <sup>a</sup>	7.64 ± 0.45 <sup>b</sup>	25.52 ± 1.57 <sup>b</sup>

En la tabla 3, se describe la comparación estadística de cada uno de los parámetros que constituyen al análisis de colorimetría, donde se obtuvo como resultado que no hay una variación de gran impacto y que genere un cambio notorio en las propiedades de color de las mantecadas con adición de harina de garbanzo, esto al realizar el análisis de variación de medias mediante el test de Fisher con un grado de confiabilidad de un 95%, esto quiere decir en cuanto a la adición de harina de garbanzo no interfiere con el aspecto de una mantecada normal.



## Textura

Se llevó a cabo un análisis de textura a cada una de las muestras de productos de panificación con determinados porcentajes de sustitución de harina de garbanzo, cada análisis se conformó de dos ciclos, siendo así que el cilindro que ejerce la fuerza para la lectura de los resultados realizó su función dos veces.

El perfil de textura es un análisis que contempla todas las características que describen a un producto en relación a su textura, a continuación se describen los resultados obtenidos de dicho análisis.

**Tabla 4.- Promedio y desviación estándar de las 5 muestras analizadas.**

Parámetro	Ciclo	Natural	5%	10%	20%	30%
<b>Ciclo de dureza</b>	1	1283±134.8	1371±4.60	978.8 ± 71.90	2233±274.6	2223±1409
	2	998.5±90.7	1074±20.60	799.7 ± 63.50	1883±289.1	1741±1039
<b>Ciclo de trabajo de dureza</b>	1	157.6±4.70	165.6±0.20	125.0 ± 19.96	196.4±23.5	118.9±45.19
	2	67.07±4.72	56.57±3.61	45.13 ± 5.80	77.85±6.95	49.89±20.99
<b>Deformación recuperable</b>	1	9.01±0.54	6.97±1.47	6.16 ± 0.31	7.11±0.54	5.10±0.74
	2	24.20±0.43	21.99±0.14	21.57 ± 0.55	23.78±2.16	21.99±1.60
<b>Fuerza adhesiva</b>	1	163.7±42.2	112.3±6.10	122.6 ± 20.30	157.5±25.2	89.60±19.10
<b>Adhesividad</b>	1	9.60±4.17	6.85±0.61	9.18 ± 1.57	9.28±2.34	7.49±2.10
<b>Fracturabilidad</b>	1	1283±134.8	1371±4.60	978.8 ± 71.90	2233±274.6	2223±1409
<b>Cohesividad</b>	1	0.42±0.02	0.35±0.02	0.36 ± 0.04	0.40±0.02	0.41±0.03
<b>Elasticidad</b>	1	19.15±0.80	16.08±0.56	17.38 ± 0.88	16.70±2.13	14.74±1.30
<b>Gomosidad</b>	1	546.5±79.5	468.1±28.8	354.9 ± 32.40	885.5±83.3	940.1±617.9
<b>Masticabilidad</b>	1	102.9±19.2	73.90±7.10	60.66 ± 8.28	145.1±22.8	137.2±90.98



En la tabla 3 observamos los parámetros TPA obtenidos del análisis donde se reflejan los resultados que la dureza de los panificados de un estado natural en comparación del primer ciclo y el segundo en este último la dureza baja sus niveles y en los panificados con mayor concentración de harina de leguminosa siendo estos 20 y 30% en un primer ciclo sus niveles aumentan a casi el doble de los resultados previos, así mismo en el segundo ciclo bajo uniformemente, la deformación recuperable de las muestras, nos señalan que a un 30% de sustitución los panificados bajan los estándares ocasionando que su deformación sea mayor.

Los autores Kohajdová, (2011) en una comparación de propiedades funcionales entre la harina de trigo y garbanzo obtuvieron como resultado que la harina de garbanzo es superior en WHC con  $5\text{gH}_2\text{O/g}$  de harina y en base a este resultado estipularon que dicha harina permite adicionar un mayor contenido de agua en el cuerpo de un producto, siendo esta un factor de suma importancia ya que al presentar mayor cantidad de harina en el concentrado de una mantecada la actividad de agua es más alta y podría ser la causante de que a mayor sustitución de harina de garbanzo el panificado perderá firmeza en su estructura.

La adhesividad que contiene una mantecada en estado natural a comparación de uno con 30% de sustitución sus niveles son mayores, la fracturabilidad es una propiedad con mayor relevancia en productos de panificación siendo que en una muestra con mayor porcentaje de sustitución su fracturabilidad aumenta casi el doble a lo obtenido en una muestra natural, siendo el causante de que las muestras con 30% no sean fáciles de manipular ya que se obtiene un desmoronamiento de los panes.

Los panificados con 30% destacan por sus altos niveles de gomosidad, la elasticidad bajo sus niveles, y la masticabilidad en comparación del estado base aumento notoriamente, en base a los resultados obtenidos, podemos hacer la comparación y los porcentajes de sustitución más aceptables y no mostrando alteraciones muy superiores a el estado base o natural de un panificado son las muestras con 10% y 20%.



**Tabla 5.- Comparación de parámetros correspondientes al análisis TPA de mantecadas.**

Muestra	Fuerza Adhesiva	Adhesividad	Fracturabilidad	Cohesividad	Elasticidad	Gomosidad	Masticabilidad
control	133.8 <sup>a</sup>	6.65 <sup>a</sup>	1187.2 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	18.59 <sup>a</sup>	490.3 <sup>a</sup>	89.36 <sup>a</sup>
control	193.5 <sup>a</sup>	12.55 <sup>a</sup>	1377.9 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	19.71 <sup>a</sup>	602.7 <sup>a</sup>	116.53 <sup>a</sup>
5%	108 <sup>ab</sup>	7.28 <sup>a</sup>	1367.4 <sup>a</sup>	0.36 <sup>c</sup>	16.47 <sup>ab</sup>	488.5 <sup>a</sup>	78.92 <sup>a</sup>
5%	116.6 <sup>ab</sup>	6.42 <sup>a</sup>	1373.9 <sup>a</sup>	0.33 <sup>c</sup>	15.69 <sup>ab</sup>	447.8 <sup>a</sup>	68.88 <sup>a</sup>
10%	99.2 <sup>ab</sup>	8.35 <sup>a</sup>	957.7 <sup>a</sup>	0.33 <sup>bc</sup>	16.38 <sup>a</sup>	318.1 <sup>a</sup>	51.1 <sup>a</sup>
10%	134.8 <sup>ab</sup>	8.19 <sup>a</sup>	1058.9 <sup>a</sup>	0.36 <sup>bc</sup>	17.68 <sup>a</sup>	379.2 <sup>a</sup>	65.73 <sup>a</sup>
10%	133.8 <sup>ab</sup>	10.99 <sup>a</sup>	919.9 <sup>a</sup>	0.4 <sup>bc</sup>	18.07 <sup>a</sup>	367.5 <sup>a</sup>	65.14 <sup>a</sup>
20%	185 <sup>a</sup>	11.84 <sup>a</sup>	2087.6 <sup>a</sup>	0.4 <sup>abc</sup>	18.7 <sup>ab</sup>	831.9 <sup>a</sup>	152.52 <sup>a</sup>
20%	152 <sup>a</sup>	11.84 <sup>a</sup>	2061.9 <sup>a</sup>	0.41 <sup>abc</sup>	14.45 <sup>ab</sup>	843.1 <sup>a</sup>	119.48 <sup>a</sup>
20%	135.6 <sup>a</sup>	8.73 <sup>a</sup>	2549.8 <sup>a</sup>	0.38 <sup>abc</sup>	16.97 <sup>ab</sup>	981.4 <sup>a</sup>	163.32 <sup>a</sup>
30%	64.3 <sup>b</sup>	5.91 <sup>a</sup>	1372.7 <sup>a</sup>	0.4 <sup>ab</sup>	16.27 <sup>b</sup>	544.9 <sup>a</sup>	86.94 <sup>a</sup>
30%	92.4 <sup>b</sup>	5.49 <sup>a</sup>	794.3 <sup>a</sup>	0.38 <sup>ab</sup>	13.2 <sup>b</sup>	303.2 <sup>a</sup>	39.26 <sup>a</sup>
30%	110.6 <sup>b</sup>	8.88 <sup>a</sup>	3906.9 <sup>a</sup>	0.41 <sup>ab</sup>	15.19 <sup>b</sup>	1615.6 <sup>a</sup>	240.62 <sup>a</sup>
30%	91.1 <sup>b</sup>	9.69 <sup>a</sup>	2816.9 <sup>a</sup>	0.46 <sup>ab</sup>	14.32 <sup>b</sup>	1296.8 <sup>a</sup>	182.12 <sup>a</sup>

**Tabla 6.- Comparación estadística de las propiedades del análisis TPA que emplearon dos ciclos.**

Muestra	Ciclo De Dureza 1	Ciclo De Trabajo Dureza 1	Deformación De Recuperable 1	Ciclo De Dureza 2	Ciclo De Trabajo De Dureza 2	Deformación Recuperable 2
control	1187.2 <sup>a</sup>	154.3 <sup>ab</sup>	9.4 <sup>a</sup>	934.4 <sup>a</sup>	63.73 <sup>ab</sup>	24.5 <sup>a</sup>
control	1377.9 <sup>a</sup>	160.95 <sup>ab</sup>	8.63 <sup>a</sup>	1062.7 <sup>a</sup>	70.4 <sup>ab</sup>	23.9 <sup>a</sup>
5%	1367.4 <sup>a</sup>	165.48 <sup>ab</sup>	8.01 <sup>b</sup>	1088.2 <sup>a</sup>	59.12 <sup>ab</sup>	22.09 <sup>a</sup>
5%	1373.9 <sup>a</sup>	165.76 <sup>ab</sup>	5.93 <sup>b</sup>	1059.1 <sup>a</sup>	54.02 <sup>ab</sup>	21.89 <sup>a</sup>
10%	957.7 <sup>a</sup>	125.54 <sup>b</sup>	6.33 <sup>bc</sup>	794.9 <sup>a</sup>	41.7 <sup>b</sup>	21.6 <sup>a</sup>
10%	1058.9 <sup>a</sup>	144.69 <sup>b</sup>	5.8 <sup>bc</sup>	865.4 <sup>a</sup>	51.82 <sup>b</sup>	21 <sup>a</sup>
10%	919.9 <sup>a</sup>	104.78 <sup>b</sup>	6.35 <sup>bc</sup>	738.7 <sup>a</sup>	41.86 <sup>b</sup>	22.1 <sup>a</sup>
20%	2087.6 <sup>a</sup>	194.32 <sup>a</sup>	7.53 <sup>b</sup>	1716.7 <sup>a</sup>	77.44 <sup>a</sup>	24.99 <sup>a</sup>
20%	2061.9 <sup>a</sup>	173.91 <sup>a</sup>	7.29 <sup>b</sup>	1715.1 <sup>a</sup>	71.11 <sup>a</sup>	21.28 <sup>a</sup>
20%	2549.8 <sup>a</sup>	220.82 <sup>a</sup>	6.5 <sup>b</sup>	2216.6 <sup>a</sup>	84.99 <sup>a</sup>	25.07 <sup>a</sup>
30%	1372.7 <sup>a</sup>	103.75 <sup>b</sup>	5.56 <sup>c</sup>	1179.5 <sup>a</sup>	41.19 <sup>b</sup>	21.1 <sup>a</sup>
3%	794.3 <sup>a</sup>	63.97 <sup>b</sup>	5.46 <sup>c</sup>	604.8 <sup>a</sup>	24.42 <sup>b</sup>	20.21 <sup>a</sup>
30%	3906.9 <sup>a</sup>	168.36 <sup>b</sup>	3.99 <sup>c</sup>	2899.9 <sup>a</sup>	69.62 <sup>b</sup>	23.66 <sup>a</sup>
30%	2816.9 <sup>a</sup>	139.72 <sup>b</sup>	5.4 <sup>c</sup>	2281.4 <sup>a</sup>	64.32 <sup>b</sup>	22.97 <sup>a</sup>



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
DE ÁLAMO TEMAPACHE**



En las tablas 5, se describen estadísticamente los resultados obtenidos a través del test Fisher con una confiabilidad del 95 % donde se interpreta que hay una influencia mínima de la harina de garbanzo en las propiedades texturales de las mantecadas, enseguida en la tabla 6, se describe la comparación de las propiedades que requirieron dos ciclos de ejecución de análisis, donde se observó la presencia de una influencia notoria fue únicamente en la propiedad “deformación recuperable” del segundo ciclo, ya que las medias no comparten la misma letra a medida que el porcentaje de harina va en aumento y esto corrobora que son significativamente diferentes.



## CAPITULO VI. CONCLUSIONES.

Las nuevas tendencias de alimentación han incorporado en el mercado productos innovadores pero con fines benéficos para la salud, los productos de panificación con harina de garbanzo son un alimento prometedor, de acuerdo a los análisis realizados se obtuvo como resultado que la harina de garbanzo es un ingrediente aceptable en la integración de productos de panificación dando un resultado aceptable en cuestión de colorimetría la comparación de una muestra natural y una de mayor concentración en este caso 30% no produce un cambio notorio en los panes siendo una propiedad de suma importancia, el análisis de perfil de textura tiene una extensa delimitación de propiedades, en dicho análisis solo empleamos diez propiedades de las cuales dieron como resultado que las muestras con mayor integración de harina de garbanzo sus propiedades causan un desnivel y deformación de su estructura.

En productos con un 10% de sustitución no presenta cambio en color, sabor y olor, su textura es aceptable y se encuentra en el margen de un producto natural, productos con 20% son considerados los más aceptables por los consumidores, la variación en su colorimetría aumento su tonalidad pero no obscureció la muestra, el sabor fue aceptable y la textura fue suave y su estructura firme, en el caso de los productos con 30% de sustitución se observó que las propiedades perdieron valor, su colorimetría bajo en cuestión a tonalidad, el sabor era aceptable, la firmeza perdió valor ya que las muestras procedían a desmoronarse y de es



modo ya no era un producto aceptable, dichos resultados arrojaron que la sustitución del 20% de harina de garbanzo en productos de panificación comercial en este caso mantecadas es la más aceptable.

## Anexos

### Anexo 1.- Hidratación y pelado del garbanzo.



### Anexo 2.- Trituración y preparación de la leguminosa para secado.





**Anexo 3.- Secado del garbanzo.**



**Anexo 4.- Molienda y obtención de harina.**



**Anexo 5.- Extracción de proteína.**





**Anexo 6.- Elaboración de panes con harina de garbanzo.**





**Anexo 7.- Análisis de colorimetría y perfil de textura.**





**Anexo 8.- Tablas de resultados de colorimetría.**

MUESTRA		SUPERFICIE	INTERIOR	INFERIOR
NATURAL				
1	L*	42.31	56.09	46.55
	A*	11.04	5.53	12.42
	B*	23.77	29.05	29.81
2	L*	48.78	61.26	52.96
	A*	8.10	5.74	11.25
	B*	28.39	32.14	34.16
3	L*	47.02	62.27	58.19
	A*	7.05	5.70	7.48
	B*	27.21	32.62	34.16
5%				
1	L*	44.57	54.37	56.29
	A*	8.77	5.64	10.25
	B*	24.99	27.03	34.64
2	L*	44.13	57.43	48.72
	A*	9.60	6.14	14.64
	B*	25.60	29.17	32.89
3	L*	40.79	55.95	54.62
	A*	10.72	5.62	12.53
	B*	22.74	27.81	35.50



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
DE ÁLAMO TEMAPACHE



MUESTRA	SUPERFICIE		INTERIOR	INFERIOR
<b>10%</b>				
1	L*	43.67	52.17	53.69
	A*	9.49	5.67	10.74
	B*	24.53	26.69	34.42
2	L*	42.89	60.21	51.53
	A*	9.96	6.61	13.35
	B*	24.53	31.49	34.56
3	L*	44.35	55.46	51.83
	A*	8.37	5.81	10.37
	B*	25.39	28.73	32.67
<b>20%</b>				
1	L*	49.05	45.22	
	A*	8.66	11.77	
	B*	29.17	28.27	
2	L*	47.36	43.59	
	A*	8.78	18.38	
	B*	26.92	30.98	
3	L*	44.21	46.07	
	A*	7.71	10.77	
	B*	24.38	28.72	



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
DE ÁLAMO TEMAPACHE



MUESTRA		SUPERFICIE	INFERIOR
<b>30%</b>			
1	L*	39.59	43.58
	A*	6.60	7.96
	B*	22.24	25.62
2	L*	42.17	46.24
	A*	7.33	7.56
	B*	23.91	26.15
3	L*	45.10	50.85
	A*	8.21	8.19
	B*	25.67	29.58



**Anexo.-9 Desviación Estándar, promedio y coeficiente de variación de cada parámetro de colorimetría, de cada muestra de los porcentajes correspondientes.**

La desviación estándar se trata de una medida de extensión o variabilidad dentro de la estadística descriptiva, la cual es empleada para calcular la variación en la que los puntos de datos individuales difieren de la media.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

**Muestras NATURAL**

**Parte Superior**

(NATURAL,L*)		
X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
42.31	-3.72666667	13.8880444
48.78	2.74333333	7.52587778
47.02	0.98333333	0.96694444

s= 3.34521051

x̄= 46.0366667

cv = 7.2561



(NATURAL, a*)		
X	$X - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
11.04	2.31	5.3361
8.1	-0.63	0.3969
7.05	-1.68	2.8224

$$s = 2.06826014$$

$$\bar{x} = 8.73$$

$$cv = 23.69$$

(NATURAL, b*)		
X	$X - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
23.77	-2.68666667	7.21817778
28.39	1.93333333	3.73777778
27.21	0.75333333	0.56751111

$$s = 2.40036108$$

$$\bar{x} = 26.4566667$$

$$cv = 9.07$$



**Parte interior**

<b>(Natural L*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>56.09</b>	-3.78333333	14.3136111
<b>61.26</b>	1.38666667	1.92284444
<b>62.27</b>	2.39666667	5.74401111

$s = 3.31515208$

$\bar{x} = 59.87333333$

$cv = 5.53$

<b>(NATURAL,a*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>5.53</b>	-0.12666667	0.01604444
<b>5.74</b>	0.08333333	0.00694444
<b>5.7</b>	0.04333333	0.00187778

$s = 0.11150486$

$\bar{x} = 5.65666667$

$cv = 1.96$

<b>(NATURAL,b*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>29.05</b>	-2.22	4.9284
<b>32.14</b>	0.87	0.7569
<b>32.62</b>	1.35	1.8225

$s = 1.93749839$

$\bar{x} = 31.27$

$cv = 6.17$



**Parte inferior**

---

(NATURAL,L\*)

X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
46.55	-6.01666667	36.2002778
52.96	0.39333333	0.15471111
58.19	5.62333333	31.6218778

$s = 5.82995998$

$\bar{x} = 52.5666667$

$cv = 11.07$

---

(NATURAL,a\*)

X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
12.42	2.03666667	4.14801111
11.25	0.86666667	0.75111111
7.48	-2.90333333	8.42934444

$s = 2.58151764$

$\bar{x} = 10.3833333$

$cv = 24.85$

---

(NATURAL,b\*)

X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
29.81	-2.9	8.41
34.16	1.45	2.1025
34.16	1.45	2.1025

$s = 2.51147367$

$\bar{x} = 32.71$

$cv = 7.67$



**Muestras con 5% de sustitución.**

**Parte Superior**

(5%,L*)		
X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
<b>44.57</b>	1.40666667	1.978711111
<b>44.13</b>	0.96666667	0.934444444
<b>40.79</b>	-2.37333333	5.632711111

$s = 2.06710748$

$\bar{x} = 43.16333333$

$cv = 4.78$

(5%,a*)		
X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
<b>8.77</b>	-0.92666666	0.858711111
<b>9.6</b>	-0.09666666	0.009344444
<b>10.72</b>	1.02333333	1.047211111

$s = 0.978587417$

$\bar{x} = 9.696666667$

$cv = 10.08$

(5%,b*)		
X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
<b>24.99</b>	0.54666667	0.298844444
<b>25.6</b>	1.15666667	1.337877778
<b>22.74</b>	-1.70333333	2.901344444

$s = 1.50633108$

$\bar{x} = 24.44333333$

$cv = 6.16$



**Parte Interna**

(5%,L*)		
X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
54.37	-1.54666667	2.39217778
57.43	1.51333333	2.29017778
55.95	0.03333333	0.00111111

$s = 1.53027231$

$\bar{x} = 55.9166667$

$cv = 2.73$

(5%,a*)		
X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
5.64	-0.16	0.0256
6.14	0.34	0.1156
5.62	-0.18	0.0324

$s = 0.2946184$

$\bar{x} = 5.8$

$cv = 5.06$

(5%,b*)		
X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
27.03	-0.97333333	0.94737778
29.17	1.16666667	1.36111111
27.81	-0.19333333	0.03737778

$s = 1.08302047$

$\bar{x} = 28.0033333$

$cv = 3.86$



**Parte Inferior**

(5%,L*)		
X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
56.29	3.08	9.4864
48.72	-4.49	20.1601
54.62	1.41	1.9881

$s = 3.97709693$

$\bar{x} = 53.21$

$cv = 7.47$

(5%,a*)		
X	X-x̄	(X - x̄)
10.25	-2.22333333	4.94321111
14.64	2.16666667	4.69444444
12.53	0.05666667	0.00321111

$s = 2.19554853$

$\bar{x} = 12.47333333$

$cv = 17.59$

(5%,b*)		
X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
34.64	0.29666667	0.08801111
32.89	-1.45333333	2.11217778
35.5	1.15666667	1.33787778

$s = 1.33005012$

$\bar{x} = 34.34333333$

$cv = 3.87$



**Muestras con 10% de sustitución.**

**Parte Superior**

(10%,L*)		
X	$X-\bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$
43.67	0.03333333	0.00111111
42.89	-0.74666667	0.55751111
44.35	0.71333333	0.50884444

$s = 0.73057055$

$\bar{x} = 43.6366667$

$cv = 1.67$

(10%,a*)		
X	$X-\bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$
9.49	0.21666667	0.04694444
9.96	0.68666667	0.47151111
8.37	-0.90333333	0.81601111

$s = 0.81684352$

$\bar{x} = 9.27333333$

$cv = 8.79$

(10%,b*)		
X	$X-\bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$
24.53	-0.28666667	0.08217778
24.53	-0.28666667	0.08217778
25.39	0.57333333	0.32871111

$s = 0.49652123$

$\bar{x} = 24.8166667$

$cv = 1.99$



**Parte Interior**

<b>(10%,L*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>52.17</b>	-3.77666667	14.2632111
<b>60.21</b>	4.26333333	18.1760111
<b>55.46</b>	-0.48666667	0.23684444

$s = 4.04203332$

$\bar{x} = 55.9466667$

$cv = 7.22$

<b>(10%,a*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>5.67</b>	-0.36	0.1296
<b>6.61</b>	0.58	0.3364
<b>5.81</b>	-0.22	0.0484

$s = 0.50714889$

$\bar{x} = 6.03$

$cv = 8.40$

<b>(10%,b*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>26.69</b>	-2.28	5.1984
<b>31.49</b>	2.52	6.3504
<b>28.73</b>	-0.24	0.0576

$s = 2.40898319$

$\bar{x} = 28.97$

$cv = 8.31$



**Parte Inferior**

<b>(10%,L*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>53.69</b>	1.34	1.7956
<b>51.53</b>	-0.82	0.6724
<b>51.83</b>	-0.52	0.2704

$$s = 1.1701282$$

$$\bar{x} = 52.35$$

$$cv = 2.23$$

<b>(10%,a*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>10.74</b>	-0.74666667	0.55751111
<b>13.35</b>	1.86333333	3.47201111
<b>10.37</b>	-1.11666667	1.24694444

$$s = 1.62426394$$

$$\bar{x} = 11.48666667$$

$$cv = 14.13$$

<b>(10%,b*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>34.42</b>	0.53666667	0.28801111
<b>34.56</b>	0.67666667	0.45787778
<b>32.67</b>	-1.21333333	1.47217778

$$s = 1.05310652$$

$$\bar{x} = 33.88333333$$

$$cv = 3.10$$



**Muestras con 20% de sustitución.**

**Parte Superior**

<b>(20%,L*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)<sup>2</sup></b>
<b>49.05</b>	2.17666667	4.73787778
<b>47.36</b>	0.48666667	0.23684444
<b>44.21</b>	-2.66333333	7.09334444

$$s = 2.0056642$$

$$\bar{x} = 46.8733333$$

$$cv = 4.27$$

<b>(20%,a*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)<sup>2</sup></b>
<b>8.66</b>	0.27666667	0.07654444
<b>8.78</b>	0.39666667	0.15734444
<b>7.71</b>	-0.67333333	0.45337778

$$s = 0.47863231$$

$$\bar{x} = 8.38333333$$

$$cv = 5.70$$

<b>MUESTRA #1 (20%,b*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)<sup>2</sup></b>
<b>29.17</b>	2.34666667	5.50684444
<b>26.92</b>	0.09666667	0.00934444
<b>24.38</b>	-2.44333333	5.96987778

$$s = 1.95670358$$

$$\bar{x} = 26.8233333$$

$$cv = 7.29$$



**Parte Inferior**

<b>(20%,L*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>45.22</b>	0.26	0.0676
<b>43.59</b>	-1.37	1.8769
<b>46.07</b>	1.11	1.2321

$s = 1.02901247$

$\bar{x} = 44.96$

$cv = 2.28$

<b>(20%,a*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>11.77</b>	-1.87	3.4969
<b>18.38</b>	4.74	22.4676
<b>10.77</b>	-2.87	8.2369

$s = 3.37645771$

$\bar{x} = 13.64$

$cv = 24.75$

<b>(20%,b*)</b>		
<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>28.27</b>	-1.05333333	1.10951111
<b>30.98</b>	1.65666667	2.74454444
<b>28.72</b>	-0.60333333	0.36401111

$s = 1.18575808$

$\bar{x} = 29.3233333$

$cv = 4.04$



**Muestras con 30% de sustitución.**

**Parte Superior**

---

**(30%,L\*)**

---

X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
39.59	-2.69666667	7.27201111
42.17	-0.11666667	0.01361111
45.1	2.81333333	7.91484444

---

$s = 2.25096029$

$\bar{x} = 42.28666667$

$cv = 5.32$

---

**(30%,a\*)**

---

X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
6.6	-0.78	0.6084
7.33	-0.05	0.0025
8.21	0.83	0.6889

---

$s = 0.65822995$

$\bar{x} = 7.38$

$cv = 8.91$

---

**(30%,b\*)**

---

X	X-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
22.24	-1.7	2.89
23.91	-0.03	0.0009
25.67	1.73	2.9929

---

$s = 1.40045231$

$\bar{x} = 23.94$

$cv = 5.84$



**Parte Inferior**

---

**(30%,L\*)**

---

<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>43.58</b>	-3.31	10.9561
<b>46.24</b>	-0.65	0.4225
<b>50.85</b>	3.96	15.6816

---

$s = 3.00334258$

$\bar{x} = 46.89$

$cv = 6.40$

---

**(30%,a\*)**

---

<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>7.96</b>	0.05666667	0.00321111
<b>7.56</b>	-0.34333333	0.11787778
<b>8.19</b>	0.28666667	0.08217778

---

$s = 0.26029897$

$\bar{x} = 7.90333333$

$cv = 3.28$

---

**(30%,b\*)**

---

<b>X</b>	<b>X-x̄</b>	<b>(x-x̄)^2</b>
<b>25.62</b>	-1.49666667	2.24001111
<b>26.15</b>	-0.96666667	0.93444444
<b>29.58</b>	2.46333333	6.06801111

---

$s = 1.75522711$

$\bar{x} = 27.1166667$

$cv = 6.47$



### 7.10.- Anexo 10. Parámetros TPA de las 5 muestras de panificación.

Tabla 7.- Muestras en estado Natural.

Parámetro	Ciclo	Natural 2	Natural 3	Promedio
Ciclo de dureza	1	1187.20 g	154.30 mJ	1283 ± 134.8
	2	934.40 g	63.73 mJ	998.5 ± 90.70
Ciclo de trabajo de dureza	1	154.30 mJ	160.95 mJ	157.6 ± 4.70
	2	63.73 mJ	70.40 mJ	67.07 ± 4.72
Deformación recuperable	1	9.40 mm	8.63 mm	9.01 ± 0.54
	2	24.50 mm	23.90 mm	24.20 ± 0.43
Fuerza adhesiva	1	133.80 g	193.50 g	163.7 ± 42.20
Adhesividad	1	6.65 mJ	12.55 mJ	9.60 ± 4.17
Fracturabilidad	1	1187.20 g	1377.90 g	1283 ± 134.8
Cohesividad	1	0.41	0.44	0.42 ± 0.02
Elasticidad	1	18.59 mm	19.71 mm	19.15 ± 0.80
Gomosidad	1	490.30 g	602.70 g	546.5 ± 79.50
Masticabilidad	1	89.36 mJ	116.53 mJ	102.9 ± 19.21



**Tabla 8.- Muestras con 5% de sustitución.**

Parámetro	Ciclo	Muestra 1 (5%)	Muestra 3 (5%)	Promedio
Ciclo de dureza	1	1367.40 g	1373.90 g	$1371 \pm 4.60$
	2	1088.20 g	1059.10 g	$1074 \pm 20.60$
Ciclo de trabajo de dureza	1	165.48 mJ	165.76 mJ	$165.6 \pm 0.20$
	2	59.12 mJ	54.02 mJ	$56.57 \pm 3.61$
Deformación recuperable	1	8.01 mm	5.93 mm	$6.97 \pm 1.47$
	2	22.09 mm	21.89 mm	$21.99 \pm 0.14$
Fuerza adhesiva	1	108.00 g	116.60 g	$112.3 \pm 6.10$
Adhesividad	1	7.28 mJ	6.42 mJ	$6.85 \pm 0.61$
Fracturabilidad	1	1367.40 g	1373.90 g	$1371 \pm 4.60$
Cohesividad	1	0.36	0.33	$0.35 \pm 0.02$
Elasticidad	1	16.47 mm	15.69 mm	$16.08 \pm 0.56$
Gomosidad	1	488.50 g	447.80 g	$468.1 \pm 28.80$
Masticabilidad	1	78.92 mJ	68.88 mJ	$73.90 \pm 7.10$



**Tabla 9.- Muestras con 10% de sustitución.**

Parámetro	Ciclo	Muestra 1 (10%)	Muestra 2 (10%)	Muestra 3 (10%)	Promedio
Ciclo de dureza	1	957.70 g	1058.90 g	919.90 g	$978.8 \pm 71.90$
	2	794.90 g	865.40 g	738.70 g	$799.7 \pm 63.50$
Ciclo de trabajo de dureza	1	125.54 mJ	144.69 mJ	104.78 mJ	$125.0 \pm 19.96$
	2	41.70 mJ	51.82 mJ	41.86 mJ	$45.13 \pm 5.80$
Deformación recuperable	1	6.33 mm	5.80 mm	6.35 mm	$6.16 \pm 0.31$
	2	21.60 mm	21.00 mm	22.10 mm	$21.57 \pm 0.55$
Fuerza adhesiva	1	99.20 g	134.80 g	133.80 g	$122.6 \pm 20.30$
Adhesividad	1	8.35 mJ	8.19 mJ	10.99 mJ	$9.18 \pm 1.57$
Fracturabilidad	1	957.70 g	1058.90 g	919.90 g	$978.8 \pm 71.90$
Cohesividad	1	0.33	0.36	0.40	$0.36 \pm 0.04$
Elasticidad	1	16.38 mm	17.68 mm	18.07 mm	$17.38 \pm 0.88$
Gomosidad	1	318.10 g	379.20 g	367.50 g	$354.9 \pm 32.40$
Masticabilidad	1	51.10 mJ	65.73 mJ	65.14 mJ	$60.66 \pm 8.28$



**Tabla 10.- Muestras con 20% de sustitución.**

Parámetro	Ciclo	Muestra 1 (20%)	Muestra 2 (20%)	Muestra 3 (20%)	Promedio
Ciclo de dureza	1	2087.60 g	2061.90 g	2549.80 g	2233 ± 274.6
	2	1716.70 g	1715.10 g	2216.60 g	1883 ± 289.1
Ciclo de trabajo de dureza	1	194.32 mJ	173.91 mJ	220.82 mJ	196.4 ± 23.52
	2	77.44 mJ	71.11 mJ	84.99 mJ	77.85 ± 6.95
Deformación recuperable	1	7.53 mm	7.29 mm	6.50 mm	7.11 ± 0.54
	2	24.99 mm	21.28 mm	25.07 mm	23.78 ± 2.16
Fuerza adhesiva	1	185.00 g	152.00 g	135.60 g	157.5 ± 25.20
Adhesividad	1	11.84 mJ	11.84 mJ	8.73 mJ	9.28 ± 2.34
Fracturabilidad	1	2087.60 g	2061.90 g	2549.80 g	2233 ± 274.6
Cohesividad	1	0.40	0.41	0.38	0.40 ± 0.02
Elasticidad	1	18.70 mm	14.45 mm	16.97 mm	16.70 ± 2.13
Gomosidad	1	831.90 g	843.10 g	981.40 g	885.5 ± 83.30
Masticabilidad	1	152.52 mJ	119.48 mJ	163.32 mJ	145.1 ± 22.84



**Tabla 11.- Muestras con 30% de sustitución.**

Parámetro	Ciclo	Muestra 1 (30%)	Muestra 2 (30%)	Muestra 3 (30%)	Muestra 4 (30%)	Promedio
Ciclo de dureza	1	1372.70 g	794.30 g	3906.90 g	2816.90 g	2223 ± 1409
	2	1179.50 g	604.80 g	2899.90 g	2281.40 g	1741 ± 1039
Ciclo de trabajo de dureza	1	103.75 mJ	63.97 mJ	168.36 mJ	139.72 mJ	118.9 ± 45.19
	2	41.19 mJ	24.42 mJ	69.62 mJ	64.32 mJ	49.89 ± 20.99
Deformación recuperable	1	5.56 mm	5.46 mm	3.99 mm	5.40 mm	5.10 ± 0.74
	2	21.10 mm	20.21 mm	23.66 mm	22.97 mm	21.99 ± 1.60
Fuerza adhesiva	1	64.30 g	92.40 g	110.60 g	91.10 g	89.60 ± 19.10
Adhesividad	1	5.91 mJ	5.49 mJ	8.88 mJ	9.69 mJ	7.49 ± 2.10
Fracturabilidad	1	1372.70 g	794.30 g	3906.90 g	2816.90 g	2223 ± 1409
Cohesividad	1	0.40	0.38	0.41	0.46	0.41 ± 0.03
Elasticidad	1	16.27 mm	13.20 mm	15.19 mm	14.32 mm	14.74 ± 1.30
Gomosidad	1	544.90 g	303.20g	1615.60 g	1296.80 g	940.1 ± 617.9
Masticabilidad	1	86.94 mJ	39.26 mJ	240.62 mJ	182.12 mJ	137.2 ± 90.98



## Bibliografía

- Abo Sabbah, S. (2014). El garbanzo: rico en fibra, calcio, hierro y bajo en sodio. *Lima: RPP Noticias*.
- Acosta, M. B. (17 de FEBRERO de 2021). *ECOLOGIA VERDE* . Recuperado el DICIEMBRE de 2023, de ECOLOGIA VERDE : <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-leguminosas-2705.html>
- Aguilera, Y. B. (2011). Influence of dehydration process in Castellano chickpea: changes in bioactive carbohydrates and functional properties. *Plant Foods Human Nutrition*, 391–400.
- Aguliar-Raymunod, V. &.-R. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). . *Carbohidratos*, 27-30.
- Alicia Alvírez-Morales, B. E.-M.-S. (2002). *RESPYN*, VOL.3.
- Alicia Alvírez-Morales, B. E.-M.-S. (2002). TENDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS: ALIMENTOS FUNCIONALES . *Salud Pública y Nutrición*.
- Alonso, B., Rovir, R., Vegas, C., & Pedrosa, M. (2010). Papel de las leguminas en la limentacion actual. *Actividad dietetica*, 72-76.
- Alvírez-Morales, A., & González-Ma, B. (julio-septiembre de 2002). *RESPYN Revista Salud Publica y Nutricion*. Recuperado el diciembre de 2023, de RESPYN Revista Salud Publica y Nutricion: ALIMENTOSFUNCIONALESYSALUDABLES(scielo.cl)
- Amendola, J. &. (2003). Understanding Baking: The Art and Science of Baking. *New Jersey, USA: Jhon Wiley & Sons, Inc.*
- Armendariz, J. (2013). *gastronomia y nutrición*.
- Apró N, R. J. (2004). Desarrollo de harinas compuestas precocidas por extrusión y su aplicación en planes alimentarios. *INTI-Cereales y Oleaginosas*.
- Badui, & Prieto. (2015). cupcakes.
- C., A. (2011). CADENA DE LAS LEGUMBRES (Garbanzo, arveja y lenteja). *Agencia de Extensión Rural INTA Totoras*.
- C , B., Aleman , Alvarez , R., & Moreno Alvarez , M. (2004). Evaluación de algunas propiedades funcionales y reológicas de harinas de coroba. *facultad de agronomia, caracas*.
- Chibbar, R. . (s.f.).
- Chibbar, R. . (2010). Diversidad molecular en el almidón de semillas de legumbres y carbohidratos complejos y su papel en la nutrición y la salud humana. *Química de cereales*, 342 – 352.



- Chibbar, R., Ambigaipalan, P., & Hoover, R. (2010). Diversidad molecular en el almidón de semillas de legumbres y carbohidratos complejos y su papel en la nutrición y la salud humana. *Química de cereales*, 342-352.
- Comai, S., Bertazzo, A., Costa, C., & Allegri, G. (2011). Quinoa: protein and non-protein tryptophan in comparison with other cereal and legume flours and bread. *Flour and breads, and their fortification in health and diseases prevention.*, 113-125.
- David A. Somers, D. A. (2003). Avances recientes en la transformación de leguminosas. *filosofía vegetal*, 892-899.
- Deshpande, S. S. (s.f.).
- EEUU., U. D. (s.f.). Composición química de la harina de Garbanzo. *USDA: Departamento de Agricultura de EEUU.*
- FAO. (2022). *Portal de términos de la FAO*. Recuperado el mayo de 2024, de Portal de términos de la FAO: <https://www.fao.org/faoterm/vienwentry/en/?entryId=170967>
- Fares C., C., & Menga, V. (2012). Effects of toasting on the carbohydrate profile and antioxidant properties of chickpea (*Cicer arietum* L.) flour added to durum wheat pasta. *Food Chemistry*, 131(4), 1140-1148.
- Figuerola FE, E. A. (1987). Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo (*Cicer arietinum*). I. Elaboración de las harinas y sus propiedades para panificación [Supplementation of wheat flour with chickpea (*Cicer arietinum*) flour. *Arch Latinoam Nutr.*
- Garbanzo: Situación y perspectivas. (2006). *perspectivas, Agricultura y Agroalimentación Canadá.*
- Gobierno de México. (28 de JUNIO de 2018). Recuperado el DICIEMBRE de 2023, de Gobierno de México.
- Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C., & Pando, V. (2008). Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *LWT - Food Science and Technology*.
- Gómez, R. P. (2013). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2013. *Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo.*
- Guéguen, J., & Cerletti, P. (1994). Proteins of some legume seeds, soybean, pea, faba bean and lupin. *Hudsob BJB, editor. New and developing sources of food proteins*, 145.
- Hawkins, A., & Johnson, S. (2005). In vitro carbohydrate digestibility of whole-chickpea and chickpea bread products. *Int J Food Sci Nutr.*
- Hefnawy T M H, E.-S. G. ((2012)). Impact of adding chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour to wheat flour on the rheological properties of toast bread. *International Food Research Journal*, 521-525.



- Hoyos Sánchez, D. &. (2015). Utilización de harinas compuestas de maíz y garbanzo. *universidad del valle*.
- Ibañez, F. &. (2001). Análisis Sensorial de Alimentos: Métodos y Aplicaciones. . *España: Editorial Taylor y Francis*.
- Idriss, M., Abdelrahman, A., & Senge., B. ( (2012).). Dough rheology and bread quality of wheat–chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products* .
- Ionescu, A. A. (2011). Rheology of chickpea protein concentrate dispersions. *Scientific Study and Research Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 387-389.
- Johnson SK, T. S. (2005). Palatability and glucose, insulin and satiety responses of chickpea flour and extruded chickpea flour bread eaten as part of a breakfast. *Eur J Clin Nutr*.
- Jukanti AK, G. P. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Br J Nutr*.
- Kaur, M. y. (2007). Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 366 – 374.
- Kohajdová, Z., Karovicová , J., & Magala, M. (2011). Utilisationof chickpea flour for crackers production. *Acta Chimica Slovaca*, 98 - 107.
- Lopez Curi , J., & Palma Rosas , E. (2020). Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de garbanzo en la elaboración de cupcakes. *Facultad de Ingenieria agroindustrial*.
- Lopez Curi Joseline, P. R. (s.f.). sustitución parcial de la harina de trigo por harina de garbanzo en la elaboracion .
- Méndez, L. (2020). Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica. *Biológica de La Universidad Veracruzana*, 45–46. .
- Mohammed, I., Ahmed , A., & Senge , B. (2012). Dough rheology and bread quality of wheat–chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products*.
- Montoya-López, J. &.-G. (2010). Caracterización Físico-Química De Harina . *Revista de Investigaciones Universidad Del Quindío*, 29.35.
- Muhammad, A., Lloyd , W., Rashida , A., & Mian, N. (2013). Application and opportunities of pulses in food system: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1168 – 1179.
- Muhammad, Z. H. (2007). Nutritional and compositional study of desi chickpea (*Cicer arietinum* L.). *cultivars grown in Punjab, Pakistan. Food Chemistry*, 1357-1363.
- MUHAMMAD, Z., SHAHID , I., SHAKEEL , A., & MUHAMMAD. (2007). NUTITIONAL AND COMPOSITIONAL STUDY OF DESI CHICKPEA (*CICER ARIETINUM* L.). *CULTIVARS GROWN IN PUNJAB, PAKISTAN. FOOD CHEMISTRY*, 1357-1363.



- MUSTE S, P. A. (2015.). Effect of the chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour addition on physicochemical properties of wheat bread. . *Bulletin UASVM Food Science and Technology*.
- Muzquiz. (2005). Recuperado el 2023, de Disponible en: [http://www.grainlegumes.com/aep/uses/food\\_uses/benefits\\_for\\_human\\_health\\_a\\_scientific\\_consensus](http://www.grainlegumes.com/aep/uses/food_uses/benefits_for_human_health_a_scientific_consensus)
- Niño-Medina, G. (2017). Composición nutricional, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de cascarilla de garbanzo (*cicerarietinum*). *alan*.
- Ouazib, M. D. ((2016)). Effect of partial substitution of wheat flour by processed (Germinated, Toasted, Cooked) chickpea on bread quality. . *International Journal of Agricultural Science and Technology*.
- Patricia, A. &. (2002). Ciencia Unisalle Diagnóstico de los procesos de elaboración .
- Regina Teixeira da Costa, S. C. (2020). Harina integral de garbanzos como ingrediente para mejorar la calidad nutricional del pan para sándwich:efectos sobre la aceptación sensorial, el perfil de textura y las propiedades tecnológicas . *SciELO Analytics*.
- Ruiz, M. G. (2009). Proteínas de la harina de trigo:clasificación y propiedades funcionales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 29-32.
- Rural, S. d. (13 de octubre de 2015). *Gobierno de México*. Recuperado el 4 de diciembre de 2023, de Gobierno de México .
- Sanjeewa, W. G. (2010). Characterization of chickpea ( *Cicer arietinum* L .) flours and application in low-fat porkbologna as a model system. . *Food Research International*.
- Somers, D. A. (2003). Avances recientes en la transformación de leguminosas. *Fisiología vegetal*, 892-899.
- Torres-González, M., Jiménez-Munguía , M., & M. (2014). Harinas de frutas y/o leguminosas. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 8 - 1*, 94 - 102.
- Vélez-Ruiz , V., Aguilar-Raymundo, & J.F. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales. *TEMAS SELECTOS DE INGENIERIA DE ALIMENTOS*, 25 - 34.
- Vélez-Ruiz, V., Aguilar-Raymundo, & J.F. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 27-30.
- Wen, R. X. (2008). Physicochemical and processing functional properties of proteins from two chinese chickpea (*Cicer arietinum* L.) . *cultivars. Journal of Food Processing and Preservation*, 575–594.
- Wood, J. y. (2007). Valor nutricional del garbanzo. *Chickpea Breeding and Management* , 101 – 142.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
DE ÁLAMO TEMAPACHE



- Wood, J., & Grusak, M. (2007). Nutritional value of chickpea. *Chickpea Breeding and Management. CAB International.*, 121-132.
- Yegrem, L. (2021). Nutritional composition, antinutritional factors, and utilization trends of Ethiopian chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Hindawi International Journal of Food Science*.
- Zafar TA, A.-H. F.-K.-R. (2015). Organoleptic and glycemic properties of chickpea-wheat composite breads. *J Food Sci Technol*.
- Zambrano, S. ((2016)). Proceso de obtención de harina de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y su utilización en la elaboración de pan de molde. . *Universidad Tecnológica Equinoccial*.