

## 1.1 ANTECEDENTES

El arroz no ha sufrido discriminaciones raciales. Es alimento y fuente de proteínas en los platos de los habitantes de Asia, África, Oceanía, Medio Oriente, Europa y América. Gran energético, el arroz produce más calorías y carbohidratos por hectárea que cualquier otro cereal destinado al consumo humano (CIARCO y FONAIAP, 1982).

El arroz es un alimento principal de una parte importante de la población mundial, sobre todo en Asia. Merece la pena, por tanto, hablar de las **propiedades nutritivas del arroz**. En cuanto a su **composición** en nutrientes, el almidón es el componente principal del arroz, se encuentra en un 70 – 80%. El **almidón** es un hidrato de carbono presente en los cereales, en las hortalizas como las zanahorias y en los tubérculos. El contenido de proteínas del arroz ronda el 7%, y contiene naturalmente apreciables cantidades de tiamina o **vitamina B1**, riboflavina o vitamina B2 y niacina o vitamina B3, así como fósforo y potasio (Pepekitchen, 2009).

Sin embargo, en la práctica, con el procesamiento industrial, con su refinamiento y pulido, se pierde hasta el 50% de su contenido en minerales y el 85 % de las vitaminas del grupo B, quedando por tanto convertido en un alimento sobre todo energético. El **arroz integral**, por tanto, es una buena opción ya que conserva una mayor parte de los nutrientes. Por su especial composición, el arroz junto con el maíz, el mijo y el sorgo, son los únicos cereales que **no contienen gluten** por lo que son **tolerados por las personas con celiaquía**. Esta enfermedad, se caracteriza por la intolerancia al gluten, mezcla de proteínas contenidas en el trigo, centeno, avena, cebada y triticale (híbrido de trigo y centeno) y alimentos que contengan estos granos (Pepekitchen, 2009).

El arroz en BOLIVIA se introdujo a nuestras comunidades indígenas en los siglos XVII y XVIII por los colonizadores españoles y misioneros jesuitas. Bolivia no es competitiva con el cultivo y ni siquiera ha podido abastecer su consumo con la producción, ya que presenta los rendimientos más bajos de Sudamérica. Aunque no hay que olvidar que han

permitido que la producción se amplíe a nuevas zonas donde muchas de ellas no son aptas para la agricultura (CIPCA, 2009).

Los departamentos más importantes de producción son Santa Cruz y Beni, que producen más del 90% del arroz nacional (CIPCA, 2009).

La harina de arroz, es un ingrediente que todos hemos consumido alguna vez, igual incluso sin saberlo por ser parte de la fórmula de algunas papillas o alimentos para bebés. Pero la versatilidad de la harina de arroz en la cocina nos permite incluirla en muchas elaboraciones, desde espesante de salsas, pasando por rebozados, repostería e incluso la elaboración de pasta (fideos, tallarines...)(VelSid, Gastronomía y Cía, 2009).

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

- La harina, al igual que el grano de arroz, carece de gluten por lo cual consiste en un producto idóneo para quienes deben seguir una dieta exenta de esta proteína.
- En nuestro país muchas personas ignoran que pueden padecer este tipo de enfermedad; ya que no existen los medios para detectar dicha enfermedad. Por lo tanto, se hace necesario tomar en cuenta ciertos aspectos médicos para determinar la intolerancia al gluten en la dieta alimentaria.
- La elaboración de productos nutritivos carentes de gluten, especialmente galletas con harina de arroz, puede ser una alternativa para personas que padecen de ciertas enfermedades que no están preindicadas en el país, como ser la intolerancia al gluten.
- El presente trabajo de investigación pretende obtener galletas con harina de arroz, debido a que el arroz es un alimento que aporta al organismo gran variedad de nutrientes : vitaminas, hierro, calcio, riboflavina, tiamina, así como fósforo y potasio.

## **1.3 OBJETIVOS**

En el presente trabajo se plantea, los siguientes objetivos:

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar galletas con harina de arroz, a través del proceso de mezclas de harinas con la finalidad de ofertar productos nutricionales para la población celiaca del país y la región.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las características fisicoquímicas de la harina de arroz, con la finalidad de establecer su composición.
- Identificar las características fisicoquímicas de la maicena, con la finalidad de establecer su composición.
- Determinar la dosificación de ingredientes en la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.
- Determinarlas variables en el proceso de dosificación de la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.
- Determinar el porcentaje de goma xantana en la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.
- Determinar la formulación final de la galleta de harina de arroz para celíacos.
- Determinar las variables del proceso de horneado (tiempo y temperatura) de las galletas para celíacos, para obtener una mejor cocción.
- Determinar el análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final.
- Realizar los cálculos de balance de materia y energía a nivel experimental en el proceso de elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.

#### **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuál será el proceso de mezcla de harina más adecuado a ser utilizado para elaborar galletas de harina de arroz con la finalidad de ofertar un producto nutricional para las personas celíacas?

#### **1.5 PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS GENERAL**

A partir de la elaboración de galletas con harina de arroz, se obtendrá un producto de fácil digestión, la cual está libre de gluten apto para el consumo de los celíacos; es una alternativa en su consumo para estas personas que padecen esta enfermedad.

## **2.1 CONCEPTO DE LA ENFERMEDAD DE LOS CELÍACOS (EC)**

La Enfermedad Celíaca se define en la actualidad como una intolerancia al gluten, que se desarrolla en algunas personas genéticamente susceptibles, y que es causada por una sensibilidad al gluten de carácter permanente, desarrollándose como resultado de la interacción entre factores genéticos, inmunológicos y ambientales, siendo el gluten el principal “factor disparador” medioambiental (Ortigosa et al, 2010).

La Enfermedad Celíaca no es una “alergia al gluten”, sino una “intolerancia al gluten”. Por tanto, se trata de una enfermedad crónica, por lo que el consumo de productos con gluten debe excluirse de la dieta de estas personas durante toda la vida. En las personas celíacas con dieta libre se produce una lesión intestinal grave (atrofia de las vellosidades intestinales), que va a dar lugar a una mala absorción de distintos nutrientes, causante de los síntomas y signos que presentan las personas celíacas no diagnosticadas (Ortigosa et al, 2010).

La retirada del gluten de la dieta va a producir una normalización de la mucosa intestinal y en las personas celíacas con sintomatología clínica se asiste a una mejoría y desaparición de los síntomas (Ortigosa et al, 2010).

## **2.2 CLASIFICACIÓN DE LA ENFERMEDAD DE LOS CELÍACOS**

Dado que la forma de presentación es muy variable de un enfermo a otro para hacerlo más sencillo la agruparemos en:

### **2.2.1 ENFERMEDAD CELÍACA CLÁSICA**

La forma clásica de presentación de la EC, se inicia en niños con edades comprendidas entre uno y cinco años, quienes tras un período variable desde la introducción del gluten en su dieta comienzan a presentar un retraso ponderoestatural,

incluso con pérdida de peso y estancamiento del crecimiento, diarrea crónica, vómitos, pérdida de apetito, llamando la atención un exploración física característica en la que destaca el aspecto de malnutrición, la pobreza de sus masas musculares y una distensión abdominal progresiva si se deja evolucionar el curso natural de la enfermedad. Estos síntomas clínicos, con un vientre voluminoso muy llamativo, es lo que denominamos “hábito celíaco”, al que se suele asociar cambios en el carácter, siendo niños tristes e irritables en muchas ocasiones. Si el diagnóstico no se realiza pronto comienzan a presentar síntomas carenciales: palidez cutánea, con piel seca, uñas y cabellos frágiles y quebradizos. Las deposiciones de estos niños suelen ser diarreicas, voluminosas en muchas ocasiones, grisáceas y malolientes, debido al proceso mal absortivo que están padeciendo (Ortigosa et al, 2010).

### **2.2.2 ENFERMEDAD CELÍACA ATÍPICA**

Incluye a aquellas formas de presentación de la enfermedad en las que predominan los síntomas no digestivos. Puede aparecer a cualquier edad pero según la edad predominaran unos u otros síntomas: el retraso del crecimiento; puede ser el único síntoma de presentación de la enfermedad celíaca. Por eso, en el estudio de los niños con talla baja se debe descartar esta enfermedad, el retraso del desarrollo y pubertad. La anemia por falta de hierro que no responde al tratamiento (Montejo, 2012).

Lesiones en la boca. La más conocida es una alteración del esmalte de los dientes (hipoplasia), pero, también son frecuentes las úlceras o aftas de repetición (pequeñas heridas dolorosas en la lengua, encías y paladar) y otras (Montejo, 2012).

### **2.2.3 OTRAS FORMAS DE PRESENTACIÓN DE LA ENFERMEDAD CELÍACA**

Formas neurológicas, se han descrito epilepsias con calcificaciones cerebrales, ataxia o inestabilidad en la marcha y otros trastornos neurológicos menos frecuentes y formas psiquiátricas con alteraciones de la conducta, depresión, etc. Otros síntomas

como osteoporosis (huesos débiles) y dolores óseos, abortos de repetición y esterilidad, dolores articulares, alteraciones de las pruebas hepáticas ("hepatitis"), estreñimiento (Montejo, 2012).

### **2.3 MANIFESTACIONES EN OTRAS EDADES**

Las manifestaciones clínicas de la EC en niños mayores, adolescentes y adultos varían enormemente de un paciente a otro, y oscilan entre personas con sintomatología clínica evidente hasta individuos que nunca han sentido la necesidad de acudir al médico. Contrariamente a lo que se creía hasta hace poco, se puede considerar que la Enfermedad Celíaca es un trastorno sistémico más que una enfermedad localizada exclusivamente en el tubo digestivo, de manera que las personas genéticamente susceptibles pueden desarrollar lesiones autoinmunes en el intestino, hígado, páncreas, tiroides, articulaciones, útero, corazón y otros órganos (Ortigosa et al, 2010).

### **2.4 HARINA DE ARROZ**

La harina de arroz es como el grano, uno alimento muy importante en muchos países como el Sudeste Asiático o la India entre otros; generalmente se hace la harina con el arroz de grano largo. Para obtener la harina de arroz se empieza retirando la cáscara y el grano crudo se tritura según la granulometría deseada, se realiza un proceso que elimine humedad y podemos disfrutar de una harina blanca y fina, no obstante, también podemos encontrar, en tiendas especializadas, la harina de arroz integral. Con el grano tostado y después molido se obtiene un polvo de arroz muy utilizado en Vietnam y Tailandia, es este Arroz tostado en polvo (VelSid, 2009).

La harina de arroz, al igual que el grano, carece de gluten por lo cual consiste en un producto idóneo para quienes deben seguir una dieta exenta de esta proteína. Se obtiene por la molienda del arroz sin perder en este proceso el valor nutricional del

mismo. Es un alimento que sirve para elaborar pastas, salsas, papillas para bebés, rebozar alimentos, realizar panes, bollería, galletas, tartas, etc. Además de esto es la única que no absorbe grandes cantidades de aceite, por lo cual si se la usa para frituras éstas resultarán más saludables y menos calóricas (Guillot, 2010).

Propiedades nutricionales de la harina de arroz (Guillot, 2010):

- Es hipotensora.
- Ayuda al trabajo de los intestinos.
- Estabiliza el nivel de azúcar en la sangre.
- Contiene grandes cantidades de vitamina B.
- Es ideal para celíacos, cardíacos, diabéticos e hipertensos.
- Al ser una gran fuente de fibras colabora en la prevención del cáncer de intestino y colon.

## 2.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE ARROZ

La harina de arroz tiene la composición nutricional como muestra la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1**  
**Composición de la harina de arroz**

<b>Grupo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Energía</b>	Kcal	361
<b>Carbohidratos</b>	g	79
<b>Proteínas</b>	g	7,4
<b>Lípidos</b>	g	0,6
<b>Fibra vegetal</b>	g	0,2

Fuente: (NUTRIGUÍA, 2003)

## 2.6 TIPOS DE LA HARINA DE ARROZ

Según (Staff, 2012), se tomó los siguientes tipos de harina de arroz:

- Harina de arroz blanca: Se obtiene de la molienda y cernido del grano sin el salvado, no se enrancian con facilidad y se conservan por mayor tiempo.
- Harina de arroz integral: Molida con el salvado.

## **2.7 DEFINICIÓN DE GALLETAS DE ARROZ**

Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras harinas con otros ingredientes aptos para el consumo humano (GIANOLA, 1993).

Existen en el mercado muchos productos de panificación, dentro de los cuales se encuentran las galletas, cuya presentación al mercado puede hacerse de distintas formas, por lo que la Dirección General de Normas la ha definido como el producto elaborado con harinas de trigos, avena, centeno, harinas integrales, azúcares, grasas vegetales comestibles, agentes leudantes, sal yodada; adicionando u otros ingredientes y aditivos alimenticios permitidos, los que se someten a un proceso de amasado, moldeado y horneado (López, 2005).

### **2.7.1 CLASIFICACIÓN DE GALLETAS**

Las galletas se clasifican en tres grupos, como indica (GIANOLA, 1993).

- a) Galletas dulces: Aquellas que tiene connotación dulce.
- b) Galletas saladas: Aquellas que tienen connotación salada.
- c) Galletas simples: Son aquellas sin ningún agregado posterior.

### **2.7.2 TIPOS DE GALLETAS DE ARROZ**

En cuanto a los tipos de galletas según (PAMACAL, 2012) son los siguientes:

### **2.7.2.1 GALLETA DE ARROZ DULCE**

Arroz integral, arroz doble carolina, agua y endulzante líquido de mesa dietético. Alimento a base de arroz endulzado, libre de gluten. Tenor graso: 2,0%. Sin sal, ni conservantes agregados durante el proceso de producción.

Prácticas Fresh Packs que contienen dos galletitas por paquete. Mantienen las galletas siempre crocantes. Como todo alimento de origen vegetal no contiene colesterol y libre de gluten.

### **2.7.2.2 GALLETA DE ARROZ CON SAL**

Arroz integral, arroz doble carolina, agua y sal. Alimento a base de arroz con sal, libre de gluten. Tenor graso: 2,0%. Reducido en grasas totales y grasas saturadas. Prácticas Fresh Packs que contienen dos galletitas por paquete. Mantienen las galletas siempre crocantes. Como todo alimento de origen vegetal no contiene colesterol; libre de gluten.

### **2.7.2.3 GALLETA DE ARROZ SIN SAL**

Arroz integral, arroz doble carolina y agua. Alimento a base de arroz sin sal agregada, libre de gluten. Tenor graso: 2,0%. Sin sal, azúcares, reducido en grasas totales y grasas saturadas. Prácticas Fresh Packs que contienen dos galletitas por paquete.

Mantienen las galletas siempre crocantes. Como todo alimento de origen vegetal no contiene colesterol y libre de gluten.

## **2.8 FÉCULA DE MAÍZ**

Uno de los almidones más conocidos es la fécula de maíz, esta proviene de los cereales, granos y harinas; la fécula de maíz es conocida como harina fina de maíz, almidón de maíz o maicena. La fécula de maíz es un alimento rico en carbohidratos, se presenta en forma de pequeños gránulos, los cuales son relativamente densos e insolubles y sólo se hidratan de manera adecuada en agua muy fría (QUIMINET, 2011).

La maicena puede ser dispersada en agua, dando lugar así a la formación de suspensiones de baja viscosidad que pueden ser fácilmente mezcladas y bombeadas, actuando como agentes espesante en salsas y en la elaboración de gomas comestibles (QUIMINET, 2011).

El almidón o fécula de maíz es un polisacárido que se obtiene de moler las diferentes variedades del maíz. Suele formar parte de los carbohidratos que se ingieren de manera habitual a través de los alimentos; en estado natural se presenta como partículas complejas que, en presencia de agua, forman suspensiones de poca viscosidad. Su composición es principalmente de glucosa, aunque puede haber otros componentes presentes en menor cantidad (QUIMINET, 2011).

El almidón de maíz debe conservarse y almacenarse en lugares secos, frescos y no debe estar en contacto con olores fuertes. Es un ingrediente sumamente versátil, se presenta como un polvo blanco muy fino que tiene un sabor característico y proporciona entre el 70 y el 80% de las calorías que consume el ser humano (QUIMINET, 2011).

## **2.9 USOS Y APLICACIONES DE LA FÉCULA DE MAÍZ**

La fécula de maíz, es utilizada generalmente en la industria alimenticia para preparar

diferentes platillos para espesar y engrosar preparaciones. En productos horneados, pan, dulces, aderezos, pastas, postres, confitería, salsas, sopas, bebidas, ensaladas, entre otros (QUIMINET, 2011).

## 2.10 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA FÉCULA DE MAÍZ

La harina de arroz tiene la composición nutricional como muestra la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2**  
**Composición nutricional de la fécula de maíz**

<b>Grupo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Carbohidratos	g	88,50
Proteína	g	0,20
Grasas	g	0,10
Fibra	g	1,70
Almidón	g	85,90
Gluten	g	0,00
Calorías	Kcal	369,00

**Fuente:** VITAALIMENTOS, 2011

## 2.11 GOMA XANTANA (O GOMA SANTANA)

Es un polisacárido que se extrae de una bacteria; se presente en un polvo blanquecino, no es tóxico. La Food and Drug Administration FDA de EEUU lo aprobó en 1969 como aditivo alimentario sin ningún límite específico de cantidad. En 1980 la comunidad económica europea agregó el xantano a la lista de emulsionantes/estabilizantes alimentarios permitidos con el número de ítem E-415 (Íñigo, 2008).

## 2.12 FUNCIÓN DE LA GOMA XANTANA

Las funciones que cumple según (Íñigo, 2008), son las siguientes:

- Espesa preparaciones líquidas con proporciones muy pequeñas de la goma.

- No forma geles, aunque en mayores proporciones tiene un comportamiento “pseudoplástico”; es decir, da la viscosidad de un gel en reposo.
- Y también es un emulsionante: permite ligar aceite con líquidos de base acuosa.
- Se disuelve tanto en frío como en caliente.
- No añade color a las mezclas.
- Resiste la congelación y descongelación.
- Retarda la formación de cristales en la congelación y permite conseguir sorbetes y helados mucho más cremosos que en las preparaciones clásicas caseras.
- En alimentos y preparaciones bajas en calorías se utiliza para sustituir la sensación untuosa tan placentera que tienen los alimentos más grasos, por ejemplo a la leche de coco ligera se le añade xantana para compensar la falta de grasa y que casi no se note en boca.
- Facilita la retención de las burbujas de aire que produce el polvo de hornear.

### **2.13 CARACTERÍSTICAS DE LOS INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS PARA CELÍACOS**

Se detallan a continuación los respectivos insumos y las funciones que cumplen en la elaboración de las galletas para celíacos.

#### **2.13.1 HUEVOS DE GALLINA**

El huevo es un elemento imprescindible en la pastelería, especialmente en las masas fermentadas y batidas. En el caso de las masas fermentadas, la utilización de huevo otorga el color amarillo característico que las torna más sedosas y suaves, con un sabor especial, aumentando la conservación de los productos (Guerrero, 2008).

Para las masas batidas, bizcochuelos, el huevo es fundamental para obtener una buena miga dar mayor emulsión y aumentar el volumen, obtener una textura mas esponjosa,

además de permitir que se conserven más blandas durante más tiempo (Guerrero, 2008).

### **2.13.1.1 PARTES DEL HUEVO**

- **Cáscara:** Es el recubrimiento calcáreo que lo aísla del exterior, constituye el 10% del huevo. Está constituida mayormente por carbonato cálcico. La superficie externa de la cáscara está cubierta por una cutícula de proteínas (queratina) que la protege. Si se daña existe mayor riesgo de contaminación. El efecto de resistencia de la cutícula dura unos cuatro días, luego disminuye, por la formación de grietas debidas a la desecación (Palmetti, 2007).
- **Membrana:** Son dos y están adheridas a la cáscara. En el polo del huevo se separan y forman una cámara de aire, cuanto más envejece el huevo. Son de naturaleza proteica y actúan como filtro de defensa contra la entrada de microorganismos (Palmetti, 2007).
- **Clara:** La clara representa el 30% de su peso y está formada sobre todo por proteínas (entre un 12 y un 13%). Está constituida por agua (90%) y un 10% de proteínas de alto valor biológico (ovoalbúmina, ovoglobulina, ovomucina, etc.). Es una sustancia viscosa, transparente y se coagula a 65 °C adquiriendo un color blanco. Estas proteínas también son responsables de la espuma al montar las claras (Palmetti, 2007).

La ovoalbúmina es la más abundante y es considerada como “la proteína patrón” por su correcta proporción de aminoácidos esenciales. Encontramos también la avidina que es una proteína sensible al calor, cuando se toma el huevo crudo se combina con la vitamina biotina formando un complejo que hace que esta vitamina no se absorba (Palmetti, 2007).

- **Yema:** La yema o vitelo, se aproxima al 60% de su peso, supone aproximadamente un 30% del huevo completo. Contiene un 30% de grasas. También contiene proteínas 15%, agua 45%, sales minerales (calcio, fósforo, hierro) y vitaminas liposolubles (A, D, E), hidrosolubles (B1,B2)(Palmetti, 2007).

Proviene de la yema de huevo y del aceite de soja, el color de la yema, es más o menos fuerte según la cantidad de pigmentos que se añadan a los piensos, no influye sobre la calidad nutritiva. Su coloración está en relación con la alimentación del animal, a mayor presencia de carotenos más color tendrá la yema (Palmentti, 2007).

### 2.13.1.2 VALOR NUTRICIONAL DEL HUEVO

La composición del huevo de gallina en 100g de muestra, se detalla en Tabla 2.3.

**Tabla 2.3**  
**Composición del huevo de gallina**

<b>Componentes</b>	<b>Entero</b>	<b>Clara</b>	<b>Yema</b>
Agua (g)	74,0	88,0	48,0
Calorías (Kcal)	159,0	48,0	353,0
Proteína (g)	12,9	10,9	16,1
Grasas (g)	11,7	0,2	31,9
Colesterol (g)	604,0	0,0	650,0
Carbohidratos (g)	0,4	0,5	0,2
Cenizas (g)	0,9	0,6	1,3

**Fuente:** (Palmetti, 2007)

### 2.13.1.3 FUNCIONES DEL HUEVO

A continuación según (Guerrero, 2008) se mencionan las siguientes funciones:

- 1.- Aumentar el volumen de la galleta.
- 2.- Suavizar la masa y la miga.

- 3.- Mejorar el valor nutritivo.
- 4.- Dan sabor y color.
- 5.- Aumentan el tiempo de conservación.
- 6.- Ayudan a una distribución de la materia grasa.
- 7.- Ayudan a retener el agua, por su acción emulsificante.

### **2.13.2 AZÚCAR**

El azúcar proporciona un sabor dulce al producto, presenta un grado de solubilidad elevado y posee una gran capacidad de hidratación, por lo cual se emplea en la elaboración de diversos productos alimenticios (Badui, 1993).

**El azúcar común:** Se presenta en muchas formas: en granos, molida, tamizada, en cuadradillos, blanca o morena, pero en todas estas formas, no obstante su diferente aspecto y color, tiene la misma composición química, designada con el nombre de sacarosa (Agüero y col, 2008).

#### **2.13.2.1 FUNCIONES DEL AZÚCAR**

El azúcar es usado en la pastelería por diversas razones, según (Guerrero, 2008) las principales son:

- 1.- Es un alimento de la levadura.
- 2.- Contribuye al ablandamiento inicial de la mezcla.
- 3.- Aumenta la tolerancia de la fermentación.
- 4.- Determina la temperatura del horneado.
- 5.- Da color al pan al caramelizarse en la corteza durante la cocción.
- 6.- Mejora la conservación.
- 7.- Mejora la textura de la miga.
- 8.- Da a la galleta mayor valor nutritivo y mejora su sabor.

### **2.13.3 MARGARINA**

La materia grasa es el ingrediente enriquecedor más importante de la masa, pues lubrica, suaviza y hace más apetitoso el producto. Las materias grasas pueden ser elaboradas a partir de aceites hidrogenados animales o vegetales, o a partir de grasas animales como manteca de cerdo o grasa de vacuno (Guerrero, 2008).

La margarina es una grasa que hoy sustituye a la mantequilla en infinidad de productos comestibles por su precio asequible y hace más fácil el manejo de las masas. Los productos fabricados con margarina se conservan bastante tiempo y son más económicos. Es similar a la mantequilla la margarina no contiene grasas hidrogenadas y ayuda a definir la textura final, el sabor y el color de cada galleta. Es fuente de energía (GANIOLA, 1993).

#### **2.13.3.1 FUNCIONES DE LA MARGARINA**

Seguidamente según (Guerrero, 2008) las funciones son:

**1.-Función lubricante:** Es la más importante en el proceso de galletería. Se distribuye en la masa uniformemente impidiendo la fuga de humedad del producto.

**2.-Función aireadora:** Importante en el ramo de la pastelería, donde se requiere incorporar al batido gran cantidad de aire para incrementar su volumen. Esta tarea la debe realizar la materia grasa, que captura el aire en forma de pequeñas burbujas para acumular el vapor durante el horneado, generando así el volumen.

**3.-Función estabilizadora:** Confiere resistencia a los batidos para evitar “su caída” durante el horneado. Se encuentra estrechamente ligada con la función aireadora de la masa en la panificación. Sirve para acondicionar el gluten, permitiéndole un adecuado desarrollo.

**4.-Conservación del producto:** Las propiedades de los productos que nosotros percibimos con los sentidos, se conservan con la adición de la materia grasa. Propiedad organoléptica. El producto se conserva fresco durante un tiempo más prolongado, debido a que mantiene una mayor cantidad de humedad retardando el proceso de envejecimiento.

#### **2.13.4 LECHE LÍQUIDA**

Es un ingrediente enriquecedor de múltiples usos en pastelería; sobre todo en la elaboración de cremas, salsas, batidos, flanes. Además de la leche líquida normal, se pueden emplear, para ciertos trabajos especiales, otros tipos, a saber: leche en polvo, leche condensada, leche evaporada (Natera y Ali, 2001).

##### **2.13.4.1 FUNCIONES DE LA LECHE LÍQUIDA**

El uso de la leche en la pastelería es de gran importancia según (Guerrero, 2008) porque es un mejorante de los productos en que se use; mejora el aroma, el sabor y el color de los pasteles y manjares, como se detalla a continuación:

- 1.- Mejora el color de la corteza debido a la caramelización de la lactosa.
- 2.- Le da mejor textura a la galleta, la masa queda suave y aterciopelada.
- 3.- Le da a la galleta mejor sabor, la corteza sedosa estimula el apetito.
- 4.- Incorpora a la galleta más nutriente, elevando su valor proteico.
- 5.- La leche en polvo aumenta la absorción de agua y la masa trabaja mejor.
- 6.- Aumenta la conservación de la galleta, ya que retiene la humedad.
- 7.- La grasa de la leche inhibe o retarda algo la fermentación, pero hace a la masa bien flexible y elástica. Con ello se mejora el volumen, la miga resulta de poros pequeños y suaves. El producto de repostería se mantiene fresco durante más tiempo.
- 8.- Las proteínas de la leche hacen a la masa más esponjosa, son principalmente la caseína sensible al ácido y la albúmina sensible al calor.

9.- El azúcar de la leche no es fermentable, pues ni la harina ni la levadura contienen la enzima que descompone a la lactosa: la lactasa. Por ello queda en los productos de repostería mejorando su gusto y produciendo corteza bien dorada y crocante.

10.- Las sales minerales fortifican al gluten y dan a la masa una mejor consistencia. Con ello se demora algo la fermentación, pero el producto terminado adquiere una miga de pequeños poros.

11.- El agua de la leche sirve como líquido para formar la masa, para el hinchamiento de los constituyentes de la harina.

La leche líquida puede reemplazar total o parcialmente el contenido de agua de la receta.

### **2.13.5 POLVO DE HORNEAR**

Son aquellos que al ser incorporados a un batido, reaccionan únicamente cuando el batido se pone en contacto con el calor del horno. Eso incide en que sean más tolerantes, es decir, que el batido puede permanecer un tiempo prudencial de descanso antes de ser horneado (Natera y Ali, 2001).

#### **2.13.5.1 FUNCIONES DEL POLVO DE HORNEAR**

Entre las funciones del polvo de hornear según (Natera y Ali, 2001) está:

- Ayudar a la maduración y acondicionamiento de la masa.
- Producir una mezcla de compuestos químicos que contribuyan al sabor y aroma de la galleta.
- Contribuir al valor nutritivo.

### **2.13.6 ESENCIA DE VAINILLA**

La esencia de vainilla, es obtenida a partir de la misma: es uno de los saborizantes naturales de mayor importancia en la industria alimenticia (Furia y col, 1975).

El sabor intrínseco de la vainilla es astringente luego de ingerirse, fenómeno que se elimina al utilizar extractos de vainilla. Por lo general se utiliza la vainilla en forma de esencia alcohólica o extracto debido a que esta comercialmente disponible de esta forma (Heath, 1978).

#### **2.13.6.1 FUNCIÓN DE LA ESENCIA DE VAINILLA**

Impartir sabor y olor específico al producto final. Por otro lado, no debe esperar que la adición al azar actúe como una panacea que resuelva los diferentes problemas pasteleros. La medición cuidadosa y la adición correcta de tales ingredientes al batido aseguran la calidad del producto final (Furia y col, 1975).

### 3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación “Elaboración de galletas con harina de arroz para celíacos”, la parte experimental se la realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) de la carrera de Ingeniería de Alimentos; dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

### 3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Se utilizaron los equipos que se detallan a continuación, en el desarrollo de la parte experimental del trabajo de investigación.

#### 3.2.1 BALANZA DIGITAL

La balanza analítica (Figura 3.1), se la utilizó para determinar las proporciones de los pesos de las materias primas e insumos. Las especificaciones técnicas se detallan en la Tabla 3.1

**Tabla 3.1**

**Especificaciones técnicas de la balanza digital**

Marca	ELECTRONIC
Industria	China
Modelo	QE-KE-4
Capacidad	5000g
Error	±0,1g

**Figura 3.1**



### 3.2.2 HORNO A GAS

Para realizar la cocción de las galletas elaboradas, la cocina utilizada es (Figura 3.2); sus especificaciones técnicas de muestran en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2**  
**Especificaciones técnicas del horno**

Marca	
Industria	Argentina
Modelo	INDUSTRIAL
Hornalla superior	1
Hornalla inferior	3

**Figura 3.2**



### 3.2.3 SELLADORA ELÉCTRICA

Se utilizó una selladora eléctrica manual (Figura 3.3), con la cual se selló los envases de polietileno conteniendo las galletas elaboradas con harina de arroz. Las especificaciones técnicas, se muestra en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3**  
**Especificaciones de selladora eléctrica**

Marca	ELECTRÓNICA
Industria	Boliviana
Potencia	250Watt
Modelo	H-2001

**Figura 3.3**



### 3.3 MATERIALES DE LABORATORIO

En la Tabla 3.4 se muestran los materiales de laboratorio (Figura 3.4) utilizados en la elaboración de galletas con harina de arroz para celíacos.

**Tabla 3.4**  
**Materiales de laboratorio**

<b>Materiales</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tipo de material</b>
Cucharilla	Pequeño	Acero Inoxidable
Cuchara	Mediano	Acero Inoxidable
Recipiente	Mediano	Acero Inoxidable
Molde	4,5 cm	Acero Inoxidable
Cernidor	Mediano	Plástico
Cronómetro	Pequeño	Plástico
Jarra graduada	500 ml	Madera
Espátula	Mediano	Madera
Mesa	Mediano	Madera
Envases	5,50cm x 13,0 cm	Polipropileno o celofán
Caja Petri	Grande	Vidrio
Termómetro	(-10 -200) °C	Vidrio (bulbo de alcohol)

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 3.4**



### 3.4 DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

Las materias primas e insumos que se utilizaron en la elaboración de galletas con harina de arroz para celíacos, se detallan a continuación:

#### 3.4.1 MATERIAS PRIMAS

En el trabajo experimental, se utilizaron las siguientes materias primas Tabla 3.5

**Tabla 3.5**  
**Materias primas**

<b>Producto</b>	<b>Marca</b>	<b>Industria</b>
Harina de arroz	PERALTA	Boliviana
Maicena	KRIS	Boliviana
Leche líquida	Delizia	Boliviana

**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.4.2 INSUMOS ALIMENTICIOS

Los insumos utilizados en la elaboración de galletas con harina de arroz, son los que se muestra en la Tabla 3.6.

**Tabla 3.6**  
**Insumos alimenticios**

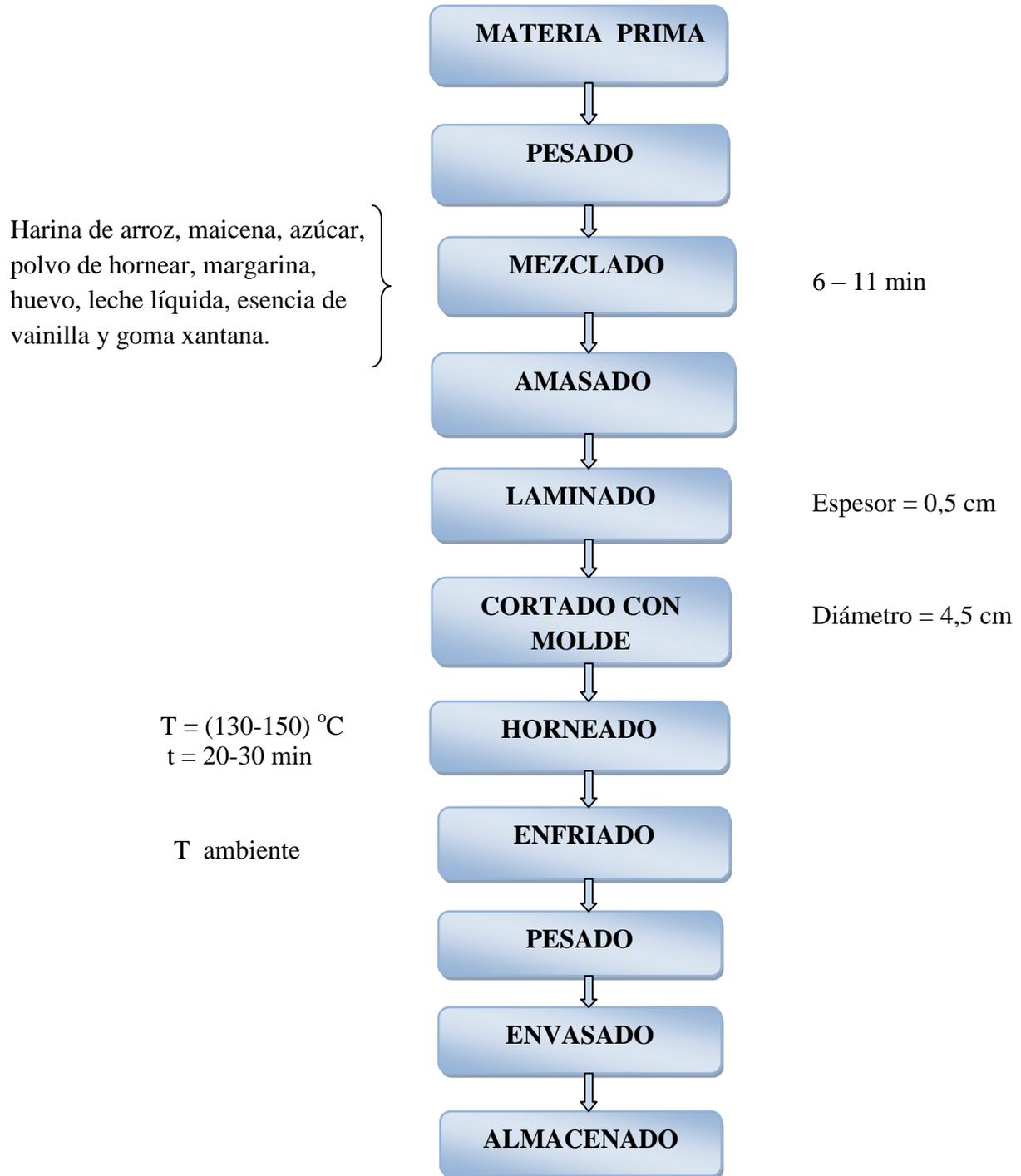
<b>Productos</b>	<b>Marca</b>	<b>Industria</b>
Margarina	Regia	Boliviana
Polvo de hornear	KRIS	Boliviana
Azúcar	Bermejo	Boliviana
Huevo de gallina	AVICOLA ROLON	Boliviana

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS CON HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS

El diagrama de flujo que se muestra en la Figura 3.5, representa el proceso de elaboración de las galletas con harina de arroz.

**Figura 3.5**  
**Diagrama de flujo del proceso de elaboración de galletas con harina de arroz para celíacos**



**Fuente:** Elaboración propia



### **3.5.3 MEZCLADO**

El mezclado de la materia prima e insumos en la elaboración de galletas, consistió en utilizar el 90% harina de arroz, 20% maicena, 3,5% goma xantana, margarina, leche líquida, huevo, polvo de hornear y esencia de vainilla en cantidades constantes.

En la elaboración de la galleta primeramente consistió en mezclar en seco la harina de arroz, maicena, goma xantana, azúcar y polvo de hornear en el recipiente de acero inoxidable. Formando un círculo sobre la mesa con la mezcla de los ingredientes en polvo y al centro colocar el resto de los ingredientes para mezclar en forma manual.

### **3.5.4 AMASADO**

Luego de colocar todos los ingredientes en la etapa de mezclado, se procede al amasado suavemente en forma manual hasta obtener una masa homogénea (Figura 3.8).

**Figura 3.8**  
**Vista de la masa**



### 3.5.5 LAMINADO

Una vez obtenida la masa, se coloca en la mesa previamente espolvoreada con harina de arroz y se procede a realizar el laminado (Figura 3.9) con un uslero de madera hasta obtener un laminado de espesor aproximado a 0,5 cm.

**Figura 3.9**  
**Vista de la masa laminada**



### 3.5.6 CORTADO CON MOLDE

Para el cortado (Figura 3.10) de la masa, se utiliza un molde de acero inoxidable de forma circular diámetro de 4,5 cm. Seguidamente se colocan las galletas formadas en la bandeja para luego ser horneado.

**Figura 3.10**  
**Vista del cortado con molde**



### 3.5.7 HORNEADO

Primeramente, se procede a calentar en vacío el horno a gas licuado por un tiempo entre (15-30) min desde 40 °C hasta una temperatura de (130-150) °C. Luego, se procedió a introducir la bandeja con la masa galletera cruda al horno y proceder a su cocción durante (20-30) min, tener cuidado de controlar la temperatura con el termómetro entre (130-150) °C y lograr de esta manera el cocimiento (Figura 3.11) de las galletas de harina de arroz.

**Figura 3.11**  
**Vista de las galletas en el horneado**



### 3.5.8 ENFRIADO

Una vez realizada la cocción de las galletas en el horno, inmediatamente se retiran las bandejas en caliente del horno y se deja enfriar (Figura 3.12) a temperatura ambiente (25°C). Dicho proceso, se realiza para estabilizar el contenido de humedad con el medio ambiente y garantizar una mejor textura; para luego ser envasadas en bolsas de polipropileno o celofán, previamente preparados.

**Figura 3.12**  
**Vista de las galletas en enfriamiento**



### **3.5.9 ENVASADO**

A continuación envasar las galletas en bolsas de polipropileno, protegiéndolas de esta manera del medio que las rodea y conservar la calidad inicial del producto. Clasificarlas por tamaño y forma para proceder a envasarlas en las bolsas de polipropileno (Figura 3.13) de 5,50 cm x 13,0 cm aproximadamente y sellarlas con una máquina selladora eléctrica.

**Figura 3.13**  
**Vista de las galletas envasadas**



### **3.5.10 ALMACENAMIENTO**

Las galletas envasadas, introducirlas en una caja de cartón para ser almacenadas en ambiente seco, lejos del alcance de la luz solar. Estas medidas conservaran y alargaran el tiempo de vida útil del producto.

## **3.6 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS**

La metodología utilizada en el desarrollo del presente trabajo de investigación para obtener resultados experimentales y análisis consta de los siguientes aspectos:

### **3.6.1 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA**

El análisis fisicoquímico de la materia prima, se realizó en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho “UAJMS”.

### **3.6.2 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA HARINA DE ARROZ**

En la Tabla 3.7, se muestran los métodos y parámetros tomados en cuenta en el análisis fisicoquímico.

**Tabla 3.7**  
**Métodos y parámetros fisicoquímicos de la harina de arroz**

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
Cenizas	NB 075-74	%
Fibra	Manual tec. CEANID	%
Gluten húmedo	NB 106-75	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Materia grasa	NB 103-75	%
Humedad	NB 028-88	%
Proteína total (N*6,25)	NB 466-81	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g

**Fuente:** CEANID, 2012(\*) Referido al total de hidratos de carbono

### 3.6.3 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MAICENA

En la Tabla 3.8 se muestran los métodos y parámetros tomados en cuenta en el análisis fisicoquímico.

**Tabla 3.8**  
**Métodos y parámetros fisicoquímicos de la maicena**

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
Cenizas	NB 075-74	%
Fibra	Manual tec. CEANID	%
Gluten húmedo	NB 106-75	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Materia grasa	NB 103-75	%
Humedad	NB 028-88	%
Proteína total (N*6,25)	NB 466-81	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g

**Fuente:** CEANID, 2012 (\*) Referido al total de hidratos de carbono

### 3.6.4 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO TERMINADO

Los análisis fisicoquímicos del producto terminado fueron determinados en el RIMH (Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental). En la Tabla 3.9, se

muestran las determinaciones de las propiedades fisicoquímicas realizadas al producto terminado.

**Tabla 3.9**  
**Parámetro y simbología fisicoquímico del producto terminado**

<b>Parámetro</b>	<b>Simbología</b>	<b>Unidad</b>
Humedad	H	%
Materia Seca	Ms	%
Ceniza (Base seca)	Sf	%
Acidez titulable	At	%
Rancidez	R	mg/l
Proteína total	Pt	%
Materia grasa	Mg	%
Fibra	Fb	%
Carbohidratos	Ch	%
Valor energético	Cal	Cal/100g
Azucares totales	Azt	mg/g

**Fuente:** RIMH, 2012

### 3.6.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO

El análisis microbiológico del producto terminado fue determinado en el RIMH (Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental). En la tabla 3.10, se muestran las determinaciones de las propiedades microbiológicas realizadas al producto terminado.

**Tabla 3.10**  
**Parámetro microbiológico del producto**

<b>Parámetro</b>	<b>Simbología</b>	<b>Unidad</b>
Bacterias aerobias mesófilas	Bam	UFC/g
Coliformes fecales	Cf	NMP/g
Coliformes totales	Ct	NMP/g
Mohos	M	UFC/g
Levaduras	L	UFC/g

**Fuente:** RIMH, 2012

### **3.6.7 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO**

La aceptación intrínseca de un alimento es la consecuencia de la reacción del consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del mismo. De hecho, una de las múltiples definiciones de análisis sensorial obedece al examen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos, es decir, el conjunto de técnicas que permiten percibir, identificar y apreciar un cierto número de propiedades características de los alimentos (Ureña et al, 1999).

Existen ciertas cualidades sensoriales que se perciben por medio de un único sentido, es el caso del color y la vista, pero otras muchas son detectadas por dos o más sentidos, de forma secuencial o prácticamente simultánea (Ureña et al, 1999).

Un análisis sensorial, metódico y planificado, resulta de especial interés cuando se ha modificado algún ingrediente o materia prima o simplemente se dan cambios en las condiciones de procesamiento: modificación del tiempo de cocción, incremento o descenso de la temperatura ambiente (Ureña et al, 1999).

#### **3.6.7.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES**

Para determinar la dosificación de ingredientes, se realizó una evaluación sensorial realizados por veinte jueces no entrenados a través de un test de escala hedónica (Anexo A) para los atributos aroma, sabor, textura, color, apariencia.

#### **3.6.7.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO**

Se realizó la evaluación sensorial del producto, una vez obtenido la muestra de mayor aceptación, mediante un test de escala hedónica (Anexo A) donde participaron veinte jueces no entrenados, que evaluaron los atributos color, sabor y textura.

### 3.6.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se entiende por diseño experimental aquel en el que se investigan todas las posibles combinaciones de niveles de los factores en cada ensayo completo o réplica del experimento (Montgomery, 1991).

Según (Montgomery, 1991), para la realización del presente trabajo de investigación, se aplicó un diseño factorial en la etapa de dosificación de ingredientes que consistió en un diseño de dos niveles de variación, según la Ecuación [3.1].

$$2^k \qquad \text{Ecuación [3.1]}$$

Dónde:

2 = Niveles de variación del factor

k = Número de variables (Factores)

#### 3.6.8.1 DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos, es muy importante la dosificación de ingredientes, puesto que las variaciones de harina de arroz, maicena y goma xantana influyen en la textura del producto terminado. Por lo cual en la etapa de dosificación, se aplicó el diseño factorial  $2^3$ , según la Ecuación [3.2].

$$2^k = 2^3 = 8 \text{ tratamientos/prueba} \qquad \text{Ecuación [3.2]}$$

En la Tabla 3.11, se muestran los dos niveles de variación con los tres factores en el proceso de dosificación: porcentaje harina de arroz, maicena y goma xantana.

**Tabla 3.11**  
**Niveles de variación de los factores en la dosificación**

Variables de la dosificación	Nivel inferior	Nivel superior
Porcentaje de harina de arroz (HA)	80%	90%
Porcentaje de la maicena (MA)	10%	20%
Porcentaje de la goma xantana (GX)	2,0%	3,5%

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla 3.12, se muestra el arreglo matricial de las variables del proceso de dosificación de ingredientes; para la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Tabla 3.12**  
**Disposición matricial de las variables en la etapa de dosificación**

Corridas	Combinación de tratamientos	Factores			Interacción de los efectos				Y <sub>i</sub>
		HA	MA	GX	HAMA	HAGX	MAGX	HAMAGX	
1	(1)	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	Y <sub>1</sub>
2	a	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	Y <sub>2</sub>
3	b	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	Y <sub>3</sub>
4	ab	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	Y <sub>4</sub>
5	c	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	Y <sub>5</sub>
6	ac	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	Y <sub>6</sub>
7	bc	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	Y <sub>7</sub>
8	abc	1	1	1	+1	+1	+1	+1	Y <sub>8</sub>

**Fuente:** Elaboración propia

Donde: Y<sub>i</sub> = Porcentaje de humedad (%)

### 3.6.8.2 DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE HORNEADO

En esta etapa del horneado, los factores que se tomaron en cuenta son la variación de temperatura y tiempo. Cada uno de los factores con dos niveles de variación y se aplicó el diseño factorial 2<sup>2</sup>, según la Ecuación [3.3].

$$2^k = 2^2 = 4 \text{ tratamientos/prueba}$$

Ecuación [3.3]

En la Tabla 3.13, se muestran los dos niveles de variación con los dos factores: temperatura y tiempo.

**Tabla 3.13**  
**Niveles de variación de los factores temperatura y tiempo de horneado**

Variables del horneado	Nivel inferior	Nivel superior
Temperatura (T)	120 °C	140 °C
Tiempo (t)	20 min	25 min

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla 3.14, se muestra el arreglo matricial de las variables temperatura y tiempo en la etapa del horneado; para la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Tabla 3.14**  
**Disposición matricial de las variables en el horneado**

Corridas	Combinación de tratamientos	Factores		Interacción	Y <sub>i</sub>
		T	t	Tt	
1	(-1)	-1	-1	+1	Y <sub>2</sub>
2	a	+1	-1	-1	Y <sub>3</sub>
3	b	-1	+1	-1	Y <sub>4</sub>
4	ab	+1	+1	+1	Y <sub>5</sub>

**Fuente:** Elaboración propia

Donde: Y<sub>i</sub> = Porcentaje de humedad (%)

## 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La caracterización de la materia prima en el presente trabajo experimental fue realizada tomando en cuenta los siguientes aspectos:

### 4.1.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA HARINA DE ARROZ

El análisis fisicoquímico de la harina de arroz, se observa en la Tabla 4.1 para 100g de muestra.

**Tabla 4.1**  
**Análisis fisicoquímico de la materia harina de arroz**

Componentes	Unidad de medida	Valor
Cenizas	%	0,45
Fibra	%	0,86
Gluten húmedo	%	n. d.
Hidratos de carbono	%	78,93
Materia grasa	%	0,26
Humedad	%	13,51
Proteína total	%	5,99
Valor energético	Kcal/100g	342,02

**Fuente:** CEANID, 2012

En la Tabla 4.1, se puede observar que el contenido de cenizas es 0,45%, fibra 0,86%, gluten húmedo no detectado (n. d.), hidratos de carbono 78,93%, materia grasa 0,26%, humedad 13,51%; proteína total 5,99%; y valor energético 342,02 Kcal/100g.

### 4.1.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA MAICENA

El análisis fisicoquímico obtenidos de la maicena, se muestran en la Tabla 4.2 para 100g de muestra.

**Tabla 4.2**  
**Análisis fisicoquímico de la materia maicena**

<b>Componentes</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor</b>
Cenizas	%	0,09
Fibra	%	2,30
Gluten húmedo	%	n. d.
Hidratos de carbono	%	85,80
Materia grasa	%	0,18
Humedad	%	11,18
Proteína total	%	0,45
Valor energético	Kcal/100g	346,62

**Fuente:** CEANID, 2012

En la Tabla 4.2, se puede observar que el contenido de cenizas es 0,09%, fibra 2,30%, gluten húmedo no detectado (n. d.), hidratos de carbono 85,80%, materia grasa 0,18%, humedad 11,18%, proteína total 0,45%, y valor energético 346,62 Kcal/100g.

#### **4.2 DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS**

Para realizar la determinación de dosificación de ingredientes en la elaboración de galletas de harina de arroz, se tuvo que realizar la utilización de varias recetas (MAMACONVERGENTE, 2012) a nivel experimental con el fin de lograr una dosificación de acorde a las características al producto a ser elaborado. En base a este criterio, se realizó las siguientes combinaciones, como ser:

G1→ Harina de arroz = 80%, maicena = 10%, goma xantana = 2,0%

G2→ Harina de arroz = 90%, maicena = 10%, goma xantana = 2,0%

G3→ Harina de arroz = 80%, maicena = 20%, goma xantana = 2,0%

G4→ Harina de arroz = 90%, maicena = 20%, goma xantana = 2,0%

G5→ Harina de arroz = 80%, maicena = 10%, goma xantana = 3,5%

G6→ Harina de arroz = 90%, maicena = 10%, goma xantana = 3,5%

G7→ Harina de arroz = 80%, maicena = 20%, goma xantana = 3,5%

G8→ Harina de arroz = 90%, maicena = 20%, goma xantana = 3,5%

#### 4.2.1 EVALUACIÓN SENSORIAL EN LA DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

Los resultados promedios de los atributos sensoriales de las ocho combinaciones detalladas en la Tabla 4.3, son obtenidos de los (Anexo C:2), (Anexo C:3), (Anexo C:4), (Anexo C:5) y (Anexo C:6) en escala hedónica de aceptación que fueron obtenidos de la evaluación sensorial llevada a cabo por veinte jueces no entrenados para los atributos del aroma, sabor, textura, color y apariencia.

**Tabla 4.3**  
**Evaluación sensorial para determinar la dosificación de ingredientes**

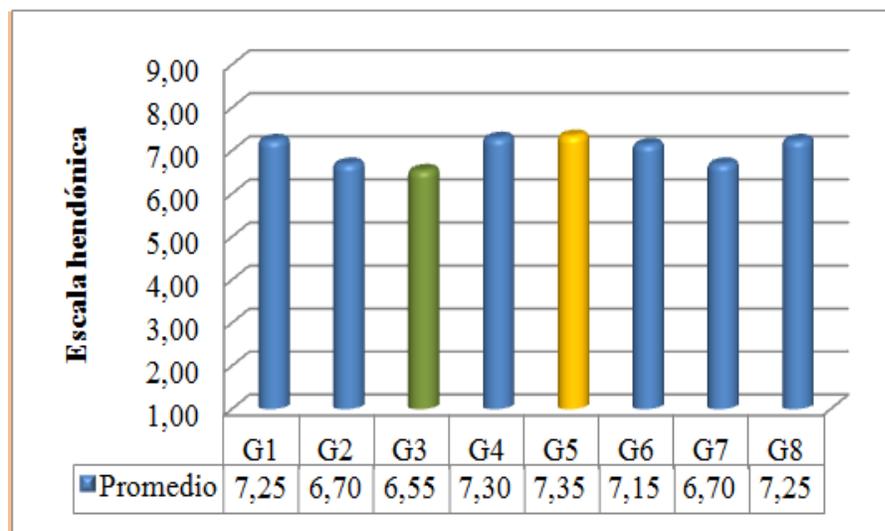
Muestras	Aroma	Sabor	Textura	Color	Apariencia
	(Escala hedónica)				
G <sub>1</sub>	7,25	7,15	6,65	7,00	7,15
G <sub>2</sub>	6,70	7,00	7,00	7,10	7,40
G <sub>3</sub>	6,55	6,30	5,65	6,90	7,10
G <sub>4</sub>	7,30	7,30	7,55	7,45	7,30
G <sub>5</sub>	7,35	7,30	7,00	7,15	7,35
G <sub>6</sub>	7,15	7,00	7,00	6,85	7,05
G <sub>7</sub>	6,70	7,00	6,95	7,10	7,20
G <sub>8</sub>	7,25	7,05	7,20	7,35	7,70
<b>Promedio</b>	7,03	7,01	6,88	7,11	7,28

**Fuente:** Elaboración propia

##### 4.2.1.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la Figura 4.1, se muestran los promedios de aceptación del atributo aroma, extraídos del (Anexo C:2), para las ocho muestras evaluadas de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Figura 4.1**  
**Valores promedio de aceptación del atributo aroma para determinar la dosificación de ingredientes**



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 4.1, la muestra (G5 = 7,35) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma, seguido de la muestra (G4 = 7,30) en escala hedónica en comparación a las muestras: (G1 = 7,25), (G8 = 7,25), (G6 = 7,15), (G2 = 6,70), (G7 = 6,70), (G3 = 6,55), que son menores.

#### **4.2.1.1.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES**

En la Tabla 4.4, se observan los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan expresados en el (Anexo C:2) para el atributo aroma.

**Tabla 4.4**  
**Prueba de Duncan del atributo aroma para la dosificación de ingredientes**

<b>Tratamientos</b>	<b>Análisis de los valores</b>	<b>Significancia</b>
G5-G4	$7,35-7,30 = 0,05 < 0,49$	No hay significancia
G5-G1	$7,35-7,25 = 0,10 < 0,52$	No hay significancia
G5-G8	$7,35-7,25 = 0,10 < 0,54$	No hay significancia
G5-G6	$7,30-7,15 = 0,20 < 0,54$	No hay significancia
G5-G2	$7,35-6,70 = 0,65 > 0,55$	<b>Hay significancia</b>
G5-G7	$7,35-6,70 = 0,65 > 0,56$	<b>Hay significancia</b>
G5-G3	$7,35-6,55 = 0,80 > 0,57$	<b>Hay significancia</b>
G4-G1	$7,30-7,25 = 0,05 < 0,49$	No hay significancia
G4-G8	$7,30-7,25 = 0,05 < 0,52$	No hay significancia
G4-G6	$7,30-7,15 = 0,15 < 0,54$	No hay significancia
G4-G2	$7,30-6,70 = 0,60 > 0,54$	<b>Hay significancia</b>
G4-G7	$7,30-6,70 = 0,60 > 0,55$	<b>Hay significancia</b>
G4-G3	$7,30-6,55 = 0,75 > 0,56$	<b>Hay significancia</b>
G1-G8	$7,25-7,25 = 0,00 < 0,49$	No hay significancia
G1-G6	$7,25-7,15 = 0,10 < 0,52$	No hay significancia
G1-G2	$7,25-6,70 = 0,55 > 0,54$	<b>Hay significancia</b>
G1-G7	$7,25-6,70 = 0,55 > 0,54$	<b>Hay significancia</b>
G1-G3	$7,25-6,55 = 0,70 > 0,55$	<b>Hay significancia</b>
G8-G6	$7,25-7,15 = 0,10 < 0,49$	No hay significancia
G8-G2	$7,25-6,70 = 0,55 > 0,52$	<b>Hay significancia</b>
G8-G7	$7,25-6,70 = 0,55 > 0,54$	<b>Hay significancia</b>
G8-G3	$7,25-6,55 = 0,70 > 0,54$	<b>Hay significancia</b>
G6-G2	$7,15-6,70 = 0,45 < 0,49$	No hay significancia
G6-G7	$7,15-6,70 = 0,45 < 0,52$	No hay significancia
G6-G3	$7,15-6,55 = 0,60 > 0,54$	<b>Hay significancia</b>
G2-G7	$6,70-6,70 = 0,00 < 0,49$	No hay significancia
G2-G3	$6,70-6,55 = 0,15 < 0,52$	No hay significancia
G7-G3	$6,70-6,55 = 0,15 < 0,49$	No hay significancia

**Fuente:** Elaboración propia

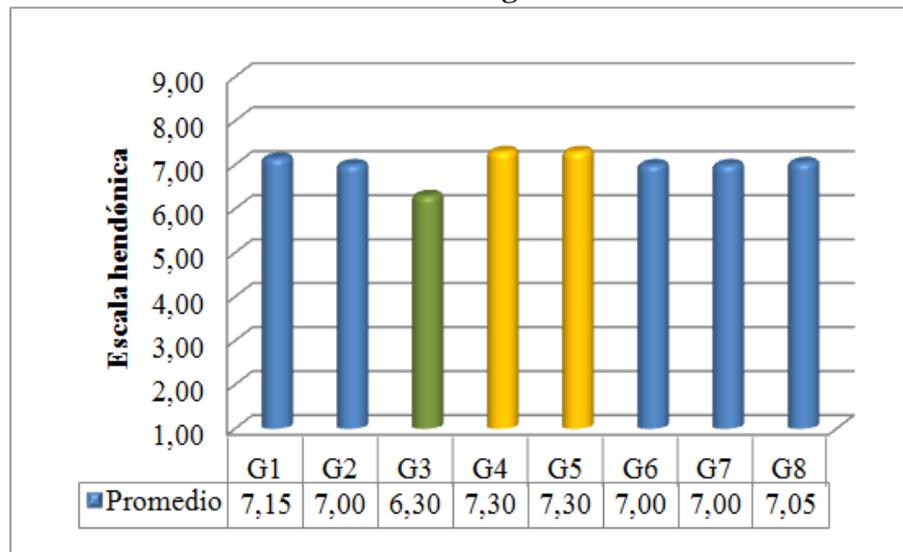
En la Tabla 4.4, se observa que si existe evidencia estadística entre los tratamientos (G5-G2, G5-G7, G-G3, G4-G2, G4-G7, G4-G3, G1-G2, G1-G7, G1-G3, G8-G2, G8-G7, G8-G3, G6-G3) que son significativos en comparación a los tratamientos (G5-G4, G5-G1, G5-G8, G5-G6, G4-G1, G4-G8, G4-G6, G1-G8, G1-G6, G8-G6, G6-G2, G6-G7, G2-G7, G2-G3, G7-G3), que no son significativos para un límite de confianza del 95%. Pero analizando la preferencia de los jueces por la muestra G5 (80% harina de arroz, 10% maicena, 3,5% goma xantana, el resto insumos) con mayor

puntaje en escala hedónica y se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo aroma en el proceso de dosificación de las pruebas de galletas de harina de arroz para celíacos.

#### 4.2.1.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la Figura 4.2, se muestra el promedio de aceptación para el atributo sabor de los datos extraídos del (Anexo C:3).

**Figura 4.2**  
Valores promedio de aceptación del atributo sabor para determinar la dosificación de ingredientes



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 4.2, la muestra (G4 y G5 = 7,30) tienen mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor, seguido de la muestra (G1 = 7,15) en escala hedónica en comparación a las muestras (G8 = 7,05), (G2 = 7,00), (G6 = 7,00), (G7 = 7,00), (G3 = 6,30), que son menores.

#### 4.2.1.2.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la Tabla 4.5, se observan los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan expresados en el (Anexo C:3) para el atributo sabor.

**Tabla 4.5**

##### **Prueba de Duncan del atributo sabor para la dosificación de ingredientes**

<b>Tratamientos</b>	<b>Análisis de los valores</b>	<b>Significancia</b>
G4-G5	$7,30-7,30 = 0,00 < 0,54$	No hay significancia
G4-G1	$7,30-7,15 = 0,15 < 0,57$	No hay significancia
G4-G8	$7,30-7,05 = 0,25 < 0,59$	No hay significancia
G4-G6	$7,30-7,00 = 0,30 < 0,59$	No hay significancia
G4-G2	$7,30-7,00 = 0,30 < 0,61$	No hay significancia
G4-G6	$7,30-7,00 = 0,30 < 0,62$	No hay significancia
G4-G3	$7,30-6,30 = 1,00 > 0,62$	<b>Hay significancia</b>
G5-G1	$7,30-7,15 = 0,15 < 0,54$	No hay significancia
G5-G8	$7,30-7,05 = 0,25 < 0,57$	No hay significancia
G5-G2	$7,30-7,00 = 0,30 < 0,59$	No hay significancia
G5-G6	$7,30-7,00 = 0,30 < 0,59$	No hay significancia
G5-G7	$7,30-7,00 = 0,30 < 0,61$	No hay significancia
G5-G3	$7,30-6,30 = 1,00 > 0,62$	<b>Hay significancia</b>
G1-G8	$7,15-7,05 = 0,10 < 0,54$	No hay significancia
G1-G2	$7,15-7,00 = 0,15 < 0,57$	No hay significancia
G1-G6	$7,15-7,00 = 0,15 < 0,59$	No hay significancia
G1-G7	$7,15-7,00 = 0,15 < 0,59$	No hay significancia
G1-G3	$7,15-6,30 = 0,85 > 0,61$	<b>Hay significancia</b>
G8-G2	$7,05-7,00 = 0,05 < 0,54$	No hay significancia
G8-G6	$7,05-7,00 = 0,05 < 0,57$	No hay significancia
G8-G7	$7,05-7,00 = 0,05 < 0,59$	No hay significancia
G8-G3	$7,05-6,30 = 0,75 > 0,59$	<b>Hay significancia</b>
G2-G6	$7,00-7,00 = 0,00 < 0,54$	No hay significancia
G2-G7	$7,00-7,00 = 0,00 < 0,57$	No hay significancia
G2-G3	$7,00-6,30 = 0,70 > 0,59$	<b>Hay significancia</b>
G6-G7	$7,00-7,00 = 0,00 < 0,54$	No hay significancia
G6-G3	$7,00-6,30 = 0,70 > 0,57$	<b>Hay significancia</b>
G7-G3	$7,00-6,30 = 0,70 > 0,54$	<b>Hay significancia</b>

**Fuente:** Elaboración propia

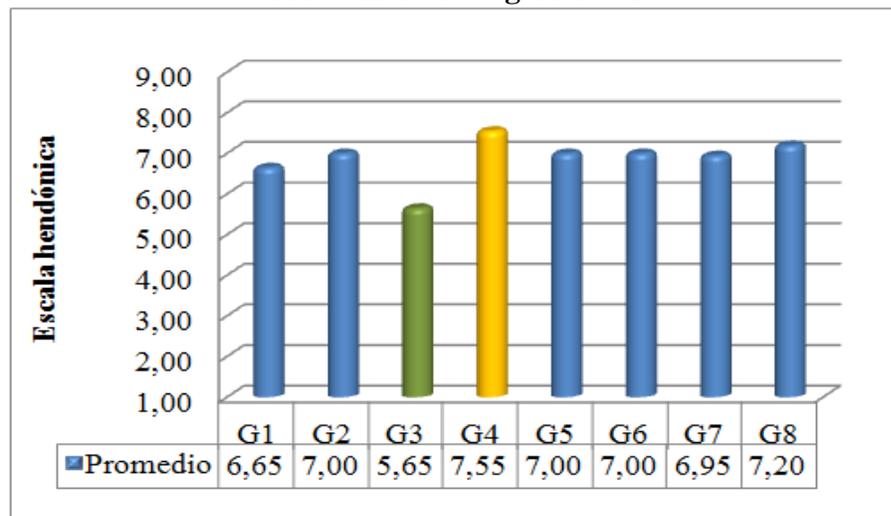
En la Tabla 4.5, se observa que si existe evidencia estadística entre los tratamientos (G4-G3, G5-G3, G1-G3, G8-G3, G2-G3 , G6-G3, G7-G3) que son significativos

en comparación a los tratamientos (G4-G5, G4-G1, G4-G8, G4-G6, G4 - G2, G4-G6, G5-G1, G5-G8, G5-G2, G5-G6, G5-G7, G1-G8, G1-G2, G1-G6, G1-G7, G8-G2, G8-G6, G8-G7, G2-G6, G2-G7, G6-G7), que no son significativos para un límite de confianza del 95%. Pero analizando la preferencia de los jueces por las muestras G4 (90% harina de arroz, 20% maicena, 2,0% goma xantana, el resto insumos) y G5 (80% harina de arroz, 10% maicena, 3,5% goma xantana, el resto insumos) con mayores puntajes en escala hedónica, las cuales fueron tomadas como las mejores opciones en cuanto se refiere al atributo sabor en el proceso de dosificación de las pruebas de galletas de harina de arroz para celíacos.

#### 4.2.1.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la Figura 4.3, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo textura de los datos extraídos del (Anexo C:4).

**Figura 4.3**  
**Valores promedio de aceptación del atributo textura para determinar la dosificación de ingredientes**



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 4.3, la muestra (G4 = 7,55) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura, seguido de la muestra (G8 = 7,20) en escala

hedónica en comparación a las muestras: (G2, G5 y G6 = 7,00), (G7 = 6,95), (G3 = 5,65), que son menores.

#### 4.2.1.3.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la Tabla 4.6, se observan los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan expresados en el (Anexo C: 4) para el atributo textura.

**Tabla 4.6**  
**Prueba de Duncan del atributo textura para la dosificación de ingredientes**

Tratamientos	Análisis de los valores	Significancia
G4–G8	$7,55-7,20 = 0,35 < 0,73$	No hay significancia
G4–G2	$7,55-7,00 = 0,55 < 0,77$	No hay significancia
G4–G5	$7,55-7,00 = 0,55 < 0,79$	No hay significancia
G4–G6	$7,55-7,00 = 0,55 < 0,80$	No hay significancia
G4–G7	$7,55-6,95 = 0,60 < 0,82$	No hay significancia
G4–G1	$7,55-6,65 = 0,90 > 0,83$	<b>Hay significancia</b>
G4–G3	$7,55-5,65 = 1,90 > 0,84$	<b>Hay significancia</b>
G8–G2	$7,20-7,00 = 0,20 < 0,73$	No hay significancia
G8–G5	$7,20-7,00 = 0,20 < 0,77$	No hay significancia
G8–G6	$7,20-7,00 = 0,20 < 0,79$	No hay significancia
G8–G7	$7,20-6,95 = 0,25 < 0,80$	No hay significancia
G8–G1	$7,20-6,65 = 0,55 < 0,82$	No hay significancia
G8–G3	$7,20-5,65 = 1,55 > 0,83$	<b>Hay significancia</b>
G2–G5	$7,00-7,00 = 0,00 < 0,73$	No hay significancia
G2–G6	$7,00-7,00 = 0,00 < 0,77$	No hay significancia
G2–G7	$7,00-6,95 = 0,05 < 0,79$	No hay significancia
G2–G1	$7,00-6,65 = 0,35 < 0,80$	No hay significancia
G2–G3	$7,00-5,65 = 1,35 > 0,82$	<b>Hay significancia</b>
G5–G6	$7,00-7,00 = 0,00 < 0,73$	No hay significancia
G5–G7	$7,00-6,95 = 0,05 < 0,77$	No hay significancia
G5–G1	$7,00-6,65 = 0,35 < 0,79$	No hay significancia
G5–G3	$7,00-5,65 = 1,35 > 0,80$	<b>Hay significancia</b>
G6–G7	$7,00-6,95 = 0,05 < 0,73$	No hay significancia
G6–G1	$7,00-6,65 = 0,35 < 0,77$	No hay significancia
G6–G3	$7,00-5,65 = 1,35 > 0,79$	<b>Hay significancia</b>
G7–G1	$6,95-6,65 = 0,30 < 0,73$	No hay significancia
G7–G3	$6,95-5,65 = 1,30 > 0,77$	<b>Hay significancia</b>
G1–G3	$6,65-5,65 = 1,00 > 0,73$	<b>Hay significancia</b>

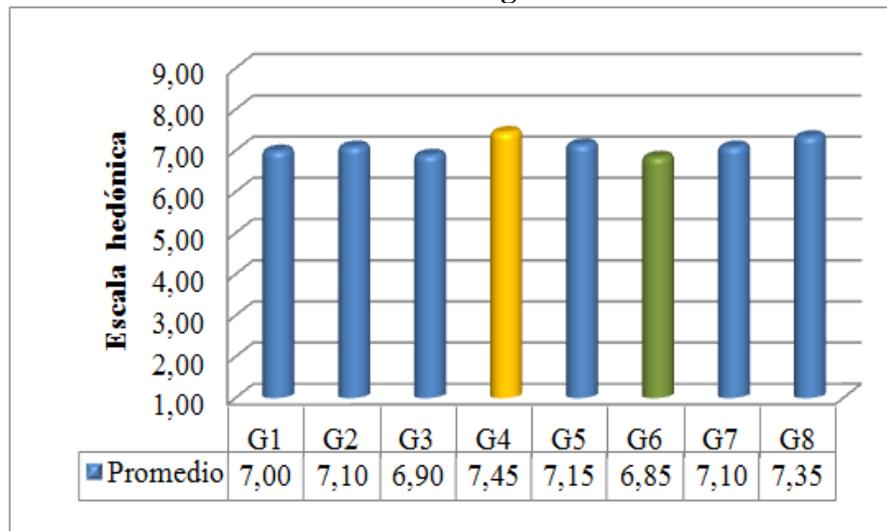
**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla 4.6, se observa que si existe evidencia estadística entre los tratamientos (G4-G1, G4-G3, G8-G3, G2-G3, G5-G3, G6-G3, G7-G3, G1-G3), que son significativos en comparación a los tratamientos (G4-G8, G4-G2, G4-G5, G4-G6, G4-G7, G8-G2, G8-G5, G8-G6, G8-G7, G8-G1, G2-G5, G2-G6, G2-G7, G2-G1, G5-G6, G5-G7, G5-G1, G6-G7, G6-G1, G7-G1), que no son significativos para un límite de confianza del 95%. Pero analizando la preferencia de los jueces por la muestra G4 (90% harina de arroz, 20% maicena, 2,0% goma xantana, el resto insumos) con mayor puntaje en escala hedónica y se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo textura en el proceso de dosificación de las pruebas de galletas de harina de arroz para celíacos.

#### 4.2.1.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la Figura 4.4, se muestra el comportamiento del valor promedio de aceptación para el atributo color de los datos extraídos del (Anexo C:5), de las ocho muestras evaluadas en la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Figura 4.4**  
Valores promedio de aceptación del atributo color para determinar la dosificación de ingredientes



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 4.4, la muestra (G4 = 7,45) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo color, seguido de la muestra (G8 = 7,35) en escala hedónica en comparación a las muestras: (G2, G7 = 7,10), (G1 = 7,00), (G3 = 6,90), (G6 = 6,85), que son menores.

#### 4.2.1.4.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la Tabla 4.7, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo color de los datos extraídos del (Anexo C:5) de las ocho muestras evaluadas de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Tabla 4.7**  
**Análisis de varianza del atributo color para determinar la dosificación de ingredientes**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F<sub>cal</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub></b>
<b>Total</b>	229,975	159			
<b>Muestras</b>	5,975	7	0,853	0,793	2,09
<b>Jueces</b>	80,975	19	4,262	3,965	1,67
<b>Error</b>	143,025	133	1,075		

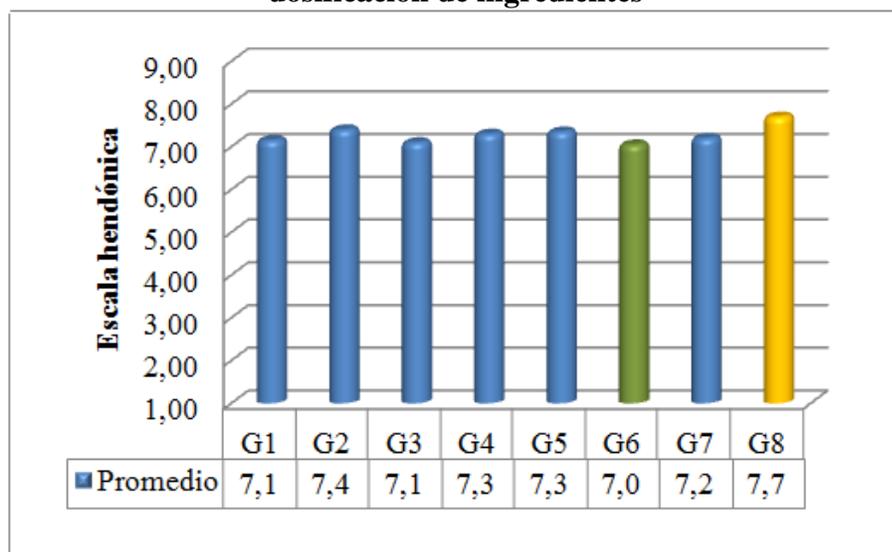
**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4.7,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,793 < 2,09$ ) para los tratamientos se acepta la hipótesis. Por lo que demuestra que no existe diferencias significativas entre muestras para el atributo color a un nivel de significancia de 0,05. Donde los resultados del análisis sensorial realizada por los jueces tienen preferencia por la muestra G4 (90% harina de arroz, 20% maicena, 2,0% goma xantana, el resto insumos) con mayor puntaje en escala hedónica y se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo color en el proceso de dosificación de las pruebas de galletas de harina de arroz para celíacos.

#### 4.2.1.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la Figura 4.5, se muestra el comportamiento del valor promedio de aceptación para el atributo apariencia de los datos extraídos del (Anexo C:6) de las ocho muestras evaluadas en la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Figura 4.5**  
**Valores promedio de aceptación del atributo apariencia para determinar la dosificación de ingredientes**



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 4.5, la muestra (G8 = 7,70) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo apariencia, seguido de la muestra (G2 = 7,40) en escala hedónica en comparación a las muestras: (G4 = 7,30), (G7 = 7,20), (G1 = 7,15), (G3 = 7,10), (G6 = 7,05), que son menores.

#### 4.2.1.5.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

En la Tabla 4.8, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo apariencia de los datos extraídos del (Anexo C:6) de las ocho muestras evaluadas de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Tabla 4.8**  
**Análisis de varianza del atributo apariencia para determinar la dosificación de**  
**ingredientes**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F<sub>cal</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub></b>
<b>Total</b>	200,344	159			
<b>Muestras</b>	6,094	7	0,870	1,163	2,09
<b>Jueces</b>	94,719	19	4,985	6,664	1,67
<b>Error</b>	99,531	133	0,748		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4.8,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,163 < 2,09$ ) para los tratamientos se acepta la hipótesis. Por lo que demuestra que no existe diferencias significativas entre muestras para el atributo apariencia a un nivel de significancia de 0,05. Donde los resultados del análisis sensorial de preferencia de los jueces es por la muestra G8 (90% harina de arroz, 20% maicena, 3,5% goma xantana, el resto insumos) con mayor puntaje en escala hedónica y se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo apariencia en el proceso de dosificación de las pruebas de galletas de harina de arroz para celíacos.

#### **4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR LAS VARIABLES EN EL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS**

En la Tabla 4.9, se muestra el arreglo matricial y resultados del diseño factorial de  $2^3$  de las variables independientes harina de arroz, maicena y goma xantana; en función del contenido de humedad de las galletas con harina de arroz para celíacos.

**Tabla 4.9**  
**Arreglo matricial y resultados del diseño factorial en la humedad del producto**

Corridas	Combinación De tratamientos	Factores			Réplica I	Réplica II	Respuesta $Y_i$
		HA	MA	GX			
1	(1)	80%	10%	2,0%	7,65	8,90	$Y_1 = 16,55$
2	A	90%	10%	2,0%	8,55	9,28	$Y_2 = 17,83$
3	B	80%	20%	2,0%	7,26	6,88	$Y_3 = 14,14$
4	Ab	90%	20%	2,0%	11,53	10,17	$Y_4 = 21,70$
5	C	80%	10%	3,5%	12,70	10,52	$Y_5 = 23,22$
6	Ac	90%	10%	3,5%	14,09	17,92	$Y_6 = 32,01$
7	Bc	80%	20%	3,5%	12,15	13,35	$Y_7 = 25,50$
8	abc	90%	20%	3,5%	17,68	15,09	$Y_8 = 32,77$

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS**

En la Tabla 4.10, se observa el análisis de varianza de la etapa de dosificación de ingredientes para la elaboración de galletas con harina de arroz para celíacos; en función de los datos de la Tabla 4.9. Con la resolución de la matriz, se obtuvo el análisis de varianza para determinar que factor tiene más significancia (Anexo D) donde se detalla la resolución del diseño.

**Tabla 4.10**  
**ANVA para el diseño factorial  $2^3$  en la etapa de dosificación de ingredientes**

Fuente de Varianza (FV)	Suma Cuadrados (SC)	Grados Libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
<b>Total</b>	181,55	15			
<b>HA</b>	38,75	1	38,75	19,600*	5,32
<b>MA</b>	1,27	1	1,27	0,642	5,32
<b>GX</b>	117,07	1	117,07	59,216**	5,32
<b>HA-MA</b>	1,42	1	1,42	0,718	5,32
<b>HA-GX</b>	3,26	1	3,26	1,649	5,32
<b>MA-GX</b>	0,16	1	0,16	0,080	5,32
<b>HA-MA-GX</b>	3,80	1	3,80	1,922	5,32
<b>Error</b>	15,82	$2^3 - 8 = 8$	1,98		5,32

**Fuente:** Elaboración propia      \* Significativo      \*\* Altamente significativo

**Conclusión:**

- a) Para el caso del factor harina de arroz el **Fcal  $\geq$  Ftab (19,600  $\geq$  5,32); por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta  $H_1$ ; es decir que la harina de arroz influye significativamente en el proceso de elaboración de galletas.**
  
- b) Para el caso del factor maicena el **Fcal < Ftab (0,642 < 5,32); por lo tanto no se rechaza la  $H_0$** ; es decir que la maicena no influye significativamente en el proceso de elaboración de galletas.
  
- c) Para el caso del factor goma xantana el **Fcal  $\geq$  Ftab (59,216  $\geq$  5,32); por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta  $H_1$ ; es decir la influencia de la goma xantana es altamente significativo en el proceso de elaboración de galletas.**
  
- d) Para el caso de la interacción del factor harina de arroz y el factor maicena el **Fcal < Ftab (0,718 < 5,32); por lo tanto no se rechaza la  $H_0$** ; es decir que harina de arroz y maicena no influye significativamente en el proceso de elaboración de galletas.

- e) Para el caso de la interacción del factor harina de arroz y el factor goma xantana el **Fcal < Ftab (1,649 < 5,32); por lo tanto no se rechaza la H<sub>0</sub>**; es decir que harina de arroz y goma xantana no influye significativamente en el proceso de elaboración de galletas.
  
- f) Para el caso de la interacción del factor maicena y el factor goma xantana el **Fcal < Ftab(0,080 < 5,32); por lo tanto no se rechaza la H<sub>0</sub>**; es decir que la maicena y goma xantana no influye significativamente en el proceso de elaboración de galletas.
  
- g) Para el caso de la interacción del factor harina de arroz, factor maicena y el factor goma xantana el **Fcal < Ftab (1,922 < 5,32); por lo tanto no se rechaza la H<sub>0</sub>**; es decir que harina de arroz, maicena y goma xantana no influye significativamente en el proceso de elaboración de galletas.

En la Tabla 4.10, se observa que el factor harina de arroz es significativo y el factor goma xantana es altamente significativo. A diferencia, los resultados del análisis de varianza nos muestra que la interacción entre los factores: (harina de arroz–maicena), (harina de arroz–goma xantana), (maicena–goma xantana) y (harina de arroz–maicena–goma xantana) no son significativos en el proceso de elaboración para  $p < 0,05$ .

#### **4.4 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE GOMA XANTANA EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS**

Para determinar el porcentaje de goma xantana (coadyuvador de la elasticidad de la masa) en el proceso de elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos, se realizaron cuatro pruebas en la etapa de dosificación del porcentaje goma xantana. Donde se tomó en cuenta las muestras de mayor puntaje promedio en la escala hedónica (Tabla 4.3), variando las combinaciones porcentuales de goma xantana;

manteniendo los porcentajes de harina de arroz y maicena de la dosificación de ingredientes, como se muestra a continuación:

G4→ Harina de arroz = 90%, maicena = 20%, goma xantana = 2,0%

G6→ Harina de arroz = 90%, maicena = 10%, goma xantana = 2,5%

G7→ Harina de arroz = 80%, maicena = 20%, goma xantana = 3,0%

G8→ Harina de arroz = 90%, maicena = 20%, goma xantana = 3,5%

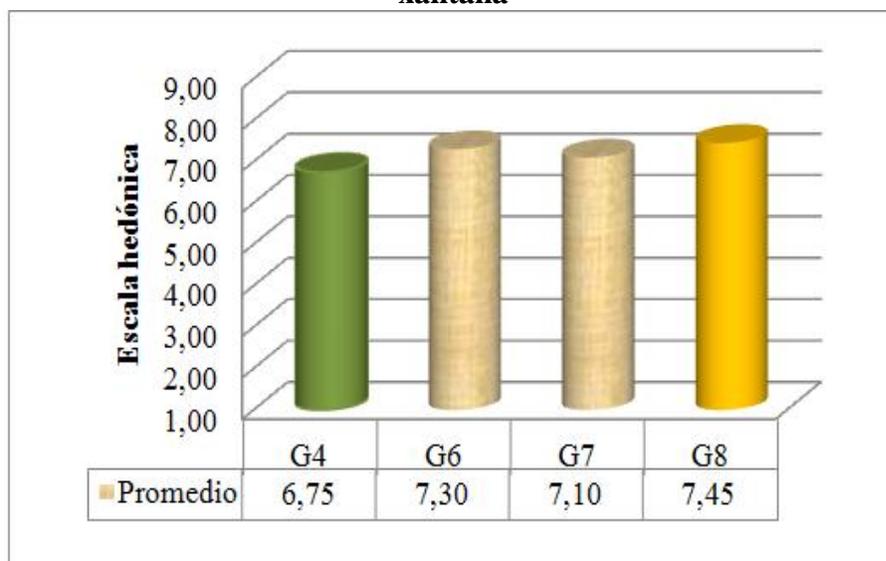
Manteniendo la cantidad de insumos constante, como ser margarina, polvo de hornear, huevo, leche líquida, azúcar y esencia de vainilla.

Para tal efecto, se realizó una evaluación sensorial en escala hedónica en los atributos: textura y color con la finalidad de observar si mejora o no los atributos realizados. En función del porcentaje de goma xantana adecuados en la elaboración de galletas para celíacos.

#### **4.4.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE GOMA XANTANA**

En la Figura 4.6, se muestra el comportamiento del valor promedio de aceptación para el atributo textura de los datos extraídos del (Anexo C:7) de las cuatro muestras evaluadas de galletas con harina de arroz para celíacos.

**Figura 4.6**  
**Valores promedio del atributo textura para determinar el porcentaje de goma xantana**



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 4.6, la muestra (G8 = 7,45) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura, seguido de la muestra (G6 = 7,30) en escala hedónica en comparación a las muestras: (G7 = 7,10), (G4 = 6,75), que son menores.

#### **4.4.1.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE GOMA XANTANA**

En la Tabla 4.11, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo textura de los datos extraídos del (Anexo C:7) de las cuatro muestras evaluadas de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Tabla 4.11**  
**Análisis de varianza del atributo textura para determinar el porcentaje de goma xantana**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F<sub>cal</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub></b>
<b>Total</b>	112,20	79			
<b>Muestras</b>	5,50	3	1,833	1,412	2,77
<b>Jueces</b>	32,70	19	1,721	1,326	1,77
<b>Error</b>	74,00	57	1,298		

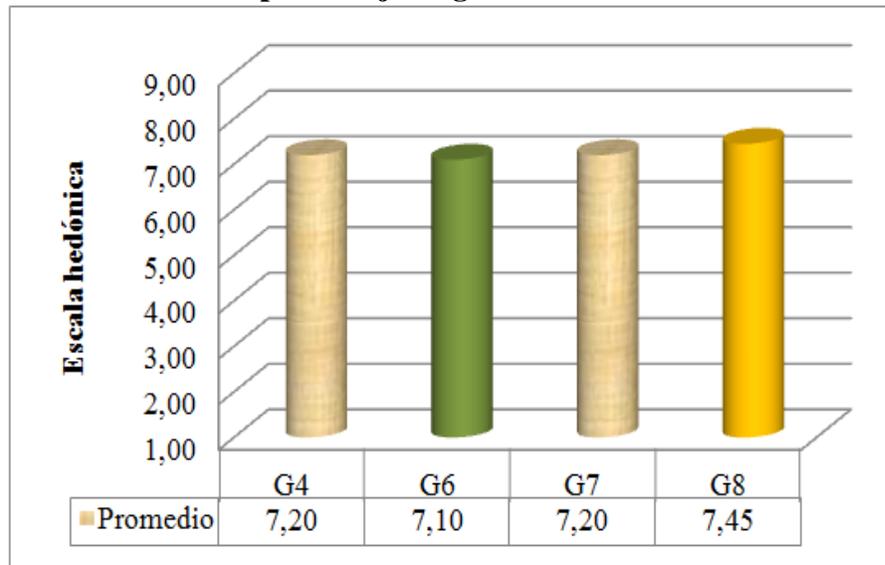
**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.11,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,412 < 2,77$ ) para los tratamientos se acepta la hipótesis. Por lo que demuestra que no existe diferencias significativas entre las muestras para el atributo textura a un nivel de significancia de 0,05. Donde los resultados del análisis sensorial de la preferencia de los jueces es por la muestra G8 (90% harina de arroz, 20% maicena, 3,5% goma xantana, el resto insumos) con mayor puntaje en escala hedónica y se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo textura en el proceso de dosificación del porcentaje de goma xantana en la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.

#### **4.4.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE GOMA XANTANA**

En la Figura 4.7, se muestra el comportamiento del valor promedio de aceptación para el atributo color de los datos extraídos del (Anexo C:8) de las cuatro muestras evaluadas de galletas con harina de arroz para celíacos.

**Figura 4.7**  
**Valores promedio de aceptación del atributo color para determinar el porcentaje de goma xantana**



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 4.7, la muestra (G8 = 7,45) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo color, seguido de la muestra (G7 = 7,20) en escala hedónica en comparación a las muestras: (G4 = 7,20), (G6 = 7,10), que son menores.

#### **4.4.2.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE GOMA XANTANA**

En la Tabla 4.12, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo color de los datos extraídos del (Anexo C:8) de las cuatro muestras evaluadas de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Tabla 4.12**  
**Análisis de varianza del atributo color para determinar el porcentaje de goma xantana**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F<sub>cal</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub></b>
<b>Total</b>	70,487	79			
<b>Muestras</b>	1,337	3	0,446	0,645	2,77
<b>Jueces</b>	29,737	19	1,565	2,265	1,77
<b>Error</b>	39,413	57	0,691		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4.12,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,645 < 2,77$ ) para los tratamientos se acepta la hipótesis. Por lo que demuestra que no existe diferencias significativas entre muestras para el atributo color a un nivel de significancia de 0,05. Donde los resultados del análisis sensorial por la preferencia de los jueces es por la muestra G8 (90% harina de arroz, 20% maicena, 3,5% goma xantana, el resto insumos) con mayor puntaje en escala hedónica y se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo color en el proceso de dosificación del porcentaje de goma xantana en las pruebas de las galletas de harina de arroz para celíacos.

En tal sentido, realizado el análisis estadístico no hay significancia entre los atributos analizados de textura y color; por lo cual cualquiera de las muestras pueden ser tomadas como la mejor opción. Pero sin embargo, se toma el criterio de los jueces por la muestra G8 con mayor promedio en la escala hedónica y como las muestras G4, G6, G7, tenían promedios similares se vio la necesidad de variar los porcentajes de goma xantana en la dosificación de los ingredientes, con la finalidad de saber cómo afecta a su textura la adición de goma xantana en diferentes proporciones.

#### 4.5 FORMULACIÓN FINAL DE LA GALLETA DE HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS

En el Cuadro 4.1, se muestra la formulación final para la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos

**Cuadro 4.1**  
**Formulación de la galleta de harina de arroz para celíacos**

Componentes	Cantidad	Porcentaje
Harina de arroz	900g	90%
Maicena	200g	20%
Goma xantana	38,5g	3,0%
Azúcar	366g	32%
Margarina	230g	20%
Polvo de hornear	40g	3,5%
Huevos	260g	23%
Esencia de vainilla	3,0g	0,3%
Leche líquida	240cc	21%

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.6 DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE HORNEADO EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS

Para determinar el tiempo y la temperatura de horneado en el proceso de elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos, se realizaron pruebas en la etapa de cocción. Donde se tomó en cuenta la muestra de mayor aceptación G8 (90% harina de arroz, 20% maicena, 3,5% goma xantana); manteniendo constantes las cantidades de harina de arroz, maicena, margarina, polvo de hornear, huevo, leche líquida, azúcar y esencia de vainilla. Variando temperatura y tiempo de horneado, como se muestra a continuación:

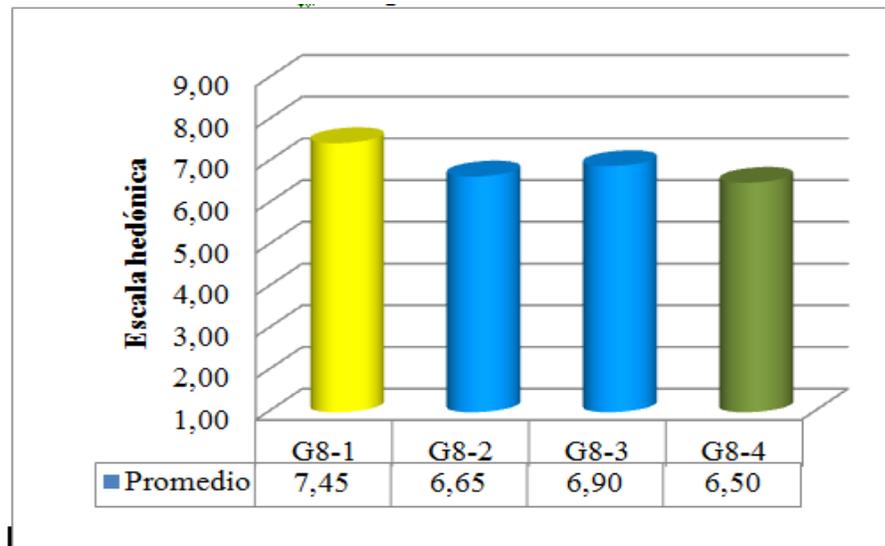
G8-1	→	20 min, 130°C
G8-2	→	30 min, 130°C
G8-3	→	20 min, 150°C
G8-4	→	30 min, 150°C

Para tal efecto, se realiza una evaluación sensorial de las muestras de galletas para los atributos de color y textura. Con el fin de identificar cual de los factores incide una mayor frecuencia en este proceso.

#### 4.6.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR TEMPERATURA Y TIEMPO DE HORNEADO

En la Figura 4.8, se muestra el comportamiento del valor promedio de aceptación para el atributo color de los datos extraídos del (Anexo C:9) de las cuatro muestras evaluadas de galletas con harina de arroz para celíacos.

**Figura 4.8**  
**Valores promedio del atributo color en la determinación temperatura y tiempo de horneado**



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 4.8, la muestra (G8-1 = 7,45) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo color, seguido de la muestra (G8-3 = 6,90) en escala hedónica en comparación a las muestras: (G8-2 = 6,65), (G8-4 = 6,50), que son menores.

#### 4.6.1.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR TEMPERATURA Y TIEMPO DE HORNEADO

En la Tabla 4.13, se observan los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan expresados en el (Anexo C:9) para el atributo color.

**Tabla 4.13**  
**Prueba de Duncan del atributo color para temperatura y tiempo de horneado**

Tratamientos	Análisis de los valores	Significancia
G8-1-G8-3	$7,45-6,90 = 0,55 < 0,67$	No hay significancia
G8-1-G8-2	$7,45-6,65 = 0,80 > 0,71$	<b>Hay significancia</b>
G8-1-G8-4	$7,45-6,20 = 1,25 > 0,73$	<b>Hay significancia</b>
G8-3-G8-2	$6,90-6,65 = 0,25 < 0,67$	No hay significancia
G8-3-G8-4	$6,90-6,20 = 0,70 < 0,71$	No hay significancia
G8-2-G8-4	$6,65-6,20 = 0,45 < 0,67$	No hay significancia

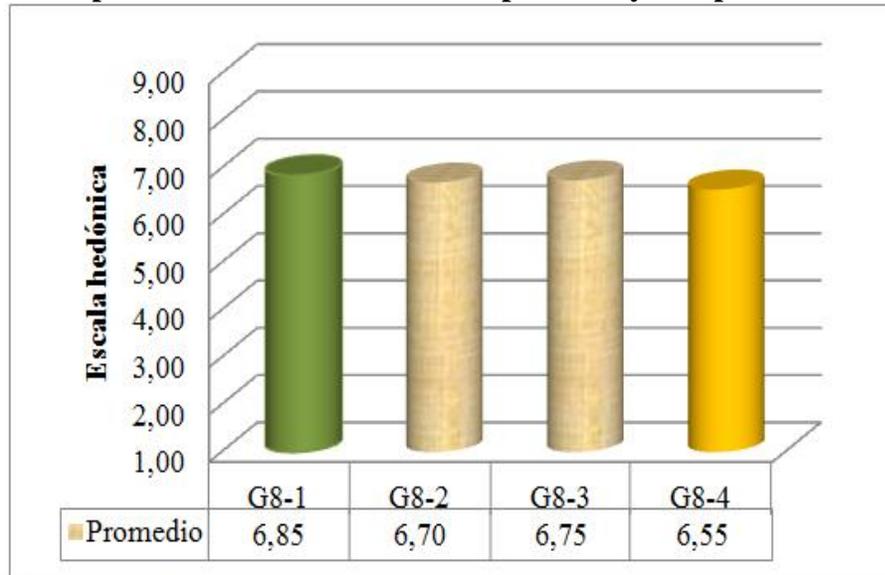
**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4.13, si existe evidencia estadística entre los tratamientos (G8-1-G8-2, G8-1-G8-4), que son significativos en comparación a los tratamientos (G8-1-G8-3, G8-3-G8-2, G8-3-G8-4, G8-2-G8-4), que no son significativos para un límite de confianza del 95%. Pero analizando la preferencia de los jueces por la muestra G8-1 (90% harina de arroz, 20% maicena, 3,5% goma xantana es el resto insumos; para 20 min, 130°C) con mayor puntaje en escala hedónica y se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo color.

#### 4.6.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR TEMPERATURA Y TIEMPO DE HORNEADO

En la Figura 4.9, se muestra el comportamiento del valor promedio de aceptación para el atributo textura de los datos extraídos del (Anexo C:10) de las cuatro muestras evaluadas de galletas con harina de arroz para celíacos.

**Figura 4.9**  
**Valores promedio de la textura de temperatura y tiempo de horneado**



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Figura 4.9, la muestra (G8-1 = 6,85) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura, seguido de la muestra (G8-2 = 6,70) en escala hedónica en comparación a las muestras: (G8-3 = 6,75), (G8-4 = 6,55), que son menores.

#### **4.6.2.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR TEMPERATURA Y TIEMPO DE HORNEADO**

En la Tabla 4.14, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo textura de los datos extraídos del (Anexo C:10) de las cuatro muestras evaluadas de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Tabla 4.14**

**Análisis de varianza atributo textura para la temperatura y tiempo de horneado**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F<sub>cal</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub></b>
<b>Total</b>	86,387	79			
<b>Muestras</b>	0,937	3	0,312	0,322	2,77
<b>Jueces</b>	30,138	19	1,586	1,635	1,77
<b>Error</b>	55,312	57	0,970		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4.14,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,322 < 2,77$ ) para los tratamientos se acepta la hipótesis. Por lo que se demuestra que no existe diferencias significativas entre muestras para el atributo textura a un nivel de significancia de 0,05. Donde los resultados del análisis sensorial de preferencia de los jueces, es por la muestra G8-1 (90% harina de arroz, 20% maicena, 3,5% goma xantana y el resto insumos, para 20 min, 130°C) con mayor puntaje en escala hedónica y se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo textura.

#### **4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR TEMPERATURA Y TIEMPO EN EL HORNEADO DE LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS**

En la tabla 4.15, se muestra el arreglo matricial y resultados del diseño factorial de  $2^2$  de las variables independientes de temperatura y tiempo de horneado para la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos.

**Tabla 4.15**  
**Resultados del diseño factorial del contenido de humedad en el proceso de horneado**

Corridas	Combinación de Tratamientos	Variables		Réplica I	Réplica II	Total $Y_i$
		Tiempo (A) min	Temperatura (B) °C			
1	(1)	20	130	11,65	11,49	23,14
2	a	30	130	4,99	4,99	9,98
3	b	20	150	7,85	7,62	15,47
4	ab	30	150	5,10	4,99	10,09
<b>Total (<math>Y_j</math>)</b>				<b>29,59</b>	<b>29,09</b>	<b>58,68</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.7.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE TEMPERATURA Y TIEMPO EN LA ETAPA DEL HORNEADO

En la Tabla 4.16, se observa el análisis de varianza de temperatura y tiempo en la etapa del horneado para la elaboración de galletas con harina de arroz para celíacos; en función de los datos de la Tabla 4.15. Con la resolución de la matriz, se obtuvo el análisis de varianza para determinar que factor tiene más significancia (Anexo D) donde se detalla la resolución del diseño.

**Tabla 4.16**  
**ANVA para el diseño factorial  $2^2$  en la etapa del horneado**

Fuente de Varianza (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	$F_{cal}$	$F_{tab}$
<b>Total</b>	57,72	7			
<b>Factor t</b>	42,97	1	42,97	4297**	7.71
<b>Factor T</b>	7,14	1	7,14	714*	7.71
<b>Interacción (t-T)</b>	7,57	1	7,57	757*	7.71
<b>Error</b>	0,04	4	0,01		

**Fuente:** Elaboración propia      \* Significativo      \*\* Altamente significativo

En la Tabla 4.16, se observa que el factor “tiempo” es altamente significativo en el proceso de horneado, factor “Temperatura” y la interacción de los factores

(tiempo–Temperatura), son significativos en el proceso de horneado en la elaboración de la galleta para celíacos.

### **Conclusiones:**

- Como se puede observar en la Tabla 4.16 el **Fcal >Ftab (4297 > 7,71)**; **para el factor tiempo** es altamente significativo lo cual **se rechaza la H<sub>p</sub>** y se puede afirmar que si existe evidencia estadística de variación del factor tiempo en el proceso de elaboración de galletas para  $p < 0,05$ .
- Como se puede observar en la Tabla 4.16 **Fcal >Ftab (714 > 7,71)**; **para el factor Temperatura** es significativo lo cual **se rechaza la H<sub>p</sub>** y se puede afirmar que si existe evidencia estadística de variación del factor Temperatura en el proceso de elaboración de galletas para  $p < 0,05$ .
- **Para el caso de interacción** de los factores tiempo–Temperatura, **Fcal >Ftab (757 > 7,71)**, es significativo lo cual **se rechaza la H<sub>p</sub>** y se puede afirmar que si existe evidencia estadística de variación entre los factores tiempo–Temperatura en el proceso de elaboración de galletas para  $p < 0,05$ .

## **4.8 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL**

Para la caracterización de la galleta de harina de arroz para celíacos, se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

### **4.8.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA GALLETA DE HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS**

Para determinar las mediciones de peso, diámetro, se tomó como base 1 kg de galletas de harina de arroz para celíacos, de las cuales se toma muestras al azar y que son expresados en la Tabla 4.17.

**Tabla 4.17**  
**Características físicas de la galleta de harina de arroz para celíacos**

<b>Muestras</b>	<b>Peso galleta (g)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
1	8	41
2	8	41
3	8	41
4	9	42
5	10	42
6	9	43
7	10	43
8	10	42
9	11	41
10	7	41
11	7	40
12	7	40
13	9	43
14	9	42
15	9	43

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla 4.18, se muestra el promedio del peso y el diámetro de las galletas de harina de arroz para celíacos en base a los datos de la Tabla 4.17.

**Tabla 4.18**  
**Valores promedio de las características físicas de la galleta**

<b>Detalle</b>	<b>Rango</b>	<b>Media</b>
Peso de la galleta(g)	7–11	8,73
Diámetro (mm)	40–43	41,67

**Fuente:** Elaboración propia

Como indica la Tabla 4.18, la media para el peso es 8,73 g y la media para el diámetro es de 41,67 mm.

#### 4.8.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO FINAL

En la Tabla 4.19, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del producto terminado (galletas de harina de arroz para celíacos); obtenidos del laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental (RIMH) (Anexo F:1).

**Tabla 4.19**  
**Análisis fisicoquímico del producto final**

Parámetro	Unidad	Resultado
Humedad	%	11,55
Materia seca	%	88,45
Ceniza (base seca)	%	1,40
Acidez titulable	% Acido	0,14
Rancidez	mg/l	Negativa
Proteína total	%	4,20
Materia grasa	%	20,12
Fibra	%	0,24
Carbohidratos	%	62,49
Valor energético	Cal/100g	447,83
Azucares totales	mg/g	305,45

**Fuente:** RIMH, 2012

Como se puede observar en la Tabla 4.19 que el contenido de humedad es del 11,55%, materia seca 88,45%, ceniza 1,40%, proteínas del 4,20%, materia grasa con 20,12%; los carbohidratos 62,49%, y valor energético de 447,83 Cal/100g.

#### 4.8.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL

En la Tabla 4.20, se muestran los resultados del análisis microbiológico (Anexo F:4) realizado a las galletas de harina de arroz para celíacos, realizado en el laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental (RIMH).

**Tabla 4.20**  
**Análisis microbiológico del producto final**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	2,0E-03
Coliformes fecales	NMP/g	0,0E+00
Coliformes totales	NMP/g	0,0E+00
Mohos	UFC/g	1,0E+02
Levaduras	UFC/g	0,0E+00

**Fuente:** RIMH, 2012

Como se puede observar en la Tabla 4.20, que en los parámetros coliformes fecales, coliformes totales y levaduras hay ausencia de las mismas, mohos presencia de 1,0E+02 (UFC/g), en bacterias aerobias mesófilas la presencia de 2,0E-03 (UFC/g).

#### **4.9 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL**

En la Tabla 4.21, se muestra la evaluación sensorial del producto final que se realizó con un panel de degustación no entrenado de veinte jueces para los atributos de: color, sabor y textura; resultados obtenidos del (Anexo C:11).

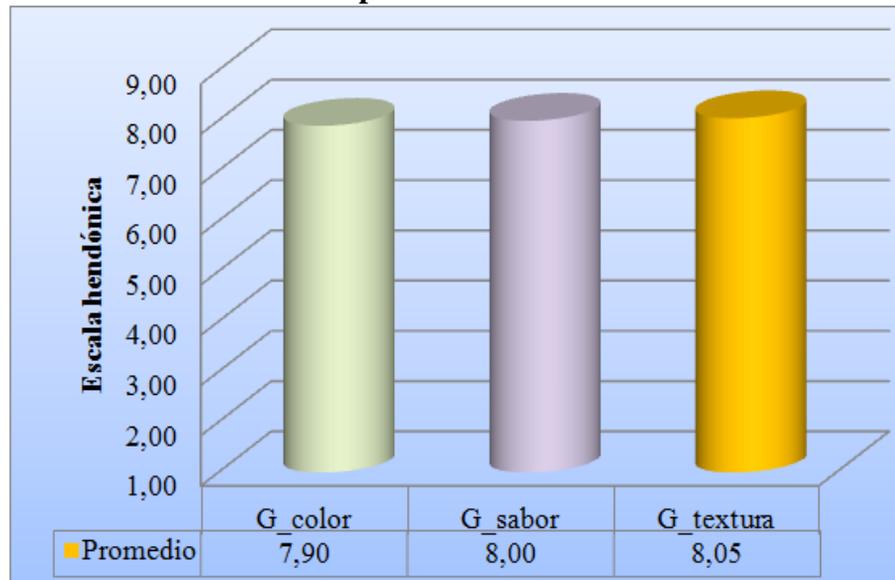
**Tabla 4.21**  
**Evaluación sensorial de los atributos sensoriales del producto final**

<b>Producto final</b>	<b>Atributos sensoriales</b>		
	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>
<b>PF</b>	7,90	8,00	8,05

**Fuente:** Elaboración propia

En la Figura 4.10, se muestra el promedio de aceptación del producto, extraídos de la tabla 4.21 para los atributos evaluados de la galleta de harina de arroz para celíacos.

**Figura 4.10**  
**Valores promedio de aceptación de los atributos color, sabor y textura para el producto final**



**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 4.10, los valores promedios de los atributos color 7,90; sabor con 8,00 y textura 8,05; obtuvieron un puntaje alto en la escala hedónica.

#### **4.9.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL PRODUCTO FINAL**

En la Tabla 4.22, se observa el análisis de varianza para los atributos sensoriales como el color, sabor y textura del producto.

**Tabla 4.22**  
**Análisis de varianza de atributos sensoriales del producto final**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F<sub>cal</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub></b>
<b>Total</b>	36,983	59			
<b>Muestras</b>	0,233	2	0,116	0,279	3,25
<b>Jueces</b>	20,983	19	1,104	2,660	1,87
<b>Error</b>	15,767	38	0,415		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4.22;  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,279 < 3,25$ ) para los tratamientos analizados por lo tanto, se puede decir que entre los atributos analizados no existe evidencia estadística; ya que  $F_{cal} < F_{tab}$ , para  $p < 0,05$ .

#### **4.10 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACION DE LA GALLETA DE HARINA DE ARROZ PARA CELÍACOS**

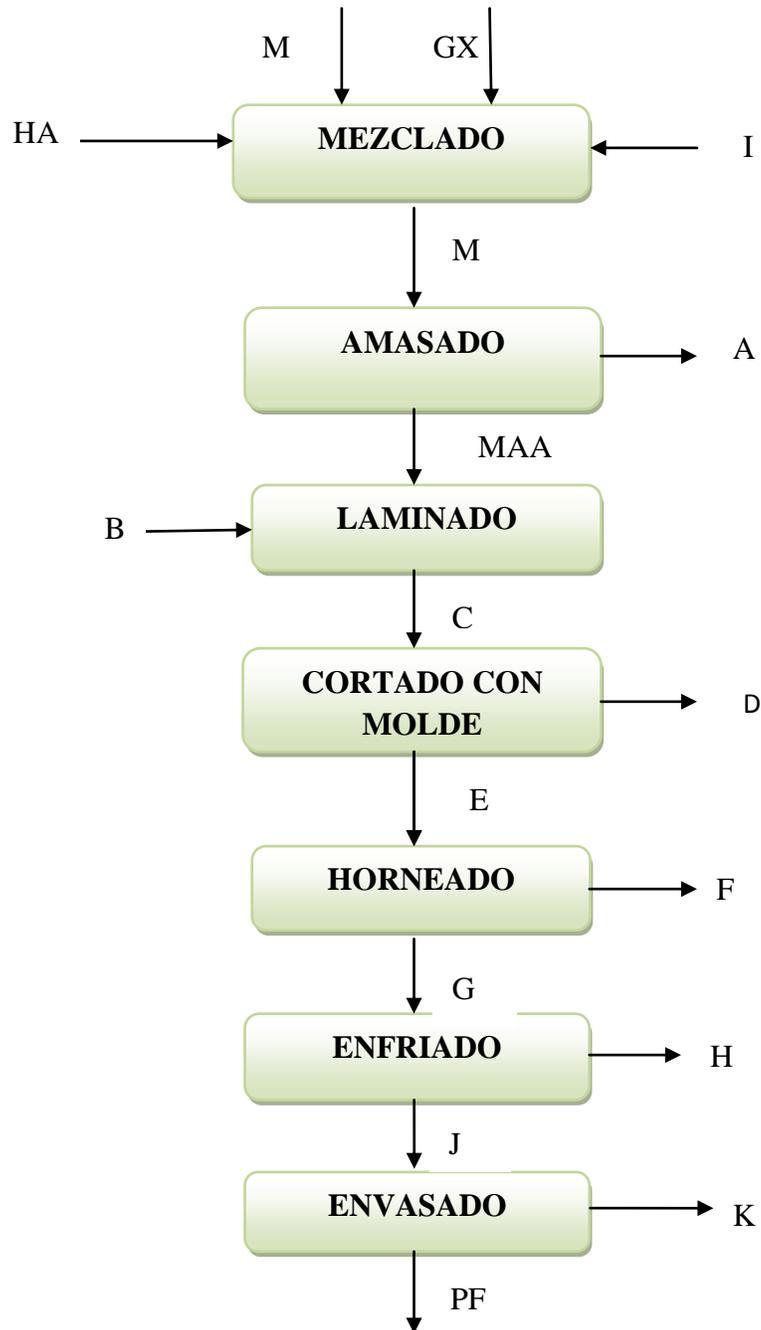
En la Figura 4.11, se muestra el diagrama de bloques general del balance de materia para el proceso de elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos, la cual se realizó en la obtención 1,88 Kg de galleta obtenida; tomando en cuenta los insumos detallados en la Tabla 4.23.

**Tabla 4.23**  
**Cantidad de insumos**

<b>Insumos</b>	<b>Cantidad (g)</b>
Azúcar	370,0
Polvo de hornear	40,0
Sal	8,0
Huevo	250,0
Margarina	230,0
Esencia de vainilla	1,0
Leche líquida	240,0
<b>Total</b>	<b>1139,0</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.11**  
**Balance de materia para el proceso de elaboración de galletas con harina de arroz para celíacos.**



**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

HA = Cantidad de harina de arroz (g)

MA= Cantidad de maicena (g)

GX= Cantidad de goma xantana (g)

I= Cantidad de insumos (g)

M=Cantidad de mezcla (g)

MAA=Cantidad de la masa amasada (g)

A=Cantidad de residuos de la masa mezclada (g)

B=Cantidad de harina de polveo (g)

C= Cantidad de masa laminada (g)

D=Cantidad de masa y harina de polvoreo (g)

E= Galleta húmeda (g)

F= Cantidad de agua evaporada (g)

G= Galleta seca (g)

CA=Cantidad de agua evaporada en el enfriado (g)

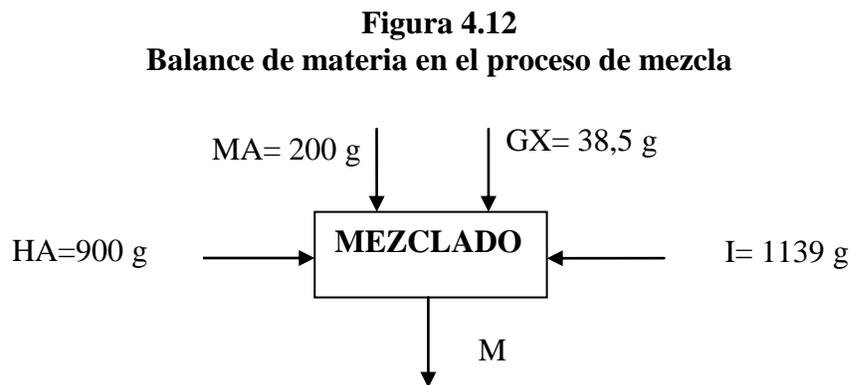
J= Cantidad del producto obtenido (g)

K=Cantidad de pérdidas en el envasado (g)

PF=Producto final (g)

#### 4.10.1 BALANCE DE MATERIA PARA EL PROCESO DE MEZCLA

En la Figura 4.12, se observa el proceso de mezcla de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.



**\* Balance global de materia en el proceso de mezclado:**

$$M = HA + MA + GX + I$$

Ecuación [4.1]

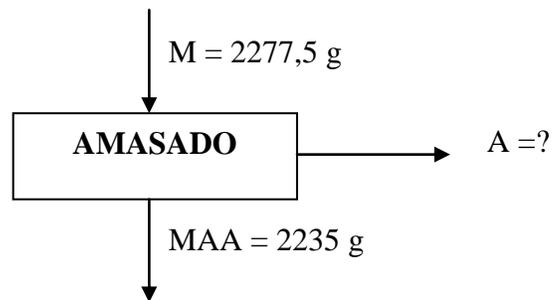
Resolviendo la ecuación:  $M = 900 \text{ g} + 200 \text{ g} + 38,5 + 1139 \text{ g}$

$$M = 2277,5 \text{ g}$$

#### 4.10.2 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE AMASADO

En la Figura 4.13, se observa el proceso de amasado, para realizar el balance de materia con los siguientes datos.

**Figura 4.13**  
**Balance de materia en el proceso de amasado**



**\* Balance global de materia en el proceso de amasado:**

$$M = MAA + A$$

Ecuación [4.2]

Arreglando la Ecuación [4.2]  $A = M - MAA$

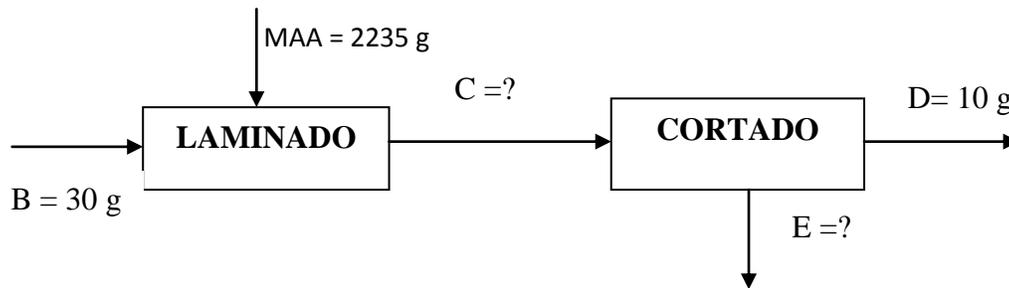
Resolviendo  $A = 2277,5 \text{ g} - 2235 \text{ g}$

$$A = 42,5 \text{ g}$$

### 4.10.3 BALANCE DE MATERIA PARA EL PROCESO DE LAMINADO Y CORTADO

En la Figura 4.14, se muestra el proceso de laminado y cortado de la masa, para realizar el balance de materia tomando en cuenta los siguientes datos:

**Figura 4.14**  
**Balance de materia en el proceso de laminado y cortado**



**\* Balance global de materia en el proceso de laminado:**

$$B + MAA = C$$

Ecuación [4.3]

Resolviendo

$$C = 30 \text{ g} + 2235 \text{ g}$$

$$C = 2265 \text{ g}$$

**\*Balance global del proceso de cortado de la masa galletera:**

$$C = E + D$$

Ecuación [4.4]

Arreglando la ecuación [4.4]

$$E = C - D$$

Resolviendo

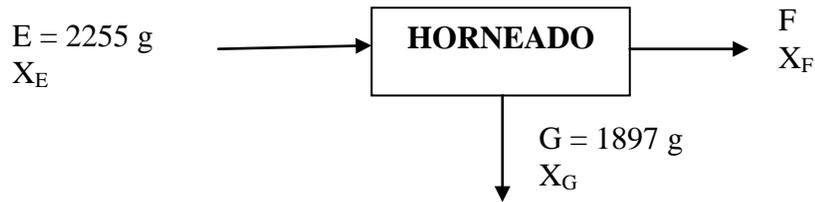
$$E = 2265 - 10$$

$$E = 2255 \text{ g}$$

#### 4.10.4 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE HORNEADO

En la Figura 4.15, se muestra el proceso del horneado, para realizar el balance de materia se lo hizo a partir de la cantidad de agua evaporada y el contenido de humedad del producto terminado.

**Figura 4.15**  
**Balance de materia en el proceso de horneado**



**\*Balance global de materia en el proceso de horneado**

$$E = G + F$$

Ecuación [4.5]

Despejando de la ecuación [4.5]

$$F = E - G$$

Resolviendo:

$$F = 2255 \text{ g} - 1897 \text{ g}$$

$$F = 358 \text{ g}$$

**\*Balance parcial de materia en base húmeda en el proceso de horneado:**

$$E X_E = G X_G + F X_F$$

Ecuación [4.6]

Despejando de la ecuación [4.6]

$$G X_G = E X_E - F X_F$$

[4.7]

$$X_G = \frac{E X_E - F X_F}{G}$$

[4.8]

Reemplazando los datos en la ecuación [4.8].

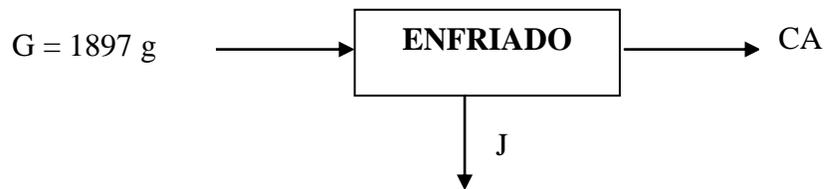
$$X_G = \frac{2255 \text{ g} * 0,185 - 358 \text{ g} * 1}{1897 \text{ g}}$$

$$X_G = 0,0312$$

#### 4.10.5 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ENFRIADO

En la Figura 4.16, se determina el balance de materia, tomando en cuenta el agua evaporada y el contenido de humedad.

**Figura 4.16**  
**Balance de materia en el proceso de enfriado**



Balance general de materia en el proceso de enfriado:

$$G = CA + J \quad [4.9]$$

Despejando H, se tiene la siguiente ecuación:

$$J = G - CA \quad [4.10]$$

Para el cálculo de la cantidad de sólido seco del alimento, se utilizó la ecuación [4.11], citada por (Valiente, 1994).

$$SS = S_1 (1 - X_S) \quad [4.11]$$

Donde:

SS = Cantidad del producto seco (g)

S<sub>1</sub> = Cantidad de alimento húmedo (g)

X<sub>S</sub> = Fracción del contenido de humedad del alimento

Reordenando la ecuación [4.11] en función a la figura 4.25, se tiene:

$$SS = G (1 - X_G) \quad [4.12]$$

Reemplazando:  $SS = 1897 \text{ g} (1 - 0,0312)$

$SS = 1837,81 \text{ g}$
--------------------------

Cálculo de la cantidad de agua evaporada en el enfriamiento de las galletas, se toma en cuenta la ecuación [4.13], (Valiente, 1994).

$$WE = S (W_1 - W_2) \quad [4.13]$$

Donde:

W<sub>E</sub> = Cantidad de agua evaporada (g)

W<sub>1</sub> = Cantidad de humedad en base seca de la galleta (g agua/g sólido seco)

W<sub>2</sub> = Cantidad de humedad en base seca de la galleta horneada (g agua/g aire)

Reemplazando en la ecuación [4.13] se tiene:

$$H = S (W_1 - W_2) \quad [4.14]$$

Donde:

X<sub>J</sub> = 0,1155 g agua/g sólido seco

X<sub>G</sub> = 0,0312g agua/g sólido seco

Por lo tanto:

$$CA = 1837,81 \text{ g} * (0,1155 - 0,0312)$$

CA = 154,93 g de agua evaporada durante el enfriamiento

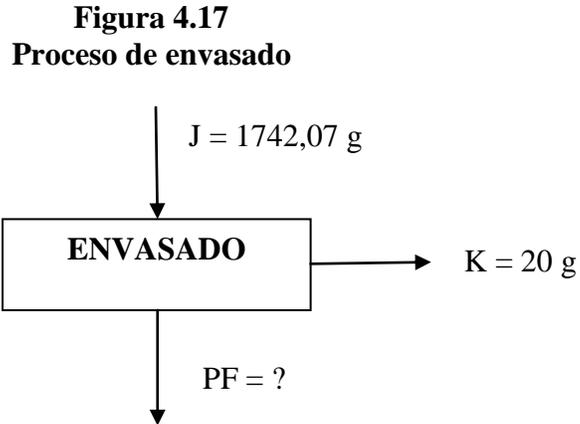
Reemplazando en ecuación [4.10]:

$$J = 1897 \text{ g} - 154,93 \text{ g}$$

$$J = 1742,07 \text{ g}$$

#### 4.10.6 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ENVASADO

En la Figura 4.17, se determina el balance de materia de envasado de las galletas de harina de arroz para celíacos, tomando en cuenta la cantidad de galleta del proceso de enfriado.



Balance general de materia en el proceso de envasado:

$$J = PF + K \tag{4.15}$$

Despejando PF se tiene:

$$PF = J - K \tag{4.16}$$

Reemplazando:

$$PF = 1742,07 \text{ g} - 20,00 \text{ g}$$

$$PF = 1722,07 \text{ g}$$

Se procede a calcular las unidades envasadas, tomando en cuenta el peso neto del envase de 100 g.

$$\text{N}^\circ \text{ de unidades} = \frac{\text{Producto final}}{\text{Peso neto por envase}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de unidades} = \frac{1722,07\text{g}}{100\text{g}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de unidades obtenidas} = 17 \text{ (envasados)}$$

#### 4.11 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE HORNEADO

En el horno el balance de energía se realizó para 2,255 Kg de masa. En la Tabla 4.24 Se muestra los valores obtenidos de las propiedades psicométricas del aire en base a las temperaturas del bulbo seco y bulbo húmedo, obtenidas del software de psicrometría (Akton, 1996), tomando en cuenta las condiciones en la ciudad de Tarija, presión de 610,05 mmHg y una altura de 1875 msnm.

**Tabla 4.24**  
**Propiedades psicométricas del aire en el horneado**

Propiedades	Aire frío	Aire caliente	Aire saturado
Tbs ( ° C)	23,00	150,00	77,50
Tbh ( ° C)	18,50	39,07	31,49
HR (%)	67,00	0,23	3,49
W(Kg agua/Kg aire)	0,0167	0 ,0186	0,0215
ΔE(Kj/Kg)	66,89	230,22	148,65
Ve(m <sup>3</sup> /Kg)	1,06	1,61	1,31

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

HR = Humedad relativa (%)

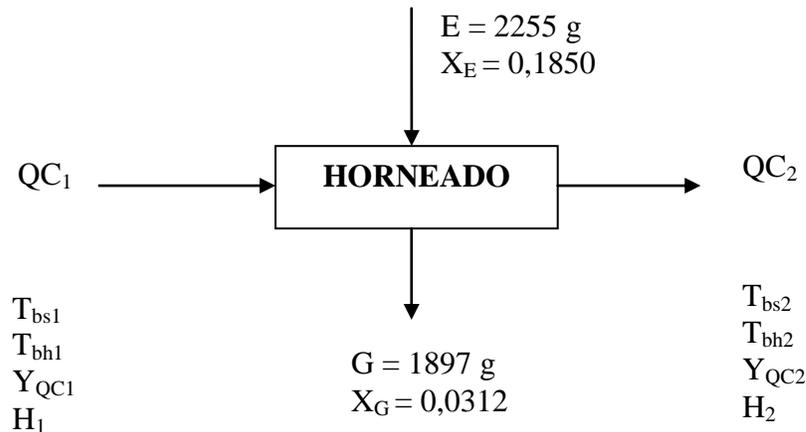
W = Humedad absoluta (Kg agua/Kg aire)

$\Delta E$  = Entalpía (Kj/Kg)

Ve = Volumen específico ( $m^3 / Kg$ )

El balance de energía, Figura 4.18 para el proceso de horneado en la elaboración de galletas de harina de arroz para celíacos, es como sigue:

**Figura 4.18**  
**Balance de energía para el horneado**



La determinación de la cantidad de calor total en el horneado, los factores tomados en cuenta son: el calor para calentar el horno y el calor del horneado.

El calor para calentar el horno se lo realiza a una temperatura inicial del aire de  $23^\circ\text{C}$  hasta una temperatura final de  $150^\circ\text{C}$ . La Ecuación [4.17], según (Valiente, 1994) describe el proceso del calor sin una reacción química.

$$Q_{Ac} = m_{\text{aire}} C_{p\text{aire}} (\Delta T) \quad [4.17]$$

Donde:

$Q_{Ac}$  = Cantidad de calor del aire (Kcal/h)

$m_{\text{aire}}$  = Masa de aire (Kg)

$C_{p_{\text{aire}}}$  = Capacidad calorífica del aire

$C_{p_{\text{aire}}} = 0,2389 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$  (Onello, 2006)

$\Delta T$  = Variación de temperatura en el horno ( $^\circ\text{C}$ )

La masa del aire dentro del horno se determina utilizando las Ecuaciones [4.18], [4.19], según (Cañadas y col, 2000).

$$V = a \times b \times c \quad [4.18]$$

$$\delta = \frac{m}{v} \quad [4.19]$$

Donde:

a= Ancho (0,74 m)

b= Base (0,56 m)

c= Altura (0,47 m)

$\delta$  = Densidad del aire

$\delta = 1,3 \text{ Kg/m}^3$  (Perry y col, 1991)

m= Masa del aire

V= Volumen del aire

Reemplazando los datos en la Ecuación [4.18], se tiene:

$$V = 0,74\text{m} \times 0,56\text{m} \times 0,47\text{m}$$

$$V = 0,195\text{m}^3$$

De la ecuación [4.19], se despeja m, obteniendo la ecuación

$$m = \delta \times v \quad [4.20]$$

Reemplazando:  $m = 1,3 \text{ Kg/m}^3 \times 0,195\text{m}^3$

$$m_{\text{aire}} = 0,2535 \text{ Kg}$$

Los datos obtenidos reemplazar en la Ecuación [4.17]:

$$Q_{Ac} = 0,2535 \text{ Kg} \times 0,2389 \text{ Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \times (150-23) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{Ac} = 7,6913 \text{ Kcal}$$

$Q_{Ac}$  = Sin transferencia de calor de las paredes del horno

El calor necesario para calentar la masa de galleta, se determina con la Ecuación [4.21], según (Orces y col, 2003).

$$Q_{Gall} = m_{Gall} \times C_{pGall} \times (T_f - T_i) \quad [4.21]$$

Donde:

$Q_{Gall}$  = Cantidad de calor de la galleta

$m_{Gall}$  = Cantidad de masa de la galleta = 2,255 Kg

$C_{pGall}$  = Capacidad calorífica de la galleta

$T_f$  = Temperatura final

$T_i$  = Temperatura inicial

La expresión matemática [4.22], se utilizó en la determinación de la capacidad de la galleta, según (Alvarado y col, 2001).

$$C_{pGall} = 1130,44 + 30,56 h \quad [4.22]$$

Donde:

$h$  = Cantidad de humedad de la galleta

Reemplazando datos en expresión matemática [4.22], se tiene lo siguiente:

$$C_{pGall} = 1130,44 + 30,56 \times 0,0312$$

$$C_{pGall} = 1131,39 \text{ J/kg } ^\circ\text{K}$$

$$C_{pGall} = 0,270 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$$

Los datos obtenidos reemplazar en Ecuación [4.21].

$$Q_{\text{Gall}} = 2,255\text{Kg} \times 0,270 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C} \times (150 - 23) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Gall}} = 77,32 \text{ kcal}$$

Para realizar el balance se energía, también se toma en cuenta el calor necesario para calentar las latas, calculada con la Ecuación [4.22].

$$Q_{\text{Lata}} = m_{\text{Lata}} \times C_{p\text{Lata}} \times (T_f - T_i) \quad [4.22]$$

Donde:

$Q_{\text{Lata}}$  = Cantidad de calor de la lata

$M_{\text{Lata}}$  = Cantidad de masa de la lata = 0,75 Kg

$C_{p\text{Lata}}$  = Capacidad calorífica de la lata

$C_{p\text{Lata}}$  = Lata de aluminio =  $1,101\text{E}-3 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$  (Perry y col, 1991)

$T_f$  = Temperatura final =  $150 ^\circ\text{C}$

$T_i$  = Temperatura inicial =  $18^\circ\text{C}$

Los datos reemplazar en la Ecuación [4.23].

$$Q_{\text{Lata}} = 0,75 \text{ Kg} \times 1,101\text{E}-3 \text{ Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \times (150 - 18) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Lata}} = 0,1089 \text{ Kcal}$$

El calor requerido para calentar el aire y las latas en el horno, se calcula utilizando la Ecuación [4.24], según (Valiente, 1994), indica que solo es válida a presión constante, en este caso el cambio de entalpia en un sistema será igual al calor.

$$Q_{\text{vap}} = m_{\text{aire}} C_{p\text{aire}} (\Delta T) \quad [4.24]$$

Donde:

$Q_{\text{vap}}$  = Cantidad de calor (Kcal/h)

$m_{\text{aire}}$  = Flujo másico del aire (Kg)

$C_{p_{\text{aire}}}$  = Capacidad calorífica del aire (Kcal/Kg °C)

$\Delta T$  = Variación de temperatura (°C)

Otra forma de expresar la Ecuación [4.24], es la siguiente:

$$\Delta E = Q_{\text{vap}} = m_{\text{aire}} C_{p_{\text{aire}}} (\Delta T) \quad [4.25]$$

Esta ecuación es válida para sistemas abiertos, donde no existe acumulación, la misma debe estar en función de sus entalpías iniciales y finales. Dicha ecuación puede ser expresada como función de cambio tanto de entalpías iniciales como de finales, esto para el aire del horno.

$$Q_{\text{vap}} = m_{\text{aire}} C_{p_{\text{aire}}} (\Delta T) = m_{\text{aire}} (H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}) \quad [4.26]$$

Las Ecuaciones [4.25] y [4.26], se la expresa de la siguiente manera:

$$Q_{\text{vap}} = m_{\text{aire}} (\Delta H) \quad [4.27]$$

Reemplazando valores en la Ecuación [4.27] y las entalpías de la Tabla 4.25, se tiene:

$$Q_{\text{vap}} = 0,2535 \text{ Kg} \times (230,22 - 66,89) \text{ Kj/Kg}$$

$$Q_{\text{vap}} = 41,404 \text{ Kj}$$

$$Q_{\text{vap}} = 9,89 \text{ Kcal}$$

El calor de agua evaporada que sale de las galletas, se la determinó utilizando la Ecuación [4.28], citada por (Valiente, 1994):

$$Q_{\text{AEvap}} = m_{\text{Gall}} * X * \lambda \quad [4.28]$$

Donde:

$Q_{AEvap}$  = Cantidad de calor de agua evaporada (Kcal)

$m_{Gall}$  = Cantidad de masa galletera

$m_{Gall}$  = 2,255 Kg

X = Contenido de humedad = 0,185

$\lambda$  = Landa de evaporación del agua = 538,86 Kcal/Kg

Los datos obtenidos reemplazar en la Ecuación [4.28]

$$Q_{AEvap} = 2,255 \text{ Kg} \times 0,185 \times 538,86 \text{ Kcal/Kg}$$

$Q_{AEvap} = 224,798 \text{ Kcal}$
------------------------------------

Por tanto la cantidad total de calor es:

$$Q_T = Q_{Ac} + Q_{Gall} + Q_{Lata} + Q_{Vap} + Q_{AEvap} \quad [4.29]$$

$$Q_T = 7,6913 \text{ Kcal} + 77,32 \text{ Kcal} + 0,1089 \text{ Kcal} + 9,89 \text{ Kcal} + 224,798 \text{ Kcal}$$

$Q_T = 319,808 \text{ Kcal}$
------------------------------

## 5.1 CONCLUSIONES

- En los resultados del análisis fisicoquímico de la harina de arroz, se tiene un contenido de cenizas de 0,45%, fibra 0,86%, gluten húmedo nd, hidratos de carbono 78,93%, materia grasa 0,26%, humedad 13,51%, proteína total 5,99% y valor energético de 342,02 kcal/100g.
- En los resultados del análisis fisicoquímico de la maicena, se tiene un contenido de cenizas de 0,09%, fibra 2,30%, gluten húmedo nd, hidratos de carbono 85,80%, materia grasa 0,18%, humedad 11,18%, proteína total 0,45% y valor energético de 346,62 kcal/100g.
- Se realizó la evaluación sensorial de ocho muestras y veinte jueces no entrenados, para determinar la dosificación de ingredientes de los atributos (aroma, sabor, textura, color y apariencia) tomando en cuenta como factores de variación harina de arroz, maicena y goma xantana; manteniendo constantes el azúcar, leche líquida, margarina, esencia de vainilla, polvo de hornear y huevo. Donde la preferencia de los jueces fue por la muestra G8 (90% harina de arroz, 10% maicena, 3,5% goma xantana, el resto insumos) con mayor puntaje en escala hedónica.
- Según el diseño factorial  $2^3$  en el proceso de dosificación de ingredientes, se puede decir que el factor harina de arroz es significativo  $F_{cal} \geq F_{tab}$  ( $19,600 \geq 5,32$ ) y el factor goma xantana; es altamente significativo  $F_{cal} \geq F_{tab}$  ( $59,216 \geq 5,32$ ). A diferencia, los resultados del análisis de varianza nos muestra que la interacción entre los factores: (harina de arroz–maicena), (harina de arroz–goma xantana), (maicena–goma xantana) y (harina de arroz–maicena–goma xantana) no son significativos en el proceso de elaboración para  $p < 0,05$ .

- Para determinar el porcentaje de goma xantana, se realizó una evaluación sensorial de los atributos (textura y color) de las muestras (G4, G6, G7, G8); donde se pudo constatar que la muestra más aceptada por los jueces es la muestra (G8 = 7,45) tiene mayor aceptación en escala hedónica.
- De acuerdo con la evaluación sensorial realizada por 20 jueces no entrenados para elegir el proceso de horneado (tiempo y Temperatura), la muestra de mayor preferencia por los jueces es la muestra G8-1 (tiempo = 20 min, temperatura = 130°C), como la de mayor preferencia y puntaje hedónico de (G8-1 = 6,85).
- Según el diseño factorial  $2^2$  realizado en el proceso de horneado, se puede decir que el factor tiempo es significativo  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $4297 > 7,71$ ); para el factor Temperatura es significativo  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $714 > 7,71$ ) y la interacción de los factores (tiempo–Temperatura). También, es significativo  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $757 > 7,71$ ) en el proceso de elaboración de la galleta, por tanto concluimos que los tres factores intervienen en dicho proceso para  $p < 0,05$ .
- Los resultados del análisis fisicoquímico del producto final, muestran una humedad de 11,55%, materia seca 88,45%, ceniza 1,40%, acidez 0,14%, proteína 4,20%, materia grasa 20,12%, fibra 0,24%, carbohidratos 62,49%, valor energético 447,83 Cal/100g, azúcares 305,45 mg/g.
- De acuerdo al análisis microbiológico del producto final (galletas de harina de arroz para celíacos), se puede observar en los parámetros analizados, hay ausencia de coliformes fecales (NMP/g), coliformes totales (NMP/g) y levaduras UFC/g, presencia de mohos  $1,0E+02$  (UFC/g).
- Se realizó la evaluación sensorial del producto final, la cual fue evaluado por veinte jueces no entrenados mediante una escala hedónica, G8-1 (harina de

arroz 90%, maicena 20%, goma xantana 3,5%), con el tiempo y temperatura en el horneado de mayor preferencia por los jueces (tiempo= 20 min, temperatura= 130 °C), siendo los puntajes promedio en escala hedónica de los atributos color 7,90, sabor 8,00 y textura 8,05.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar pruebas experimentales, con mezclas de harinas compuestas con la harina de arroz; con la finalidad de elaborar nuevos productos (queque, pan, pizzas, etc.) de alto valor nutritivo y que contribuyan a la deficiencia de micro-minerales en este tipo de pacientes.
- Se recomienda utilizar otras harinas como ser: harina de quinua, harina de coime y otras, que no contengan gluten para presentar nuevas opciones de consumo para este tipo de personas, como ser celíacas.
- Se recomienda implementar estudios médicos en el departamento de Tarija para la detección de esta enfermedad de intolerancia al gluten e intolerantes a la lactosa con el fin de promocionar nuevos productos alimenticios para este tipo de personas.