

# CAPITULO I

# INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes

La avena es una planta originaria de Asia Central donde se cultivaba en gran cantidad. En búsquedas arqueológicas se encontraron pruebas del uso de la avena en Europa Central en la Edad de Bronce. También fueron encontrados granos de este cereal en excavaciones egipcias, aunque no se pudo probar que fuera cultivada.

Es una planta que tiene menor resistencia al frío que la cebada y el trigo. Se la siembra a principios de la primavera, para ser cosechada a fines del verano. Es exigente en agua por su alto coeficiente de transpiración, aunque el exceso puede perjudicarla. Es muy sensible a la sequía, sobre todo en el período de formación del grano.

La avena tiene muchas características que hacen que sea un alimento muy aconsejable, y tiene unos componentes que lo diferencian de otros cereales.

Y por si fuera poco la avena es un cereal muy rico en muchos minerales imprescindibles para el correcto funcionamiento del organismo, como el magnesio, que colabora en la contracción de los músculos, el hierro necesario para producir la hemoglobina de la sangre y que colabora en el transporte del oxígeno en todo el organismo, el cinc que colabora en el crecimiento y desarrollo de los órganos reproductores, o el fósforo, por ejemplo. No contiene demasiadas calorías y tiene un bajo contenido en grasa. Además un gran porcentaje de esta grasa es ácido oleico, el mismo que tiene el aceite de oliva y del que hoy se conocen múltiples beneficios para la salud del sistema cardiocirculatorio.

Es rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un gran número de vitaminas, minerales. Es el cereal con mayor proporción de grasa vegetal, un 65% de grasas no saturadas y un 35% de ácido linoleico. También contiene hidratos de carbono de fácil absorción, además de sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, cinc, vitaminas B1, B2, B3, B6 y E. Además contiene una buena cantidad de fibras, que no son tan importantes como nutrientes pero que contribuyen al buen funcionamiento intestinal. La avena también contiene pequeñas cantidades de gluten, por lo que no puede ser utilizada como cereal alternativo para la dieta de los celíacos.

Su estructura microscópica tiene una estructura semejante al del arroz aunque presente además partículas de forma fusiforme. Igualmente como en el arroz, este almidón es de más fácil digestión que el de las demás harinas por lo que se suele utilizar para ancianos, niños y personas con trastornos del aparato digestivo.

Todas estas propiedades beneficiosas las podemos encontrar en este cereal, y que ahora podemos disfrutar en las galletas de avena

Algo que caracteriza a la harina de avena en comparación con otros tipos de harinas es que su contenido graso supera en un 5% al de otros cereales.

La harina de avena es muy fina, en textura y en sabor, así que convendría mezclarla con harinas de características similares.

Es particularmente recomendable para niños que necesitan un aporte elevado de minerales asimilables, aseguran el suministro de energía necesaria para el desarrollo de las actividades realizadas durante el día. En síntesis se puede decir que la avena es el alimento del niño que crece.

La harina de avena también se mezcla con otras harinas para hacer pan de varios cereales.

Para hacer pasteles o pan de avena hay que elegir harinas de grano muy fino.

La fabricación de galletas consiste en amasar harina, agua, grasa, azúcar, y otros ingredientes. Dejando reposar bastante tiempo la masa para facilitar el laminado por medio de rodillos, gradualmente se hace una lámina fina que se troquelea en base a la forma deseada.

Los productos de panificación y de galletería son elaborados normalmente a partir de harina de trigo y gozan de especial aceptación por parte del consumidor tarijeño, especialmente de los niños, sin embargo el trigo no es la única fuente para la obtención de harina. Existe la producción de cantidades importantes de otros cereales, muchos de ellos han sido ampliamente estudiados, investigados y demostrado que pueden ser utilizados como sustitutos en la elaboración de galletas, panes y fideos.

En México, Rico, Morales y Suárez (1979), determinaron que las galletas son productos de gran aceptación popular, de fácil elaboración, distribución y de larga

vida de anaquel, por lo que se seleccionó a las galletas como vehículo para la incorporación de la harina de avena.

Los alimentos fortificados son productos suplementados en forma significativa, que en proporciones se adiciona nutrientes esenciales, y aquellos en los que se han restaurado nutrientes perdidos en el proceso de elaboración. Debido a que debe aportar entre el 20% y 100% de los requerimientos diarios recomendados para adultos y niños mayores de cuatro años de edad. Generalmente, se fortifica alimentos como ser los panificados, cereales de desayuno, lácteos, galletas y pastas. Las ventajas de la fortificación pueden ser:

- Alto potencial de valor agregado
- Propiedad de equilibrar las dietas

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Elaborar galletas fortificadas con harina de avena, obteniendo un producto de alto valor nutricional, necesario para el óptimo crecimiento y el desarrollo durante la etapa de la niñez

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades fisicoquímicas de la materia prima.
- Determinar la formulación adecuada para la elaboración de galleta con harina de avena en el proceso de dosificación.
- Determinar las condiciones del horneado (tiempo y temperatura) con la finalidad de lograr una mejor cocción.
- Identificar las variables óptimas en el procesos de dosificación y horneado.
- Realizar los balances de materia y energía con la finalidad de calcular las corrientes de entrada y salida en la elaboración de galletas.
- Determinar las propiedades organolépticas, microbiológicas y fisicoquímicas del producto terminado.

### **1.3 Justificación**

- La elaboración de las galletas fortificadas con harina de avena se realiza con el propósito de mejorar la nutrición de los niños que se encuentran en la etapa escolar por el alto valor nutricional que aporta este cereal.
- Actualmente en el mercado no se cuenta con una galleta compuesta con harina de avena, por lo que este trabajo de investigación se presenta como una alternativa de solución para otorgar un valor agregado a la avena.
- Con este trabajo de investigación se pretende obtener un producto de alta calidad, debido a las grandes bondades que ofrecen este cereal, como su contenido de aminoácidos esenciales, ácidos grasos y minerales que coadyuvan en la formación de tejidos y músculos durante la etapa de crecimiento rápido en los niños. Por lo tanto esta galleta podría convertirse en un producto alternativo que podría sustituir a otras galletas existentes en el mercado

### **1.4 Planteamiento del Problema**

¿Cómo se puede elaborar galletas fortificadas con harina de avena, con la finalidad de obtener un producto de alto valor nutricional necesario para el óptimo crecimiento de los niños?

### **1.5 Hipótesis**

Con el proceso de fortificación de las galletas con harina de avena se consigue obtener un producto de elevado valor nutricional y con características sensoriales y organolépticas adecuadas convirtiendo a estas galletas en un producto agradable para su consumo en especial por niños.

# CAPITULO II

## MARCO TEORICO

## 2.1 AVENA

Figura 2.Planta de Avena



Fuente: Balansiya

Es una planta que tiene menor resistencia al frío que la cebada y el trigo; se la siembra a principios de la primavera, para ser cosechada a fines del verano, es exigente en agua por su alto coeficiente de transpiración, aunque el exceso puede perjudicarla; es muy sensible a la sequía, sobre todo en el período de formación del grano. . [1]

Debido a que el sistema reticular de la avena es más profundo, puede aprovechar mejor los nutrientes del suelo, por lo que requiere de menor cantidad de fertilizantes para su desarrollo.

Sus características nutritivas y el hecho de que se adapta sin dificultad a los climas fríos y húmedos, la convirtieron en el cereal más difundido en las regiones del norte de Europa, donde hasta el siglo pasado constituyó una de las bases de la alimentación. . [1]

La avena es uno de los cereales más ricos en nutrientes, con un poder calórico bastante elevado: aproximadamente 400 calorías por cada 100 gramos.

Es el cereal más rico en proteínas (sobre todo ciertas variedades), grasas y celulosa, y puede presumir de que cuenta con una considerable presencia de elementos minerales y vitaminas del grupo B (B1 y B2), PP y D. Además, en la avena germinada se produce un enorme incremento del complejo vitamínico B. [1]

Como se podrá deducir fácilmente observando la tabla que muestra la composición media de los principales elementos que constituyen la avena, se trata de una planta con notables propiedades energéticas.

Se ha señalado anteriormente que desarrolla un notable poder calórico, por tanto es bueno consumirla sobre todo en las estaciones frías y limitar su uso en caso de que se realicen actividades fundamentalmente sedentarias.[1]Las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales. Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce. [1]

### **2.1.1. ESPECIES DE AVENA**

<ul style="list-style-type: none"><li>• Avena abyssinica</li><li>• Avena barbata</li><li>• Avena brevis</li><li>• Avena fatua</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Avena maroccana</li><li>• Avena nuda</li><li>• Avenaoccidentalis</li><li>• Avenapubescens</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Avena pratensis</li><li>• Avena sativa</li><li>• Avena sterilis</li><li>• Avena strigosa</li></ul>
---	---	--

Fuente: Wikipedia



En avena sativa L. los granos conservan la lemma y la palea después de la trilla, lo que determina que sean cubiertos (Figura 2)

Por el contrario, en el caso de avena nudo L. que es otra especie cultivada, la lemma y la palea se pierden, obteniéndose, por lo tanto, granos desnudos. [2]

Figura2 Cariópsides de Avena sativa L. cubiertos por la lemma y la pálea.



**Fuente:**Balansiya

Cuadro 1

Comparación de distintas características morfológicas y de crecimiento entre Avena sativa L. y Avena strigosaSchreb.

<b>Estructuras</b>	<b><i>Avena sativa L.</i></b>	<b><i>Avena strigosaSchreb.</i></b>
Raíces	Menor volumen y profundización	Mayor volumen y profundización
Tallos	Más gruesos y de menor altura	Más delgados y de mayor altura
Macollos	Menor número	Mayor número
Hojas	Más anchas y ásperas	Más delgadas y suaves
Inflorescencias (panículas)	Equilaterales	Equilaterales o unilaterales
Semillas	Más anchas y menos alargadas	Más delgadas y alargadas

Fuente: Wikipedia

### 2.1.2. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.

Es considerada una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos, aunque posee una resistencia al frío menor que la cebada y el trigo. Es una planta muy sensible a las altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación del grano. [3]

La avena es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, superior incluso a la cebada, aunque le puede perjudicar un exceso de humedad. Las necesidades hídricas de la avena son las más elevadas de todos los cereales de invierno, por ello se adapta mejor a los climas frescos y húmedos, de las zonas nórdicas y marítimas. Así, la avena exige primaveras muy abundantes de agua, y cuando estas condiciones climatológicas se dan, se obtienen buenas producciones. Es muy sensible a la sequía, especialmente en el periodo de formación del grano. [3]

Es una planta rústica, poco exigente en suelo, pues se adapta a terrenos muy diversos. Prefiere los suelos profundos y arcillo-arenosos, ricos en cal pero sin exceso y que retengan humedad, pero sin que quede el agua estancada. La avena está más adaptada que los demás cereales a los suelos ácidos, cuyo pH esté comprendido entre 5 y 7, por tanto suele sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materias orgánicas. [3]

### 2.1.3 MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA.

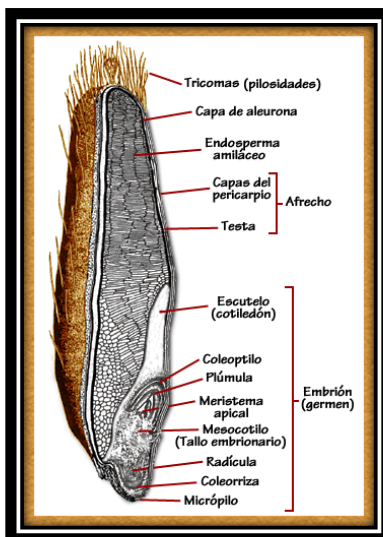
La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, es una planta autógena y el grado de alogamia rara vez excede el 0.5%. La mayoría de las avenas cultivadas son hexaploides, siendo la especie *Avena sativa* la más cultivada, seguida de *Avena byzantina*. También se cultiva la especie *Avena nuda*, conocida como avena de grano desnudo, al desprenderse las glumillas en la trilla. Las características botánicas del grupo de avenas hexaploides son principalmente: la articulación de la primera y segunda flor de la espiguilla, el carácter desnudo o vestido del grano y la morfología de las aristas. [4]

- **Raíces:** posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales.
- **Tallos:** los tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al vuelco; tiene, en cambio, un buen valor forrajero. La longitud de éstos puede variar de

medio metro hasta metro y medio. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos. [4]

- **Hojas:** las hojas son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estípulas. La lígula tiene forma oval y color blanquecino; su borde libre es dentado. El limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y en la base lleva numerosos pelos. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados. [4]
- **Flores:** la inflorescencia es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos. La dehiscencia de las anteras se produce al tiempo de abrirse las flores. Sin embargo, existe cierta proporción de flores que abren sus glumas y glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos, como consecuencia se producen degeneraciones de las variedades seleccionadas.
- **Fruto:** El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas. [4]

Figura 3 Cariósipide de avena y sus estructuras.



Fuente: Balansiya

En el Cuadro 2 se presenta la composición promedio de un cariósipide de avena perteneciente a la especie *Avena sativa* L

Cuadro 2 Composición promedio de una carióspside de avena  
Pertenece a la especie Avena sativa L.

<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes (%)</b>
Humedad	11,0 - 12,0
Carbohidratos	65,0 - 70,0
Proteína	12,0 - 16,0
Grasa	4,5 - 7,5
Fibra	1,5 - 3,0
Ceniza	2,0 - 2,5

Fuente: [5]

#### **2.1.4. CLASIFICACION TAXONOMICA**

Cuadro 3 Clasificación Taxonómica de la Avena Sativa

<b>Clasificación científica</b>	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Pooideae
Tribu:	Aveneae
Género:	<i>Avena</i>

Fuente: [5]

#### **2.1.5. CLASIFICACION CIENTIFICA**

Cuadro 4 Clasificación Científica de la Avena Sativa

<b>Clasificación científica</b>	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Pooideae
Tribu:	Aveneae
Género:	<i>Avena</i>
Especie:	<i>A. sativa</i>

Fuente: [5]

### 2.1.6 VALOR NUTRICIONAL

El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, al ser la avena más rica en aminoácidos esenciales, especialmente en lisina. El contenido en proteínas digeribles del grano de avena es mayor que en maíz y también tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo. En el siguiente cuadro se muestra la composición del grano de avena:

Cuadro 5 Composición del grano de avena en 100 g de sustancia

<b>COMPOSICION</b>	
Hidratos de carbono	58.2
Agua	13.3
Celulosa	10.3
Proteínas	10.0
Materia grasa	4.8
Materias minerales	3.1

Fuente: [5]

Cuadro 6 Composición del grano de avena por 100 gramos

<b>Principios inmediatos:</b>	
<b>Agua</b>	<b>12 g</b>
<b>Grasas</b>	<b>5 g</b>
<b>Proteínas</b>	<b>13 g</b>
<b>Almidón</b>	<b>55 g</b>
<b>Azúcar</b>	<b>1 g</b>
<b>Dextrina</b>	<b>2 g</b>
<b>Celulosa</b>	<b>9 g</b>
<b>Cenizas</b>	<b>3 g</b>
<b>Minerales:</b>	
<b>Sodio</b>	<b>0,451</b>
<b>Potasio</b>	<b>0,431</b>
<b>Calcio</b>	<b>0,082</b>
<b>Magnesio</b>	<b>0,157</b>
<b>Hierro</b>	<b>0,013</b>
<b>Fósforo</b>	<b>0,406</b>
<b>Azufre</b>	<b>0,209</b>
<b>Cloro</b>	<b>0,064</b>

<b>Cobre</b>	<b>0,001</b>
<b>Cinc</b>	<b>0,005</b>
<b>Manganeso</b>	<b>0,005</b>

cuadro 7 Composición media de la avena

<b>elementos principales</b>	<b>minerales</b>	<b>vitaminas</b>	
<b>Agua (g)</b>			12,50
<b>Proteínas (g)</b>			132,00
<b>Lípidos (g)</b>			7,00
<b>Glúcidos (g)</b>			65,00
	Hierro (mg/100 g)		5,00
	Calcio (mg/100 g)		65,00
	Magnesio (mg/100 g)		180,00
	Fósforo (mg/100 g)		320,00
		Tiamina - B (mg/100 g)	0,20
		Riboflavina - B (mg/100 g)	0,50
		Niacina - B (mg/100 g)	2,50

Fuente: [7]

## **2.1.7. COMPOSICION QUIMICA DE LA AVENA**

### **2.1.7.1. Proteínas:**

Cuanto más elevado es el número de aminoácidos esenciales presentes en un alimento, mayor es su valor biológico; y la avena contiene seis de los ocho aminoácidos imprescindibles para la síntesis correcta de proteínas.

La combinación de la avena con diferentes alimentos vegetales, mejora aún más su proporción de aminoácidos, aproximándola a la ideal para el organismo.

Ejemplo: la adición de leche o soja complementan perfectamente la calidad de la proteína de la avena, con todos los aminoácidos necesarios para el organismo, en este sentido, la avena es superior a otros cereales como fuente de proteínas.[8]

**2.1.7.2. Lípidos:** La avena es el cereal con mayor porcentaje de grasa vegetal. El 65 % es de ácidos grasos insaturados y el 35% de ácido linoleico. Cien gramos de copos

de avena cubren un tercio de nuestras necesidades diarias de ácidos grasos esenciales. [8]

#### **2.1.7.3. Hidratos de Carbono:**

La avena contiene hidratos de carbono de absorción lenta y de fácil asimilación. Estos proporcionan energía durante mucho tiempo después de haber sido absorbidos por el aparato digestivo, evitando la sensación de fatiga y desmayo que experimenta cuando el cuerpo reclama glucosa de nuevo (hipoglucemia). [8]

#### **2.1.7.4 Vitaminas, minerales y oligoelementos:**

La avena contiene estos elementos en concentraciones óptimas, tanto para curar como para prevenir. 100 g de avena contienen: 5mg. de sodio, 400mg. de potasio, 70mg. de calcio, 430mg. de fósforo, 140mg. de magnesio, 4mg. de hierro, 0,47mg. de cobre, 4mg. de cinc, 0,56mg. De vitamina B1, 0,15mg. de vitamina B2, 1mg. de vitamina B3 y 0,16mg. de vitamina B6. También 1,1mg. de vitamina E. [8]

#### **2.1.7.5. Fibra:**

Además de estos componentes esenciales, la avena contiene otros elementos no tan importantes desde el punto de vista nutritivo, pero necesarios para el buen funcionamiento intestinal.

Se trata de sustancias insolubles que, ingeridas con la alimentación, no se absorben en el intestino. Sin embargo, estas sustancias resultan de una extraordinaria importancia para la buena digestión. Es lo que normalmente conocemos como 'fibra'. Las fibras vegetales aumentan el contenido del intestino, con lo cual ayuda a prevenir como a eliminar el estreñimiento. [8]

#### **2.1.7.6. Fuente de energía:**

Otra de las características reconocidas de la avena es su valor como fuente de energía y vitalidad. Eso hace que sea el alimento ideal para quienes desean aumentar su capacidad energética: los estudiantes, las personas que se encuentran abatidas, sin fuerzas, con permanente sensación de sueño, sin ilusión o con stress permanente.

Si usted es una de esas personas, consuma platos elaborados con avena a partir de ahora, y verá como su capacidad energética aumenta. [8]

### **2.1.8. PROPIEDADES DE LA AVENA**

Tiene propiedades ligeramente excitantes, que la hacen recomendable para la astenia física e intelectual y el deterioro orgánico, y es recomendable en periodos de convalecencia, de lactancia y de crecimiento, ya que contiene una hormona de crecimiento llamada auxina. Puede ser útil también para los casos de linfotimia y anemia, y puede mejorar la circulación sanguínea. [9]

Sin embargo, parece ser que algunas de estas características nutritivas están vinculadas a la presencia de un aceite esencial termolábil, que se desactiva a una temperatura de solo 70 °C. La mejor manera de usarla, por tanto, sería en forma de copos crudos, añadiéndolos a la leche o al yogur de la mañana, o a la menestra. [9]

Son muchas más las virtudes que se le atribuyen a la avena; parece ser que puede influir favorablemente en los casos de esterilidad e impotencia, que puede ser un buen estimulante de la tiroides y un protector del esmalte dental, y que ejerce también una beneficiosa función anticaries. [9]

Los granos aparecen envueltos por la gluma, que debe ser eliminada antes de emplearla en la alimentación humana. Lo que la hace relativamente poco utilizable es sin duda la dificultad para eliminar los abundantes tegumentos externos con el fin de obtener la avena mondada, que sin embargo contiene intacto el germen y conserva las capas periféricas del grano, ricas en fibra particularmente apreciada ya que parece tener la capacidad de ejercer una notable actividad reductora del colesterol. [9]

Su elevado contenido de lípidos expone a este valioso cereal a verse alterado fácilmente si se conserva en forma de copos o de harina: un almacenamiento prolongado puede provocar la aparición de un sabor amargo desagradable y típico que podría hacerlo poco apetecible. Por el contrario, la conservación en grano es más segura, ya que la avena contiene un antioxidante que prolonga el tiempo en que aguanta sin volverse rancio. [9]

Además de ser utilizada en la preparación de dulces, la harina ligeramente tostada se puede emplear para hacer pulpetas vegetales y menestras; mezclada con la harina de trigo se emplea también en la fabricación de cierto tipo de pan. [9]



### **2.1.9. USOS DE LA AVENA**

Este cereal se utiliza principalmente para la alimentación del ganado, como planta forrajera y en menor cantidad para alimentación humana, aunque no es muy utilizada por estos, a pesar de sus propiedades energizantes. La avena es muy recomendada para aquellas personas que necesitan aumentar su capacidad energética, como los estudiantes, personas abatidas o con constante sensación de sueño o estrés permanente. Esto la convierte en un alimento muy importante para comenzar el día.

Se le reconocen también propiedades adelgazantes, gracias a su poder para aumentar la producción de orina y el contenido de fibras que aumentan la saciedad. Sus propiedades digestivas permiten que sea utilizada para combatir la pirosis, gastritis, estreñimiento y disfunciones hepáticas.

Los mayores productores de avena son Rusia, Canadá, EE. UU., Australia, Finlandia, Alemania, Polonia y Suecia[2]

### **2.1.10. PRODUCCION DE AVENA**

De toda la avena cultivada en el mundo, sólo un pequeño porcentaje está dedicado al consumo humano, posiblemente por la escasa industrialización que se ha dado a este cereal. En Colombia, casi la totalidad de la avena que se consume, es importada. La avena fue traída por los españoles durante la colonia y la mayor parte de las especies cultivadas pertenecen a la llamada *avena sativa*; ésta puede ser utilizada tanto en alimentación humana como en forraje para ganado. [10]

En cuanto a las características del grano de avena, la cáscara al igual que la del arroz, está finamente adherida lo cual afecta el proceso de la molienda. Por otra parte, comparado con el trigo, el salvado de la avena es delgado y de color pálido, por lo cual es necesario separarlo para preparar harina o avena molida y pre cocida. Además, el grano de avena contiene de 2 a 5 veces más grasa que el trigo y su pericarpio es rico en lipasa. Esto afecta los métodos de procesamiento utilizados con este grano que traten de reducir al máximo los riesgos de rancidez durante el almacenamiento. Las proteínas de la avena no forman un gluten consistente por lo cual no se puede usar para hacer pan. [10]

### **2.1.10.1 PRODUCCION DE AVENA EN BOLIVIA Y TARIJA**

En 1972 la Empresa SEFO-SAM (Empresa de Semillas Forrajeras) inicio el cultivo de la avena como una semilla destinada para la alimentación animal; esta actividad se inicia en Moro-Moro a 260Km de la ciudad de Cochabamba, esta región de agricultura secano con una precipitación anual de 400-500mm.Sus ingresos provienen de la crianza de ganado y la producción de cereales .[11]

Sin embargo el Trigo nunca ha sido bien pagado; la cebada es atacada por la roya y sus precios están sujetos a los intereses de los cerveceros.

Para SEFO que buscaba nuevas zonas de producción Moro-Moro ofreció varias ventajas: el clima y los suelos garantizan un buen nivel de producción de avena; es así que se inicia con el cultivo de la vena básica resistente a la roya. Actualmente se realiza exportaciones de avena a Chile. [11]En la ciudad de Tarija existen tres áreas importantes dentro del cultivo de avena: Iscayachi, San Juan del Oro y Entre Ríos. [12]

En la zona de Iscayachi se realizaron ensayos de cultivo de avena de 20 hectáreas que fácilmente pueden convertirse en un ingreso potencial para la ciudad; tanto como forraje como para el consumo humano. [12]

## **2.2 FORTIFICACION DE MEZCLAS DE HARINAS**

El termino fortificación se utiliza cada vez más, para referirse forma exclusiva al mejoramiento del contenido proteico. El contenido de aminoácidos esenciales de la avena especialmente de la lisina, en comparación con otros cereales, es alto. Por eso la avena tiene la posibilidad de complementar los aminoácidos limitantes con otros cereales y legumbres, especialmente aquellos a los que les falta lisina, como es el caso del maíz y del trigo. [13]

### **2.2.1. ALIMENTOS ENRIQUECIDOS**

Los cambios registrados en los últimos años en el perfil de los consumidores y en sus hábitos alimenticios brindaron importantes oportunidades de negocios a la industria alimentaria. Y también impulsaron la elaboración de productos fortificados y enriquecidos, destinados a satisfacer necesidades específicas de personas sanas, que tienen efectos benéficos sobre el organismo y evitan posibles enfermedades..[13]

Los nuevos consumidores se caracterizan por algunas actitudes que los diferencian marcadamente de las generaciones anteriores. . [13]

- Tienen más desarrollado el concepto de la responsabilidad individual en el cuidado de la salud.
- Están dispuestos a hacer valer sus derechos, reclaman información y especificaciones claras, aprecian la honestidad y la responsabilidad comercial.
- Valorizan los alimentos considerados "*sanos*" que ganan posición de mercado frente a los tradicionales: Los horneados avanzan sobre los fritos, los jugos sobre las gaseosas, y el agua mineral alcanza un lugar de prestigio frente al alcohol. Algunos segmentos de consumidores sustituyen la carne roja por carnes blancas y pescados y demandan panes, galletas, fideos, *snack* y *cornflakes*, elaborados con harinas integrales. Las dietas que incluyen bróccoli, tomate y zanahoria se encuentran en plena expansión, por su reputación de vegetales que previenen enfermedades.
- La demanda de aguas creció casi en forma exponencial en los últimos años. Los nuevos consumidores recuperaron la conciencia de que el agua es un elemento esencial para la vida y lo conciben como un elemento terapéutico y cosmético.
- Se difunde el concepto de alimentos funcionales. Los consumidores occidentales, como lo hicieron los orientales hace siglos, están descubriendo los beneficios de ciertos alimentos que mejoran las funciones del organismo o evitan enfermedades.

### **2.2.2. ALIMENTOS FORTIFICADOS**

Los productos así denominados han sido modificados en su composición original mediante la adición de nutrientes esenciales a fin de satisfacer necesidades particulares de alimentación de determinados grupos de la población. . [13]

El Código Alimentario Argentino los incluye como "*alimentos dietéticos o para regímenes especiales*". Y define a estos últimos, como productos especialmente

modificados en su composición original y/o en sus características físicas, químicas, biológicas o de otra índole, resultantes de un proceso de fabricación o de la adición, sustracción o sustitución de determinadas sustancias componentes. . [13]

Según el Artículo 1363 del mencionado Código, los *alimentos fortificados* son productos suplementados en forma significativa en su contenido natural de nutrientes esenciales. Deben aportar entre el 20% y el 100% de los requerimientos diarios recomendados para adultos y niños de más de 4 años de edad (tienen que indicarse en el rótulo del envase).

Las empresas utilizan la fortificación como una estrategia de diferenciación para elaborar alimentos que puedan ser percibidos como productos de mayor valor. Por esta razón, generalmente se fortifican alimentos a los que se puede agregar valor con poco costo adicional, como los panificados, cereales para desayunos, lácteos, galletitas y pastas.

El Código Alimentario no autoriza la fortificación de productos cárneos y derivados, helados, alimentos azucarados, bebidas fermentadas, bebidas analcohólicas o polvos para prepararlas (excepto las bebidas referidas que contengan jugo en su composición), aguas, aguas carbonatadas y aguas minerales, con o sin gas. .[13]

### **2.2.3. VENTAJAS DE LA FORTIFICACION DE ALIMENTOS:**

- Su alto potencial de agregado de valor, que permite aumentar la rentabilidad de la empresa
- Su propiedad de equilibrar las dietas
- Que permiten desarrollar una estrategia de diferenciación de muy bajo costo.
- Sus desventajas se resumen en la posible toxicidad por exceso de micronutrientes o por reacciones entre ingredientes.
- Además de los fortificados existen otras alternativas de adición de nutrientes esenciales para personas sanas, que son utilizadas por las empresas para agregar valor y diferenciar productos:
  - A - Para restaurar los nutrientes perdidos en el proceso de elaboración como sucede, por ejemplo, con los productos farináceos adicionados con hierro. Si bien este es el objetivo de la adición de vitaminas A y D en la leche, el

Código Alimentario permite, excepcionalmente, la utilización del adjetivo "*fortificado*" en los rótulos de estos productos, determinando el nivel máximo de vitaminas que pueden contener por litro a consumir.

- **B** - Para adicionar nutrientes esenciales que permitan mejorar la calidad nutricional global de la dieta; por ejemplo, los farináceos con calcio y vitaminas[14]

#### 2.2.4. HARINA DE TRIGO

El porcentaje de gluten define a veces los tipos de harina: por ejemplo las **harinas de fuerza** son aquellas que poseen un alto contenido de gluten (puede superar el 11% de peso total), es por esta razón que un alto contenido de gluten hace que el amasado *requiera más fuerza* ya que la masa de estas harinas es más resistente al estirado manual. Al contrario, las *harinas débiles* son aquellas con un contenido bajo en gluten que proporcionan masas más fáciles de manipular. Algunas variedades de cereales contienen más gluten que otras, por ejemplo: la harina de trigo es rica en gluten y por ello importante para crear una textura esponjosa, por el contrario las harinas de cebada o de avena poseen menos gluten y menos capacidad de retener el CO<sub>2</sub> (resultando masas menos esponjosas).<sup>13</sup> Es corriente también encontrar mezclas de harinas de trigo con otros cereales pobres de gluten, incluso es habitual que se mezclen harinas de trigo de diferentes procedencias, y riqueza en gluten, para obtener harinas muy ricas destinadas a panes específicos. Existen clasificaciones de harina especiales que contienen indicaciones de la pureza y de la cantidad de endospermo, así como el contenido en cenizas. Las clasificaciones más reconocidas internacionalmente son la francesa y la estadounidense. [15]

La harina de trigo es el principal componente de casi todas las galletas y sus propiedades difieren de una variedad a otra, de estación a estación y en función del tipo de suelo y fertilizantes empleados, su calidad se considera fundamental en la industria de los productos horneados. Esta harina permite desarrollar masas aptas para ser sometidas a procesos manuales o mecánicos.[16]

El trigo es el cereal más utilizado en la fabricación de productos de pastelería, debido al esponjamiento que se produce durante la fermentación este esponjamiento es

debido principalmente a las proteínas, sin embargo influye el almidón y los lípidos La harina de trigo tiene proteínas en su composición, estas desempeñan un papel fundamental en el proceso de panificación. Las proteínas pueden sufrir variaciones en función de la variedad, lugar de cultivo, tecnología de la molienda. Una harina panificable se puede considerar una mezcla de: almidón, electrolitos, agua, gluten. Las propiedades panificadoras dependen de la capacidad de embeber agua del hidrogel, en esto influyen la forma de maduración del trigo y el acondicionamiento de la harina. Para llevar a cabo la panificación se prepara una masa con harina, agua NaCl a la que se añaden levaduras, esto provoca la fermentación de los azúcares formándose CO<sub>2</sub> que hace que la masa se esponjosa. Esta masa esponjosa debe tener otra cualidad: elástica. La elasticidad depende: del número de partículas coloidales del gluten/unidad de masa y de la capacidad de hinchamiento del gluten. [17]

El gluten tiene mayor capacidad de embeber agua, incluso el 200%. La mayor parte del agua que existe en la masa panadería está proporcionada por el almidón ya que presenta 4/5 partes. La capacidad del gluten para formar la red esponjosa está influido por el pH de la masa y la actividad proteolítica del encima. Una harina fresca pH: 6-6,2. El pH óptimo para la panificación es 5, esto significa que las harinas envejecidas son más aptas para la panificación ya que el envejecimiento acidifica. la viscosidad y elasticidad de la masa viene dada por: la cantidad de agua, temperatura a la que se amasa, tiempo transcurrido desde el amasado. En la elasticidad también influye el potencial redox del medio ya que influye en las proteínas: grupos SH libres potencial reductor, puentes S-S (disulfuro) potencial oxidante. [17]

Los fabricantes diferencian entre harinas fuertes y blandas en función de su capacidad panificadora. Las harinas fuertes absorben mucha agua y dan masas consistentes y plásticas: panes de buen volumen, aspecto y textura satisfactoria. Las harinas débiles poca absorción, dan masas flojas con tendencia a fluir durante la fermentación, panes bajos, pesados y de textura deficiente. No son aptas para la elaboración de pan pero si para la elaboración de galletas y pastas alimenticias. Las harinas fuertes presentan una diferencia: la proteína glutenina. Sin embargo la gliadina es idéntica en ambos tipos. Las propiedades panificadoras están vinculadas a la retención de agua, fenómeno

vinculado al endurecimiento del pan, en este fenómeno de endurecimiento influye también la transformación química del almidón, la forma alfa tiene alta capacidad para retener agua, la forma beta menor capacidad. la forma alfa es inestable y tiene tendencia a pasar a la beta. Esto se evita manteniendo el pan a temperaturas menores a  $-20^{\circ}\text{C}$ . A esta temperatura la transformación de la forma alfa en beta es muy lenta. En el pan también se da otro fenómeno, con el tiempo la corteza puede perder fragilidad: la corteza absorbe agua del ambiente. Una humedad superior al 75% perjudica enormemente a la calidad del pan, humedades menores al 65% la corteza pierde agua y se reseca. [18]

### 2.2.5. HARINA DE AVENA

Figura4 Harina de Avena



Fuente:[19]

La **harina de avena** está cada vez más introducida en los hogares de quienes se preocupan por una buena alimentación. Ya os hablamos de que la avena es un cereal muy completo, con él preparamos la leche de avena, que además de saludable resulta deliciosa, y para nuestros panes, bizcochos, magdalenas o galletas, podemos emplear la **harina de avena**.

Es muy común la elaboración de gachas, como el porridge o el parage escocés, aunque es más habitual hacerlo con los copos de avena para su consumo en el

desayuno. Al parecer, uno de cada cinco estadounidenses desayuna *'oatmeal'* o arrima de avena para lo que ya comercializan preparados instantáneos. [19]

Estas papillas se aderezan con miel, stevia, azúcar moreno, jarabe de arce, melaza, mantequilla, chocolate, leche condensada... así cada cual puede disfrutar de un desayuno saludable y rico. También se elaboran sopas y cremas con la harina de avena, cereal al que ya sabemos que le otorgan cualidades tan valoradas actualmente como la regulación del colesterol entre muchas otras.

Nosotros consumimos habitualmente copos de avena en el desayuno, hacemos nuestro muesli los incorporamos en nuestros panes, pero la harina de avena la utilizamos para hacer recetas de galletas y en ocasiones bizcochos y magdalenas. También cuando hacemos panes con cereales variados podemos incluir harina de avena, pero en estos casos, en el de los panes y la repostería casera, si queremos que resulte esponjoso debemos mezclar harinas con gluten con la harina de avena, ya que esta no sube. [19]

Tenemos que hacer nuestras pruebas, pero hemos leído algunas recomendaciones que se basan en una proporción del 15% de harina de avena para un resultado óptimo en el pan. No es lo mismo en el caso de galletas, ya que lo que generalmente buscamos en ellas es que resulten crujientes.

La **harina de avena** es muy fina, en textura y en sabor, así que convendría mezclarla con harinas de características similares. [19]

La harina de avena tostada tiene un sabor excelente que recuerda el de la vainilla, se digiere con suma facilidad y ejerce una acción favorable sobre los órganos digestivos, especialmente el páncreas, por lo que, previa autorización médica, puede ser útil a determinados diabéticos.

Las decocciones de avena ejercen una acción antiinflamatoria sobre las mucosas digestivas.

Como se ha indicado, es uno de los mejores alimentos para enfermos, convalecientes y personas delicadas, toda vez que, además de digerirse bien, es extraordinariamente nutritiva y fortificante gracias a su riqueza en almidón, fósforo orgánico y vitamina B1. [19]



Es particularmente recomendable a los niños que necesitan un aporte elevado de minerales asimilables. Los copos de avena, tomados en el desayuno, aseguran la energía hasta el mediodía. Las personas que han de efectuar esfuerzos sostenidos, como por ejemplo los deportistas, deben consumir copos regularmente en forma de sopas con un poco de leche, mantequilla y azúcar.

En síntesis, puede decirse que la avena es el alimento del niño que crece, de las personas débiles y de los sujetos activos..[19]

Los obesos y los sedentarios, que generalmente ya se alimentan demasiado, todavía aumentarían de peso si consumieran copos de avena. Sin embargo, hay obesos desmineralizados (por exceso de acidez de origen cárnico) que obtendrán un real beneficio tomando copos de avena, si bien en pequeñas dosis, al propio tiempo que efectúen una cura de desintoxicación ácida.

Las personas con tendencia a lumbagos, calambres, al levantarse, crujidos articulares o antecedentes reumáticos, deberán consumir los copos de avena con moderación y solamente si llevan a cabo una importante actividad muscular..[19]

También hay que tener en cuenta que el exceso de harina o de copos de avena puede crear en los niños fermentaciones gástricas o intestinales. Sobre todo si para halagar su paladar se les pone mucho azúcar.[20]

### 2.3 DESCRIPCION DE INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE GALLETAS

Figura 5 Agua



Fuente: [20]

El agua es uno de los ingredientes indispensables en la elaboración de galletas, su misión: activar los mecanismos de formación de la masa.

El agua tiene como misión activar las proteínas de la harina para que la masa adquiriera textura blanda y moldeable. Posee además la capacidad disolvente acuoso de las sustancias añadidas a la masa, siendo además necesaria para la marcha de la fermentación.

La composición química del agua empleada afecta a las cualidades del pan. La proporción de agua empleada en la elaboración de la masa influencia la consistencia final. Suele aplicarse agua de tal forma que suponga un 43% del volumen total de la masa (o lo que es lo mismo un 66.6% del peso de la harina, o la harina es 1 y 1/2 veces el peso de agua). Si se pone un contenido acuoso inferior al 43% la masa es menos extensible y más densa. No obstante la cantidad de agua que puede absorber una harina depende del tipo de cereal empleado en su elaboración y de la composición de proteínas (por ejemplo las harinas de alto contenido proteico absorben más agua)..[20]

### 2.3.2. LEVADURA

Figura6 Cubos de levadura fresca (presentación más habitual).



Fuente:[20]

La levadura es un conjunto de microorganismos unicelulares que tienen por objeto alimentarse del almidón y de los azúcares existentes en la harina. Las levaduras forman parte de la familia de los hongos. Este proceso metabólico da lugar a la fermentación alcohólica cuyo resultado es etanol (cuya fórmula química es:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en forma de gas. El gas liberado hace que la

masa del pan se hinche, aumentando de volumen. El alcohol etílico se evapora durante el horneado del pan, debido a las temperaturas alcanzadas en su interior. A pesar de haber empleado las levaduras en la fermentación del pan desde hace ya casi más de 6000 años, fueron tan solo comprendidas hasta el advenimiento de las investigaciones realizadas por Louis Pasteur que dieron luz a la explicación científica de la fermentación como un proceso biológico.[20]

La cantidad de levadura que emplea el panadero puede variar dependiendo del tipo de masa que se quiera elaborar y puede oscilar entre el 0,5 - 4% del peso de la harina (en el caso de levaduras secas se divide entre dos la cantidad total empleada). A veces se suele incluir pre fermentadores (en inglés se denomina *poolish*) a la harina con el objeto de mejorar los efectos de las levaduras en la harinas y para ello se emplean diversos métodos como puede ser el fermento de masa ácida que se trata de un cultivo de las levaduras existentes en el aire para que se cultiven en la harina y acaben formando un fermento (denominado a veces también como *masa madre*), la formación de este fermento genera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y ácido láctico (H<sub>3</sub>C-CH(OH)-COOH). Las especies de levaduras empleadas en este tipo de levaduras madre es el *Lactobacillus plantarum*, *L. delbrueckii*, *L. sanfrancisco*. Tradicionalmente las levaduras se incorporaban a la masa utilizando los restos de la masa del pan elaborado durante el día anterior, en lo que se denominaba masa madre. [20]

La calidad y composición de las aguas influyen en la formación de la masa, por ejemplo se sabe que las aguas con un carácter ácido endurecen la red de gluten, mientras que las alcalinas suavizan la masa. Esta es la razón por la que a veces se emplean aguas minerales o filtradas en la elaboración de la masa para evitar que estas variables afecten negativamente a la masa final; matando, o inhibiendo, por ejemplo las levaduras. Las aguas fluoradas pueden llegar a detener la fermentación.<sup>15</sup> El medio líquido de la mezcla puede también contener otras sustancias líquidas con una función similar a la del agua, como puede ser la leche, el suero de mantequilla, bebidas alcohólicas como puede ser el vino o la cerveza o whisky de malta e incluso mezclas avinagradas diversas. [20]

Algunas investigaciones muestran que el proceso de hidratación de la masa tras su mezcla con el agua puede llevar entre 10-20 minutos, tiempo que es necesario para reposar la masa y dejar que se 'impregne' por completo. Conviene retrasar la adicción de levadura hasta que la masa se haya hidratado bien, tras este periodo de 'reposo'. La dureza del agua puede influir en la elaboración del pan debido a que poseen sales minerales que favorecen la fermentación con las levaduras, por regla general las aguas de dureza media son preferibles para la elaboración del pan. Si es el agua dura la masa tendrá dificultad para llegar a su punto de resistencia. [20]

### **2.3.3. AGENTES LEUDANTES**

El polvo de hornear o llamado leudante químico, son compuestos que generan anhídrido carbónico al colocarse en agua, lo que produce expansión y esponjosidad en el producto los cuales están formados por bicarbonato de sodio y un ácido o una sal ácida [21]

### **2.3.4. BICARBONATO SÓDICO**

En presencia de humedad, el bicarbonato reacciona con cualquier sustancia ácida, produciendo anhídrido carbónico, al formarse la correspondiente sal sódica y agua. En ausencia de sustancias ácidas, al calentarse, el bicarbonato libera algo del bióxido de carbono y permanecerá como carbonato sódico. [22]

### **2.3.5. POLVO DE HORNEAR**

El único polvo de hornear que existe en la actualidad para el hogar es el de acción lenta o doble, está formulado con dos ingredientes reactivos ácidos, uno de los cuales es el mono hidrato de fosfato mono cálcico.

Entre más rápido actúe el polvo de hornear, menor será la tolerancia del batido o de masa de mezclado.

Se requiere menor cantidad de polvo de hornear en los batidos en los que el aire se incorpora por medio de la grasa.

El tipo de polvo de hornear utilizado influye en el pH del batido o masa. Los batidos y masas hechos con polvo de hornear de tartrato son más ácidos que aquellos hechos con polvo de hornear de fosfato. [23]

### **2.3.6. Sal**

La sal es un ingrediente opcional en algunos panes, la misión de la sal es por una parte la de reforzar los sabores y aromas , y por otra parte afectar a la textura final de la masa (pueden alcanzar hasta un 2% del peso total de la harina) Sea como sea, la mayoría de las recetas que añaden la sal hablan del empleo de sales no-refinadas, como pueden ser la sal negra, la sal ahumada. La sal contribuye de una forma indirecta a la formación del color marrón de la corteza, debido a que retarda la fermentación y esto genera un "exceso" de azúcares que favorecen durante el horneado la formación de estos colores dorados de la corteza. La sal tiene además un ligero efecto fungicida, su presencia permite alargar su vida comestible.[24]

### **2.3.7. AZUCAR**

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 [25]

El tamaño de las partículas de azúcar tiene efecto sobre las mezclas las mezclas de panadería, en especial sobre las galletas, ya que el mismo afecta el esparcimiento de las galletas durante el horneado. [25]

#### **2.3.7.1. CLASES DE AZUCAR**

- **AZUCAR BLANCO GRANULADO**

Es el más corriente, entre sus funciones destaca la de endulzar bebidas. Para hacer pasteles se hace fundir al calor para que los granos se disuelvan.

- **AZUCAR MOLIDA**

Es el más utilizado en repostería y resulta ideal para preparar bizcochuelos, masitas y merengues.

- **AZUCAR IMPALPABLE**

Es un polvo finísimo fácil de disolver, tanto en frío como en caliente. Sirve para el glaseado de tartas.

- **AZUCAR DE TERRONES O CUADRADILLOS**

Es el azúcar granulado o pero en cubos tiene pocas aplicaciones en la repostería.

- **AZUCAR MORENA**

Su color varía desde arena clara hasta el marrón oscuro este es más fuerte en su sabor, sirve para determinados pasteles como los budines. [25]

### **2.3.7.2. FUNCIONES DEL AZUCAR**

Según (León, 2006), nos muestra las funciones que cumple el azúcar en la masa galletera:

**1.- Alimento para la levadura:** el azúcar añadido es rápidamente consumida por la levadura, mientras tanto las enzimas convierten el azúcar complejo en mono y disacáridos los cuales pueden ser consumidas por la levadura, de esta manera se tiene una fermentación uniforme.

**2.- Colorante de la galleta:** el color café característico proviene de la caramelización de los azúcares residuales que se da en la corteza de la masa después que la misma allí sido fermento.

**3.-Actúa en las propiedades organolépticas** con la formación del aroma, color de la superficie.

**4.-Aumenta el rango de conservación** ya que permite mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial, retrasando el proceso de endurecimiento.

**5.-Reacción de Maillard:** Los azúcares reductores pueden favorecer a esta reacción en la corteza son las aldohexosas (glucosa) y los disacáridos(maltosa).Entre los aminoácidos el que más fácilmente reacciona es la lisina, seguido de la arginina, triptófano y la histidina, estos aminoácidos son especialmente escasos en la harina , y siendo la lisina un aminoácido indispensable para la dieta ,las reacciones de oscurecimiento de la corteza convertirán a la galleta en alimento nutritivamente pobre; a esto se añade que las proteínas cuyos aminoácidos han reaccionado son atacadas con dificultad por la tripsina en la digestión. Las condiciones físicas son determinantes para que se produzca la reacción; el ph más favorable para el oscurecimiento es el ligeramente alcalino.

La reacción de Maillard provoca que prematuramente el producto adquiera color manteniendo la corteza fina y poco descamada. [25]

### **2.3.8. LECHE**

Además de ser un alimento indispensable en todas las etapas de la vida; la leche es uno de los elementos básicos en repostería, ya que se utiliza tanto para hacer masa como para preparar cremas y rellenos.

Se encuentra en varias calidades y tiene importantes derivados: la crema, la manteca, el yogurt y queso.[26]

#### **2.3.8.1. TIPOS DE LECHE**

La leche se presenta normalmente en su estado líquido natural, haya pasado varios procesos de esterilización y pasteurización.

También se puede adquirir leche entera ósea con toda su crema o descremada. Esta última no se utiliza mucho en repostería ya que tiene menos cantidad de grasa y no resulta tan adecuada como la entera. Otras clases son:

- **LECHE CONDENSADA**

Es la leche evaporada a la que se le ha añadido sacarosa. Es muy rica en calorías y puede utilizarse para muchos postres como natillas, cremas, etc. [26]

- **LECHE EN POLVO**

La leche, se utiliza comúnmente en la elaboración de galletas es la leche en polvo descremada, o natural por sus múltiples razones de orden práctico, tales como: su uniformidad su facilidad de manejo, la ausencia de necesidad de refrigeración, su precio, su mínima pérdida por fácil empaque, bajo espacio al almacenar y duración[27] La leche ejerce un marcado efecto de tapón o buffer sobre las reacciones químicas de la masa que ocurre como resultado de la fermentación [28]

#### **2.3.8.2. FUNCIONES DE LA LECHE EN POLVO**

Según (León, 2006), nos muestra las funciones que cumple la leche en polvo en la masa galletera:

1.- Mejora el aspecto y color de la galleta: la lactosa de la leche que no se fermenta por la levadura, otorga un rico color dorado a la corteza, resultado de la reacción del pardeamiento no enzimáticos de estas, con las proteínas bajo la influencia del calor del horno.

2.-Ayuda a que se uniforme una corteza fina: debido a que la leche capta humedad y la retiene, evita la migración desde la corteza hacia el medio ambiente.

3.-Aumenta el valor nutritivo de la galleta: la caseína, la cual representa alrededor del 75% de las proteínas de la leche, es una proteína casi perfecta, desde el punto de vista del balance de aminoácidos, por lo cual aumenta a niveles altos el valor nutritivo. Además la lisina presente en la leche, constituye a solucionar la deficiencia del contenido de este aminoácido a la harina de trigo. Además la leche aporta minerales y vitaminas.

4.- Mejora la conservación de la galleta, también el sabor y aroma.

### 2.3.9. HUEVOS

Los huevos proporcionan varias características a los productos tales como: formación estructura, humedad y a la vez actúan como suavizantes .La formación de la estructura es debida a la albúmina [29]

Los huevos son de mayor importancia en la fabricación de productos de panadería que tienen la capacidad de actuar como emulsificantes, formar espumas y participar en la coagulación hacia un gel al aplicarse calor: por lo que tienen adecuadas propiedades espesantes y de unión. [29]

#### 2.3.9.1 PARTES DEL HUEVO

- **Clara:** La clara representa el 30% de su peso y está formada sobre todo por proteínas (entre un 12 y un 13%).Esta constituida por agua (90%) y un 10% de proteínas de alto valor biológico (ovoalbúmina, ovo globulina, ovo mucina, 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 [30]

- **Yema:** La yema o vitelo, se aproxima al 60% de su peso, supone aproximadamente un 30% del huevo completo. Contiene un30% de grasas. También contiene proteínas 15%, agua45%, sales minerales (calcio, fosforo, hierro) y vitaminas liposolubles(A, D, E), hidrosolubles (B1, B2) [30]



Es rica en lípidos predominando los ácidos grasos saturados y el colesterol, tiene también proteínas, vitaminas liposolubles, fósforo y algo de hierro. Las grasas están constituidas por ácidos grasos saturados, poliinsaturados (como el Linoleico), colesterol (250mg) y lecitina. La lecitina es un fosfolípido, es el agente emulsionante más utilizado en tecnología alimentaria [30]

### **2.3.10. MATERIA GRASA**

La materia grasa es una de las sustancias que se emplea con más frecuencia en la pastelería y en la elaboración de productos de horneado. Se emplea para mejorar las características de la masa y como conservante que viene corroborando en numerosas investigaciones, esto depende de sus propiedades emulsionante.[26]

El tipo de materia grasa presente en la galleta puede tener diversos orígenes, ya que sea animal, como manteca de cerdo, mantequilla o de origen vegetal, como aceite y margarina [29]

#### **2.3.10.1 FUNCIONES DE LA MATERIA GRASA**

Según (León 2006), nos muestra las funciones que cumple la materia grasa en la masa galletera:

- 1.- Los lípidos actúan como emulsionantes, ya que facilitan la emulsión, confiriéndole la mayor estabilidad respecto a lo que se obtiene con las proteínas.
- 2.- La materia grasa contribuye a la textura y las propiedades sensoriales del producto. La función de la mantequilla es proporcionar blandura, sabor y textura a los productos horneados.
- 3.- Las grasas tienen la propiedad suavizante que produce en los productos horneados, también es el responsable de incrementar la vida del producto mediante la inhibición de la pérdida de agua y sustancias volátiles que retarda el endurecimiento de las galletas.
- 4.- Al añadir la materia grasa como emulsionante a la masa se forma una sutil capa entre las partículas de almidón y de la red glutínica, donde le otorga a la galleta una estructura fina y homogénea, además le da la posibilidad de manipularle sin romperse y retener las burbujas de gas evitando que se unan para formar burbujas más grandes.

5.-La materia gras tiene la función de proveer la lubricación para prevenir que las partículas de gluten se adhieran unas a otras, afectando la retención de humedad de los productos.

### **2.3.11. ESENCIAS Y SABORIZANTES**

La formulación, la consistencia de la masa y el proceso de manufactura de diversos tipos de galletas varía al igual que su forma y apariencia, sin embargo, el sabor de casi todos los productos es parecido debido a que se basan en el uso de ingredientes similares.[31].La esencia de vainilla es obtenida a partir de la misma: es uno de los saborizantes naturales de mayor importancia en la industria alimenticia .[31].

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 vainilla en forma de esencia alcohólica o extracto debido a que esta comercialmente disponible de esta forma.[32]

## **2.4. TECNICA DE ELABORACION DE GALLETAS**

### **2.4.1 CONDICIONADO Y PESADO DE INGREDIENTES**

Una de las operaciones en la producción es la correcta medida de los ingredientes durante la formulación. Los insumos y materias primas que intervienen en ella, deben ser cuidadosamente seleccionadas para garantizar la homogeneidad en el comportamiento de la masa durante el mezclado y etapas subsiguientes del proceso.[33]

#### **2.4.2 MEZCLADO**

Esta operación permite la unión de los ingredientes a la vez que permite la incorporación de aire al conjunto. Existen tres métodos de mezclado de masas dulces: cremado, mezclado ``todo en uno`` y amasado.

##### **2.4.2.1 MEZCLADO ``TODO EN UNO``**

Se mezclan todos los ingredientes en una sola etapa incluyendo el agua, parte de esta se utiliza para disolver los agentes químicos.

##### **2.4.2.2 AMASADO**

Se realiza en dos etapas, primero se adiciona la grasa, azúcar, jarabes, harinas, se mezclan hasta obtener una masa corta; luego se añade agua, leche o suero y sal. La

relación grasa-agua y la técnica de mezclado son importantes para obtener un producto de calidad. La cantidad de agua varía en función de la cantidad de azúcar, leche o suero y huevos adicionados. [34]

En el contexto de masas para galletas el término ``amasado`` cubre una serie de operaciones:

- La mezcla de ingredientes para formar una masa uniforme
- La dispersión de sólido en líquido o de líquido en líquido
- La disolución de sólido en líquido
- La manipulación de la masa para estimular el desarrollo del gluten de las proteínas de la harina en presencia de agua.
- El incremento de temperatura a consecuencia del trabajo desarrollado.
- El comportamiento de la masa para que tenga menos densidad.

#### **2.4.2.3 MOLDEADO DE LA MASA**

Existen tres métodos para moldear la masa: [35]

- Corte de la masa laminada, en forma y tamaño adecuados.
- Moldeado a presión de la masa
- Compresión de la masa mediante tornillo, y expulsión a través de un orificio de formas variadas.

#### **2.4.3 COCCION U HORNEADO**

Durante esta operación, y con ayuda del calor, se convierte la masa cruda formateada, en galleta lista para consumir.[36] indica que durante el horneado se efectúan cambios físicos y químicos: formación de la corteza a medida que el agua de la superficie se evapora, la grasa se derrite ,ocurre la expansión del gas formado incrementando el tamaño de la pieza.

Los cambios químicos incluyen la formación de gas a partir del bicarbonato de Na, la gelatinización del almidón, la coagulación de las proteínas.

Las condiciones del horno tales como temperatura, turbulencia del aire y humedad, pueden ser alteradas en el transcurso de la cocción. Los tiempos de cocción de las galletas son muy cortos.[37]

Durante el proceso de cocción se producen tres variaciones importantes:

- Gran disminución de la densidad del producto unida al desarrollo de textura abierta y porosa.
- Reducción del nivel de humedad.
- Cambio en la coloración de la superficie.

#### **2.4.4 ENFRIADO**

La galleta es enfriada hasta temperatura ambiente, se recomienda que esta no sea superior a los 30 °C, para evitar el desprendimiento de vapores en el interior del empaque, pues le daría mala presentación y permitiría un crecimiento de microorganismos.

El enfriamiento es necesario para las galletas ricas en azúcar, ya que son muy blandas y plásticas cuando salen del horno y solamente se vuelven rígidas al enfriarse también una apreciable pérdida de humedad al enfriarse las galletas, lo que es beneficioso para su calidad y buena conservación. [38]

#### **2.4.5 ENVASADO**

El objetivo del envasado de las galletas es protegerlas para que se conserven durante un periodo más largo posible, su sabor y aspecto.[39]

La selección del envase evitara que el producto sea afectado por:

- Alteraciones físicas, reblandecimientos, desecación
- Alteraciones químicas, enrancia miento
- Alteraciones microbiológicas

El material a utilizar debe ser impermeable al agua, vapor de agua y otros gases, de manera que la galleta se pueda contaminar o ``enfriar``. Los principales materiales utilizados son: papel celofán, polipropileno cubierto con aluminio, laminas estañadas, material vidriado encerado material vidriado corrugado, láminas de aluminio.[40]

### **2.5. DEFINICION DE GALLETA**

La **galleta** (del francés *galette*) es un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, mantequilla, azúcar y huevos.

Además de los indicados como básicos, las galletas pueden incorporar otros ingredientes que hacen que la variedad sea muy grande. Pueden ser saladas o dulces, simples o rellenas, o con diferentes agregados de cosas (como frutos secos, chocolate, mermelada y otros).

Existen varias tipos de galletas según su forma de preparación o según sus ingredientes, por ejemplo:

- **Oblea:** galleta larga blanda con diferentes capas de relleno, también llamada *wafer*.
- **Galletones:** una galleta grande individual, generalmente con valor nutritivo agregado.
- **Pretzel o lacito:** tipo de galleta con una forma de nudo.
- **Galleta de la fortuna:** cierto tipo de galleta que se puede adquirir en restaurantes orientales, que contiene un mensaje de fortuna.

La galleta es uno de los alimentos que es consumido por todas las edades, existiendo diversidad de variedades. La mayoría de las galletas que se disponen en el mercado es elaborada básicamente por harina de trigo y algunas enriquecidas con otras harinas como de avena y de maíz. Es de gran preferencia para niños, jóvenes, adultos.[41]

La composición química de la galleta se muestra en la tabla 2.8

Tabla 2.8  
Composición química de las galletas

Componentes	Cantidad (%)
<b>Humedad</b>	<b>0,41</b>
<b>Ceniza</b>	<b>1,56</b>
<b>Proteína</b>	<b>8,15</b>
<b>Grasa</b>	<b>9,42</b>
<b>Calorías(Kcal/100g)</b>	<b>439,22</b>
<b>Fibra dietaria</b>	<b>9,07</b>

Fuente: Román y col 2006

### 2.5.1 CLASIFICACION DE LAS GALLETAS

El producto se clasifica en tres grandes grupos, con un solo grado de calidad cada uno, dicha clasificación se presenta en la tabla 2.9

Tabla 2.9  
Clasificación de Galletas

<b>Tipos</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Tipo I</b>	<b>Galletas finas</b>
<b>Tipo II</b>	<b>Galletas entrefinas</b>
<b>Tipo III</b>	<b>Galletas comerciales</b>

Fuente: López, 2005

### **2.5.2 TIPOS DE GALLETAS**

En cuanto a las galletas, existe una gran variedad de productos muy diferentes: saladas o dulces, simples o rellenas, o con diferentes agregados como frutos secos, chocolate, mermelada, etc. Se pueden clasificar en los siguientes grupos según la reglamentación técnico-sanitaria

#### **2.5.2.1 MARIA, TOSTADAS Y TROQUELADAS**

Son elaboradas a base de harina, azúcares y grasas comestibles, con o sin adicción de otros productos alimenticios para su mejor enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten [41]

#### **2.5.2.2 CRACKER Y DE APERITIVO**

Están elaborados con harina y grasas comestibles, generalmente sin azúcar, cuyas masas según sus características se pueden sostener a una adecuada fermentación para conseguir su tradicional ligereza [41]

#### **2.5.2.3 BARQUILLOS CON O SIN RELLENOS**

Se denominan barquillos, obleas o ambrosías los productos de la cocción en planchas metálicas de pastas en estado líquido viscoso, formado por harina, fécula, glucosa y sal, susceptibles de adquirir diferentes formas: rectangulares, cilíndricas [41]

#### **2.5.2.4 SANDWICHES**

Es el conjunto de dos galletas tradicionales, a las que se adiciona entre ambas un relleno consistente en una mezcla de azúcar, grasa y otros componentes alimenticios y alimentarios debidamente autorizados. [41]

#### **2.5.2.5 PASTAS BLANDAS Y DURAS**

Se clasifican en este grupo las galletas obtenidas a bases de masa cuya peculiaridad consiste en cremar adecuadamente todos los componentes, adicionando la harina, hornear la masa moldeada seguidamente a fin de impedir el desarrollo [41]

#### **2.5.2.6 GALLETAS DULCES**

Las galletas dulces se caracterizan por contener la estructura del gluten bien desarrollada, pero con el aumento de azúcar y grasa, el gluten se hace menos elástico y más extensible.

No es corriente añadir ingredientes con sabor fuerte, por lo que la mayoría tienen básicamente, un suave sabor a vainilla o a caramelo de nata su sabor suave, dulce, se complementa con bebidas como el té o café. [41]

# **CAPITULO III**

# **DISEÑO EXPERIMENTAL**



### **3.1 INTRODUCCION**

La parte experimental del presente trabajo de investigación ‘Elaboración de galletas fortificadas con harina de avena se realizó en domicilio particular.

### **3.2 DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS**

Los equipos que se utilizaron para llevar a cabo el presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

#### **3.2.1 BATIDORA ELECTRICA**

Se utilizó una batidora eléctrica (fig3.1), con el propósito de obtener una mezcla homogénea de todas las materias primas e insumos.Sus especificaciones técnicas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.1

Especificaciones técnicas de la batidora

<b>Marca</b>	<b>PREMIER</b>
<b>Industria</b>	<b>Chilena</b>
<b>Modelo</b>	<b>KJM134</b>
<b>Capacidad</b>	<b>2,43 L</b>
<b>Frecuencia</b>	<b>50-60Hz</b>
<b>Potencia</b>	<b>150W</b>
<b>Medidas</b>	<b>(1,2x2,6)cm.</b>
<b>Peso Neto</b>	<b>3,56Kg</b>
<b>Velocidad</b>	<b>30-134RPM</b>

#### **3.2.2 BALANZA DIGITAL**

Se utilizó una balanza analítica (fig3.2) con la finalidad de determinar las proporciones de materias primas e insumos.Las especificaciones técnicas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3.2

Especificaciones de la Balanza Digital

<b>Marca</b>	<b>Diamond</b>
<b>Capacidad</b>	<b>5000gr</b>
<b>Capacidad mínima</b>	<b>0,1gr</b>
<b>Precisión</b>	<b>0,1gr</b>
<b>Industria</b>	<b>china</b>
<b>Error</b>	<b>+ -0,5gr</b>

### 3.2.3 HORNO INDUSTRIAL

Este equipo cumple una función muy importante en la elaboración de las galletas tiene el propósito de realizar la cocción; es decir para la eliminación del agua de la masa galletera. Las especificaciones técnicas se muestran en la tabla:

Tabla 3.3  
Especificaciones Técnicas del Horno

<b>Marca</b>	<b>ISUKO</b>
<b>Modelo</b>	
<b>Industria</b>	<b>Argentina</b>
<b>Potencia</b>	<b>450V</b>
<b>Voltaje</b>	<b>234Wats</b>
<b>Frecuencia</b>	<b>60Hz</b>
<b>Hornallas</b>	<b>8</b>

### 3.2.4 SELLADORA ELECTRICA

Se utilizó una selladora eléctrica manual (Fig. 3.4) para sellar los envases o bolsas (celofán) preparadas con las galletas. Las especificaciones técnicas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.4  
Especificaciones Técnicas Sellador Eléctrico

<b>Marca</b>	<b>ELECTRONICA</b>
<b>Termonizador</b>	<b>(0-10)°C</b>
<b>Industria</b>	<b>Boliviana</b>
<b>Potencia</b>	<b>250W</b>
<b>Modelo</b>	<b>H2001</b>

### 3.3 MATERIALES

Los materiales utilizados, se muestran en la tabla 3.5 para la elaboración de las galletas fortificadas con harina de avena.

Tabla 3.5

Materiales utilizados en la elaboración de galletas fortificadas con harina de avena

<b>MATERIALES</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>TIPO DE MATERIAL</b>
<b>Termómetro</b>	(-10 a200°C)	<b>Vidrio con bulbo de Hg</b>
<b>Jarra</b>	100,1000ml	<b>Plástico</b>
<b>Probeta</b>	100ml	<b>Vidrio</b>
<b>Cucharilla</b>	pequeña	<b>Acero Inoxidable</b>
<b>Cuchara</b>	grande	<b>Acero Inoxidable</b>
<b>Cuchillo</b>	mediano	<b>Acero Inoxidable</b>
<b>Fuente</b>	mediana	<b>Plástico</b>
<b>Uslero</b>	pequeño	<b>Madera</b>
<b>Moldes</b>	pequeños	<b>Acero Inoxidable</b>
<b>Tazas graduadas</b>	¼,1/2,1 tazas	<b>Plástico</b>
<b>Espátula</b>	mediana	<b>Plástico y Madera</b>
<b>Tamiz</b>	0,85mm	<b>Acero Inoxidable</b>
<b>Bolsas</b>		<b>Polipropileno y celofán</b>

### **3.4 DESCRIPCION DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS**

La descripción de las materias primas e insumos que se utilizaron para la elaboración de galletas fortificadas con harina de avena, se detallan a continuación:

#### **3.4.1 MATERIAS PRIMAS**

Las materias primas a ser utilizadas en el trabajo experimental se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.1  
Materias Primas

<b>Producto</b>	<b>Marca</b>	<b>Industria</b>
Harina de Trigo	Graciela Real	Argentina
Harina de Avena	ANAPQUI	Boliviana
Leche	Pil Andina	Boliviana

#### **3.4.2 INSUMOS ALIMENTICIOS**

Los insumos utilizados en el proceso de elaboración se muestran en el siguiente cuadro:

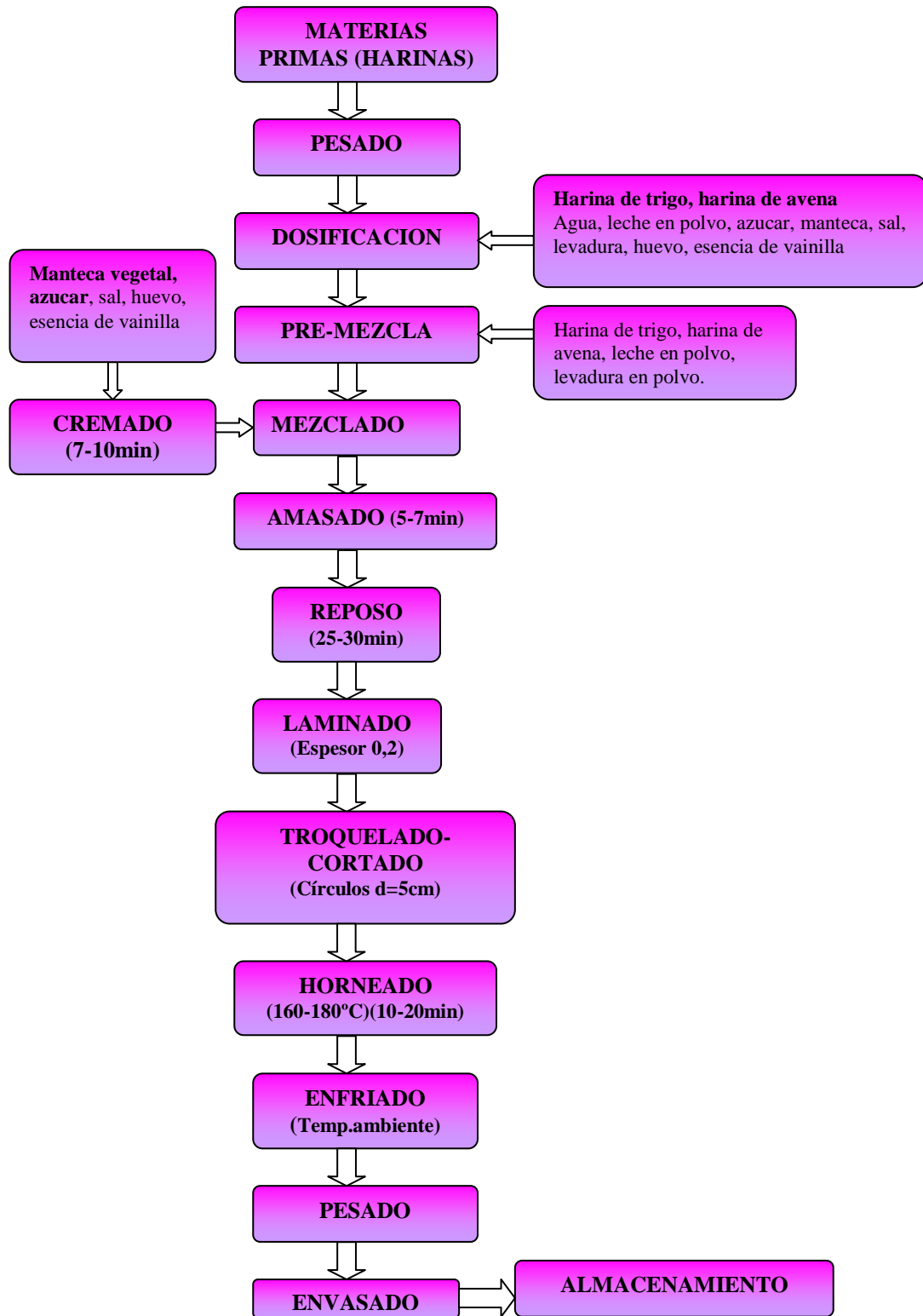
Cuadro 3.2  
Insumos Alimenticios

<b>Productos</b>	<b>Marca</b>	<b>Industria</b>
Manteca Vegetal	Regia	Argentina
Azúcar	Bermejo	Boliviana
Polvo de Hornear	KRIS	Boliviana
Huevo de gallina	Granjero	Boliviana

### **3.5 DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION DE GALLETAS FORTIFICADAS CO HARINA DE AVENA**

En la figura 3.6, se representa el proceso de elaboración de las galletas fortificas con harina de avena.

Figura 3.6  
Proceso de Elaboración de Galletas Fortificadas con Harina de Avena



### **3.6.1 MATERIA PRIMA**

La materia prima empleada en el presente trabajo, fue harina de avena adquirida de la ciudad de La Paz, la harina de trigo y los insumos de panificación fueron adquiridos del mercado local del departamento de Tarija.

### **3.6.2 PESADO**

El pesado de las materias primas e insumos, se realizó con una balanza digital con una precisión de 0,1 gr. de acuerdo a las cantidades determinadas anteriormente en la dosificación.

### **3.6.3 DOSIFICACION**

Para la dosificación de las galletas, se utilizó varias materias primas como ser: harina de avena (10%,15%), materia grasa (manteca vegetal), azúcar.

### **3.6.4 PRE-MEZCLA**

En una fuente de plástico mediana se mezclaron manualmente la harina de avena y trigo, leudante (polvo de hornear) con la finalidad de conseguir una distribución homogénea de todos los ingredientes.

### **3.6.5 CREMADO**

El cremado se realizó por separado utilizando una batidora eléctrica manual, donde se introdujo los ingredientes en otra fuente de plástico mediana, donde se mezcla primeramente la manteca vegetal, azúcar y sal hasta su completa disolución; luego se agrega la yema de huevo y esencia de vainilla y se continua batiendo hasta disolver completamente el azúcar y la manteca vegetal formándose una crema homogénea y suave que se la realizo en 7 minutos.

### **3.6.6 MEZCLADO Y AMASADO**

La pre-mezcla obtenida se fue adicionando lentamente a la crema formada en el cremado, alternando con leche diluida y se continua amasando suavemente durante 5 a 7min hasta obtener una masa blanda y manejable.

### **3.6.7 REPOSO DE LA MASA**

El reposos de la masa es muy necesario para que ocurran las diferentes reacciones químicas de los agentes leudantes.La masa obtenida se colocó en una bolsa nylon,

previamente se determina la temperatura inicial y después se deja la reposar durante 25 a 30 min. Para luego ser laminada.

### **3.6.8 LAMINADO DE LA MASA**

Una vez obtenida la masa, se coloca en una mesa previamente espolvoreada con harina de trigo, para luego proceder al laminado con un uslero de madera a mano; previamente los instrumentos a utilizar deben ser lavados con agua caliente y esterilizados con alcohol etílico.

Este laminado se realiza plegando la masa elástica con el uslero para formar un círculo hasta tener un espesor aproximado de 0,2cm

### **3.6.9 TROQUELADO O CORTADO**

El troquelado o cortado de la masa se realizó manualmente, utilizando un molde de acero inoxidable (5cm de diámetro). El cortado se realiza con mucho cuidado observando que este no sea demasiado espaciado para evitar los recortes de masa y obtener así una mejor presentación del producto terminado. Posteriormente las galletas troqueladas fueron colocadas en latas de aluminio para ser horneadas.

### **3.6.10 HORNEADO**

Primero se procede a calentar en vacío el horno durante un tiempo entre (10 a 15 min.) desde 25°C (170-190°C). Luego se procede a introducir las bandejas con las galletas en el horno; donde se realiza la cocción durante (10 a 20min) controlando la temperatura del horno entre (170-190°C) con el termómetro hasta lograr el cocimiento de las galletas.

### **3.6.11 ENFRIAMIENTO**

Una vez terminada la cocción de las galletas en el horno, inmediatamente se retira las bandejas en caliente y se deja enfriar a temperatura ambiente (20 a 25°C).

Este proceso se realiza con el fin de estabilizar el contenido de humedad y así garantizar una mejor textura, debido a la cantidad de vapor de agua eliminada.

### **3.6.12 ENVASADO**

El envasado del producto terminado se realiza utilizando bolsas de polietileno o celofán para ser finalmente selladas empleando una selladora eléctrica.

### **3.6.13 ALMACENAMIENTO**

Las galletas ya envasadas pueden ser introducidas en una caja de cartón mediana para ser almacenadas en un ambiente seco, fresco, aislado de la luz solar. Con el propósito de conservar y alargar el tiempo de vida útil del producto a condiciones normales de almacenamiento.

### **3.7 METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE RESULTADOS**

Para la obtención de resultados del trabajo experimental se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

#### **3.7.1 DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS**

Las técnicas que se utilizaron para la determinación de las propiedades fisicoquímicas tanto de la materia prima como del producto terminado fueron mediante los análisis fisicoquímicos realizados en el laboratorio APROTEC

##### **3.7.1.1 MATERIA PRIMA**

En la siguiente tabla se muestran las técnicas para la determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima.

Tabla 3.7

Técnicas para determinar las propiedades fisicoquímicas de la materia prima

<b>Parámetros</b>	<b>Norma</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
<b>Humedad</b>	NB028-88	Gravimétrico	%
<b>Proteína Total</b>	<b>NB466-81</b>	<b>Kjendalh</b>	%

Fuente: LABORATORIO APROTEC

##### **3.7.1.2 PRODUCTO TERMINADO**

En la siguiente tabla se detalla las técnicas empleadas para la determinación de las propiedades fisicoquímicas del producto terminado.

Tabla 3.8

Técnicas para la determinación de las propiedades fisicoquímicas del producto terminado

<b>Parámetro</b>	<b>Norma</b>	<b>Métodos</b>	<b>Unidades</b>
<b>Ceniza</b>	NB 075-74	Gravimetrico	%
<b>Fibra</b>	Manual del CEANID	Gravimetrico	%
<b>Hidratos de Carbono</b>	Calculo		%
<b>Humedad</b>	NB 028-88	Gravimetrico	%



<b>Proteína Total</b>	NB466-81	Kjandalh
<b>Valor Energético</b>	<b>Calculo</b>	<b>Kcal/100g</b>

Fuente: LABORATORIO APROTEC

### **3.7.2 ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL PRODUCTO TERMINADO**

En la tabla 3.9 se muestra las técnicas que se utilizaron para determinar el análisis microbiológico del producto terminado.

Tabla 3.9

Técnicas para determinar los análisis microbiológicos del producto

<b>Parámetro</b>	<b>Norma</b>	<b>Métodos</b>	<b>Unidad</b>
<b>Coniformes Totales</b>	NB32005	Tubos múltiples	<b>NMP/g</b>
<b>Coniformes Fecales</b>	NB32005	Tubos múltiples	<b>NMP/g</b>
<b>Bacterias aerobias</b>	NB32003	Recuento en placa	<b>Ufc/g</b>
<b>Mohos y levaduras</b>	<b>NB32006</b>	<b>Membrana filtrante</b>	<b>Ufc/g</b>

Fuente: LABORATORIO APROTEC

### **3.7.3 ANALISIS SENSORIAL**

El análisis sensorial es la medición científica de los atributos de un producto, estos atributos deben ser percibidos por los sentidos del gusto, olfato. Oído, vista y tacto. Este análisis puede ser determinado por personas entrenadas o por jueces consumidores y es utilizado para garantizar y caracterizar diferencias con respecto a los atributos sensoriales de los productos y de esta manera determinar la aceptabilidad por parte de los consumidores (Hernández, 2005).

#### **3.7.3.1 DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA PARA LA ELABORACION DE LAS GALLETAS**

Para la determinación del porcentaje de harina de avena se elaboró dos muestras de galletas con diferentes porcentajes de harina para lo cual se utilizó un test de preferencia (AnexoB1) con una escala hedónica, evaluada por diez jueces entrenados que calificaron los atributos sabor, color textura olor y apariencia.

### 3.7.3.2 DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE AZUCAR Y MANTECA VEGETA

Para determinar el porcentaje de cantidad de azúcar y manteca vegetal se elaboraron dos muestras variando los porcentajes de dichos ingredientes. Para lo cual se utilizó un test de preferencia con una escala hedónica, evaluada por diez jueces no entrenados que calificaron los atributos sabor, color, textura olor y apariencia.

### 3.8 DISEÑO FACTORIAL

Se entiende por diseño factorial 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).

- **Efecto de un factor(o variable);** es aquel cambio de la respuesta, producido por el cambio en el nivel de un factor. Cuando el factor es analizado a base de dos niveles, el efecto es la diferencia entre la respuesta media de todos los ensayos efectuados en el segundo nivel.
- **Interacciones,** este término significa la acción conjunta de dos o más factores o la modificación del efecto de un factor por la acción del otro o más factores.

Los diseños factoriales planteados fueron en tres etapas del proceso de elaboración de las galletas fortificadas con harina de avena, el primero en la etapa de dosificación de los ingredientes esta es la etapa más importante en la formulación de la galleta, ya que errores en el manejo de estos pueden afectar al resto del proceso y finalmente en la etapa del Horneado.

Utilizando un diseño factorial de dos factores y dos niveles de cada factor (Montgomery, 1991) de acuerdo a la [Ecuación 3.1]:

$$2^k \qquad \qquad \qquad \text{[Ecuación 3.1]}$$

#### 3.8.1 DISEÑO FACTORIAL EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN

En la dosificación se aplicó un diseño factorial de  $2^k$  para determinar la textura adecuada de la galleta. Este diseño es particularmente útil en las primeras fases del proceso de elaboración.

Tabla 3.11

Matriz experimental de variables en la etapa de dosificación

Corridas	Combinación	Factores			Interacción de los efectos				Respuesta
		Ha	Mv	Az	HaMv	HaAz	MvAz	HaMvAz	Y <sub>i</sub>
1	(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y <sub>1</sub>
2	a	+	-	-	-	-	+	+	Y <sub>2</sub>
3	b	-	+	-	-	-	-	+	Y <sub>3</sub>
4	ab	+	+	-	+	-	-	-	Y <sub>4</sub>
5	c	-	-	+	+	-	-	+	Y <sub>5</sub>
6	ac	+	-	+	-	+	-	-	Y <sub>6</sub>
7	bc	-	+	+	-	-	+	-	Y <sub>7</sub>
8	abc	+	+	+	+	+	+	+	Y <sub>8</sub>

Fuente: Elaboración propia

$2^3 = 8$ tratamientos/pruebas
--------------------------------

Se tomaron en cuenta tres factores importantes como ser: cantidad de harina de avena, cantidad de azúcar y de materia grasa vegetal los cuales influyen en el atributo sabor, color y textura del producto final. El diseño factorial planteada en la etapa de dosificación, se muestra en la [Ecuación 3.2] en función de la [Ecuación 3.1].

Donde: Y<sub>i</sub> = % de Contenido de Humedad

En la Tabla 3.1, se muestran los niveles de variación de los factores en la etapa de dosificación.

Tabla 3.1

Niveles de variación de los factores en la etapa de dosificación

Factores	Nivel inferior	Nivel superior
Harina de Avena(Ha)	10%	15%
Manteca Vegetal(Mv)	30%	40%
Azúcar (Az)	20%	30%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3.11, se detalla la matriz experimental de los factores en la etapa de dosificación para elaborar las galletas fortificadas con harina de avena.

### 3.8.2 DISEÑO FACTORIAL EN LA ETAPA DEL HORNEADO

En la etapa de horneado, el diseño factorial planteada es para determinar el tiempo y temperatura del horneado cada uno con dos niveles, se muestra en la [Ecuación 3.3].

[Ecuación 3.3]

$2^2 = 4$ tratamientos/pruebas
--------------------------------

Los niveles de variación de los factores en la etapa del Horneado, se muestran en la Tabla 3.12

Tabla 3.12

Niveles de variación de los factores en la etapa de Horneado

Factores	Nivel inferior	Nivel superior
Tiempo (t)	T <sub>H1</sub> = 10Min	T <sub>H2</sub> = 20Min
Temperatura (T)	T <sub>H1</sub> = 160°C	T <sub>H2</sub> = 180°C

Fuente: Elaboración propia

Las combinaciones de los tratamientos para determinar la influencia de tiempo y temperatura en el proceso del horneado, se muestran en la Tabla 3.6

Tabla 3.13

Diseño factorial en la etapa del Horneado

Corridas	Tratamientos	Factores		Interacción	Respuesta
		<b>T</b>	<b>t</b>	<b>Tt</b>	<b>Yi</b>
<b>1</b>	<b>(1)</b>	-	-	+	<b>Y1</b>
<b>2</b>	<b>a</b>	+	-	-	<b>Y2</b>
<b>3</b>	<b>b</b>	-	+	-	<b>Y3</b>
<b>4</b>	<b>ab</b>	+	+	+	<b>Y4</b>

Fuente: Elaboración propia

Donde Yi=%Contenido de Humedad

**CAPITULO IV**  
**ANALISIS Y DISCUSION DE**  
**LOS RESULTADOS**

#### **4.1 CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA**

Para caracterizar la materia prima en el presente trabajo experimental se tomó en cuenta las propiedades fisicoquímicas de la harina de avena y harina de trigo.

##### **4.1.1ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA HARINA DE TRIGO**

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de la harina de trigo adquirida en el mercado local. El análisis se realizó en 100gr de muestra en el CEANID, dependiente de la Universidad Juan Misael Saracho (AnexoA.1)

Tabla 4.1  
Análisis Fisicoquímicos de la harina de trigo

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<b>Gluten Húmedo</b>	24,36	%
<b>Humedad</b>	11,7	%
<b>Proteína Total</b>	<b>7,84</b>	%

Fuente: CEANID

##### **4.1.2 ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA HARINA DE AVENA**

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos en la composición química de la harina de avena proveniente de la ciudad de Cochabamba. El análisis se realizó en 100g de muestra (AnexoA2) en el laboratorio de APROTEC.

Tabla 4.2  
Análisis Fisicoquímico de la harina de Avena

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Humedad</b>	13,04	%
<b>Proteína Total</b>	14,33	%

Fuente: APROTEC 2012

#### **4.2 CARACTERIZACION DE LA GALLETA A SER ELABORADA**

Para caracterizar a la galleta a ser elaborada en el trabajo experimental se tomó en cuenta:

#### **4.2.1 CARACTERIZACION DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE ELABORACION DE LAS GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE AVENA.**

Para caracterizar las variables del proceso se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

##### **4.2.1.1 DETERMINACION DEL PERFIL DE TEXTURA DE LA GALLETA**

Para determinar el perfil de textura de la galleta fortificada con harina de avena a ser elaborada, se realizaron varias pruebas preliminares en la dosificación de ingredientes con el objetivo de identificar las variables que afectan directamente a la textura como ser: El porcentaje de harina de avena, manteca vegetal y azúcar.

#### **4.3. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA EN LA ELABORACION DE GALLETAS FORTIFICADAS**

Debido a que no existe una metodología para realizar la dosificación del porcentaje de harina de avena para la elaboración de las galletas se procedió a elaborar dos muestras de galletas con diferentes porcentajes (10%; 15%) de harina de avena. Dichas muestras fueron evaluadas por diez jueces no entrenados que calificaron los siguientes atributos: color, sabor, textura utilizando un test de escala hedónica.

##### **4.3.1 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA.**

En la siguiente tabla se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo color de acuerdo a la escala hedónica, para así poder determinar el porcentaje correcto de harina de avena para la elaboración de las galletas; obtenidas de la tabla C.2 (Anexo C).

Tabla 4.3  
Atributo color para determinar el porcentaje de harina de avena

Jueces	Muestras		Total
	A (10%)	B (15%)	
1	7	8	15
2	8	9	17
3	8	8	16
4	6	8	14
5	7	9	16
6	8	9	17
7	7	8	15
8	8	9	17
9	6	7	13
10	7	8	15
- X	7,2	8,3	15,5

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.2.1.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA**

En la siguiente tabla se muestra los resultados estadísticos de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C5 (Anexo C)

Tabla 4.4

Prueba de Duncan del atributo para determinar el porcentaje de harina de avena

Muestras	Comparacion	Efectos
A(10%)-B(15%)	1,2<2,3	Si hay diferencia significativa

Fuente; elaboración Propia

En la tabla 4.5 se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos A (10%);B(15%) que son significativas

#### **4.2.2 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA**



En la siguiente tabla se muestran los resultados de la evaluación sensorial para el atributo sabor dentro de la escala hedónica para poder determinar el porcentaje de harina de avena que va a ser utilizada para la elaboración de las galletas; obtenidas en la tabla C.6(Anexo C) que fue evaluada por diez jueces no entrenados.

Tabla 4.5 Atributo Sabor para determinar el porcentaje de harina de Avena

<b>Jueces</b>	<b>Muestras</b>		<b>Total</b>
	<b>A(10%)</b>	<b>B(15%)</b>	
<b>1</b>	6	7	<b>13</b>
<b>2</b>	5	7	<b>12</b>
<b>3</b>	7	9	<b>16</b>
<b>4</b>	6	8	<b>14</b>
<b>5</b>	8	8	<b>16</b>
<b>6</b>	7	9	<b>16</b>
<b>7</b>	8	9	<b>17</b>
<b>8</b>	5	7	<b>12</b>
<b>9</b>	7	8	<b>15</b>
<b>10</b>	8	9	<b>17</b>
<b>- X</b>	<b>6,7</b>	<b>8,1</b>	<b>14,8</b>

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar la muestra B (10%), obtiene mayor puntaje promedio dentro de la escala hedónica con 8,1 en comparación con la muestra A(15%) de 6,7 que es menor.

#### **4.2.2.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ATRIBUTO SABOR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA**

En la tabla 4,6 se observa los resultados del análisis de varianza para poder determinar el porcentaje de harina de avena para la elaboración de galletas fortificadas; datos que fueron extraídos de la tabla C7 (Anexo C).

Tabla 4.6  
Análisis de Varianza del atributo sabor para determinar el porcentaje de harina de avena

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	45,39	23			
<b>Muestras</b>	6,27	4	3,34	3,87	<b>4,34</b>
<b>Jueces</b>	38,70	7	3,19	5,87	<b>3,45</b>
<b>Error</b>	<b>15,45</b>	<b>19</b>	<b>0,74</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.6  $F_{cal} < F_{tab} (3,87 < 4,34)$  para las muestra A(10%),B(15%) para lo cual existe evidencia estadística de variación entre las muestras y se rechaza la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Se analiza la preferencia de los jueces por la muestra B(15%) ;se toma como la mejor opción para el atributo sabor.

#### **4.2.3 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA.**

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la evaluación sensorial para el atributo olor dentro de la escala hedónica para poder determinar el porcentaje de harina de avena que va a ser utilizada para la elaboración de las galletas; obtenidas en la tabla C.8(Anexo C) que fue evaluada por diez jueces no entrenados.

Tabla 4.7 Atributo Sabor para determinar el porcentaje de harina de Avena

Jueces	Muestras		Total
	A(10%)	B(15%)	
1	5	6	11
2	7	7	14
3	6	9	15
4	7	8	15
5	7	9	16
6	6	8	14
7	8	9	17
8	7	9	16
9	6	8	14
10	6	9	15
- X	6,5	8,2	14,7

**4.2.3.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO OLOR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA.**

En la siguiente tabla se muestra los resultados estadísticos de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C11 (Anexo C)

Tabla 4.8  
Prueba de Duncan del atributo para determinar el porcentaje de harina de avena

<b>Muestras</b>	<b>Comparación</b>	<b>Efectos</b>
<b>A(10%)-B(15%)</b>	<b>0,6&lt;1.34</b>	<b>Si hay diferencia significativa</b>

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.8 se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos A(10%);B(15%) que son significativa analizando la preferencia de los jueces por la muestra B con un 15% de harina de avena; se toma en cuenta este dato para la mejor opción para el atributo olor.

**4.2.4 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA**

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la evaluación sensorial para el atributo textura dentro de la escala hedónica para poder determinar el porcentaje de harina de avena que va a ser utilizada para la elaboración de las galletas; obtenidas en la tabla C.12 (Anexo C) que fue evaluada por diez jueces no entrenados.

Tabla 4.9 Atributo Textura para determinar el porcentaje de harina de Avena

<b>Jueces</b>	<b>Muestras</b>		<b>Total</b>
	<b>A(10%)</b>	<b>B(15%)</b>	
<b>1</b>	6	7	<b>13</b>
<b>2</b>	7	8	<b>15</b>
<b>3</b>	7	9	<b>16</b>
<b>4</b>	8	9	<b>17</b>
<b>5</b>	7	8	<b>15</b>
<b>6</b>	8	9	<b>17</b>
<b>7</b>	6	9	<b>15</b>
<b>8</b>	7	9	<b>16</b>

<b>9</b>	8	9	<b>17</b>
<b>10</b>	7	8	<b>15</b>
-			
<b>X</b>	<b>7,1</b>	<b>8,5</b>	<b>15,6</b>

Fuente: Elaboración Propia

**4.2.3.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA.**

En la siguiente tabla se muestra los resultados estadísticos de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C15 (Anexo C)

Tabla 4.10

Prueba de Duncan del atributo textura para determinar el porcentaje de harina de avena

<b>Muestras</b>	<b>Comparación</b>	<b>Efectos</b>
<b>A (10%)-B(15%)</b>	<b>0,2&lt;1.4</b>	<b>Si hay diferencia significativa</b>

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.11 se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos A(10%);B(15%) que son significativas analizando la preferencia de los jueces por la muestra B con un 15% de harina de avena; se toma en cuenta este dato para la mejor opción para el atributo olor.

**4.2.5 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA**

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la evaluación sensorial para el atributo apariencia dentro de la escala hedónica para poder determinar el porcentaje de harina de avena que va a ser utilizada para la elaboración de las galletas; obtenidas en la tabla C.16 (Anexo C) que fue evaluada por diez jueces no entrenados.

Tabla 4.11 Atributo Apariencia para determinar el porcentaje de harina de Avena

Jueces	Muestras		Total
	A(10%)	B(15%)	
<b>1</b>	5	6	<b>11</b>
<b>2</b>	6	7	<b>13</b>
<b>3</b>	7	8	<b>15</b>
<b>4</b>	6	8	<b>14</b>
<b>5</b>	7	9	<b>16</b>
<b>6</b>	6	7	<b>13</b>
<b>7</b>	8	9	<b>17</b>
<b>8</b>	7	9	<b>16</b>
<b>9</b>	6	7	<b>13</b>
<b>10</b>	7	9	<b>16</b>
- <b>X</b>	<b>6,5</b>	<b>7,9</b>	<b>14,4</b>

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en el cuadro anterior muestra la muestra B(10%) ,obtiene mayor puntaje promedio dentro de la escala hedónica con 7,9 en comparación con la muestra A(15%) de 6,5que es menor.

#### **4.2.5.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE HARINA DE AVENA**

En la tabla 4, 13, se observa los resultados del análisis de varianza para poder determinar el porcentaje de harina de avena para la elaboración de galletas fortificadas; datos que fueron extraídos de la tabla C17 (Anexo C).

Tabla 4.13

Análisis de Varianza del atributo apariencia para determinar el porcentaje de harina de avena

<b>Fuente de Varianza</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	34,56	39			
<b>Muestras</b>	3,87	3	1,43	3,31	<b>3,66</b>
<b>Jueces</b>	39,70	9	5,35	9,92	<b>3,46</b>
<b>Error</b>	<b>6,80</b>	<b>19</b>	<b>0,3</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.13  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $3,31 < 3,66$ ) para las muestra A (10%), B (15%) para lo cual existe evidencia estadística de variación entre las muestras y se rechaza la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Se analiza la preferencia de los jueces por la muestra B (15%); se toma como la mejor opción para el atributo apariencia.

#### **4.3 DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

Para determinar el porcentaje de manteca vegetal y el porcentaje de azúcar a ser utilizada en la elaboración de las galletas fortificadas se elaboró 2 muestras con diferentes porcentajes de manteca vegetal (30%-40%) y azúcar (20%-30%). Para ser evaluadas por diez jueces no entrenados en los atributos sensoriales de color, sabor, olor, textura y apariencia.

##### **4.3.1 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4.14 se muestra los resultados de la evaluación sensorial del atributo color en escala hedónica, para determinar el porcentaje de manteca vegetal y porcentaje de azúcar obtenidas de la tabla (C18)(Anexo C).

Tabla 4.14 Atributo Color para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar

Jueces	Muestras		Total
	A(30%-20%)	B(40%-30%)	
1	5	6	11
2	6	7	13
3	7	8	15
4	6	8	14
5	7	9	16
6	6	7	13
7	8	9	17
8	7	9	16
9	6	7	13
10	7	9	16
- X	6,5	7,9	14,4

Como se muestra en el cuadro anterior la muestra B(40%) ,obtiene mayor puntaje promedio dentro de la escala hedónica con 7,9 en comparación con la muestra A(30%-20%) de 6,5que es menor.

**4.3.1.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4.15 se observa los resultados del análisis de varianza para poder determinar el porcentaje de manteca vegetal para la elaboración de galletas fortificadas; datos que fueron extraídos de la tabla C19(Anexo C).

Tabla 4.15

Análisis de Varianza atributo color para determinar el porcentaje de harina de avena

<b>Fuente de Varianza</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	145,36	114			
<b>Muestras</b>	9,55	8	2,21	1,44	<b>3,13</b>
<b>Jueces</b>	56,97	16	4,98	6,07	<b>1,66</b>
<b>Error</b>	<b>82,65</b>	<b>93</b>	<b>0,81</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.14  $F_{cal} < F_{tab} (1.44 < 3.13)$  para las muestra A(30%),B(40%) para lo cual existe evidencia estadística de variación entre las muestras y se rechaza la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Se analiza la preferencia de los jueces por la muestra B(40%) ;se toma como la mejor opción para el atributo color.

**4.3.2 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4.16 se muestra los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor en escala hedónica, para determinar el porcentaje de manteca vegetal y porcentaje de azúcar obtenidas de la tabla (C20)(Anexo C).

Tabla 4.16 Atributo Sabor para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar

Jueces	Muestras		Total
	A(30%-20%)	B(40%-30%)	
1	8	9	17
2	7	8	15
3	8	8	16
4	8	9	17
5	7	8	15
6	8	7	15
7	9	8	17
8	7	9	16
9	6	8	14
10	6	9	15
-			
X	7,4	8,3	15,7

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en el cuadro anterior la muestra B(40%-30%) ,obtiene mayor puntaje promedio dentro de la escala hedónica con 8,3en comparación con la muestra A(30%-20%) de 7,4que es menor.

#### **4.3.2.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4.17 se observa los resultados del análisis de varianza para poder determinar el porcentaje de manteca vegetal y azúcar para la elaboración de galletas fortificadas; datos que fueron extraídos de la tabla C21(Anexo C).

Tabla 4.17  
Análisis de Varianza Atributo Sabor para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Azúcar

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	176,35	123			
<b>Muestras</b>	13,66	7	1,87	1,94	<b>2,14</b>
<b>Jueces</b>	65,67	15	4,65	4,65	<b>1,88</b>
<b>Error</b>	<b>101,09</b>	<b>93</b>	<b>1,45</b>		



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.17  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.94 < 2.14$ ) para las muestra A(30%-20%), B(40%-30%) para lo cual existe evidencia estadística de variación entre las muestras y se rechaza la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Se analiza la preferencia de los jueces por la muestra B(40%-30%) ;se toma como la mejor opción para el atributo sabor.

**4.3.3 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4.16 se muestra los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor en escala hedónica, para determinar el porcentaje de manteca vegetal y porcentaje de azúcar obtenidas de la tabla (C22)(Anexo C).

Tabla 4.18 Atributo olor para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar

<b>Jueces</b>	<b>Muestras</b>		<b>Total</b>
	<b>A(30%-20%)</b>	<b>B(40%-30%)</b>	
<b>1</b>	8	9	<b>17</b>
<b>2</b>	7	8	<b>15</b>
<b>3</b>	8	8	<b>16</b>
<b>4</b>	8	7	<b>15</b>
<b>5</b>	9	9	<b>18</b>
<b>6</b>	8	8	<b>16</b>
<b>7</b>	9	8	<b>17</b>
<b>8</b>	9	9	<b>18</b>
<b>9</b>	9	9	<b>18</b>
<b>10</b>	7	7	<b>14</b>
<b>- X</b>	<b>7,47</b>	<b>7,60</b>	<b>16,4</b>

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.18 la muestra B (con un porcentaje de 40% de manteca vegetal y con un porcentaje de 30% de azúcar) obtiene un mayor puntaje promedio en escala hedónica con 7,60 en comparación a la muestra A ( con un

porcentaje de 30% de manteca vegetal y con porcentaje de 20% de azúcar) que obtiene un promedio de 7,47 que es menor.

**4.3.3.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4, 19, se observa los resultados del análisis de varianza para poder determinar el porcentaje de manteca vegetal y azúcar para la elaboración de galletas fortificadas; datos que fueron extraídos de la tabla C.23(Anexo C).

Tabla 4.19

Análisis de Varianza Atributo Olor para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Azúcar

<b>Fuente de Varianza</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	145,67	118			
<b>Muestras</b>	1,89	6	0,27	0,49	<b>3,13</b>
<b>Jueces</b>	77,98	15	5,67	9,34	<b>2,99</b>
<b>Error</b>	<b>65,09</b>	<b>97</b>	<b>0,67</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.17  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,49 < 3,13$ ) para las muestra A(30%-20%), B(40%-30%) para lo cual existe evidencia estadística de variación entre las muestras y se rechaza la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Se analiza la preferencia de los jueces por la muestra B(40%-30%) ;se toma como la mejor opción para el atributo olor.

**4.3.4 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4.20 se muestra los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura en escala hedónica, para determinar el porcentaje de manteca vegetal y porcentaje de azúcar obtenidas de la tabla (C24)(Anexo C).

Tabla 4.20 Atributo textura para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar

Jueces	Muestras		Total
	A(30%-20%)	B(40%-30%)	
<b>1</b>	6	7	<b>13</b>
<b>2</b>	7	8	<b>15</b>
<b>3</b>	8	9	<b>17</b>
<b>4</b>	7	7	<b>14</b>
<b>5</b>	7	8	<b>15</b>
<b>6</b>	6	7	<b>13</b>
<b>7</b>	8	9	<b>17</b>
<b>8</b>	7	8	<b>15</b>
<b>9</b>	6	7	<b>13</b>
<b>10</b>	8	9	<b>17</b>
<b>-</b>			
<b>X</b>	<b>7,0</b>	<b>7,9</b>	<b>14,9</b>

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.20 la muestra B (con un porcentaje de 40% de manteca vegetal y con un porcentaje de 30% de azúcar) obtiene un mayor puntaje promedio en escala hedónica con 7,0 en comparación a la muestra A (con un porcentaje de 30% de manteca vegetal y con porcentaje de 20% de azúcar) que obtiene un promedio de 7,9 que es menor.

**4.3.4.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4,21 se observa los resultados del análisis de varianza para poder determinar el porcentaje de manteca vegetal y azúcar para la elaboración de galletas fortificadas; datos que fueron extraídos de la tabla C25(Anexo C).

Tabla 4.21

Análisis de Varianza Atributo Textura para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Azúcar

<b>Fuente de Varianza</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	167,98	117			
<b>Muestras</b>	3,89	8	0,65	0,48	<b>2,15</b>
<b>Jueces</b>	46,54	15	3,24	2,99	<b>1,88</b>
<b>Error</b>	<b>117,34</b>	<b>96</b>	<b>1,19</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.21  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,48 < 1,88$ ) para las muestra A(30%-20%), B(40%-30%) para lo cual existe evidencia estadística de variación entre las muestras y se rechaza la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Se analiza la preferencia de los jueces por la muestra B(40%-30%) ;se toma como la mejor opción para el atributo textura.

#### **4.3.5 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4.22 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo apariencia en escala hedónica para determinar el porcentaje de manteca vegetal y el porcentaje de azúcar; obtenidos de la tabla C26 (Anexo)

Tabla 4.22 Atributo apariencia para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar

<b>Jueces</b>	<b>Muestras</b>		<b>Total</b>
	<b>A (30%-20%)</b>	<b>B (40%-30%)</b>	
<b>1</b>	7	7	<b>14</b>
<b>2</b>	8	9	<b>17</b>
<b>3</b>	6	7	<b>13</b>
<b>4</b>	7	7	<b>14</b>
<b>5</b>	8	9	<b>17</b>
<b>6</b>	8	8	<b>16</b>
<b>7</b>	6	7	<b>13</b>
<b>8</b>	7	9	<b>16</b>
<b>9</b>	6	7	<b>13</b>
<b>10</b>	7	7	<b>14</b>

-	7,0	7,7	13,7
$\bar{x}$			

Como se observa en la tabla 4.22 la muestra B (con un porcentaje de 40% de manteca vegetal y con un porcentaje de 30% de azúcar) obtiene un mayor puntaje promedio en escala hedónica con 7,0 en comparación a la muestra A ( con un porcentaje de 30% de manteca vegetal y con porcentaje de 20%de azúcar) que obtiene un promedio de 7,7 que es menor.

**4.3.5.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla 4,23se observa los resultados del análisis de varianza para poder determinar el porcentaje de manteca vegetal y azúcar para la elaboración de galletas fortificadas; datos que fueron extraídos de la tabla C27(Anexo C).

Tabla 4.23  
Análisis de Varianza Atributo Apariencia para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Azúcar

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	18,18	39			
<b>Muestras</b>	0,93	1	0,84	1,65	<b>4,66</b>
<b>Jueces</b>	9,67	14	0,67	1,26	<b>2,67</b>
<b>Error</b>	<b>7,89</b>	<b>14</b>	<b>0.65</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4.23  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,65 < 4,66$ ) para las muestra A(30%-20%),B(40%-30%) para lo cual existe evidencia estadística de variación entre las muestras y se rechaza la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Se analiza la preferencia de los jueces por la muestra B(40%-30%) ;se toma como la mejor opción para el atributo apariencia.

**4.4 DETERMINACION DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE HORNEADO**

Para determinar las condiciones (variables) del proceso de horneado, es decir tiempo y temperatura de cocimiento de las galletas fortificadas con harina de avena. Se

procedió a realizar cuatro muestras con diferentes tiempos (10-20min) y a una temperatura (160-180°C).

Utilizando diez jueces no entrenados para evaluar el atributo textura como el más importante en el cocimiento de las galletas.

**4.4.1 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA LA DETERMINAR EL TIEMPO Y TEMPERATURA DEL HORNEADO**

En la tabla 4.24 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura en escala hedónica para determinar el tiempo y temperatura de horneado de las galletas fortificadas; obtenidos de la TABLAC28 (Anexo)

Tabla 4.24 Atributo Textura para determinar el tiempo y temperatura de horneado

<b>Jueces</b>	<b>Temperatura(180°C)</b>	<b>Temperatura(160°C)</b>	<b>Total</b>
	<b>10min</b>	<b>20min</b>	
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	
<b>1</b>	5	8	
<b>2</b>	5	8	
<b>3</b>	9	7	
<b>4</b>	9	9	
<b>5</b>	7	8	
<b>6</b>	8	8	
<b>7</b>	8	8	
<b>8</b>	6	7	
<b>9</b>	7	8	
<b>10</b>	7	8	
<b>- X</b>	<b>7,70</b>	<b>7,90</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en esta tabla la muestra M2 (1600°C-20min) obtiene mayor puntaje promedio en la escala hedónica con 7,90 en comparación con la muestra UNO(180°C-10min) que es menor.

**4.4.1.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL TIEMPO Y TEMPERATURA DE HORNEADO**

En la tabla 4.25 se muestra los resultados estadísticos de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C29(Anexo C).

Tabla 4.25

Prueba de Duncan del atributo textura para determinar el tiempo y temperatura de horneado

Tratamientos	Comparación	Efectos
M1-M2	7,90>7,70	Si hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla anterior existe evidencia estadística entre los tratamientos; que son significativos, dónde se muestra la preferencia de los jueces por la muestra M2 (160°C-20 min.)

#### 4.5 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL PROCESO DE DOSIFICACION

En la siguiente tabla se muestra el diseño experimental 2 en el proceso de dosificación de las galletas fortificadas con harina de avena tomando en cuenta: % de harina de avena; %de manteca vegetal; % de azúcar y la variable respuesta (% de humedad, textura) .

Tabla 4.26

Análisis de Varianza para elegir la variable del proceso

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	8,4035	18	0,6473		
<b>FactorHa</b>	0,788	1	0,7889	3,24,55	
<b>Factor Mv</b>	0,0073	1	0,0065	0,0308	
<b>Factor Az</b>	4,8601	1	4,9601	0,0004	<b>7,36</b>
<b>Factor Ha Mv</b>	0,0002	1	0,0002	0,9605	
<b>Factor Ha Az</b>	0,3916	1	0,3916	0,1876	
<b>Factor MvAz</b>	0,0046	1	0,0036	*11,8776	
<b>FactorHaMvAz</b>	0,00532	1	0,00576	0,0188	
<b>Error experimental</b>	<b>6,3952</b>	<b>15</b>	<b>0,4068</b>		

Fuente: Elaboración Propia

\*significativo

Como se observa en la tabla anterior los factores Ha,Mv,Az (% de Harina de Avena,% de Manteca Vegetal y & de Azúcar)y las interacciones **Ha Mv; Ha Az;MvAz; HaMvAz** donde  $F_{cal} < F_{tab}$  para lo cual se acepta la hipótesis planteada ya que no existe evidencia estadística entre la variación de los factores ,pero en el caso del factor MvAz ( porcentaje de manteca vegetal, % de azúcar) si existe evidencia estadística de variación en el proceso de dosificación , lo cual es significativo donde  $F_{cal} > F_{tab}(11,8776 > 7,36)$ . Por tanto se rechaza la hipótesis planteada para una  $p < 0,05$ .

En base a este análisis durante el proceso de dosificación, se puede evidenciar que el porcentaje de manteca vegetal y el porcentaje de azúcar tienen incidencia en el proceso y no así el porcentaje de harina de avena.

#### **4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL PROCESO DE HORNEADO**

En la siguiente tabla se muestra el diseño de  $2^2$  en el proceso de horneado para la elaboración de galletas fortificadas con harina de avena. Tomando en cuenta los niveles y variables del horneado (tiempo, Temperatura) y la variable respuesta % de humedad.

Tabla 4.27  
Análisis de Varianza para el proceso de horneado

<b>Fuente de Varianza</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	11,90	9			
<b>Temperatura(T)</b>	0,06	1	0,05	0,03	<b>8,76</b>
<b>Tiempo(t)</b>	0,89	1	0,96	0,59	<b>8,76</b>
<b>Interacción(T,t)</b>	3,18	1	3,17	2,13	<b>8,76</b>
<b>Error Experimental</b>	<b>8,86</b>	<b>5</b>	<b>2,94</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla anterior se observa que los factores Temperatura (T) , tiempo(t) y la interacción de estos dos factores Temperatura-tiempo;  $F_{calc} < F_{tab}$ , para lo cual se acepta la hipótesis planteada ya que no existe evidencia estadística de



variación entre los factores analizados para el proceso de horneado para una probabilidad del 5%.

Se observa que el atributo textura obtiene mayor puntaje promedio en la escala hedónica en comparación con los otros atributos.

#### **4.6.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ANALISIS SENSORIAL PARA EL PRODUCTO TERMINADO**

En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis de varianza para el producto terminado (Anexo C).

Tabla 4.28  
Análisis de Varianza del análisis para el producto terminado

<b>Fuente Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	<b>74,08</b>	<b>84</b>			
<b>Atributo</b>	<b>6,35</b>	<b>5</b>	<b>2,09</b>	<b>3,45</b>	<b>3,55</b>
<b>Jueces</b>	<b>34,88</b>	<b>15</b>	<b>3,49</b>	<b>6,65</b>	<b>9,92</b>
<b>Error</b>	<b>26,85</b>	<b>56</b>	<b>0,45</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla anterior  $F_{cal} < F_{tab}$  para los atributo sensorial de textura no existe evidencia estadística de variación entre las diferentes muestras.

#### **4,6,2 ANALISIS FISICOQUIMICO DEL PRODUCTO TERMINADO**

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico realizado al producto terminado.

Tabla 4.29  
Análisis Fisicoquímico del producto terminado

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Humedad</b>	<b>%</b>	<b>13,04</b>
<b>Proteína Total</b>	<b>%</b>	<b>14,33</b>

Fuente: APROTEC

Como se observa en la tabla anterior los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas del producto terminado (galleta fortificada con harina de avena) presenta un contenido de humedad del 13,04; un porcentaje de proteína total de 14,33.

### **4.6.3 ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO**

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico realizado al producto terminado (Anexo A)

Tabla 4.30  
Análisis microbiológico del producto terminado

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
<b>Coniformes fecales</b>	NMP/g	<b>0</b>
<b>Coniformes totales</b>	NMP/g	<b>0</b>
<b>Bacterias aerobias mesófilas</b>	Ucf/g	<b>1,5 x10<sup>6</sup></b>
<b>Mohos y levaduras</b>	Ucf/g	<b>4,3 x10<sup>2</sup></b>

Fuente: CEANID

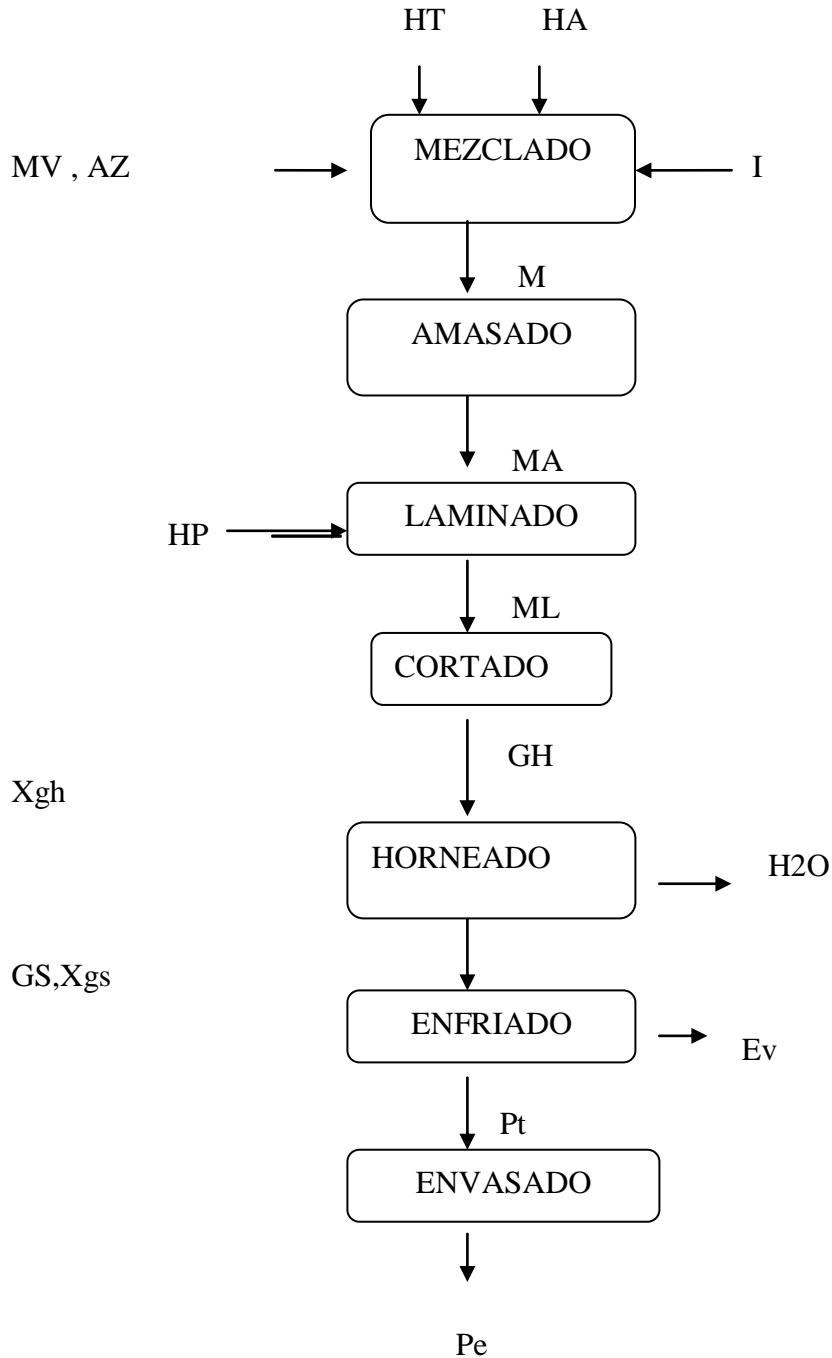
Como se observa en la tabla anterior el producto terminado (galleta fortificada con harina de avena), muestra ausencia de coniformes totales y fecales(0 NMP/g)

### **4.7 BALANCE DE MATERIA**

El balance de materia para la elaboración de galletas fortificadas con harina de avena, se realizó tomando en cuenta el diagrama de bloques que se muestra en la siguiente figura para la cantidad de 6,4222Kg de galleta.

El balance de materia se realizó en los procesos de dosificación y horneado.

Figura 4.1  
Diagrama de Bloques del Balance de materia para la elaboración de galleta fortificada con harina de avena



Dónde:

HT=Cantidad de harina de trigo

HA=Cantidad de harina de avena

AZ=Cantidad de azúcar

MV=Manteca vegetal

M=Cantidad de mezcla (g)

MA=Cantidad de masa amasada

HP=Cantidad harina de polveo

ML= Cantidad masa laminada

GH= Cantidad de galleta húmeda (g)

H2O= Cantidad de agua evaporada

GS= Cantidad galleta seca (g)

Ev=Cantidad de agua evaporada

Pt=Cantidad de producto final (g)

Pe= Cantidad de producto envasado

#### **4.7.1 BALANCE EN EL PROCESO DE MEZCLADO DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS**

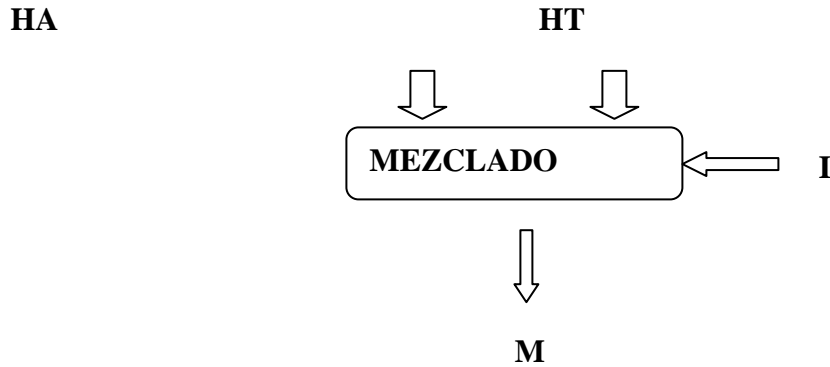
En la siguiente tabla se muestra el proceso de mezclado de la materia prima e insumos del balance para tal caso se tomó como base de cálculo de 2000gr de harina de trigo,200gr de harina de avena,400gr de azúcar, 500gr de manteca vegetal., entre los insumos se detallan a continuación.

Tabla 4.31

Cantidad de insumos

<b>Insumos</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Agua</b>	<b>200gr</b>
<b>Azúcar</b>	<b>500gr</b>
<b>Levadura en polvo</b>	<b>15gr</b>
<b>Huevo de Gallina</b>	<b>400</b>
<b>Esencia</b>	<b>40</b>
<b>Materia grasa</b>	<b>500gr</b>
<b>Total</b>	<b>1655</b>

Figura 4.2  
Diagrama de bloques del proceso de mezclado



Balance general de materia para el proceso de mezclado:

$$HT+HA+I \quad (4.1)$$

Dónde:

$$HT=2000\text{gr} \quad HA= 200\text{gr} \quad I= 1655\text{gr}$$

Reemplazando la ecuación (4.1):

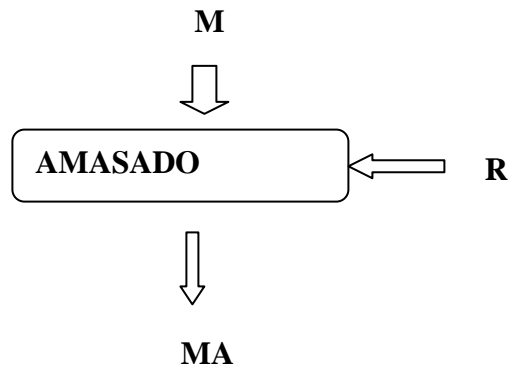
$$M=2000\text{g}+200+1655$$

$$M=3855\text{gr}$$

#### 4.7.2 BALANCE DE MATERIA PARA EL PROCESO DE AMASADO

En la siguiente figura se muestra el proceso de amasado de la galleta donde se toma en cuenta el balance de materia donde se toma en cuenta las pérdidas de masa galletera tanto en las paredes del bol como en la mesa estas pérdidas fueron de 60gr.

Figura 4.3  
Diagrama de bloques del proceso de mezclado



Balance general de materia para el proceso de amasado:

$$M=R+MA \quad (4.2)$$

$$M=3915\text{gr}$$

$$P=60\text{gr}$$

Despejando MA de la ecuación (4.2):

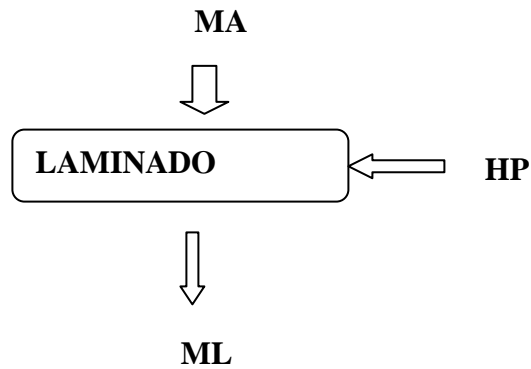
$$MA=M-R \quad (4.3)$$

$MA=3855\text{gr}$
--------------------

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

En la siguiente figura se muestra el proceso de laminado y cortado de la masa galletera para realizar el balance de materia se tomó en cuenta la cantidad de la masa del amasado que representa 3855gr.

Figura 4.4  
Diagrama de bloques del proceso de laminado



Balance general de materia para el proceso de Laminado de la masa galletera:

$$MA+HP=ML \quad (4.4)$$

Dónde:  $ML=3855\text{gr}$      $HP=25\text{gr}$

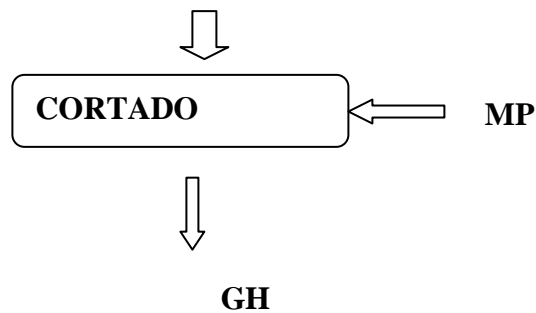
Despejando  $ML$  de la ecuación (4.4):

$$ML=3855\text{gr}-25 \text{ gr} \quad (4.5)$$

$ML=3830\text{gr}$

Figura 4.5  
Diagrama de bloques del proceso de cortado

$ML$



Balance general de materia para el proceso de Laminado de la masa galletera:

$$ML=GH+MP \quad (4.6)$$

Dónde: ML=3855gr    MP=100gr

Despejando ML de la ecuación (4.6):

$$\mathbf{GH=ML-MP \quad (4.7)}$$

$$\mathbf{GH=3855 \text{ gr}-100\text{gr}}$$

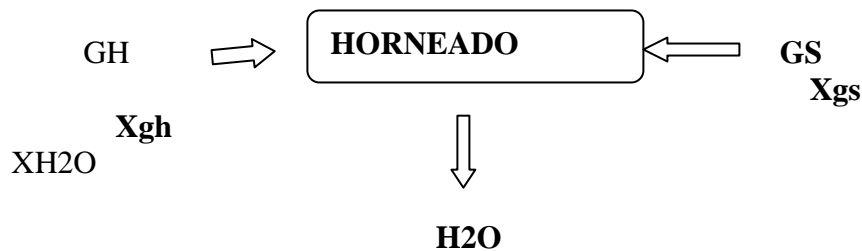
$$\mathbf{GH=3755\text{gr}}$$

#### **4.7.4 BALANCE DE MATERIA PARA EL PROCESO DE HORNEADO**

En la siguiente figura se muestra el proceso de horneado de masa galletera, para realizar el balance de materia, se toma en cuenta la cantidad de agua evaporada y el contenido de humedad del producto terminado.

Figura 4.6

Diagrama de bloques del proceso de horneado



Balance general de materia para el proceso de Horneado de la masa galletera:

$$\mathbf{GH=H2O+GS(4.8)}$$

Dónde: GH= 3755gr    GS=2567gr

Despejando H2O de la ecuación (4.8):

$$\mathbf{H2O=GS-GH \quad (4.9)}$$

$$\mathbf{H2O=3755\text{gr} - 2567}$$

$$\mathbf{H2O=1188}$$



Balance parcial de materia en base húmeda del proceso de horneado:

$$GH X_{gh} = GS X_{gs} + H_2O X_{H_2O} \quad (4.10)$$

En el cual  $X_{gs}$  despejamos de la ecuación (4.10)

$$GH X_{gh} + H_2O = GS X_{gs} \quad (4.11)$$

$$GS = \frac{GH X_{gh} - H_2O X_{H_2O}}{X_{gs}} \quad (4.12)$$

Reemplazando los datos en la ecuación (4.12):

$$X_{Gs} = \frac{3755 \text{gr} + 0,2054 - 245,92 \text{g} \cdot 1}{2567}$$

$$X_{Gs} = 0,1462$$

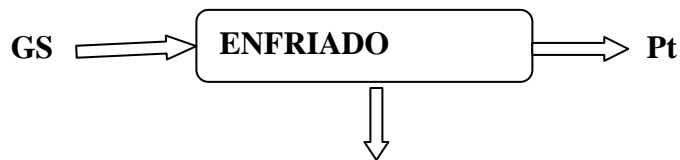
$$X_{Gs} = 14,62\%$$

#### **4.7.5 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ENFRIADO DE LA GALLETA**

En la siguiente figura se muestra el proceso de enfriado de la galleta para realizar el balance de materia se tomo en cuenta la calidad de agua evaporada y el contenido de humedad del producto.

Figura 4.7

Diagrama de bloques del proceso de enfriado



**Ev**

Balance general de materia para el enfriado de la galleta:

$$GS = Pt + Ev \quad (4.13)$$

Despejando Pt de la ecuación (4.13):

$$Pt=GS -Ev \text{ (4.14)}$$

Para calcular la cantidad de sólido seco del alimento, se tomó en cuenta la expresión matemática (4.15), citada por (Valiente, 1994).

$$SS= S1(1 -Xs) \quad (4.15)$$

Dónde:

SS=Cantidad del producto seco (g)

S1 = Cantidad del alimento húmedo (g)

Xs= Fracción del contenido de humedad del alimento

Reordenando la ecuación (4.15) en función de la figura 4.7, tenemos:

$$SS=GS (1-Xgs) \quad (4.16)$$

Por tanto:  $SS=2567\text{gr} (1-0.1563)$

$$SS=2165,77 \text{ gr.}$$

Para calcular la cantidad de agua evaporada en el enfriado de la galleta, se utiliza la expresión matemática (4.17), citada por (Valiente, 1994).

$$WE=S(W1-W2) \quad (4.17)$$

Donde:

WE= Cantidad de agua evaporada (g)

W1=Contenido de humedad en base seca del alimento

W2=Contenido de humedad en base seca del producto horneado

Remplazando a la ecuación (4.17) tenemos:

$$Ev=S(W1-W2) \quad (4.18)$$

Donde:

$X_{pt} = 0.0463$  gr. agua/gr. de sólido seco

$X_{gs} = 0.1563$  gr. agua/ gr. de sólido seco

Por tanto:

$H_2O = 3363,120g (0.1563 - 0,0463)$

$H_2O = 369,24$  g de agua evaporada en el proceso de enfriado

Reemplazando a la ecuación(4.14) con los datos obtenidos tenemos:

$P_t = 3755gr - 369.24$  gr

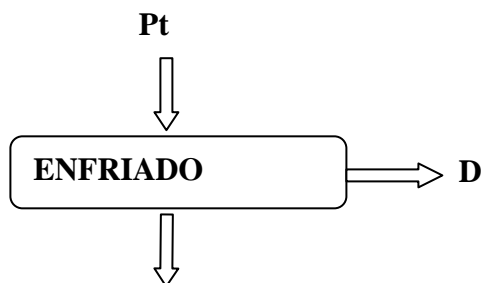
$P_t = 3385.76$  gr

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

En la siguiente figura se muestra el proceso de envasado para las galletas fortificadas con harina de avena, para realizar el balance de materia, se toma en cuenta la cantidad de galleta en el proceso de enfriado 3385,76 g.

Figura 4.8

Diagrama de bloques del proceso de envasado



$P_e$

Balance general de materia en el proceso de envasado de la galleta:

$$P_t = D + P_e \quad (4.19)$$

Dónde:

$P_t = 3385,76$  gr

$H = 67.7$  gr

Despejando  $P_t$  de la ecuación (4.19), tenemos:

$$Pe=3385,76g - 67,7gr$$

Pe= 3318,06 gr
----------------

Para calcular el número de unidades de galletas envasadas, se toma en cuenta el peso neto del envase que es de 50 gr.

$$N \text{ de unidades obtenidas} = \frac{\text{Producto final}}{P \text{ neto por envase}} \quad (4.21)$$

P neto por envase

$$N \text{ de unidades obtenidas} = \frac{3318,06 \text{ gr}}{50gr}$$

N de unidades obtenidas= 66 bolsas
------------------------------------

#### **4.8 BALANCE DE ENERGIA EN EL PROCESO DE HORNEADO**

El balance de energía en el horno se realizó para 3755 gr. de masa galletera. En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos de las propiedades psicométrías del aire en base a las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo; las cuales fueron obtenidas a través del software de psicometría(Akton,1996) según las condiciones de la ciudad de Tarija; presión de 610,05mmHg y una altura de 1875msnm.

Tabla 4.32

Propiedades psicometricas del aire en el proceso de horneado

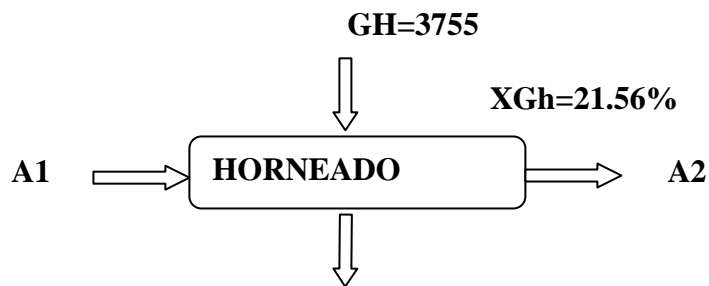
Propiedades	Aire Frió	Aire Caliente	Aire Saturado
<b>Tbs (°C)</b>	25	180	<b>93</b>
<b>Tbh(°C)</b>	20,5	43,3	<b>34,9</b>
<b>HR%</b>	69	0,241	<b>3,6</b>
<b>W(Kg de agua/kg de aire)</b>	0,0172	0,0222	<b>0,0222</b>
<b>EH(Kj/Kg)</b>	68,89	153,1	<b>153,1</b>
<b>Ve(m<sup>3</sup>/Kg)</b>	<b>1,089</b>	<b>1,66</b>	<b>1,348</b>

Donde:

HR=Humedad relativa (%)  
 W= Humedad absoluta (Kg agua/Kg aire)  
 EH=Entalpia (Kj/Kg)  
 Ve= Volumen especifico (m<sup>3</sup>/Kg)

En la siguiente figura se muestra el diagrama de bloques del balance de energía para el proceso de horneado en la elaboración de galletas fortificadas con harina de avena.

Figura 4.9  
 Diagrama de bloques del proceso de envasado



**GS=2567 gr.**

**XGs=16,56%**

Para poder determinar la cantidad de calor total en el proceso de horneado. Se tomó en cuenta la cantidad de calor necesario para calentar el horno y la cantidad de calor del horneado (masa galletera más bandeja de aluminio).

Inicialmente se procedió a determinar el calor necesario para calentar el horno, donde la temperatura inicial del aire fue de 25 °C hasta una temperatura de 180°C. Según Valiente la siguiente ecuación describe el proceso de calor sin reacción química.

$$Q_{Ac} = M_{aire} C_{p,aire} (\Delta T) \quad (4.22) \quad \Delta$$

Donde:

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

( $\Delta T$ )=Variación de la temperatura (°C) en el horno  
 $C_{p,aire}$ = Capacidad calorífica del aire

Para determinar la masa del aire dentro del horno, se utilizo las siguientes expresiones matemáticas:

$$V= a*b*b \quad (4.23)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4.24)$$

V

Donde:

A= Ancho 0,36

B= Base 0,77

C= Altura 0,44

$\rho$ = densidad del aire

V= volumen

Reemplazando datos en la ecuación (4.23):

$$V=0,36m*0,77*0,44m$$

$$V=0,129m^3$$

Despejando la masa de la ecuación (4.24) se obtiene la ecuación (4.25):

$$M_{aire} = \rho * V$$

$$M_{aire} = 1,3 \text{ Kg/m}^3 * 0,129m^3$$

$$M=0,1674\text{Kg}$$

Reemplazando los datos obtenidos en la ecuación (4.22):

$$Q_{Ac} = 6,1975 \text{ Kcal (sin calor de transferencia a las paredes del horno)}$$

Para determinar la cantidad de calor para calentar la masa de la galleta esta dado por la siguiente ecuación (Oreces 2003)

$$Q_G = M_g * C_pG * (T_f - T_i) \quad (4.26)$$

Donde :

Q<sub>G</sub>= Calor de la galleta

M<sub>g</sub>=masa de la galleta=37555gr

Para determinar la capacidad calorífica de la galleta, se utiliza la expresión matemático (4.27) citada por Alvarado.

$$C_p = 1130,44 + 30,56 h \quad (4.27)$$

Donde: h = es el contenido de humedad de la galleta

Reemplazando en la ecuación (4.27):

$$C_p = 1130,44 + 30,56 * 0,1563$$

$$C_p G = 1130,58 \text{ J/Kg}^\circ\text{K}$$

$$C_p G = 0,270 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{K}$$

Por tanto se reemplaza los datos a la ecuación (4.26)

$$Q_G = 3755 \text{ Kg} * 0,270 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (93-20)^\circ\text{C}$$

$$Q_G = 85,42 \text{ Kcal}$$

También en el balance se toma en cuenta el calor que se requiere para calentar las bandejas, en el cual se utilizó la ecuación (4.28)

$$Q_L = M_L * C_{pL} * (T_f - T_i) \quad (4.28)$$

Donde:

$Q_L$  = cantidad de calor de las bandejas

$M_L$  = masa de las bandejas

$C_{pL}$  = Capacidad calorífica de la bandeja de aluminio =  $1,101 \times 10^{-3} \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$

$(T_f - T_i)$  = Temperatura final  $180^\circ\text{C}$ ; Temperatura inicial  $25^\circ\text{C}$

Reemplazando:

$$Q_L = 0,200 \text{ Kg} * 1,102 \times 10^{-3} \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (180-20)^\circ\text{C}$$

$$Q_L = 0,00355 \text{ Kcal}$$

La siguiente ecuación expresa los cambios de entalpías:

$$\Delta EN = Q_{\text{vap}} = m_{\text{aire}} C_{p \text{ aire}} \Delta T \quad (4.29)$$

Se puede expresar la siguiente ecuación en función del cambio de entalpías iniciales y finales

$$Q_{vap} = m_{aire} C_{paire} (\Delta T) = m_{aire} (H_{final} - H_{inicial}) \quad (4.30)$$

Reordenando la ecuación se tiene:

$$Q_{vap} = m_{aire} (\Delta H) \quad (4.31)$$

$Q_{vap} = 6,728 \text{ Kcal}$

Para poder determinar el calor de agua evaporada de la galleta se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{Avap} = mG * X * \text{Landa de evaporación} \quad (4.32)$$

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

$mG$  = Masa galletera 3 755 gr

$X$  = contenido de humedad = 0,2054

Landa de evaporación = 538,86 Kcal/Kg

Por tanto con los datos obtenidos anteriormente se reemplaza en la ecuación (4.32)

$$Q_{Avap} = 3755 \text{Kg} * 0,2054 * 538,86 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q_{Avap} = 415,61 \text{ Kcal}$$

La cantidad total de calor será:

$$Q_T = Q_{Ac} + Q_G + Q_{vap} + Q_L + Q_{A \text{ evap}}$$

$$Q_T = 6,1975 \text{ Kcal} + 85,42 + 6,728 \text{ Kcal} + 0,0352 \text{Kcal} + 415,61 \text{ Kcal}$$

$$Q_t = 554,65 \text{ Kcal}$$



**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

- Se realizó evaluación sensorial para poder elegir el porcentaje correcto de harina de avena para la elaboración de las galletas ; se pudo determinar que la muestra B (15%) tiene mayor aceptación por los jueces en los atributos de color olor, textura y apariencia; por lo tanto se toma en cuenta este porcentaje de harina de avena como el más recomendado.
- Según los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos se puede decir que la harina de avena presenta un contenido de proteína total de 14,33%; contenido de humedad 13,04%.
- Según la evaluación sensorial realizada, para elegir el porcentaje de manteca y porcentaje de azúcar se tomó en cuenta las muestras que obtienen mayor puntaje promedio en la escala hedónica de todos los atributos donde la preferencia de los jueces se da por la muestra **B** con un 40% de manteca vegetal y 30% de azúcar para los diferentes atributos como ser :color, olor textura, apariencia en tal sentido se puede establecer que la muestra **B** es tomada como la mejor opción para la elaboración de las galletas fortificadas con harina de avena.
- De acuerdo con la evaluación sensorial realizada para elegir e proceso de horneado (tiempo y Temperatura). Se determinó que la muestra **M2** (160°C-20min) tiene mayor aceptación por los jueces según el atributo textura. Por lo tanto la temperatura adecuada es de 160°C durante 20 min. Para el correcto horneado de las galletas.
- Según el diseño experimental 2<sup>3</sup> para el proceso de dosificación se puede decir que los factores **Ha**(harina de avena);**Mv**(Maneca vegetal); **Az** (azúcar) y las diferentes interacciones no afectan el porcentaje proteína en la dosificación de las galletas.
- Sin embargo la interacción **Mv;Az** tienen incidencia sobre la textura final de la galleta.

- De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos se puede decir que el producto terminado presenta un contenido de humedad de 9,39%, Proteína 9,55%
- De acuerdo con el resultado obtenido del análisis microbiológico se puede decir que el producto terminado muestra ausencia de coniformes fecales y totales.
- Según la prueba estadística para el atributo textura en la evaluación sensorial del producto terminado nos indica cual es la muestra de mayor aceptación por los jueces.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el enriquecimiento de galletas con otro tipos de harinas como ser: harina soya, harina de pescado; harina de zanahoria. Para así poder incrementar la calidad nutritiva de estas galletas.
- Se debe tratar de introducir al mercado local este tipo de galletas fortificadas con harina de avena sobre todo para los niños que se encuentran en edad escolar para así contribuir en la disminución de la deficiencia nutricional de los niños.
- Se debe realizar estudios sobre la vida útil de las galletas fortificadas con harina de avena ya que estas presentan un alto nivel de materia grasa que hace que este tipo de galletas se puedan llegar a la rancidez prematura si es que no se realiza un correcto envasado con el material apropiado; el material más recomendado son los envase de polipropileno de alta densidad ya que garantiza la mayor durabilidad del producto.