

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad se ha observado la presencia de hábitos alimenticios preocupantes para una buena y sana alimentación; por un lado se ha incrementado e incorporado en la “alimentación infantil” el consumo de golosinas y por otro lado, la preocupación de los padres por proporcionar a sus hijos productos con alto contenido nutricional, debido a la creciente variabilidad de alimentos naturales altamente nutritivos. Sin embargo, aunque en el mercado existen productos que podrían cumplir con el aporte nutricional necesario, estos no son agradables al gusto y a la vista de las personas, además de ser de alto costo y escasos. Los productos nutricionales parecen ser que solo están al alcance de las personas con recursos económicos altos y que gusten de alimentos poco atractivos, los cuales son adquiridos en tiendas naturistas. De ahí el interés de realizar investigaciones planteando las posibilidades de incorporar al consumo un producto altamente nutritivo en productos conocidos como “golosinas”, con el fin de obtener productos de calidad, de acuerdo a las exigencias de un mercado consumidor que cambia constantemente (ELENA, 2005).

La elaboración de galletas es un sector muy importante en la industria alimentaria. La mayor atracción en la galletería es la gran variedad posible de tipos de galletas que se puedan elaborar y la gran oportunidad de incorporar nutrientes para agregar un valor nutritivo a estos productos. En la actualidad se ha elaborado galletas enriquecidas con distintas variedades de nutrientes incorporando en la dieta alimentaria y mejorando algunos aspectos como el contenido en fibra (Chim, et, al; 2003), proteínas (Vitela; 2003) y las leguminosas (Kissell y Yamazaki; 1975), (Kissell y Prentice; 1979) y (Rascon, et, al; 2003). (ELENA, 2005).

La avena es un cereal procedente de Asia menor. Las variedades más utilizadas son de tipo hexaploide, principalmente *Avena sativa*. El cultivo se adapta bien a climas fríos, y soporta una elevada acidez en el suelo, por lo que es más abundante en el Norte que en el Sur de Europa.

Existen variedades de tipo desnudo (*Avena nuda*); también se comercializan híbridos con eco tipos espontáneos con un 20-25% de proteína.

La producción española es bastante reducida (300-400.000 Tm/año), habiendo descendido notablemente en los últimos años. El consumo para la industria de avena se estima en unos 50.000 Tm; el resto se suministra directamente a los animales.

1.1.1 APORTE NUTRICIONAL

La avena es el cereal de menor valor energético, como consecuencia de su alto contenido en fibra y lignina y su bajo nivel de almidón. Su contenido en β -glucanos es elevado, pero inferior al de la cebada. Tiene una proporción apreciable de fibra efectiva.

El grano tiene un elevado contenido en grasa (4,9%) altamente insaturada (35% de ácido oleico y 39% de linoleico).

Es un cereal blanco, pobre en calcio, y en vitaminas D, B2 y niacina. El contenido en proteína se sitúa en un 10,5%, pero es altamente variable (6-17%) en función de los mismos factores de variación descritos para otros granos. La avena se distingue de otros cereales por su menor proporción de prolaminas (10-16%) y glutelinas (5%) y su alta concentración de globulinas (78-80%). Destaca también su elevada concentración de cistina (2,86% respecto al total de proteína bruta (PB)).

Es rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un gran número de vitaminas, y 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, Zinc, 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.

1.2 PRODUCCIÓN MUNDIAL Y NACIONAL DE LA AVENA

1.2.1 PRODUCCIÓN MUNDIAL

En los últimos tres ciclos (2007/08 a 2009/10) la superficie cosechada de avena en el mundo fue en promedio de 12.7 millones de hectáreas, con una producción de cerca de 25.3 millones de toneladas. El rendimiento promedio alcanzado fue de 2.0 toneladas por hectárea en ese periodo (WATSON L, DALLWITZ MJ, 2008).

Según los datos más recientes de la FAO (correspondientes al año 2012) en cuanto a producción de cereales, la avena es el séptimo cereal más cosechado a nivel mundial con 21.062.972 toneladas y el quinto a nivel nacional con 681.200 toneladas.

Según esos mismos datos, los cinco mayores productores de avena a nivel mundial son: Rusia (4 millones de toneladas), Canadá (2,7 millones de toneladas), Polonia (1,5 millones de toneladas), Australia (1,3 millones de toneladas) y Finlandia (1,1 millones de toneladas). (WATSON L, DALLWITZ MJ, 2008).

El consumo mundial fue en promedio de 24.7 millones de toneladas en los últimos tres ciclos, de las cuales un 73.4% se destinó como alimento de ganado y el restante 26.6% se destinó al consumo humano, semilla y uso industrial (VALDEZ, 2010).

Para el presente ciclo 2010/11, se espera una caída de la superficie cosechada así como del rendimiento del cultivo de avena, del orden del 1.7% y 8.5%, para alcanzar 11.7 millones de hectáreas cosechadas y un rendimiento de 1.8 ton/ha. Lo anterior dará como resultado una disminución en la producción respecto al ciclo anterior del 10% y una disminución del consumo total de 5.4%, para alcanzar respectivamente 21.5 y 23.1 millones de toneladas (VALDEZ, 2010).

Entre los principales países productores de avena encontramos a la Unión Europea con el 34.3% de la producción, Rusia, con el 21.9%, Canadá con el 15.6%, Estados Unidos con el 5.2% y Australia con el 5.2%. Entre estos cinco países se cosechó el 74.9% de la superficie mundial de avena y se produjo el 82.2% del cereal (VALDEZ, 2010).

En la tabla 1.2 se muestra la producción mundial de avena.

Tabla 1.2
Producción de Avena en el Mundo (Miles de Toneladas)

Año	Área cosechada	Producción	Rendimiento	Consumo animal	Consumo total	Importaciones	Exportaciones
2000	13,768	25,976	1.9	19,159	25,587	2,114	2,534
2001	14,255	27,033	1.9	20,136	26,964	2,019	1,989

2002	14,037	25,587	1.8	19,430	26,119	1,967	2,026
2003	13,591	26,227	1.9	19,283	26,057	1,855	2,119
2004	12,798	25,711	2.0	18,672	25,381	1,886	1,901
2005	12,477	23,807	1.9	17,442	24,185	1,889	1,926
2006	12,965	23,043	1.8	16,720	23,413	2,201	2,119
2007	13,537	25,923	1.9	18,609	25,148	2,535	2,853
2008	12,804	26,135	2.0	17,942	24,492	2,277	2,296
2009	11,892	23,856	2.0	17,748	24,377	2,030	2,059
2010	11,688	21,476	1.8	16,429	23,068	1,739	1,839

Fuente: Con base en datos del USDA. 1/ Miles de hectáreas, 2/ Ton/Ha

1.2.2 COMERCIO MUNDIAL

En el mundo, el comercio de avena fue de 2.3 millones de toneladas en promedio en los ciclos 2007/08-2009/10. Para el ciclo 2010/11 se espera una disminución de alrededor del 12.5% para ubicarse en 1.8 millones de toneladas. Canadá es el mayor exportador de avena del mundo, durante los tres últimos ciclos proveyó al mundo de cerca del 81% del cereal. Australia por su parte exportó el 8% y la Unión Europea el 7% (VALDEZ, 2010).

1.2.3 PRODUCCIÓN NACIONAL

Los cereales menores como la avena y en otra (cebada y otras triticales), están ampliamente difundidos en los valles interandinos y zonas altas del país, en los sistemas de producción en el altiplano Boliviano. Estas especies son cultivadas de acuerdo a las particularidades edafoclimáticas que presentan las diferentes zonas del país. En el altiplano y la zona alto andina, el cultivo y producción de forrajes en general, se encuentra supeditada a la época lluviosa (fines de diciembre hasta marzo), este hecho se traduce en una mayor abundancia

de forraje en esta época y una escases de la misma en la época de escasa precipitación pluvial (invierno, primavera y principios de verano).

1.3 JUSTIFICACIÓN

Generalmente las galletas tradicionales se elaboran con harina de trigo, Sin embargo existe la posibilidad de adicionar otras harinas para conseguir un mejor sabor y aportes nutricionales, disminuir costos o disponer de una materia prima subutilizada. Tal es el caso de galletas comunes elaboradas con harina de trigo enriquecidas con sales minerales para mejorar el valor nutricional de un producto, de tal manera teniendo a disposición otros cereales altamente nutritivos y saludables definiendo a la galleta de avena un producto de calidad.

La avena por ser un cereal de calidad nutritiva reconocida y accesible se puede incorporar como un componente en la formulación de galletas y así lograr un producto con mayor aporte nutricional.

En la tabla 1.3 se muestra la composición nutricional de la avena.

Tabla 1.3
Composición nutricional de la avena

Grupo	Grupo	Cantidad
Energía	(Kcal)	365
Humedad	(gr)	9.88
Proteína	(gr)	13.00
Grasa	(gr)	4.50
Fibra	(gr)	1.30
Ceniza	(gr)	4.41

Calcio	(mg)	54.2
Fosforo	(mg)	397.0
Hierro	(mg)	4.35
VIT.B1	(mg)	0.54
VIT.B2	(mg)	0.35
VIT.B3	(mg)	1.00

Fuente: (Nutriguia, 2005)

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar la formulación de una galleta de avena saborizada, inocua, de calidad organoléptica y nutricional apta para el consumo especialmente para niños.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las dosificaciones adecuada de los componentes.
- Identificar el grado de aceptabilidad de las galletas de avena por parte de los niños.
- Determinar la característica organoléptica de mayor aceptación en la galleta de avena saborizada.
- Determinar el valor nutritivo de las galletas elaboradas.
- Establecer la cantidad de galleta que puede incluirse como una porción en la dieta de cereales de intercambio.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué proporciones de materia prima serían las adecuadas para así lograr obtener una galletas de avena saborizada con propiedades organolépticas de calidad y con aportes nutricionales en la alimentación así logrando el consumo sustitutivo y la aceptabilidad del consumidor?

1.6 PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS GENERAL

A partir de la elaboración de galletas de avena saborizadas, se obtendrá un producto nutritivo, inocuo y de calidad organoléptica para la alimentación de niños escolares y demás consumidores; así evitando las posibilidades de desnutrición o algunas deficiencias nutricionales importantes para una alimentación sana. Siendo este un producto alimenticio sustitutivo al consumo de golosinas, se plantea la elaboración de una galleta de avena saborizada nutritiva y con propiedades organolépticas que sean aceptables al gusto del consumidor.

CAPITULO II

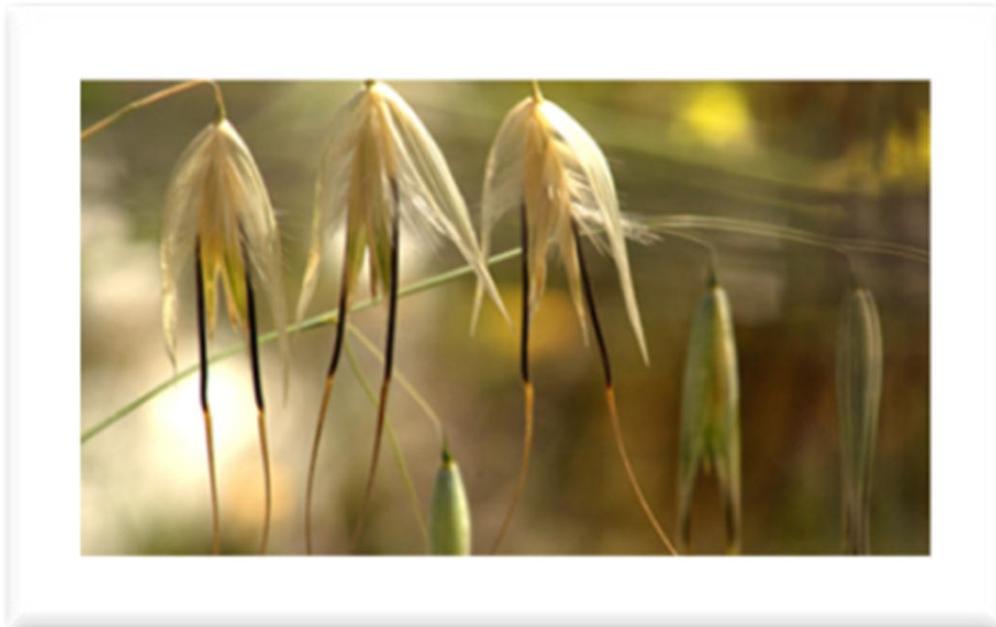
MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN DE LA AVENA

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 las épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que, antes de ser cultivada, la avena fue considerada una mala hierba de estos cereales, los 5 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 de bronce (GARCÍA, 2007).

En la figura 2.1 se muestra la planta de avena.

Figura 2.1
Planta de avena



Fuente: cortesía: Matt Lavín y Manuel Martín, Max y Daniel

2.1.2. DESCRIPCIÓN

Un grano “integral” o “entero” contiene todas las partes del grano: salvado, endospermo y germen. La elaboración remueve el salvado y el germen junto con todos sus nutrientes y mucho de la fibra que contiene. Los científicos creen que la fibra, vitaminas, minerales y otras sustancias en los granos integrales trabajan juntos para una máxima nutrición y beneficios de salud (RICK LARSEN, 2006).

Salvado

- Capa externa gruesa del grano.
- Contiene la mayor parte de fibra.

Endosperma

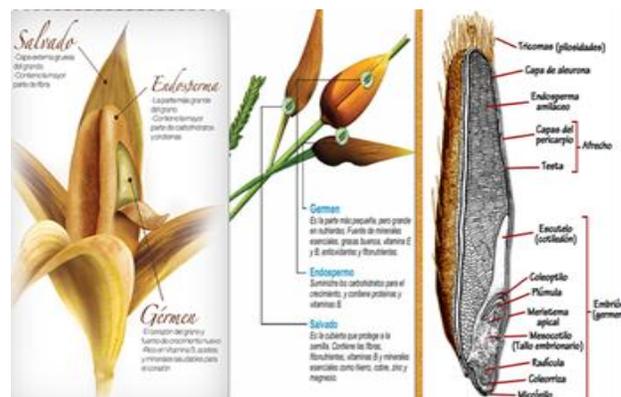
- La parte más grande del grano.
- Contiene la mayor parte de carbohidratos y proteína.

Germen

- El “corazón” del grano y fuente de crecimiento nuevo.
- Rico en vitaminas B, aceites y minerales saludables para el corazón (RICK LARSEN, 2006)

En la figura 2.2 se muestra las partes del grano de avena

Figura 2.2
Partes del grano de avena



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Avena>

2.2. MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA

Las siguientes características definirán con exactitud la morfología y taxonomía de la avena.

2.2.1 MORFOLOGÍA

La Avena (*Avena Sativa*) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas.

Raíz: Es una planta de raíces reticulares, potentes y más abundantes que en el resto de los cereales (SEGOVIA).

Tallo: Su tallo es grueso y recto con poca resistencia al vuelco, su longitud puede variar de 50 cm a un metro y medio (SEGOVIA).

Hojas: Posee hojas lanceoladas de hasta unos 4 cm de longitud, son planas y alargadas, con un limbo estrecho y largo de color verde oscuro (SEGOVIA).

Flores: Las flores aparecen en espigas pero lo que más se conocen son los granos que maduran sobre la misma espiga. Alcanzan 1,5 cm y presentan una forma bastante alargada y estrecha. Sus flores presentan espigas de dos o tres de ellas (SEGOVIA).

Fruto: El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas (SEGOVIA).

2.2.2 TAXONOMÍA

El género fue descrito por Carlos Linneo y publicado en *Species Plantarum*.

2.2.2.1 ESPECIES

- ❖ AVENA ABYSSINICA
- ❖ AVENA BARBATA
- ❖ AVENA BREVIS
- ❖ AVENA FATUA
- ❖ AVENA MAROCCANA
- ❖ AVENA NUDA
- ❖ AVENA OCCIDENTALIS
- ❖ AVENA PRATENSIS
- ❖ AVENA SATIVA
- ❖ AVENA STERILIS
- ❖ AVENA STRIGOSA

2.2.2.2 ETIMOLOGÍA

La Avena con nombre genérico que deriva del latín avena = (alimentación) y el nombre de la avena, Avena sativa (WATSON L, DALLWITZ MJ, 2008).

2.3 CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

En la siguiente tabla 2.2.1. Se muestra la clasificación científica de la avena común sativa.

Tabla 2.1

Clasificación científica de la avena sativa

Avena sativa	
Reino	plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
subfamilia	Pooideae
Tribu	Aveneae
Genero	Avena

Fuente: Watson L, Dallwitz MJ. (2008).

2.4 CARACTERÍSTICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE AVENA

2.4.1 CLIMA

Es considerada una planta de estación fría, muy sensible a las altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación del grano. Es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, aunque le puede perjudicar el exceso de humedad. Se adapta a terrenos muy diversos, preferentemente profundos y arcillo-arenosos (VALDEZ, 2010).

2.4.2 SIEMBRA Y COSECHA

La cantidad de semilla empleada suele ser muy variable, considerando una dosis corriente de 100 a 150 kg/ha, la densidad de siembra es de 250 plantas/m². En terrenos compactos y algo secos se aconseja la siembra en surcos, pues es más fácil mantener el terreno libre de malas hierbas, siendo la separación entre surcos de 20 cm. La cosecha se realiza con trilladora de cereales cuando el grano está maduro y seco. La avena forrajera se cosecha en etapa de madurez fisiológica con segadora mecánica o de manera manual con hoz (VALDEZ, 2010).

2.5 IMPORTANCIA Y USOS DE LA AVENA

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 apropiado para tomar en el desayuno, donde se consume principalmente en forma de copos. 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.

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.

Actualmente la avena, REINA DE LOS CEREALES, Es consumida en variadas formas como ser:

- Lo más recomendable es consumir Avena orgánica integral, pues tiene todos los nutrientes sin el peligro de los productos contaminantes adheridos como fertilizantes y venenos químicos empleados en el cultivo; pero también por el gran aporte de fibra que nos ayudará a reducir el colesterol y a mejorar el tránsito intestinal (MATT LAVIN Y MANUEL MARTIN, MAX Y DANIEL).

- Tomar dos cucharadas de copos al día ya nos aporta 100 calorías con todos sus nutrientes, si además los acompañamos de yogur, kéfir, un vaso de leche vegetal de Avena o simplemente agua caliente endulzada al gusto con miel o azúcar, entonces ya tenemos un aporte de energía para cubrir una de las comidas principales del día. Se puede añadir alguna fruta como manzana, pera o plátano para variar (MATT LAVIN Y MANUEL MARTIN, MAX Y DANIEL).

- La leche vegetal o licuado de Avena se obtiene hirviendo unos 100 gramos de copos-hojuelas en un litro de agua, una cucharada de aceite de oliva y una pizca de sal. Una vez ha hervido todo bajar el fuego y mantener unos 5 minutos a fuego lento dejar reposar 10 minutos, entonces conviene pasarlo todo por la batidora y después filtrar removiendo, con un colador de paño a ser posible. Añadir la canela y el azúcar al gusto, puede ser también un edulcorante natural como la stevia. Dejar enfriar o consumir caliente según la necesidad o la estación (MATT LAVIN Y MANUEL MARTIN, MAX Y DANIEL).

- Otras presentaciones comerciales para consumir Avena pueden ser; en extracto natural, en grano biológico, Avena hinchada, copos de cereales variados, copos integrales biológicos, comprimidos, harina de Avena, salvado de Avena, salvado en comprimidos o en tortitas de cereales (MATT LAVIN Y MANUEL MARTIN, MAX Y DANIEL).

También es muy usada en recetas de panadería y repostería como ser: panes, bizcochos, galletas, magdalenas algunos postres con leche, frutas, jugos.

2.6 INDUSTRIA GALLETERA

La industria galletera tiene gran importancia dentro del sector panadero/repostero, si bien la mayoría de la producción se encuentra en manos de grandes empresas, nacionales e internacionales. Las galletas más consumidas son las dulces, con mayor producción y un estimado valor de las ventas. El consumo de galletas saladas y dietéticas se distingue por el gusto y elección de cada persona. La tendencia en el consumo y la producción es el incremento de galletas especiales y de salud de varios tipos: con fibra, sin azúcar, con aportaciones, etc.

Actualmente existe la necesidad de obtención de alimentos concentrados proteicos de alta calidad. La proteína y la mayor parte de carbohidratos están concentradas especialmente en la parte más grande del grano (endosperma), que contiene hasta un 45% de proteína. El germen es “el corazón” del grano rico en vitaminas “B” aceites, minerales muy buenos aportes nutricionales y saludables, el contenido de salvado que contiene mayor parte en fibra todo esto puede utilizarse en la elaboración de galletas para el consumo directo sobre el alimento para niños, por ejemplo, para obtener una recuperación rápida del nivel nutritivo de los niños que sufren de malnutrición, y adultos, como las mujeres embarazadas en una diversidad de necesidades alimentarias.

2.7 DEFINICIÓN, DESCRIPCIÓN DE GALLETAS

2.7.1 DEFINICIÓN

Galleta se define según la norma INEN, como un producto obtenido mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano (CÁRDENAS, 2008).

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

La siguiente definición está basada en la “guía marco de prácticas correctas en el sector de fabricación de galletas” por la asociación profesional de fabricantes de galletas de España.

Según se reproduce en la vigésima segunda edición del Diccionario de la Lengua Española, la palabra galleta, cuyo origen procede de la palabra francesa “galette”, se define como “Pasta compuesta de harina, azúcar y a veces huevo, manteca o confituras diversas, que dividida en trozos pequeños y moldeados o modelados en forma varia, se cuecen al horno”.

No obstante, a efectos legales, debe tomarse la definición propuesta por la reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, fabricación, circulación y comercio de galletas, aprobada por el Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril de 1982, donde se fija la ordenación jurídica de dichos productos.

“Se entiende por “galletas” los productos alimenticios elaborados, fundamentalmente, por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada, azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua”

2.7.2 DESCRIPCIÓN

La reglamentación técnico-sanitaria propone la clasificación de galletas en los siguientes grupos:

- ❖ **Mariás, tostadas y troqueladas**
- ❖ **“Cracker” y de aperitivo**
- ❖ **Barquillos con o sin relleno**

- ❖ **Bizcochos secos y blandos**
- ❖ **“Sándwiches”**
- ❖ **Pastas blandas y duras**
- ❖ **Bañadas con aceite vegetal**
- ❖ **Recubiertas de chocolate**
- ❖ **Surtidos**
- ❖ **Elaboraciones complementarias**
- ❖ **Marías, tostadas y troqueladas**

Son las elaboradas a base de harinas, azúcares y grasas comestibles, con o sin adición de otros productos alimenticios para su mejor enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten. Se cortan por sistema de prensa o rodillo troquelado.

- ❖ **“Cracker” y de aperitivo**

Están elaboradas con harina y grasas comestibles generalmente sin azúcar, cuyas masas según sus características se pueden someter a una adecuada fermentación para conseguir su tradicional ligereza.

- ❖ **Barquillos con o sin relleno**

Se denominan barquillos, obleas o ambrosías, los productos obtenidos de la cocción en planchas metálicas de pastas en estado líquido viscoso, formados por harina, féculas, glucosa y sal, susceptibles de adquirir diferentes formas: rectangulares, cilíndricas abanicos, etc. Pueden elaborarse solos o adicionándoles rellenos a base azúcar, dextrosa, grasa y aromas.

- ❖ **Bizcochos secos y blandos**

Elaborados con harina, azúcar y huevos, batidos a gran velocidad para conseguir que monte adecuadamente, depositándose en moldes o en chapa lisa para su horneado. La clasificación

en secos y blandos obedece al mayor o menor porcentaje de humedad que contienen a la salida del horno, pudiendo adoptar toda clase de formas.

❖ **“Sándwiches”**

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.

❖ **Pastas blandas y duras**

Se clasifican en este grupo las galletas obtenidas a base de masas cuya peculiaridad consiste en cremar adecuadamente todos los componentes (azúcar, grasa y otros productos alimenticios), adicionar la harina horneando la masa moldeada seguidamente a fin de impedir el desarrollo del gluten.

❖ **Bañadas con aceite vegetal**

Para elaborar esta especialidad se parte de galletas tradicionales, las cuales, después de ser horneadas, son sometidas a una dispersión o baño de aceite vegetal muy atomizado por su superficie e incluso por su parte inferior, según tipos.

❖ **Recubiertas de chocolate**

Cualquier clase de galletas antes definidas podrán presentarse recubiertas de chocolate, pasta de cacao o mezcla de azúcar, gelatina y agua.

❖ **Surtidos**

Se conoce con esta denominación el conjunto de galletas de las diferentes especialidades que se elaboran, las cuales se agrupan en un solo envase.

❖ **Elaboraciones complementarias**

Cuando los fabricantes de galletas elaboren productos que están sujetos a la Reglamentación Técnico-Sanitaria que regula la elaboración, fabricación, circulación y comercio de productos de confitería, pastelería, bollería y repostería, a la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de preparados alimenticios para regímenes dietéticos y/o especiales, a la norma de pan y panes especiales y otras relacionadas, deberán observarse las especificaciones y exigencias que dichas disposiciones determinen. La relación de denominaciones incluidas en este artículo, no tiene carácter limitativo.

2.8 CLASIFICACIÓN DE LAS GALLETAS

Es uno de los alimentos más antiguo de la humanidad, siendo relatado su consumo en Egipto antiguo y también durante el imperio Romano.

Las galletas se clasifican en los siguientes tipos:

- ❖ Galletas Saladas
- ❖ Galletas Dulces
- ❖ Galletas Wafer
- ❖ Galletas con recubierto
- ❖ Galletas con relleno

Las galletas también se las clasifica de acuerdo a la cantidad de agua, azúcar y grasa utilizada en la preparación de masas se muestra en la (tabla 2.3)

Tabla 2.3

Clasificación de las galletas de acuerdo al tipo de masa

Tipo de masa	Tipos de galletas
Masa corta	Galletas moldeadas - Cookies depositadas
Masa dura	Crackers - Galletas semi dulces
Masa líquida	Obleas – Goteados

Fuente: NESTLE S.A., Manual de Entrenamiento en Tecnología de Proceso de Galletas, 2002.

2.8.1 MASA CORTA

- ❖ Gran cantidad de grasa y menor cantidad de agua.
- ❖ La grasa envuelve las partículas de harina, evitando su contacto con el agua y, consecuentemente la formación del gluten.
- ❖ Es una masa blanda, levemente fragmentable, no elástica y no extensible.
- ❖ Mezcla y batido son dos etapas, siendo la primera para emulsificar grasa y leche y permitir la solubilización del azúcar; y la segunda, después de la adición de harina, será en tiempo mínimo para evitar la formación del gluten y no provocar gran aumento de temperatura en la masa.
- ❖ Estas galletas tienden a aumentar el tamaño en longitud y anchura al ser horneadas, en lugar de encoger como ocurre con las crackers y semidulces. Este aumento de tamaño es el mayor problema para controlar el proceso.

2.8.2 MASA DURA

- ❖ Gran cantidad de agua y poca cantidad de grasa.

- ❖ El agua entra en contacto con las partículas de harina y reacciona con las proteínas, formando el gluten.
- ❖ Son duras, extensibles y elásticas.

2.8.3 MASA LÍQUIDA

- ❖ El agua es el principal componente en la formulación.
- ❖ No forma una masa propiamente como tal, quedando fluida.
- ❖ Normalmente no hay formación de gluten debido a la elección de harina, mantiene bajas temperaturas en la mezcla, la homogenización se da a velocidades muy altas por poco tiempo.

2.9 FUNCIONABILIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE AVENA SABORIZADAS

En este trabajo se elaborara galletas de avena saborizadas, donde se va a utilizar como principal materia prima la harina de avena y otros ingredientes y aditivos que posteriormente se describirá la funcionalidad de cada uno de ellos.

2.9.1 HARINA

Las harinas son indispensables para la elaboración de galletas, estas harinas se obtienen normalmente a partir de la molienda del tipo de cereal que sea en este caso harina de avena y en una parte harina de trigo blando. La masa que se obtiene será resistente al estiramiento por el contenido en proteínas. Las proteínas del gluten pueden separarse en función de su solubilidad. Las más solubles son las gliadinas, que constituyen aproximadamente la tercera parte del gluten y contribuye a la cohesión y elasticidad de la masa. Las dos terceras partes restantes son las gluteninas, contribuyen a la extensibilidad, masa más fuerte y firme.

Al añadir agua a la harina se forma una masa a medida que se van hidratando las proteínas del gluten. Parte del agua es retenida por los gránulos rotos de almidón. Cuando se mezcla y se amasa la harina hidratada, las proteínas del gluten se orientan, se alinean y se despliegan parcialmente. Esto potencia las interacciones hidrofóbicas y la formación de

enlaces cruzados disulfuros a través de reacciones de intercambio de disulfuro. Se establece así una red proteica tridimensional, viscoelástica, al transformarse las partículas de gluten iniciales en membranas delgadas que retienen los gránulos de almidón y el resto de los componentes de la harina (OWEN R. FENNEMA, 1996).

Las uniones entre las cadenas de glutenina se establecen a través de diferentes tipos de enlace, puentes disulfuro, enlaces entre los hidrógenos de los abundantes grupos amido de la glutamina, probablemente el más importante, pero también desempeñan un papel importante los enlaces iónicos y las interacciones hidrófobas. Si las galletas se hacen con una harina muy dura, resultan duras, más que crujientes y tienden a encogerse de forma irregular tras el moldeo. Estos problemas hacen necesario un estrecho control de las propiedades de la harina en la industria galletera. Una buena masa es aquella que puede incorporar una gran cantidad de gas, y retenerlo, conforme la proteína se acomoda durante la cocción de la galleta. Para la obtención de la masa también se necesita un trabajo mecánico (amasado). Durante el desarrollo de la masa las gigantes moléculas de glutenina son estiradas en cadenas lineales, que interaccionan para formar láminas elásticas alrededor de las burbujas de aire. Las tensiones mecánicas son suficientes para romper temporalmente los enlaces de hidrógeno, que son de gran importancia para el mantenimiento de la unión de las distintas proteínas del gluten. Bajo las tensiones mecánicas, las reacciones de intercambio entre grupos sulfhidrilo vecinos permiten que las subunidades de glutenina adopten posiciones más extendidas. Estas reacciones de intercambio requieren la presencia de compuestos de bajo peso molecular con grupos sulfhidrilo, como el glutatión, presente en la harina en suficiente cantidad (10-50 mg por kg de harina) en tres formas: La forma libre (GSH), el dímero oxidado (GSSG) y el unido a la molécula de proteína (T.P COULTATE, 2007).

En la Tabla 2.4 se detallan las características más importantes que ha de tener una masa galletera, la cual ha de ser muy extensible para procesos sin fermentación.

Tabla 2.4
Valores Característicos de la Masa Galletera

Parámetros	Valores
P: tencidad a	30/35 (tenacidad limitada)
L: extensibilidad b	130/150(muy extensible)
W: Fuerza c	105/90 (floja)

P/L: equilibrio d	0,10/0,30 (trigos flojos)
Degradación e	<10%

Fuente: (Jesús Calaveras, 2004)

Dónde:

- a :** Mide la resistencia que opone la masa a la rotura.
- b:** Mide la capacidad de la masa para ser estirada indicando su elasticidad.
- c:** Indica el trabajo necesario para deformar una lámina de masa empujada por el aire hasta su rotura.
- d:** Indica la relación entre la tenacidad y la extensibilidad, indica el destino más adecuado para la harina (panadería, galletería...).
- e:** Indica la pérdida de las cualidades plásticas y expresa el debilitamiento de la masa durante el reposo.

2.9.2 AZÚCARES

El azúcar que más se utiliza en galletas es la sacarosa que es un disacárido compuesto de una unidad de fructosa y otra de dextrosa y es derivada de la caña de azúcar.

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas. Además, los jarabes de los azúcares reductores también van a controlar la textura de las galletas. La fijación de agua por los azúcares y polisacáridos tiene una contribución decisiva sobre las propiedades de las galletas. La adición de azúcar a la receta reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación. Promueve la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso. Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente (ZOULIKHA MAACHE-REZZOUG, 1989).

Durante la cocción, los azúcares reductores controlan la intensidad de la reacción de Maillard que produce coloraciones morenas en la superficie (DUNCAN J.R. MANLEY, 1989).

La reacción de Maillard se produce en presencia de aminoácidos, péptidos y proteínas, cuando se calientan en una disolución de azúcar reductor en atmósfera seca, con una actividad de agua de entre 0,6 y 0,9 %. En la primera fase de la reacción se unen los

azúcares y los aminoácidos produciendo la reestructuración de productos Amadori. En la segunda fase se da la formación inicial de colores amarillentos, también se producen olores algo desagradables. Los azúcares se deshidratan a reductonas o dehidrorreductonas y tras esto se obtiene la fragmentación, que genera la formación de pigmentos oscuros en la tercera etapa, denominados melanoidinas; este mecanismo no es completamente conocido e implica la polimerización de muchos pigmentos formados en la segunda fase. Finalmente tiene lugar la degradación de Strecker, en esta fase se forman los denominados aldehídos de strecker que son compuestos con bajo peso molecular que son detectados fácilmente por el olfato. La intensidad de la reacción de Maillard es mayor a pH alcalino y los inhibidores de esta reacción son los sulfitos, los metabisulfitos, los bisulfitos y el anhídrido sulfuroso, estos inhibidores actúan en la etapa de inducción retardando la aparición de productos coloreados, pero no evitan la pérdida del valor biológico de los aminoácidos (T.P COULTATE, 2007).

Importante tomar en cuenta que el azúcar es usado en la pastelería por diversas razones, según (GUERRERO, 2008) las principales son:

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

2.9.3 GRASAS (MARGARINA)

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

Las grasas ocupan el tercer puesto en importancia dentro de los componentes de la industria galletera después de la harina y el azúcar. Las grasas desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Además, las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas. La grasa contribuye, igualmente, a un aumento de la longitud y una reducción en grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura fragmentable, fácil de romper (T.P. COULTATE, 1984).

Durante el amasado hay una competencia por la superficie de la harina, entre la fase acuosa y la grasa. El agua o disolución azucarada, interacciona con la proteína de la harina para crear el gluten que forma una red cohesiva y extensible. La grasa rodea los gránulos de proteína y almidón, rompiendo así la continuidad de la estructura de proteína y almidón (M.L. SUDHA, R. VETRIMANI, K. LEELAVATHI, 2007).

En las masas para galletas se necesita una distribución homogénea de la grasa, el problema radica en la competencia por la superficie de la harina entre las fases acuosa y grasa. Cuando se presenta en grandes cantidades, su efecto lubricante es tan pronunciado que se necesita muy poca agua para lograr una consistencia suave. Si se mezcla con la harina antes de su hidratación, la grasa evita la formación de una red de gluten y produce una masa menos elástica, lo que es deseable en la producción de galletas porque encoge menos tras el laminado, pero la textura es distinta. La grasa afecta al proceso con máquina de la masa (tecnología rotativa), la extensión de la misma tras el cortado, y las calidades texturales y gustativas de la galleta tras el horneado (T.P. COULTATE, 1984).

Cuando algo de grasa cubre la harina, esta estructura se interrumpe y en cuanto a las propiedades comestibles, después del procesamiento, resulta menos áspera, más fragmentable y con más tendencia a deshacerse en la boca. La complicación es que las grasas son inmiscibles en el agua, por lo que es un problema para la incorporación de la grasa en la masa, puesto que es necesario que la grasa se distribuya homogéneamente por toda la masa por lo que se adicionara la leche a una temperatura que sea capaz de disolverla

en toda la masa. Esto hace críticos la cantidad de sólidos y el tamaño de los cristales (la plasticidad de la grasa) y se precisa prestar atención a la temperatura y condiciones de los tratamientos si se quiere conseguir el efecto deseado.

En todas las masas, la competencia por la superficie de la harina se ve afectada por la utilización de un emulsionante apropiado, necesario para la distribución homogénea de la grasa en la masa, consiguiendo así una homogénea interrupción de la red de gluten.

2.9.4 LECHE LIQUIDA

La leche es un ingrediente enriquecedor de múltiples usos en la pastelería; sobre todo en la elaboración de cremas, salsas, batidos, flanes. Además de la leche líquida normal, se pueden emplear, para ciertos trabajos especiales, otros tipos, a ser: leche en polvo, leche condensada, leche evaporada, crema de leche, dulce de leche (NATERA Y ALI, 2001).

El usos de la leche en la pastelería es de gran importancia, porque es un mejorante de los productos en que se use; mejora el aroma, el sabor y el color de los pasteles y manjares (GUERRERO, 2008).

Las funciones de la leche líquida se detallan a continuación:

- ❖ Mejora el color de la corteza debido a la caramelización de la lactosa.
- ❖ Le da mejor textura a la galleta, la masa queda suave y aterciopelada.
- ❖ Le da a la galleta mejor sabor, la corteza sedosa estimula el apetito.
- ❖ Incorpora a la galleta más nutriente, elevando su valor proteico.
- ❖ La leche en polvo aumenta la absorción de agua y la masa trabaja mejor.
- ❖ Aumenta la conservación de la conservación de la galleta, ya que retiene la humedad.
- ❖ La grasa de la leche inhibe o retarda la fermentación, pero hace la masa bien flexible y elástica. Con ello se mejora el volumen, la miga resulta de poros pequeños y suaves. El producto de repostería se mantiene fresco durante más tiempo.

- ❖ Las proteínas de la leche la masa más esponjosa, son principalmente la caseína sensible al ácido y la albumina sensible al calor.
- ❖ El azúcar de la leche no es fermentable, pues ni la harina ni la levadura contiene la enzima que descompone a la lactosa: lactasa. Por ello queda en los productos de repostería mejorando su gusto y produciendo corteza bien dorada y crocante.
- ❖ Las sales minerales fortifican al gluten y la dan a la masa una mejor consistencia. Con ello se demora la fermentación, pero el producto adquiere una miga de pequeños poros.
- ❖ El agua de la leche sirve como líquido para formar la masa, para el hinchamiento de los constituyentes de la harina.
La leche líquida puede reemplazar total o parcialmente el contenido de agua de la receta.

2.9.5 POLVO DE HORNEAR

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

Entre las funciones del polvo de hornear según (NATERA y ALI, 2001) esta:

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

2.9.6 HUEVOS DE GALLINA

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

Para las masas batidas, bizcochuelos, el huevo es fundamental para obtener una buena miga dar mayor emulsión y aumentar el volumen, obtener una textura más esponjosa, además de permitir que se conserven blandas durante más tiempo (GUERRERO, 2008).

2.9.7 SAL COMÚN

La sal común (cloruro sódico), se utiliza en todas las recetas de galletas por su sabor y por su propiedad de potenciar el sabor. Además la sal endurece el gluten (ayuda a mantener la red de gluten) y produce masas menos adherentes (DUNCAN J.R. MANLEY, 1989).

2.9.8 SABORIZANTES

Los saborizantes que se utilizan en la industria panificadora son saborizantes naturales comúnmente llamados esencias como ser; vainilla, frutilla, chocolate, naranja, etc.

Al utilizar saborizantes en la preparación de galletas se logra obtener mayor aceptabilidad al gusto del consumidor, ya que cada persona apetece una galleta con su sabor favorito.

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación con el fin de obtener un producto nutritivo de calidad organoléptica y apto para el consumo humano “Elaboración de galletas de avena saborizadas”, se destaca en su proceso pruebas experimentales para obtener como resultado el producto final que tendrá valores de aceptación lo cual definirá los atributos sabor, textura, color. Las pruebas se las realizan en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) de la carrera de ingeniería de alimentos; dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Juan Misael Saracho.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Es muy importante realizar una descripción de los equipos que se utilizaron en el proceso de elaboración de las galletas de avena saborizadas, que se lleva a cabo en el desarrollo de las pruebas experimentales del trabajo de investigación. A continuación se detallan las características de cada equipo.

3.2.1 BALANZA ANALÍTICA

La balanza analítica (Figura 3.1) que se utilizó en la parte experimental para determinar cada una de las proporciones de los pesos de las materias primas e insumos.

Figura 3.1
Balanza Analítica



Fuente: LTA

En la Tabla 3.1 se detalla las características técnicas de la balanza analítica.

Tabla 3.1
Características de la balanza analítica

Marca	Mettler
Industria	Suiza
Capacidad Max.	1510 gr
Capacidad Min.	0.50 gr
Potencia	5 w
Error	0.1

Fuente: LTA

3.2.2 HORNO INDUSTRIAL

Las galletas elaboradas son horneadas; es el proceso de cocción por medio de calor seco que generalmente se efectúa en un horno. Consiste en someter un alimento a la acción del calor sin mediación de ningún elemento líquido. Para realizar este proceso el equipo utilizado es el respectivo (Figura 3.2).

Figura 3.2
Horno industrial



Fuente: LTA

En la Tabla 3.2 se detallan las características técnicas del horno industrial.

Tabla 3.2
Características del horno industrial

Marca	Harmans
Industria	Industria Peruana
Modelo	4100 – AI

Fuente: LTA

3.2.3 SELLADORA ELÉCTRICA

En la parte del envasado del producto terminado (galletas de avena saborizadas) se utiliza un envase de polietileno llevando a cabo el sellado con el contenido con una selladora eléctrica manual (Figura 3.3).

Figura 3.3
Selladora eléctrica



Fuente: LTA

En la Tabla 3.3 se detalla las características técnicas de la selladora eléctrica manual.

Tabla 3.3
Características de la selladora eléctrica

Marca	Mikai
Industria	Suiza
Modelo	Tcs-1000V
Potencia	600W

Fuente: LTA

3.2.4 BATIDORA ELÉCTRICA

La batidora es un utensilio de cocina empleado en la mezcla de alimentos. Se suelen construir estos batidores con hilos (o varillas) curvados de metal enlazados en un mango; existen variantes modernas en plástico y algunas en madera de bambú. El uso más frecuente de los batidores suele encontrarse en el batido de huevos para elaborar por ejemplo merengue, el empleo de este instrumento es mucho más efectivo en este tipo de batidos que emplear un simple tenedor. Los hay que se emplean en la elaboración de salsas, para mezclar líquidos; mezclar alimentos con diferentes consistencias.

En la figura 3.4 se muestra la batidora manual

Figura 3.4
Batidora manual



Fuente: LTA

En la Tabla 3.4 se detalla las características técnicas de la batidora eléctrica manual.

Tabla 3.4
Características de la batidora eléctrica

Marca	Holstein
Industria	China
Modelo	hh-090107
Potencia	150 w

Fuente: LTA

3.3 MATERIALES DE LABORATORIO EN LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES

Para realizar las pruebas experimentales, necesariamente se utilizara materiales de laboratorio (Figura 3.5) para así poder realizar y controlar exactamente cada parámetro a considerarse en la elaboración de galletas de avena saborizada.

En la tabla 3.5 se detalla las características de los materiales de laboratorio.

Tabla 3.5
Materiales de laboratorio

Materiales	Tipo de material
Termómetro 200 °C	Vidrio
Jarra graduada	Plástico
Cernidor	Plástico
Cuchara	Metal
Cucharilla	Metal
Espátula	Metal
Rodillo	Madera
Recipiente	Acero inoxidable
Molde	Acero inoxidable
Envases	Polipropileno
Cronometro	Plástico

Fuente: Elaboración propia

3.4 DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

Es importante detallar una descripción de cada materia prima e insumo utilizado en la elaboración de galletas de avena saborizada para así resaltar las características más importantes brindando al lector interesado una mejor información ya sea nutricional u otras características técnicas. A continuación se detalla la descripción de las materias primas e insumos que se utilizaron:

3.4.1 MATERIAS PRIMAS

En las pruebas experimentales, se utilizaron las siguientes materias primas que se detallan en la tabla 3.6

Tabla 3.6
Materias primas

Producto	Marca	Industria
Harina de avena	Quaker	Bolivia
Harina de trigo	Graciela	Argentina
Leche líquida	Pil Tarija	Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 INSUMOS ALIMENTICIOS

En las pruebas experimentales, se utilizaron los siguientes insumos alimenticios que se detallan en la tabla 3.7

Tabla 3.7
Insumos alimenticios

Producto	Marca	Industria
Margarina	Regia	Bolivia
Azúcar	Bermejo	Bolivia
Polvo de hornear	Kris	Bolivia
Huevo de gallina	Avícola	Bolivia
Vainilla	Miki	Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS DE AVENA SABORIZADAS

Para una descripción detallada del proceso de elaboración de galletas de avena saborizadas se muestra en la (Figura 3.5) el diagrama de bloque.

Figura 3.5
Diagrama del proceso de elaboración de galletas de avena saborizadas



Fuente: elaboración propia

3.5.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

En la recepción de la materia prima es importante considerar algunas características que definirán la calidad del producto final, se reciben las materias primas principales e insumos alimenticios indispensables ya seleccionados en calidad, marca e industrias calificadas, para luego seguir el procedimiento de elaboración de galletas de avena saborizadas.

En la figura 3.6 se muestra las materias primas e insumos alimenticios.

Figura 3.6
Materias primas e insumos alimenticios



Fuente: Elaboración propia

3.5.2 PESADO

El pesado de materias primas e insumos alimenticios son parámetros cuantitativos, que se van a controlar y considerar en la elaboración de galletas de avena saborizadas para así poder determinar las dosificaciones en el proceso de elaboración para llegar a obtener el producto final. El pesado se realizó en una balanza digital (Figura 3.7) de precisión 0,1 g.

Figura 3.7
Pesado de materias primas en insumos



Fuente: Elaboración propia

3.5.3 BATIDO

Se realizó el batido de las claras de huevo posteriormente se adicionan las yemas, azúcar y margarina (Figura 3.8), obteniendo una miscelánea voluminosa obtenidas por las propiedades y funciones que brindan estas materias primas e insumos.

Figura 3.8
Batido de huevo, azúcar y margarina



Fuente: Elaboración propia

3.5.4 MEZCLADO

Esta operación se realiza con el objetivo de homogenizar todas las materias primas e insumos en su funcionalidad de cada una de estas (figura 3.9), consiste en adicionar a la preparación un 80 % de harina de avena y 20% de harina de trigo, leche líquida, polvo de hornear, saborizantes (esencia de vainilla) en cantidades constantes en el batido preparado.

Figura 3.9
Mezclado de materias primas e insumos



Fuente: Elaboración propia

3.5.5 AMASADO

Al obtener la miscela homogenizada en su totalidad se procede a la etapa de amasado manual (Figura 3.10) para obtener una masa suave y más homogénea, una masa corta caracterizada en su definición en la elaboración de galletas de avena saborizadas.

Figura 3.10
Amasado (masa corta)



Fuente: Elaboración propia

3.5.6 LAMINADO

Se procede a laminar la masa con un rodillo con un espesor aproximado a 0.6 cm en una mesa espolvoreada con harina para inhibir la unión de ambos en el proceso de laminado.

En la figura 3.11 se muestra la masa laminada.

Figura 3.11
Masa laminada



Fuente: Elaboración propia

3.5.7 CORTADO CON MOLDE

Se utilizó un molde de acero inoxidable para el cortado moldeado de la masa laminada (Figura 3.12) en diferentes formas (estrella, corazón, forma circular, luna), para luego proceder al horneado, las galletas formadas se colocan en bandejas con un orden y espacio dando lugar a estas, siendo que las galletas tienden a aumentar el tamaño en longitud y anchura al ser horneadas.

Figura 3.12
Cortado de la masa laminada en diferente formas



Fuente: Elaboración propia

3.5.8 HORNEADO

El horneado de las galletas de avena, previamente el horno es calentado en vacío por un tiempo entre (10 – 20 minutos) desde 45 °C hasta una temperatura considerable de (125 a 145 °C) para así introducir las bandejas con la masa de galletas formadas en el horno y proceder a su cocción durante un tiempo de (20 – 30 minutos), se debe controlar las variables que determinan el punto de cocimiento de las galletas de avena saborizadas, que están en función del tiempo y temperatura (Figura 3.13).

Figura 3.13
Galletas en el horno



Fuente: Elaboración propia

3.5.9 ENFRIADO

El enfriado es una parte muy importante en la determinación de calidad del producto, al realizar esta fase del proceso se estabiliza el contenido de humedad con el medio ambiente (Figura 3.14) y así garantizando una mejor textura de las galletas, el enfriado se lleva a cabo de la siguiente manera:

1.- En las variables ya aplicadas y conocidas las galletas llegan a su punto de cocción, donde inmediatamente se retiran del horno las bandejas con galletas cocidas para dejarlas enfriar a temperatura ambiente (25 °C), luego se pesan y envasadas en bolsas de polipropileno o celofán.

Figura 3.14
Enfriado de las galletas



Fuente: Elaboración propia

3.5.10 PESADO

El pesado (Figura 3.15) se realiza para controlar los pesos de envasado en cada empaque, ya que todos los envases deben tener el mismo contenido neto - peso aproximado, siendo que se debe cumplir con las normas de etiquetado, en el siguiente punto se nombraran algunos requisitos.

Figura 3.15
Pesado de las galletas



Fuente: Elaboración propia

3.5.11 ENVASADO

El envasado se realiza con el fin de proteger el producto, prolongando y conservando la calidad inicial del producto, se clasifican las galletas de manera uniforme en peso, tamaño y forma (Figura 3.16) para que sean envasadas en su respectivo envase en este caso se utilizara envases de polipropileno o celofán donde se consideraran las normas de etiquetado que se nombran algunas.

Figura 3.16
Galletas envasadas



Fuente: Elaboración propia

Partes de una etiqueta:

- 1.- Preparación
- 2.- Lista de ingredientes, información nutricional
- 3.- denominación del producto
- 4.- Cantidad neta
- 5.- Condiciones especiales de conservación y de utilización
- 6.- Lote de fabricación
- 7.- Código de barras

3.5.12 ALMACENADO

Las galletas envasadas son posteriormente embaladas en cajas de cartón para ser almacenadas en condiciones para su conservación (Figura 3.17); en un lugar fresco y seco, sin exposición a la luz solar, a estas medidas las galletas se conservaran satisfactoriamente y se prolongará el tiempo de vida útil.

Figura 3.17
Almacenado de galletas en condiciones para su conservación



Fuente: Elaboración propia

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y METODOLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Para obtener los resultados experimentales y realizar los análisis en este trabajo de investigación el diseño experimental y metodología utilizada consta de los siguientes aspectos para proseguir con el desarrollo experimental obteniendo los resultados donde se debe considerar:

3.6.1 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAS PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS

Las propiedades fisicoquímicas de las materias primas como ser: avena, harina de trigo y leche líquida se toma dato referencia la información del producto determinado que se ha utilizado.

3.6.1.1 AVENA

La avena que se utiliza en la elaboración de galletas de avena saborizadas, la marca que distingue y califica su calidad y proveniencia es “QUAKER”, de industria argentina, las características que definen las propiedades fisicoquímicas.

Se muestra en la tabla 3.8 las unidades que caracterizan las propiedades fisicoquímicas

Tabla 3.8
Propiedades fisicoquímicas de la avena

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 40 g (1/2 taza). Porciones por envase. Aprox.10			
	Cantidad por cada 100 g	Cantidad por porción	% VD (*) por porción
Valor energético	kcal = kJ	kcal =kJ	”
Carbohidratos	g	g	”
Proteínas	g	g	”
Grasas totales	g	g	”
Grasas saturadas	g	g	”
Grasas trans	g	g	-
Grasas monoinsaturadas	g	g	-
Grasas poliinsaturadas	g	g	-
Colesterol	g	g	-
Fibra alimentaria	g	g	”
Sodio	mg	mg	”
			% IDR
Hierro	mg	mg	”
Zinc	mg	mg	”
Calcio	mg	mg	”

Fuente: Quaker

3.6.1.2 HARINA DE TRIGO

Las propiedades fisicoquímicas de la harina de trigo que se utiliza en el presente trabajo elaboración de galletas de avena saborizadas, estos datos son referencia de la información nutricional que se encuentra en el envase las unidades que caracterizan las propiedades fisicoquímicas se muestran en la tabla 3.9.

Tabla 3.9
Composición Nutricional de la Harina de trigo Graciela

VALOR NUTRICIONAL POR 50 GRAMOS (1/2TAZA)			
	Cantidad por porción	%VD(*)	Cantidad por 100 gr
Valor energético	kal = kJ	”	kal = kJ
Carbohidratos	g	”	g
Proteínas	g	”	g
Grasas totales	g	”	g
Grasas saturadas	g	-	g
Grasas trans	g	-	g
Fibra alimentaria	g	”	g
Sodio	mg		mg
	Cantidad por porción	% IDR(**)	Cantidad por 100 gr
Hierro	mg	”	mg
Vitamina B3	mg	”	mg
Vitamina B1	mg	”	mg
Ácido fólico	ug	”	ug
Vitamina B2	mg	”	mg

Fuente: Harina de trigo Graciela Real

3.6.1.3 LECHE LÍQUIDA

La leche líquida una de las materias primas en la elaboración de galletas de avena ya que cumple una importante función en la caracterización de un producto de calidad, la complementación de la leche brinda al producto un considerable valor nutricional complementando con el resto de las materias primas.

En la tabla 3.10 se muestra las unidades que caracterizan la composición nutricional de la leche líquida.

Tabla 3.10
Composición Nutricional de la Leche líquida

VALOR NUTRICIONAL POR 100 GRAMOS	
Calorías	Kcal
Lípidos	g
Proteínas	g
Carbohidratos	g
Calcio	mg
Fósforo	g
Potasio	g
Vitamina A	U.I
Vitamina C	mg
Vitamina D	UI
Vitamina E	UI

Fuente: Pil Tarija S.A.

3.7 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO TERMINADO

Las galletas de avena saborizadas como producto final, los análisis fisicoquímicos fueron determinados en el RIMH (Laboratorios de Aguas; Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental). En la tabla 3.11 se muestra las determinaciones de las propiedades fisicoquímicas realizadas al producto final.

Tabla 3.11
Determinaciones de los análisis fisicoquímicos del producto final

Parámetro	Unidad	Simbología
Valor energético	Cal /100 g	Cal
Humedad	%	H
Proteína	%	Pt
Fibra	%	Fb
Materia Grasa	%	MG
Hidratos de carbono	%	HC
Cenizas	%	Sf
Materia seca	%	Ms

Fuente: RIMH, 2014

3.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL

El análisis microbiológico del producto (Galletas de avena saborizadas), se determina en el RIMH (laboratorios de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental). Es importante la determinación de estos parámetros ya que mediante el análisis microbiológico se demuestra y se refleja la calidad e inocuidad del producto alimenticio. En la tabla 3.12 se muestra las determinaciones de los análisis microbiológicos de producto terminado.

Tabla 3.12
Determinaciones de los análisis microbiológicos del producto final

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

Fuente: RIMH, 2014

3.9 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO

La evaluación sensorial de los alimentos (ESA), es la función primaria del hombre.

Desde la primera vez que el ser humano tiene la sensación al ingerir un alimento, de forma más o menos consiente; acepta o rechaza el producto alimenticio, esto también va acompañado en la sensación de observar el alimento que atrae a experimentar su degustación del mismo. Un alimento se caracteriza por sus propiedades organolépticas; sabor, aroma, aspecto, textura, color.

Las personas denominados jueces ya sean entrenados o no son los que perciben, califican y definen; las sensaciones producidas en los alimentos por sus atributos sensoriales a través de los sentidos de la vista, gusto, olfato, tacto y oído lo que sería una evaluación sensorial del alimento (Galletas de avena saborizadas).

La evaluación sensorial de un alimento es un método experimental o de disciplina científica, que permite analizar e interpretar las propiedades sensoriales; este aspecto establece la calidad del producto.

Se realizó evaluaciones sensoriales, para determinar o realizar algunas modificaciones tomando en cuenta todos los atributos organolépticos para una mayor aceptación del consumidor, los aspectos que definen la calidad del producto en atributo sensorial; color (temperatura y tiempo de cocimiento), sabor, aroma (dosificaciones de materia prima e insumos), tipo de miga, masa, forma (textura y aspecto del producto).

3.9.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

Para la determinación de dosificación de las materias primas e insumos, se realizó una evaluación sensorial donde participaron veinte jueces no entrenados a través de un test de escala hedónica para los atributos aroma, textura, sabor, color, apariencia. (Anexo A)

3.9.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Se realizó la evaluación sensorial del producto final, una vez que ya se ha obtenido la muestra patrón (la muestra de mayor aceptación), la evaluación sensorial de las galletas de

avena saborizadas se lleva a cabo mediante un test de escala hedónica, donde participan veinte jueces no entrenados, que evaluaron los atributos color, sabor y textura. (Anexo A).

3.10 DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño experimental es la investigación de todas las posibles combinaciones de niveles de los factores en cada ensayo completo o réplica del experimento.

Para la aplicación de dosificación de ingredientes se aplicó un diseño factorial de dos niveles de variación en el presente trabajo de investigación, según la ecuación [3.1].

$$2^k \quad \text{Ecuación [3.1]}$$

Dónde:

2= Niveles de variación del factor

k= Número de variables (Factores)

3.10.1 DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

Es muy importante determinar la dosificación de ingredientes, en la elaboración de galletas de avena las principales variaciones en la que influyen las cantidades de harina de avena, harina de trigo y azúcar determinando el aroma, la textura, el sabor, apariencia y color del producto terminado.

Por lo que se aplica en la etapa de dosificación, el diseño factorial 2^3 , según la Ecuación [3.2].

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

Los dos niveles de variación con los tres factores (número de variables) en el proceso de dosificación: porcentaje de harina de avena, harina de trigo y azúcar. Se muestran en la tabla 3.13

Tabla 3.13**Niveles de variación de los factores en la dosificación**

Variables de la dosificación	Nivel inferior	Nivel superior
Porcentaje de harina de avena (AV)	80 %	90%
Porcentaje de harina de trigo (HT)	10%	20%
Porcentaje de azúcar (AZ)	2.5%	5%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.14, se muestra el arreglo matricial de las variables del proceso de dosificación de ingredientes; para la elaboración de galletas de avena saborizadas.

Tabla 3.14**Disposición matricial de las variables en la etapa de dosificación**

Corridas	Combinación de Tratamientos	Factores			Interacción de los efectos				Y_i
		AV	HT	AZ	AVHT	AVAZ	HTAZ	AVHTAZ	
1	(1)	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	Y₁
2	a	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	Y₂
3	b	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	Y₃
4	ab	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	Y₄
5	c	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	Y₅
6	ac	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	Y₆
7	bc	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	Y₇
8	abc	1	1	1	+1	+1	+1	+1	Y₈

Fuente: Elaboración propia

Donde Y_i = Porcentaje de humedad (%)

CAPITULO IV
RESULTADOS Y
CONCLUSIONES

4.1 DETERMINACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para determinar cada una de las materias primas en el presente trabajo experimental en el proceso de elaboración de galletas de avena saborizadas en este caso sabor vainilla se toma como referencia los siguientes aspectos:

4.1.1 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA AVENA

Tabla 4.1

Propiedades fisicoquímicas de la avena

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 40 g (1/2 taza). Porciones por envase. Aprox.10			
	Cantidad por cada 100 g	Cantidad por porción	% VD (*) por porción
Valor energético	347 kcal = 1457 kJ	138 kcal = 580 kJ	7
Carbohidratos	56 g	22 g	7
Proteínas	13 g	5,5 g	7
Grasas totales	7,9 g	3,2 g	6
Grasas saturadas	1,5 g	0,6 g	3
Grasas trans	0,0 g	0,0 g	3

Fuente: Quaker

En la figura 4.1 se muestra en envase de la avena que se utilizó en la prueba experimental de elaboración de galletas de avena saborizadas.

Figura 4.1
Avena (Quaker)



Fuente: Quaker

4.1.2 PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LA HARINA DE TRIGO

Tabla 4.2
Composición Nutricional de la Harina de trigo Graciela

VALOR NUTRICIONAL POR 50 GRAMOS (1/2TAZA)			
	Cantidad por porción	%VD(*)	Cantidad por 100 gr
Valor energético	180 kcal = 756 kJ	9	360 kcal = 1513 kJ
Carbohidratos	38.9g	13	77.8 g
Proteínas	4,95 g	7	9.9 g
Grasas totales	0.5 g	1	1 g
Grasas saturadas	0 g	-	0 g
Grasas trans	0 g	-	0 g
Fibra alimentaria	1.7 g	7	3.4 g
Sodio	4 mg	0	8 mg
	Cantidad por porción	% IDR(**)	Cantidad por 100 gr
Hierro	1.5 mg	11	3 mg
Vitamina B3	6.65 mg	4	1.3 mg
Vitamina B1	0,31 mg	26	0.63 mg
Ácido fólico	110 ug	27	220 ug
Vitamina B2	0.06 mg	5	0.13 mg

Fuente: Harina de trigo Graciela Real

En la figura 4.2 se muestra en envase de la harina de trigo que se utilizó en la prueba experimental de elaboración de galletas de avena saborizadas.

Figura 4.2
Harina de trigo Graciela Real



Fuente: Graciela Real

4.1.3 PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LA LECHE LÍQUIDA

Tabla 4.3
Composición Nutricional de la Leche líquida

VALOR NUTRICIONAL POR 100 GRAMOS	
Calorías (Kcal)	67.50
Lípidos (gr)	2.80
Proteínas (gr)	3.40
Carbohidratos (gr)	4.70
Calcio (mg)	119.00
Fósforo (gr)	94.00
Potasio (gr)	152.00
Vitamina A (U.I)	148.00
Vitamina C (Mg)	1.50
Vitamina D (U.I)	1.20
Vitamina E (U.I)	0.13

Fuente: Pil Tarija S.A.

En la figura 4.3 se muestra en envase de la leche líquida que se utilizó en la prueba experimental de elaboración de galletas de avena saborizadas.

Figura 4.3
Leche líquida



Fuente: Pil Tarija S.A.

4.2 DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE AVENA SABORIZADAS

La determinación de dosificación de ingredientes en la elaboración de galletas de avena saborizadas, se realizó mediante combinaciones de dosificaciones diferentes aplicando el método experimental con el fin de obtener un producto final acorde al gusto del consumidor. En base a todas las pruebas realizadas las dosificaciones son las siguientes. Se muestra en la tabla 4.4.

Tabla 4.4
Dosificaciones de ingredientes para la elaboración de galletas de avena saborizada

Codificación de la muestra	% Avena	% Harina de trigo	%Azúcar
G_1	20	65	15
G_2	25	60	15
G_3	30	55	15
G_4	35	50	15
G_5	40	45	15
G_6	45	40	15
G_7	50	35	15
G_8	55	30	15

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 EVALUACIÓN SENSORIAL EN LA DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

Los resultados promedios de los atributos sensoriales de las ocho combinaciones se detallan en la Tabla 4.5, de los (Anexos C: 1), (Anexos C: 2), (Anexos C: 3), (Anexos C: 4), (Anexos C: 5) en escala hedónica de aceptación que fueron obtenidos de la evaluación sensorial evaluada por veinte jueces no entrenados para los atributos a considerar, sabor, aroma, textura, apariencia y color.

Tabla 4.5
Evaluación sensorial para determinar la dosificación de aditivos

Muestras	Sabor	Aroma	Textura	Apariencia	Color
	(Escala hedónica)				
G₁	7.65	7.30	7.55	7.70	7.60
G₂	8.20	7.90	7.70	7.68	7.75
G₃	7.45	7.40	7.35	7.25	7.00
G₄	7.55	7.65	7.30	7.70	7.35
G₅	8.30	7.80	8.05	8.10	8.05
G₆	7.70	7.70	7.45	7.10	7.40
G₇	8.05	7.60	7.35	7.15	7.80
G₈	7.35	7.80	7.65	8.10	7.70

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.5 los promedios obtenidos de la evaluación sensorial de los atributos sabor, aroma, textura, apariencia y color se valoran en una escala hedónica tales valores se demuestran en la tabla indicada. Los resultados obtenidos están entre de 7 a 8 resultando puntajes de mayor aceptabilidad.

4.2.1.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

El valor promedio de aceptación del atributo sabor, los datos son considerados del (Anexo C.1-1) para las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas. Los promedios que demuestran la diferencia del sabor de cada galleta se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4.6
Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la dosificación de aditivos

Jueces (B)	Muestras (Escala hedónica)								Total (Y _j)
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1	7	8	7	6	8	7	9	7	59
2	8	9	7	6	9	8	8	7	62
3	8	8	7	7	9	8	8	7	62
4	8	9	8	9	8	9	6	7	64
5	8	8	8	7	8	8	9	7	63
6	8	9	7	8	9	7	8	9	65
7	8	9	7	8	9	8	8	6	63
8	5	8	7	8	9	6	7	9	59
9	8	9	8	8	8	8	9	6	64
10	7	6	8	8	9	7	8	6	59
11	8	9	8	8	9	8	7	8	65
12	9	8	7	8	9	7	8	8	64
13	7	8	8	8	9	7	8	9	64
14	6	8	8	8	7	9	8	8	62
15	7	7	6	6	7	8	8	7	56
16	8	9	9	8	7	8	9	8	66
17	9	8	8	8	7	9	8	7	64
18	8	7	6	8	9	6	7	8	59
19	7	9	8	7	8	8	9	6	62
20	9	8	7	7	8	8	9	7	63
Promedio	7,65	8,20	7,45	7,55	8,3	7,7	8,05	7,35	62.25

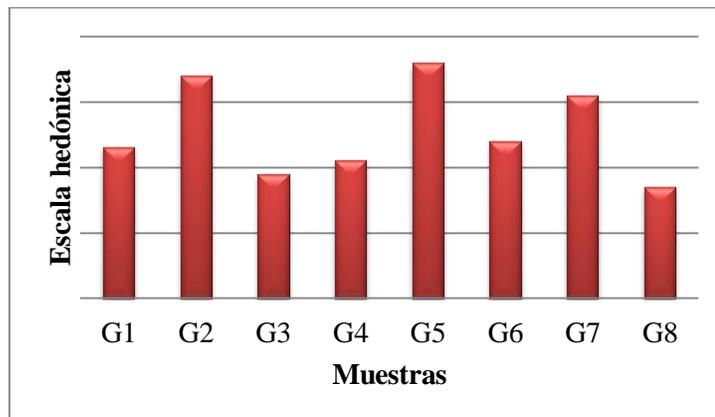
Fuente: Elaboración propia

Observaciones.-En la tabla 4.6 se detallan los promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor por lo que se determina que el valor promedio de mayor aceptabilidad es la muestra G5.

4.2.1.2 REPRESENTACION GRAFICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA LA DETERMINACIÓN DE ADITIVOS

El valor promedio de aceptación del atributo sabor, los datos son considerados del (Anexo C.1-2), para las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas. Los promedios que demuestran la diferencia del sabor de cada galleta se muestran en la figura 4.4.

Figura 4.4
Valores promedio de aceptación del atributo sabor para determinar la dosificación de aditivos



Fuente: Elaboración propia

Observaciones.-

Como se puede observar en la figura 4.5 la interpretación grafica de la evaluación sensorial del atributo sabor la muestra representativa es G5 con una valoración de aceptabilidad mayor a las demás muestras.

4.2.1.3 ANALISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE ADITIVOS

El análisis de varianza del atributo sabor se muestra en la tabla 4.7, los datos son obtenidos del anexo (C.1-3), lo que determina si existen diferencias significativas entre las muestras.

Tabla 4.7
Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la dosificación de aditivos

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)	Observación
<i>Total</i>	131,344	159				
<i>Muestras (A)</i>	17,794	7	2,542	3,463	3,737	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	15,969	19	0,840	1,144	2,548	No Significativo
<i>Error</i>	97,581	133	0,734			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.-En la tabla 4.7, se interpreta de la siguiente manera; el análisis de varianza del atributo sabor para determinar la dosificación de aditivos, **Fcal** es menor a **Ftab** por lo que no existe diferencias significativas entre las muestras.

4.2.2.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

El valor promedio de aceptación del atributo aroma, los datos son considerados del (Anexo C.2-1), para las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas. Los promedios que demuestran la diferencia de la aroma de cada galleta se muestran en la tabla 4.8.

Tabla 4.8
Evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la dosificación de aditivos

Jueces (B)	Muestras (escala hedónica)								Total (Y _j)
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1	7	8	6	8	7	9	8	7	60
2	7	8	9	9	8	6	8	9	64
3	8	8	7	9	9	9	8	7	65
4	8	8	7	8	8	9	7	8	63
5	8	8	9	8	8	9	7	9	66
6	8	8	7	9	7	8	8	6	61
7	7	9	8	8	9	7	8	9	65
8	6	9	8	8	6	7	8	9	61
9	7	9	8	7	6	6	5	8	61
10	6	8	8	7	9	8	8	7	61
11	8	8	7	5	8	7	8	9	60
12	8	8	8	6	7	8	8	9	62
13	6	7	7	8	7	8	9	8	60
14	7	8	6	9	8	8	8	7	61
15	8	6	7	8	9	8	9	6	61
16	7	8	8	7	9	8	8	9	64
17	8	7	7	6	8	6	6	7	55
18	7	7	7	6	7	8	6	7	55
19	8	9	8	9	7	8	7	8	64
20	7	7	6	8	9	7	8	7	59
Promedio	7,30	7,90	7,40	7,65	7,80	7,70	7,60	7,80	61.15

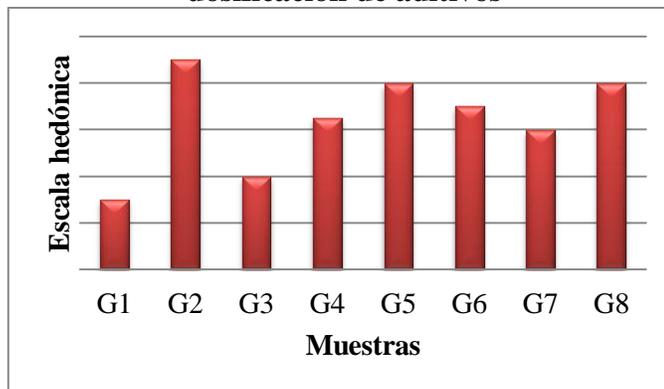
Fuente: Elaboración propia

Observaciones.-En la tabla 4.8 se detallan los promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aroma por lo que se determina que el valor promedio de mayor aceptabilidad es la muestra G2.

4.2.2.2 REPRESENTACION GRAFICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA LA DETERMINACIÓN DE ADITIVOS

El valor promedio de aceptación del atributo aroma, los datos son considerados del (Anexo C.2-2), para las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas. Los promedios que demuestran la diferencia del aroma de cada galleta se muestran en la figura 4.5.

Figura 4.5
Valores promedio de aceptación del atributo aroma para determinar la dosificación de aditivos



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 4.6 la interpretación grafica de la evaluación sensorial del atributo aroma la muestra representativa es G2 con una valoración mayor a las demás muestras.

4.2.2.3 ANALISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE ADITIVOS

El análisis de varianza del atributo aroma son datos obtenidos del anexo (C.2-3), lo que determina si existe diferencias significativas entre las muestras.

Tabla 4.9
Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la dosificación de aditivos

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)	Observación
<i>Total</i>	146,694	159				
<i>Muestras (A)</i>	5,944	7	0,849	0,968	3,737	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	24,069	19	1,267	1,445	2,548	No Significativo
<i>Error</i>	116,681	133	0,877			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.-En la tabla 4.9, se interpreta de la siguiente manera; el análisis de varianza del atributo aroma para determinar la dosificación de aditivos, **Fcal** es menor a **Ftab** por lo que no existe diferencias significativas entre las muestras.

4.2.3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

El valor promedio de aceptación del atributo textura, los datos que son considerados del (Anexo C.3.1), para las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas. Los promedios que demuestran la diferencia del atributo textura de cada galleta se muestran en la tabla 4.10.

Tabla 4.10
Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la dosificación de aditivos

Jueces (B)	Muestras (Escala hedónica)								Total (Y _j)
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1	8	7	7	7	9	6	8	7	59
2	8	7	7	7	8	9	7	8	63
3	8	8	6	9	7	8	8	9	70
4	9	9	9	8	9	9	8	9	70
5	8	8	8	7	7	8	8	8	62
6	8	9	8	7	8	6	7	7	60
7	8	8	8	7	8	9	6	7	61
8	6	9	8	7	7	8	9	7	61
9	8	9	8	5	7	6	8	7	58
10	8	8	8	6	8	7	8	6	59
11	7	7	8	7	8	7	7	8	59
12	7	7	6	8	9	8	9	7	61
13	5	6	6	7	8	8	7	9	56
14	6	8	7	8	9	7	7	6	58
15	8	6	7	8	8	7	8	8	60
16	6	8	7	7	8	9	6	7	58
17	9	8	8	7	8	6	7	8	61
18	8	6	7	8	9	7	7	8	60
19	7	7	7	8	8	7	6	9	59
20	9	9	7	8	8	7	6	8	62
Promedio	7,55	7,70	7,35	7,30	8,05	7,45	7,35	7,65	60.40

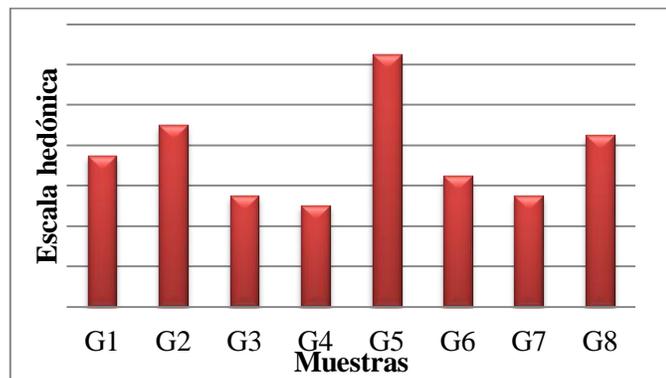
Fuente: Elaboración propia

Observaciones.- En la tabla 4.10 se detallan los promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo textura por lo que se determina que el valor promedio de mayor aceptabilidad es la muestra G5.

4.2.3.2 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

En la figura 4.6, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo textura de los datos que son considerados del (anexo C.3.2) de las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas.

Figura 4.6
Valores promedio de aceptación del atributo textura para determinar la dosificación de aditivos



Fuente: Elaboración propia

Observaciones.-

Como se puede observar en la figura 4.7 la interpretación grafica de la evaluación sensorial del atributo textura la muestra representativa es G5 con una valoración de aceptabilidad mayor a las demás muestras.

4.2.3.3 ANALISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE ADITIVOS

En la Tabla 4.11, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo textura de los datos que son considerados del (anexo C.3.3) de las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas.

Tabla 4.11
Análisis de varianza del atributo textura para determinar la dosificación de aditivos

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)	Observación
<i>Total</i>	141,600	159				
<i>Muestras (A)</i>	8,700	7	1,243	1,449	3,737	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	18,850	19	0,992	1,156	2,548	No Significativo
<i>Error</i>	114,050	133	0,858			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.-En la tabla 4.11, se interpreta de la siguiente manera; el análisis de varianza del atributo textura para determinar la dosificación de aditivos, **Fcal** es menor a **Ftab** por lo que no existe diferencias significativas entre las muestras.

4.2.4.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

El valor promedio de aceptación del atributo apariencia, los datos son considerados del (Anexo C.4-1), para las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas. Los promedios que demuestran la diferencia de la apariencia de cada galleta se muestran en la tabla 4.12

Tabla 4.12
Evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar la dosificación de aditivos

Jueces (B)	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	Total (Y _j)
1	8	8	8	9	6	7	9	7	62
2	7	8	7	8	9	6	7	8	63
3	8	8	7	8	8	7	8	9	62
4	8	8	7	9	8	7	6	9	62
5	8	8	9	8	9	7	7	8	61
6	8	8	7	7	8	8	6	9	61
7	7	8	7	7	8	8	7	9	61
8	8	8	7	8	9	7	9	8	64
9	9	8	7	8	8	7	8	9	64
10	7	8	7	8	7	8	6	8	59
11	7	7	8	8	9	7	8	9	63
12	7	7	7	8	9	6	6	7	57
13	7	7	8	7	8	8	6	9	60
14	7	8	8	7	8	8	6	8	60
15	7	4	7	5	8	6	7	8	63
16	9	9	7	8	8	7	8	7	63
17	9	8	7	8	8	7	6	8	61
18	8	8	7	9	8	6	7	8	61
19	7		5	7	8	9	8	7	51
20	8	8	8	7	8	6	8	7	60
Promedio	7,70	7,68	7,25	7,70	8,10	7,10	7,15	8,10	60,78

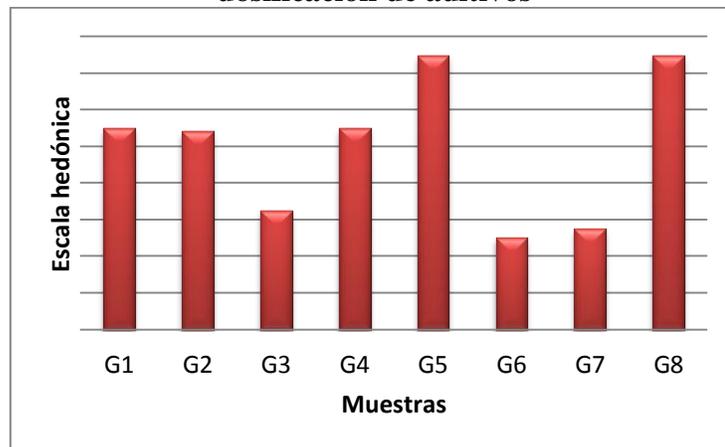
Fuente.- elaboración propia

Observaciones.-En la tabla 4.12 se detallan los promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo apariencia por lo que se determina que el valor promedio de mayor aceptabilidad es la muestra G5 y G8.

4.2.4.2 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

En la figura 4.7, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo apariencia de los datos que son considerados del (anexo C.4-2) de las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas.

Figura 4.7
Valores promedio de aceptación del atributo apariencia para determinar la dosificación de aditivos



Fuente.- elaboración propia

Observaciones.-

Como se puede observar en la figura 4.8 la interpretación grafica de la evaluación sensorial del atributo apariencia la muestra representativa es G5y G8 con una valoración de aceptabilidad mayor a las demás muestras.

4.2.4.3 ANALISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE ADITIVOS

En la Tabla 4.13, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo apariencia de los datos que son considerados del (anexo C.4.3) de las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas.

Tabla 4.13
Análisis de varianza del atributo apariencia para determinar la dosificación de aditivos

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)	Observación
<i>Total</i>	191,600	159				
<i>Muestras (A)</i>	23,300	7	3,329	3,198	3,737	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	29,850	19	1,571	1,509	2,548	No Significativo
<i>Error</i>	138,450	133	1,041			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.-En la tabla 4.13, se interpreta de la siguiente manera; el análisis de varianza del atributo apariencia para determinar la dosificación de aditivos, **Fcal** es menor a **Ftab** por lo que no existe diferencias significativas entre las muestras.

4.2.5.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

El valor promedio de aceptación del atributo color, los datos son considerados del (Anexo C.5-1), para las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas. Los promedios que demuestran la diferencia el color de cada galleta se muestran en la tabla 4.14

Tabla 4.14
Evaluación sensorial del atributo color para determinar la dosificación de aditivos

Jueces (B)	Muestras (Escala hedónica)								Total (Y _j)
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1	7	8	8	6	9	7	9	8	62
2	7	8	8	8	7	6	8	9	61
3	8	8	6	7	9	8	9	7	62
4	9	9	8	7	8	9	8	8	66
5	8	8	8	8	9	7	9	8	65
6	9	9	8	8	7	7	8	9	62
7	8	8	6	7	8	7	7	7	58
8	8	8	6	8	7	8	6	7	58
9	9	8	8	7	8	7	8	7	62
10	7	7	8	8	7	7	8	8	60
11	6	6	6	7	7	8	7	8	55
12	5	5	7	6	8	8	9	7	55
13	6	7	7	8	8	9	7	8	60
14	6	8	7	8	9	7	9	7	61
15	8	8	6	7	8	7	8	8	60
16	9	9	7	6	8	7	6	7	59
17	9	9	8	7	8	8	7	8	64
18	7	7	6	8	8	7	9	7	59
19	8	8	6	8	9	7	7	8	61
20	8	7	6	8	9	7	7	8	60
Promedio	7,60	7,75	7,00	7,35	8,05	7,40	7,80	7,70	60.65

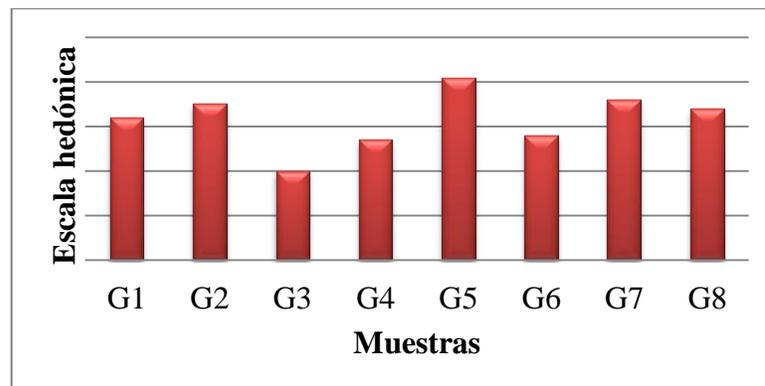
Fuente: Elaboración propia

Observaciones.-En la tabla 4.14 se detallan los promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color por lo que se determina que el valor promedio de mayor aceptabilidad es la muestra G5 con una mayor valoración.

4.2.5.2 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

En la figura 4.8, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo color de los datos que son considerados del (anexo C.5-2) de las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas.

Figura 4.8
Valores promedio de aceptación del atributo color para determinar la dosificación de aditivos



Fuente: Elaboración propia

Observaciones.-Como se puede observar en la figura 4.9 la interpretación grafica de la evaluación sensorial del atributo color la muestra representativa es G5 con una valoración de aceptabilidad mayor a las demás muestras.

4.2.5.3 ANALISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE ADITIVOS

En la Tabla 4.15, se muestra el comportamiento del promedio de aceptación para el atributo color de los datos que son considerados del (anexo C.5-3) de las ocho muestras evaluadas de galletas de avena saborizadas.

Tabla 4.15

Análisis de varianza del atributo color para determinar la dosificación de ingredientes

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)	Observación
<i>Total</i>	191,600	159				
<i>Muestras (A)</i>	23,300	7	3,329	3,198	3,737	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	29,850	19	1,571	1,509	2,548	No Significativo
<i>Error</i>	138,450	133	1,041			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.-En la tabla 4.7, se interpreta de la siguiente manera; el análisis de varianza del atributo color para determinar la dosificación de aditivos, **Fcal** es menor a **Ftab** por lo que no existe diferencias significativas entre las muestras.

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR LAS VARIABLES EN EL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE AVENA SABORIZADAS

El arreglo matricial y resultados del diseño factorial de 2^3 de las variables independientes de avena, harina de trigo y azúcar; en función del contenido de humedad de las galletas de avena saborizadas. Los resultados son extraídos del (Anexo D.1-1). Se muestra en la tabla 4.16.

Tabla 4.16
Arreglo matricial y resultados del diseño factorial en la humedad del producto

Corridas	Combinación de tratamientos	Factores			Réplica I	Réplica II	Respuesta Y_i
		AV	HT	AZ			
1	(1)	+1	+1	+1	3.96	3.65	$Y_1 = 7.61$
2	A	+1	-1	+1	5.43	6.97	$Y_2 = 12.4$
3	B	+1	-1	+1	4.71	3.47	$Y_3 = 8.18$
4	Ab	+1	+1	+1	3.51	4.48	$Y_4 = 7.99$
5	C	+1	+1	+1	4.17	3.06	$Y_5 = 7.23$
6	Ac	+1	-1	+1	3.60	7.96	$Y_6 = 11.56$
7	Bc	+1	-1	+1	4.71	5.40	$Y_7 = 10.11$
8	abc	+1	+1	+1	4.48	5.41	$Y_8 = 9.89$
Total							74.97

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.17 se muestra el desarrollo de la matriz de algoritmo de yates es un método muy práctico para obtener los contrastes de todos los efectos estudiados en una experiencia.

Tabla 4.17
Desarrollo de la matriz de algoritmo de Yates

Combinación	Respuesta Yi	Calculo 1	Columna I	Calculo 2	Columna II	Calculo 3	Columna II
1	7.61	1+2	20.01	9+10	36.18	17+18	74.97
AV	12.4	3+4	16.17	11+12	38.79	19+20	28.9
HT	8.18	5+6	18.79	13+14	24.79	21+22	-2.63
AZ	7.99	7+8	20	15+16	4.11	23+24	-9.53
AVHT	7.23	2-1	4.79	10-9	-3.84	18-17	2.61
AVAZ	11.56	4-3	-0.19	12-11	1.21	20-19	-20.68
HTAZ	10.11	6-5	4.33	14-13	-4.98	22-21	5.05
AVHTAZ	9.89	8-7	-0.22	16-15	-4.55	24-23	0.43

Fuente: elaboración propia

4.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE AVENA SABORIZADAS

En la tabla 4.18, se observa el análisis de varianza de la etapa dosificación de aditivos para la elaboración de galletas de avena saborizadas; en función de los datos de la tabla 4.11. Resuelta la matriz, se obtuvo el análisis de varianza para determinar el factor que tiene más significancia (Anexo D) donde se detalla la resolución del diseño factorial.

Tabla 4.18
ANVA para el diseño factorial 2^3 en la etapa de dosificación de aditivos

Fuente de Variación (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total		15			
Factor AV	5.220	1	5.220	2.935	5,32
Factor HT	0.043	1	0.043	0.024	5,32
Factor AZ	0.567	1	0.567	0.318	5,32
Interacción AVHT	0.042	1	0.042	0.023	5,32
Interacción AVAZ	2.672	1	2.672	1.502	5,32
Interacción HTAZ	0.159	1	0.159	0.089	5,32
Interacción AVHTAZ	0.001	1	0.001	0.005	5,32
Error	1.778	8	14.224		

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: En la tabla 4.18 se interpreta de la siguiente manera Fcal es menor a Ftab por lo que no hay variabilidad significativa entre las muestras, se puede tomar como una muestra representativa al azar una de las muestras.

4.4 FORMULACIÓN FINAL DE LA GALLETA DE AVENA SABORIZADA

La formulación final para la elaboración de galletas de avena se muestra en el cuadro 4.18.

Cuadro 4.18
Formulación de la galleta de avena

Componentes	Cantidad	Porcentaje (%)
Harina de avena	300 g	23.70
Harina trigo	400 g	31.62
Azúcar	250 g	19.76
Mantequilla	100 g	7.90
Polvo de hornear	9 g	0.71
Huevos	220 g	17.38
Esencia de vainilla	10 g	0.79
Leche líquida	50 ml	3.95
Sal	3 gr	0.24

Fuente: Elaboración propia

4.5 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Se toma en cuenta los siguientes aspectos para la caracterización de la galleta de avena saborizada.

Seguidamente en un cuadro representativo se detalla cada uno de los aspectos considerados como ser:

- ❖ **Peso**
- ❖ **Diámetro**

4.5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA GALLETA DE AVENA SABORIZADA

Para la determinación de las mediciones peso, diámetro, se tomó como base 1 kg de galletas de avena saborizadas, de las cuales se tomas muestras al azar y que son expresados como se detallas en la siguiente tabla 4.19.

Tabla 4.19
Características físicas de galletas de avena saborizadas

Muestras	Peso de galleta (g)	Diámetro (mm)
1	10	40
2	13	41
3	11	40
4	10	39
5	12	41
6	11	40
7	13	41
8	10	40
9	11	40
10	12	39
11	10	40
12	11	41
13	12	41
14	13	40
15	11	41

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.20, se muestra el promedio del peso y el diámetro de las galletas de avena saborizadas en base a los datos de la tabla 4.20.

Tabla 4.20
Valores promedio de las características de la galleta

Detalle	Rango	Media
Peso de la galleta (g)	169.65	11.33
Diámetro (mm)	604	40.26

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabal 4.21, la media para el peso es 11.33 y la media para el diámetro es de 40.26 mm.

4.5.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.21, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del producto terminado (galletas de avena saborizadas); obtenidos del laboratorio de aguas, suelos, alimentos y análisis ambiental (RIMH) (ANEXO F:1-1).

Tabla 4.21
Análisis fisicoquímico del producto

TIPO DE ANÁLISIS	Unidad	Simbología	Resultado
Valor energético	Cal /100 g	Cal	515.57
Humedad	%	H	5.24
Proteína total	%	Pt	18.88
Fibra	%	Fb	0.80
Materia Grasa	%	MG	24.52
Hidratos de carbono	%	HC	54.85
Cenizas	%	Sf	0.96
Materia seca	%	Ms	97.76
pH	%	At	6.90
Sólidos volátiles	SV	%	99.04

Fuente: RIMH, 2014

Como se observa en el análisis fisicoquímico de la tabla 4.21 los tipos de análisis representan la composición de la galleta de avena como producto final, los contenidos en humedad, valor energético, proteína, fibra, materia grasa, hidratos de carbono, cenizas, materia seca, pH, sólidos volátiles lo que se representa en unidades con sus respectivas simbología.

La importancia de estos análisis es para certificar la garantía del producto en calidad y su valoración nutricional.

4.5.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En la tabla 4.22, se muestran los resultados del análisis microbiológico (Anexo F: 1.2) realizado a las galletas de avena saborizadas, los análisis fueron realizados y determinados en laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental (RIMH).

Tabla 4.22
Análisis microbiológicos del producto final

Parámetro	Unidad	Simbología	Resultados
Coliformes totales	Ct	UFC/g	0,00,E+00
Coliformes fecales	Cf	NMP/g	0,00,E+00
Salmonella	Sal	NMP/g	0,00E+00
Escherichia coli	Ec	NMP/g	0,00E+00
Mohos	M	NMP/g	0,00,E+00
Levaduras	L	UFC/g	1,00,E+02
Bacterias aerobias mesófilas	Bam	UFC/g	1,00,E+01

Fuente: RIMH, 2014

4.6 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL

4.6.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL PARA LOS ATRIBUTOS SABOR, AROMA, TEXTURA, APARIENCIA Y COLOR

En la tabla 4.23, se muestra la evaluación sensorial del producto final que se realizó con un panel de degustación no entrenado de veinte jueces para los atributos los resultados son obtenidos del (Anexo B.1-3.).

Tabla 4.23
Evaluación sensorial de los atributos sabor, aroma, textura, apariencia y color del producto final

Jueces	Muestras (escala hedónica)					Total (Y _j)
	SABOR	AROMA	TEXTURA	APARIENCIA	COLOR	
	A1	A2	A3	A4	A5	
1	8	8	7	8	8	39
2	8	8	7	8	9	40
3	9	6	7	8	8	38
4	8	8	9	8	8	41
5	8	6	7	8	8	37
6	8	8	9	8	7	40
7	9	7	8	9	7	40
8	8	7	8	9	8	40
9	7	8	8	7	8	38
10	7	8	9	9	6	39
11	9	8	7	8	8	40
12	8	7	7	8	8	38
13	7	8	8	8	9	40
14	6	8	8	8	7	37
15	7	7	6	6	7	33
16	8	9	9	8	7	41
17	9	8	8	8	7	40
18	8	7	6	8	7	36
19	8	7	9	8	7	39
20	8	8	7	7	6	36
Promedio	7,9	7,55	7,70	7,95	7,50	772

Fuente: Elaboración propia

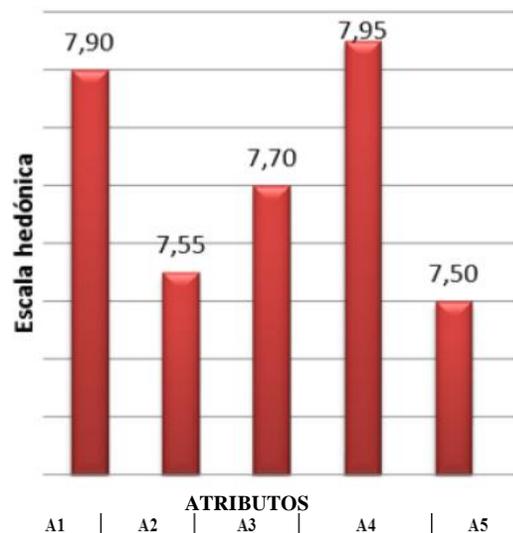
Observaciones.-En la tabla 4.23, se observa los promedios de la evaluación sensorial de los atributos, por lo que se interpreta de la siguiente manera los atributos A1 y A4

son los atributos de mayor aceptabilidad por lo que en su caracterización el sabor y la apariencia son propiedades organolépticas que favorecen el producto final.

4.6.1.1 REPRESENTACION GRAFICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL

En la figura 4.9, se muestra el promedio de aceptación del producto; extraídos de la tabla 4.24 para los atributos evaluados de la galleta de avena saborizada.

Figura 4.9
Valores promedio de aceptación de los atributos, para el producto final



Fuente: Elaboración propia

Observaciones:

Como se puede observar en la figura 4.10 el valor promedio de mayor aceptación de los atributos es A1 y A4, por lo que se determina que estos atributos tienen características organolépticas más apreciables.

4.6.1.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.24, se observa el análisis de varianza para los atributos sabor, aroma, textura, apariencia y color del producto final.

Tabla 4.24
Análisis de varianza producto final

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadros medios (CM)	Fisher (Fcal)	Fisher (Ftab)	Observación
<i>Total</i>	116,975	159				
<i>Muestras (A)</i>	4,375	7	0,625	0,854	3,737	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	12,225	19	0,801	1,094	2,548	No Significativo
<i>Error</i>	97,375	133	0,732			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.-

En la tabla 4.24, se interpreta de la siguiente manera; el análisis de varianza de los atributo para el producto final, **Fcal** es menor a **Ftab** por lo que no existe diferencias significativas entre las muestras.

4.7 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS DE AVENA SABORIZADA

En la figura 4.15, se muestra el diagrama de bloques general del balance de materia para el proceso de elaboración de galletas de avena saborizadas.

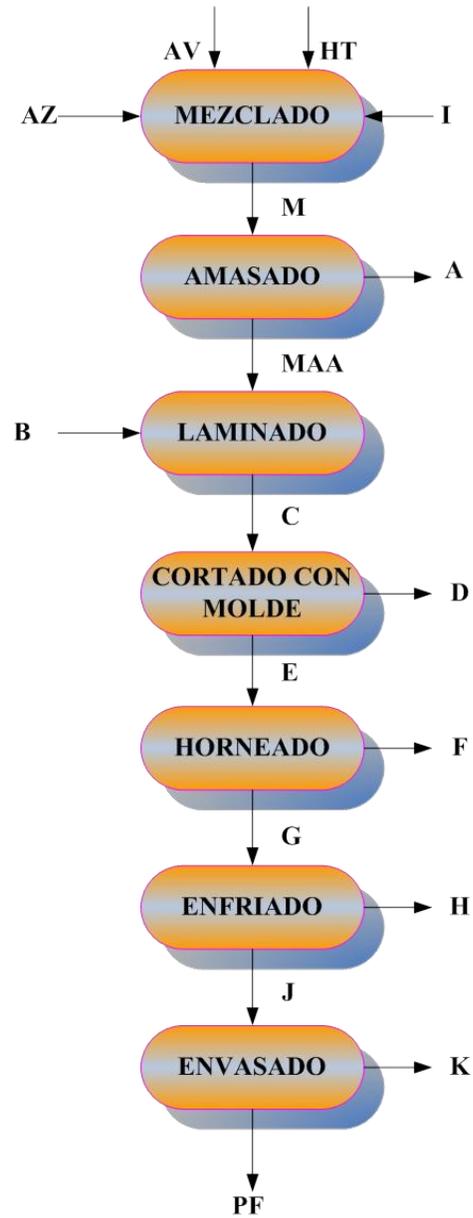
Se obtiene 1.105 kg de galletas como producto final, donde se toma en cuenta los aditivos que se adicionan en su elaboración. Seguidamente en la tabla 4.33, se detallan las cantidades de aditivos.

Tabla 4.25
Cantidad de aditivos

Aditivos	Cantidad (g)
Polvo de hornear	9.00
Huevo	225.00
Mantequilla	100.00
Esencia de vainilla	10.00
Leche	50.00
Total	394.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10
Balance de materia para el proceso de elaboración de galletas de avena
saborizadas



Fuente: Elaboracion propia

Dónde:

AV= Cantidad de harina de avena (g)

HT= Cantidad de maicena (g)

AZ= Cantidad de azúcar (g)

I= Cantidad de aditivos

M= Cantidad de mezcla (g)

MAA= Cantidad de la masa amasada (g)

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

B= Cantidad de harina de polveo (g)

C= Cantidad de masa laminada (g)

D= Cantidad de masa y harina polvoreo (g)

E= Galleta húmeda (g)

F= Cantidad de agua evaporada (g)

G= Galleta seca (g)

H= Cantidad de agua evaporada durante el enfriado (g)

J= Cantidad de producto obtenido (g)

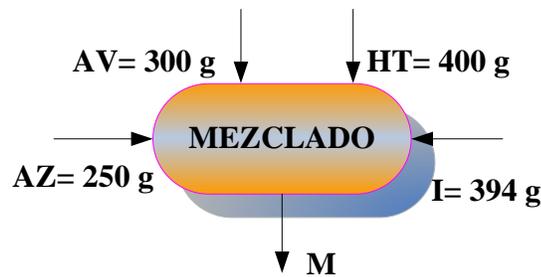
K= Cantidad de pérdidas en el envasado (g)

PF= Producto final (g)

4.7.1 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE MEZCLADO

En la figura 4.11, se muestra el proceso de mezclado de la materia prima, para realizar el balance de materia con los datos que se obtienen en las pruebas experimentales en la elaboración de galletas de avena.

Figura 4.11
Balance de materia en el proceso de mezclado



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

$$M = AV + HT + AZ + I$$

Ecuación [4.1]

Resolviendo la ecuación:

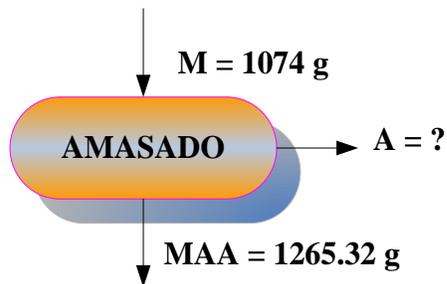
$$M = 300 \text{ g} + 400 \text{ g} + 250 + 394 \text{ g}$$

$$M = 1344.00 \text{ g}$$

4.7.2 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE AMASADO

En la figura 4.12, se muestra el proceso de amasado, para realizar el balance de materia con los datos que se obtienen en las pruebas experimentales en la elaboración de galletas de avena.

Figura 4.12
Balance de materia en el proceso de amasado



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

$$M = MAA + A$$

Ecuación [4.2]

Despejando de ecuación [4.2]

$$A = M - MAA$$

Resolviendo

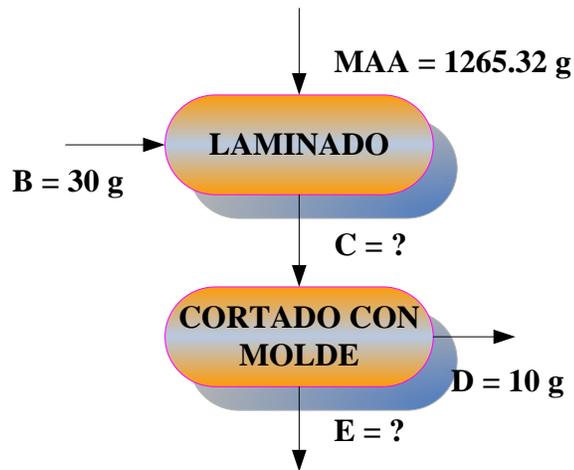
$$A = 1074 \text{ g} - 1265.32 \text{ g}$$

$$A = 78.68 \text{ g}$$

4.7.3 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE LAMINADO Y CORTADO

En la figura 4.13, se muestra el proceso de laminado y cortado de la masa, para realizar el balance de materia tomando en cuenta los siguientes datos:

Figura 4.13
Balance de materia en el proceso de laminado y cortado



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

$$B + MAA = C$$

Ecuación [4.3]

Resolviendo:

$$C = 30 \text{ g} + 1265.32 \text{ g}$$

$$C = 1295.32 \text{ g}$$

- **Balance global de materia en el proceso de cortado de la masa laminada:**

$$C = E + D$$

Ecuación [4.4]

Despejando la ecuación [4.4]

$$E = C - D$$

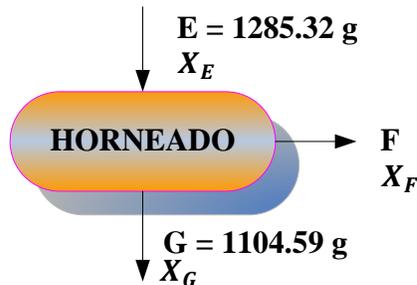
$$E = 1295 - 10$$

$$E = 1285.32\text{g}$$

4.7.4 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE HORNEADO

En la figura 4.14, se muestra el proceso del horneado, para realizar el balance de materia se tomara iniciativa a partir de la cantidad de agua evaporada y el contenido de humedad del producto.

Figura 4.14
Balance de materia en el horneado



- Balance global de materia en el proceso de horneado:

$$E = G + F$$

Ecuación [4.5]

Despejando de la ecuación [4.5]

Resolviendo:

$$F = E - G$$

$$F = 1285.32\text{ g} - 1104.59\text{ g}$$

$$F = 180.41\text{ g}$$

- Balance parcial de materia en base húmeda en el proceso de horneado:

$$EX_E = GX_G + FX_F \quad \text{Ecuación [4.6]}$$

Despejando de la ecuación [4.6]

$$GX_G = EX_E - FX_F \quad \text{Ecuación [4.7]}$$

$$X_G = \frac{EX_E - FX_F}{G} \quad \text{Ecuación [4.8]}$$

Reemplazando los datos en la ecuación [4.8]

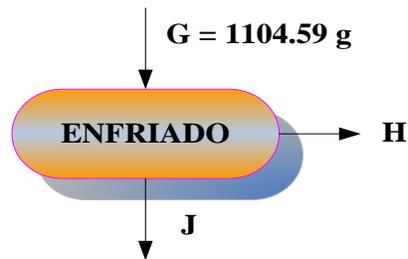
$$X_G = \frac{1285.32 * 0.185 - 180.41 * 1}{1104.59 \text{ g}}$$

$$X_G = 0.051$$

4.7.5 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ENFRIADO

En la figura 4.15, se determina el balance de materia del enfriado donde se toma en cuenta las variables de agua evaporada y el contenido de humedad.

Figura 4.15
Balance de materia en el proceso de enfriado



- Balance global de materia en el proceso de enfriado:

$$G = H + J \quad \text{Ecuación [4.9]}$$

Despejando H , se tiene la siguiente ecuación

$$J = G - H \quad \text{Ecuación [4.10]}$$

Para el cálculo de la cantidad de sólido seco de las galletas de avena, se utilizó la ecuación [4.11], citada por (valiente, 1994).

$$SS = S_1 (1 - X_s) \quad \text{Ecuación [4.11]}$$

Dónde:

SS = Cantidad del producto seco (g)

S_1 = Cantidad de alimento húmedo (g)

X_S = Fracción del contenido de humedad del alimento

Reordenado la ecuación [4.11] en función a la figura 4.16, se obtiene:

$$SS = G(1 - X_G) \quad \text{Ecuación [4.12]}$$

Resolviendo:

$$SS = 1104.59g (1 - 0.051 g)$$

$SS = 1048.25 g$

El cálculo de la cantidad de agua evaporada en el enfriamiento de las galletas de avena, se toma la expresión de la ecuación [4.13], (valiente, 1994).

$$WE = S(W_1 - W_2) \quad \text{Ecuación [4.13]}$$

Dónde:

W_E = Cantidad de agua evaporada

W_1 = Cantidad de humedad en base seca de la galleta (g agua / g solido seco)

W_2 = Cantidad de humedad en base seca de la galleta horneada (g agua / g aire)

Reemplazando en la ecuación [4.13] se tiene:

$$H = S(W_1 - W_2) \quad \text{Ecuación [4.14]}$$

Dónde:

X_G = 0.1155 g agua / g solido seco

X_G = 0.0312 g agua / g solido seco

Entonces:

$$CA = 1104.59 * (0.1155 - 0.0312)$$

CA = 93.116 g de agua evaporada durante el enfriamiento

Reemplazando en *Ecuación [4.10]*

$$J = 1104.59 \text{ g} - 93.116 \text{ g}$$

$$J = 1011.47 \text{ g}$$

4.7.6 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ENVASADO

- **Balance general en el proceso de envasado:**

$$J = PF + K$$

Despejando PF se tiene:

$$PF = J - K \quad \text{Ecuación [4.15]}$$

$$PF = 1011.47 - 10$$

$$PF = 1001.47 \text{ g}$$

Para calcular las unidades envasadas de producto final, se toma en cuenta el peso del producto final por el peso de unidad envasada.

$$\text{N}^\circ \text{ de unidades} = \text{producto final} / 50 \text{ gr}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de unidades} = 1001.47 / 50$$

$$\text{N}^\circ \text{ de unidades} = 20 \text{ (producto envasado).}$$

4.8 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE HORNEADO

El balance de energía que se realiza en el horneado se basa en 1265,32 gramos de masa. En la tabla 4.33 se muestra los valores obtenidos de las propiedades psicométricas del aire en base a las temperaturas del bulbo seco y bulbo húmedo, obtenidas del software de psicometría (Akton, 1996), tomando en cuenta las condiciones en la ciudad de Tarija, presión 610,05 mmHg y una altura de 1875 msnm.

Tabla 4.26
Propiedades psicométricas del aire en el horneado

Propiedades	Aire frío	Aire caliente	Aire saturado
Tbs (°C)	23.00	185.00	77.50
Tbh (°C)	18.50	39.07	31.49
HR (%)	67.00	0.23	3.49
W (Kg agua/Kg aire)	0.0167	0.0186	0.0215
ΔE (Kj/Kg)	66.89	230.22	148.65
Ve (m ³ /Kg)	1.06	1.61	1.35

Fuente: elaboración propia

Dónde:

Ve= Volumen específico (m³/Kg)

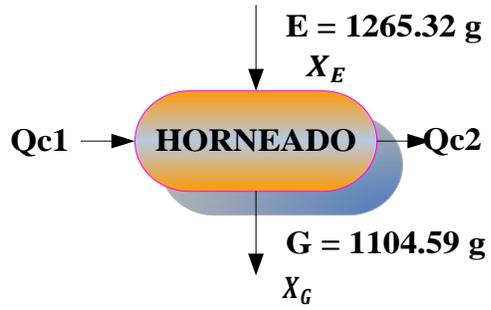
W= Humedad absoluta (Kg agua/ Kg aire)

HR= Humedad relativa (%)

ΔE = entalpía (Kj/Kg)

El balance de energía, para el proceso de horneado en la elaboración de galletas de avena saborizadas, se muestra en la figura 4.21.

Figura 4.16
Balace de energía en el horneado



$$X_G = 0.0312$$

$$X_E = 0.1850$$

T_{BS1}

T_{Bh1}

Y_{QC1}

H_1

T_{BS2}

T_{Bh2}

Y_{QC2}

H_2

La determinación de la cantidad de calor total proporcionado en el horneado de galletas de avena saborizadas, se realiza tomando en cuenta los siguientes factores: temperatura del inicio del calentamiento del horno y la temperatura de horneado.

La temperatura inicial del aire para el calentamiento del horno es de 23°C hasta llegar a una temperatura final óptima de 185 °C.

La ecuación [4. 16], según (Valiente, 1994) describe el proceso del calor sin una reacción química.

$$Q_{Ac} = m_{aire} C_{p_{aire}} (\Delta T) \quad \text{Ecuación [4. 16]}$$

Dónde:

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

m_{aire} = Masa de aire (Kg).

$C_{p_{aire}}$ = Capacidad calorífica del aire.

$C_{p_{aire}} = 0.2389$ Kcal/ Kg °C. (Onello, 2006).

ΔT = Variación de temperatura en el horno.

Se puede constatar que la masa de aire dentro del horno se determina utilizando las ecuaciones [4. 17], [4. 18], según (Cañadas y col, 2000).

$$V = a \times b \times c \quad \text{Ecuación [4. 17]}$$

$$\delta = \frac{m}{v} \quad \text{Ecuación [4. 18]}$$

Dónde:

a = Ancho (0.60 m).

b = Base (0.58m).

c = altura (0.50m).

δ = Densidad del aire.

$$\delta = 1.3 \text{ Kg/m}^3 \text{ (Perry y col, 1991).}$$

m = masa de aire.

V= volumen del aire.

Reemplazando los datos en la ecuación [4.17], el resultado que se obtiene es el siguiente:

$$V = 0.60 \text{ m} \times 0.58 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$$

$$V = 0.174 \text{ m}^3$$

De la ecuación [4.18], se despeja m, así obteniendo la ecuación:

$$m = \delta \times v$$

Reemplazando:

$$m = 1.3 \text{ Kg/ m}^3 \times 0.174 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{aire}} = 0.2262 \text{ kg}$$

Los datos obtenidos reemplazar en la ecuación [4.16].

$$Q_{Ac} = 0.2262 \text{ Kg} \times 0.2389 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C} \times (185-23) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{Ac} = 8.7543 \text{ Kcal}$$

El calor que se necesita para calentar la masa de galleta, se determina con la Ecuación [4.19], según (orces y col, 2003).

$$Q_{Gall} = m_{Gall} \times Cp_{Gall} \times (T_f - T_i)$$

Ecuación [4.19]

Dónde:

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

m_{Gall} = Cantidad de masa de la galleta = 1265.32 gr.

Cp_{Gall} = Capacidad calorífica de la galleta.

T_f = Temperatura final.

T_i = Temperatura inicial.

La expresión matemática [4. 20], se utilizó en la determinación de la capacidad de la galleta, según (Alvarado y col, 2001).

$$Cp_{Gall} = 1130.44 + 30.56 h$$

Ecuación [4. 20]

Dónde:

h = Cantidad de humedad de la galleta.

Reemplazando datos en la expresión matemática [4. 20], se tiene como resultado lo siguiente:

$$Cp_{Gall} = 1130.44 + 30.56 \times 0.0524$$

$$Cp_{Gall} = 1132.04 \text{ J/Kg } ^\circ\text{K}$$

$$Cp_{Gall} = 0.270 \text{ kcal/ Kg } ^\circ\text{C}$$

Los datos que se obtienen se reemplazan en la ecuación [4. 19].

$$Q_{Gall} = 1.26532 \text{ Kg} \times 0.270 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C} \times (185 - 23) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{Gall} = 55.34 \text{ kcal}$$

Para realizar el balance de energía, también se toma en cuenta el calor requerido para calentar las latas, se calcula con la siguiente Ecuación [4. 21].

$$Q_{Lata} = m_{Lata} \times Cp_{Lata} \times (T_f - T_i)$$

Ecuación [4. 21]

Dónde:

Q_{Lata} = Cantidad de calor de la lata.

m_{Lata} = Cantidad de masa de la lata = 0.75 kg.

Cp_{Gall} = Capacidad calorífica de la lata.

Cp_{Lata} = Lata de aluminio = 1.101E-3 Kcal/ Kg °C. (Perry y col, 1991).

T_f = Temperatura final = 185 °C.

T_i = Temperatura inicial = 21 °C.

Los datos se reemplazan en la ecuación [4. 21].

$$Q_{Lata} = 0.75 \text{ Kg} \times 1.101\text{E-}3 \text{ Kcal/ Kg} \times (185 - 21)$$

$Q_{Lata} = 0.0988 \text{ Kcal}$

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos del estudio realizado, se puede establecer las siguientes conclusiones:

Las características fisicoquímicas de las materias primas presentan los siguientes parámetros:

❖ Análisis físicos:

- pH = 6.90 %
- Humedad = 5.24 %
- Sólidos volátiles = 99.04 %
- Materia seca = 94.76 %
- Ceniza (base seca) = 0.96 %

❖ Análisis químicos

- Proteína total = 18.88 %
- Materia grasa = 24.52 %
- Fibra = 0.80 %
- Carbohidratos = 54.85 %
- Valor energético = 515.57 Kcal/100 gr

❖ Análisis microbiológico

- Bacterias aerobias mesófilas (Bam) = 1,00,E+01 UFC/g
- Coliformes fecales (Cf) = 0.,00,E+00 NMP/g
- Coliformes totales (Ct) = 0,00,E+00 NMP/g
- Escherichia coli (Ec) = 0,00,E+00 NMP/g
- Mohos (M) = 0,00,E+00 UFC/g
- Levaduras (L) = 1,00,E+02 UFC/g
- Salmonella (Sal) = 0,00,E+00 NMP/g

- ❖ Realizada la evaluación sensorial para determinar la muestra representativa patrón para la formulación y elaboración del producto final galletas de avena saborizadas los resultados obtenidos con mayor puntaje son:
Para los atributos sabor la muestra G5 con un puntaje de 8.30, para el atributo aroma G2 con un puntaje de 7.90, para el atributo textura G5 con un puntaje de 8.05, para el atributo apariencia G5 y G8 con un puntaje de 8.10 y para el atributo color G5 con un puntaje 8.05.

- ❖ Realizada la evaluación sensorial para determinar los atributos del producto final, se obtuvieron los siguientes datos: para el atributo sabor A1= 7.9, para el atributo aroma A2= 7.55, para el atributo textura A3= 7.70, para el atributo apariencia A4= 7.95, para el atributo color A5= 7.50.

- ❖ De acuerdo al diseño 2^3 realizado en la dosificación de insumos, se pudo evidenciar que los factores estudiados como ser: AV (avena), HT(harina de trigo), AZ(azúcar). No influye de manera directa la dosificación de insumos en el proceso de elaboración en función de la variable respuesta contenido de humedad; es decir que los niveles de variación porcentuales tomados en cuenta en las variables no son significativos.

5.2 RECOMENDACIONES

1.- Adaptar el formato de evaluación sensorial utilizado a un lenguaje más sencillo debido a que a pesar de que las personas saben leer y escribir les es difícil comprender y a la vez proporcionar asesoramiento adicional completo con respecto a las instrucciones del formato.

2.- Tomar en cuenta que al consumir dos o más galletas de avena incluyen a la lista de intercambio de cereales y media porción de la lista de intercambio de grasas.

3.- En estudios posteriores evaluar la vida media de la galleta de avena saborizada en base a diversos métodos de envasado, así como; el uso de preservantes o aditivos para incrementar la vida media de la galleta.

4.- En la elaboración de la galleta de avena saborizada se puede incrementar en estudios futuros, la aplicación de saborizantes en diferentes sabores tomando en cuenta la diversidad de ellos, también se recomienda elaborar y realizar un estudio de galletas de avenas saborizadas aplicando la clasificación grupal de galletas y tipos de galletas que se indican en los capítulos adjuntos al presente trabajo.

5.- Sería de gran utilidad realizar un trabajo experimental, aplicando el uso de edulcorantes como ser; sucralosa como sustituto de la sacarosa para el consumo de personas diabéticas y con sobrepeso.

6.- La masa para galletas es un sistema muy complejo en el que todos los ingredientes interactúan entre sí haciendo difícil la realización de las masas. La masa depende sobre todo del porcentaje de proteína que presenta la harina, que puede variar de un lote a otro, haciendo que las cantidades del resto de ingredientes se vean afectado.

7.- El azúcar es un ingrediente esencial en la elaboración de galletas de avena saborizada, puesto que además de endulzar, favorece el crecimiento en altura, debido a la cristalización

del azúcar durante la cocción. El jarabe de glucosa además favorece la reacción de Maillard aportando a la galleta aroma y coloración.

8.- La sal potencia el sabor de la galleta y endurece el gluten, permitiendo el crecimiento en altura de la galleta y además la sal reduce el tiempo de desarrollo de la masa.

9.- Los bicarbonatos actúan de levaduras químicas aportando gas a las masas y aumentando la altura de las galletas, además el fosfato monocálcico monohidratado y el bicarbonato de sodio favorece más el crecimiento en altura lo que favorece la extensión en el plano de las galletas.

9.- El salvado es un ingrediente que se ha valorado mucho por sus cualidades favorables para la salud. En salvado hace que se necesite más cantidad de agua en la formación de la masa y no forma gluten, esto hay que tenerlo en cuenta en la producción de galletas de avena con alto contenido en fibra.