

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



TESIS

ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DE GALLETERIA A BASE DE LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE **HABA** (*Vicia Faba L*) PARA AUMENTAR EL CONTENIDO PROTEICO.

POR:

YESENIA GUMECINDA ESTRADA NIETO

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DE GALLETERIA A BASE DE LA
INCORPORACIÓN DE HARINA DE HABA (*Vicia Faba* L) PARA
AUMENTAR EL CONTENIDO PROTEICO.**

TESIS

**Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Presentada por:

YESENIA GUMECINDA ESTRADA NIETO

APROBADA

Dr. Antonio F. Aguilera Carbó

ASESOR PRINCIPAL

M.C. Xóchitl Ruelas Chacón

COASESOR

Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

COASESOR

Dr. José Duénez Alanís

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Saltillo, Coahuila, México; diciembre de 2015.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer y darle gracias a dios por haber permitido culminar esta etapa tan importante de mi vida, por haberme guiado por un buen camino a lo largo de la universidad y por hacer de mí una persona fuerte que con la sabiduría y las pruebas difíciles que me pone a lo largo de mi camino aprendo cosas nuevas. Tú mi mejor compañía que camina junto a mí a donde quiera que voy y nunca sola me deja, ayúdame a seguir con nuevos horizontes.

A mis padres, pero principalmente a mi hermosa madre que me brinda su gran apoyo incondicional durante toda esta vida que día a día lucha por mí para que yo salga adelante por esos sacrificios que hace y que con el sudor de su frente supo sacarme adelante. Agradezco su aprendizaje y consejos que me da y sé que me apoyara en cada etapa nueva de esta vida.

A mis hermanos por compartir momentos de la vida y por su apoyo brindado durante esta etapa de mi vida.

*A mi **ALMA TERRA MATER** por abrirme las puertas de su casa y por permitir formarme como profesionalista. Gracias por todos los buenos momentos que viví dentro y fuera de sus aulas, por esos apoyos y oportunidades que me ofreció durante mi vida como estudiante siempre te recordare.*

*A mis compañeros de la **generación CXVIII de ingeniero en ciencia y tecnología de alimentos**, principalmente a mis compañeras **normita, mirí, crís, marthita, flor, marí** y a todos con quienes compartir cuatro*

años y medio de mi vida en los que fueron buenos y malos momentos, les deseo éxitos a todos y a seguir con nuevos horizontes.

A mi asesor principal al Dr. Antonio Aguilera Carbó por todo su apoyo, tiempo y colaboración en este trabajo realizado, gracias por aportarme parte de su aprendizaje durante la tesis y en mi etapa de estudiante.

Al T.L.Q. Carlos Arévalo Sanmiguel por todo su apoyo y colaboración en la sección experimental de este trabajo. Gracias

A la M.C. Xóchitl Ruelas Chacón por su gran apoyo y aportación en este trabajo principalmente en la sección estadística de este trabajo, agradezco sus consejos y principalmente los ánimos que me daba para terminar este trabajo, gracias por ser esa gran persona he aprendido mucho de usted. Por esos conocimientos que me apporto durante la profesión.

A la Lic. Laura Olivia Fuentes Lara por su apoyo y colaboración en este trabajo realizado, gracias por aportarme tantos conocimientos durante la profesión es usted una gran maestra además de darme ánimos para poder terminar mi tesis.

Al Dr. Heliodoro gracias por su apoyo, consejos y conocimientos que me apporto durante la carrera es un gran maestro.

A mi novio Asaíd gracias por su gran apoyo que me brinda, por sus preocupaciones por mí, por su cariño y por todos esos momentos compartidos y por estar conmigo en las buenas y en las malas; por recordarme siempre que puedo ser mejor persona.

Al departamento de ciencia y tecnología de alimentos, por abrirme las puertas de sus instalaciones y por formarme como una profesionalista de ingeniero en ciencia y tecnología de alimentos.

A todos mis maestros por ser el pilar de mi formación, por haberme brindado tantos conocimientos y aprendizajes a lo largo de mi camino como estudiante, por tantos consejos, ánimos y más.

DEDICATORIAS

Este trabajo va dedicado especialmente a mi familia con mucho amor, cariño y respeto.

*A mi madre **Juana Juliana Nieto Flores** gracias por el apoyo brindado a lo largo de mi vida, este logro va dedicado a usted por esos gran esfuerzo y sacrificios que hizo por mí, por esos consejos, regaños, por todo mil gracias mamá.*

*A mis hermanos y hermanas: **Luz, Reyes, Félix, Servando, Geno, Pau, Pablito, Jaime y Héctor** gracias por los ánimos y por ser un ejemplo a seguir.*

*A **Pau** por su apoyo y ser mi compañía que tengo aquí, por animarme a seguir adelante, por sus regaños y demás.*

INDICE GENERAL

	Página
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	2
1.2 Hipótesis	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
2. REVISIÓN DE LITURATURA.....	5
2.1 Galleta	5
2.1.1 clasificación de galletas	5
2.1.2 historia de la galleta	7
2.1.3 industrialización	7
2.1.4 ingredientes	7
2.2 Haba (Vicia faba L)	9
2.2.1 Propiedades	10
2.2.2 Composición Química	10
2.3 Harina de trigo	11
2.3.1 Composición nutrimental	12
2.4 Avena (Sativa L)	13
2.4.1 Composición nutrimental	13
2.4.2 Harina de avena	14
2.5 Azúcar y sustituto	14
2.5.1 Azúcar común	15
2.5.2 Stevia	16
2.5.3 Splenda	18
2.6 Grasa	20
2.6.1 Margarina	20
2.7 Leche y agua	20
2.8 Polvo para hornear	20
2.8.1 Funciones	21
2.9 Composición nutrimental proximal en cereales y leguminosas ...	21
2.9.1 Composición nutrimental proximal en distintos granos de cereales	21
2.9.2 Composición nutrimental proximal de leguminosas	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Materias primas para la elaboración de galletas	23
3.2 Materiales y equipo para la elaboración de galletas	23

3.3	Material y equipo para realizar el análisis bromatológico de las harinas y galletas elaboradas	24
3.4	Reactivos	25
3.5	Sección experimental I: Análisis bromatológico de harinas	25
3.5.1	Determinación de materia seca total	25
3.5.2	Determinación de minerales	26
3.5.3	Determinación de proteínas	26
3.5.4	Determinación de grasa	27
3.5.5	Determinación de fibra cruda	28
3.5.6	Determinación de azúcares totales	29
3.6	Sección experimental II: Determinación de la combinación porcentaje de harinas, formulación y desarrollo de las galletas	30
3.6.1	Selección de porcentaje de combinación de harinas	30
3.6.2	Formulaciones para elaboración de galletas	30
3.6.3	Proceso de elaboración para galletas	34
3.7	Sección experimental III: Análisis bromatológico de galletas desarrolladas	37
3.7.1	Determinación de materia seca total	37
3.7.2	Determinación de minerales	38
3.7.3	Determinación de proteínas	38
3.7.4	Determinación de grasa	40
3.7.5	Determinación de fibra cruda	41
3.7.6	Determinación de azúcares totales	42
3.7.7	Determinación de carbohidratos	44
3.7.8	Determinación de contenido energético	45
3.8	Sección Experimental IV: Evaluación sensorial de galletas	45
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	47
4.1	Resultados de la sección experimental I	47
4.1.1	Humedad	48
4.1.2	Cenizas	48
4.1.3	Azúcares totales	49
4.1.4	Proteínas	49
4.1.5	Fibra cruda	49
4.2	Resultados de la sección experimental II	50
4.2.1	Resultados de la selección de combinación de harinas	50
4.3	Resultados de la sección experimental III	51
4.3.1	Humedad	53
4.3.2	Cenizas	54
4.3.3	Proteína	57
4.3.4	Grasa	59
4.3.5	Fibra cruda	61
4.3.6	Carbohidratos	63
4.3.7	Contenido calórico	66
4.4	Resultados de la sección experimental IV. Evaluación sensorial	69
4.4.1	Color	70
4.4.2	Olor	71
4.4.3	Textura	72

4.4.4 Sabor	73
4.4.5 Aceptabilidad global	74
5. CONCLUSIONES	75
6. RECOMENDACIONES	76
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	77

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Composición química del haba	11
2	Composición nutrimental de la harina de trigo	12
3	Composición nutrimental de la avena	13
4	Composición química de la harina de avena	14
5	Composición nutrimental proximal de distintos granos de cereales	21
6	Composición química proximal de leguminosas	22
7	Diluciones de solución madre	29
8	Ingredientes para la elaboración de galleta con azúcar splenda	31
9	Ingredientes para elaboración de galletas con azúcar stevia ...	32
10	Ingredientes para elaboración de galletas con azúcar normal .	33
11	Factores de conversión de harina de trigo, avena y haba	40
12	Diluciones de solución madre	44
13	Resultado de análisis bromatológico y comparación de medias entre tratamientos de harina	47
14	Porcentaje de harinas para las galletas elaboradas	50
15	Comparación de medias del análisis bromatológico en galletas desarrolladas con azúcar splenda	51
16	Comparación de medias del análisis bromatológico en galletas desarrolladas con azúcar stevia	52
17	Comparación de medias del análisis bromatológico en galletas desarrolladas con azúcar común	52
18	Comparación de medias de evaluación en las galletas desarrolladas	69

INDICE DE FIGURAS

	Título de la figura	Página
Figura 1	Imagen de haba seca en grano	10
Figura 2	Imagen de la estructura química de la sacarosa	15
Figura 3	Imagen de la caña azucarera del estado Veracruz	16
Figura 4	Imagen de la planta de stevia rebaudiana originaria de Brasil y Paraguay	17
Figura 5	Imagen de la estructura química del esteviol	18
Figura 6	Estructura química de la sucralosa	19
Figura 7	imagen de muestras de materia seca total de las harinas	26
Figura 8	Desviación estándar de sacarosa que fue utilizada en el análisis de harinas	30
Figura 9	Imagen materias primas utilizadas en el proceso de elaboración de galletas	34
Figura 10	Imagen de materias primas posteriormente pesadas	35
Figura 11	Imagen de reposo de la masa previa al horneado	36
Figura 12	imagen de las galletas obtenidas después del horneado	36
Figura 13	Imagen de galletas con azúcar normal a diferentes formulaciones	36
Figura 14	Imagen de las muestras de galletas totalmente seca	37
Figura 15	Imagen de crisol con cenizas	38
Figura 16	Imagen de la digestión de proteína de galletas	39
Figura 17	Imagen de la destilación de proteínas de galletas	39
Figura 18	Imagen de titulación en proteínas de galletas	40
Figura 19	Imagen de equipo soxhlet determinando grasa	41
Figura 20	Imagen de determinación de fibra	42
Figura 21	muestras en agitación	43
Figura 22	Segunda dilución de las muestras.....	43
Figura 23	Desviación estándar de sacarosa que fue utilizada en el	

	análisis de galletas	44
Figura 24	Muestras de izquierda a derecha	46
Figura 25	Comparación de medias de información nutrimental de harinas de trigo, avena y haba	48
Figura 26	Comparación de medias del porcentaje de humedad en tratamientos desarrollados con azúcar splenda	53
Figura 27	Comparación de medias del porcentaje de humedad en tratamientos desarrollados con azúcar stevia	53
Figura 28	Comparación de medias del porcentaje de humedad en tratamientos desarrollados con azúcar normal	54
Figura 29	Comparación de medias del porcentaje de ceniza en tratamientos desarrollados con azúcar splenda	55
Figura 30	Comparación de medias del porcentaje de ceniza en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia	56
Figura 31	Comparación de medias del porcentaje de ceniza en los tratamientos desarrollados con azúcar común	56
Figura 32	Comparación de medias de proteína en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda	57
Figura 33	Comparación de medias de proteína en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia	57
Figura 34	Comparación de medias del porcentaje de proteína en los tratamientos desarrollados con azúcar común	58
Figura 35	Comparación de medias del porcentaje de grasa en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda	59
Figura 36	Comparación de medias del porcentaje de grasa en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia	60
Figura 37	Comparación de medias del porcentaje de grasa en los tratamientos desarrollados con azúcar común	60
Figura 38	Comparación de medias del porcentaje de fibra cruda en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda	62
Figura 39	Comparación de medias del porcentaje de fibra cruda en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia	62

Figura 40 Comparación de medias del porcentaje de fibra cruda en los tratamientos desarrollados con azúcar común	63
Figura 41 Comparación de medias del porcentaje de carbohidratos en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda	64
Figura 42 Comparación de medias de carbohidratos en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia	64
Figura 43	Comparación de medias del porcentaje de carbohidratos en los tratamientos desarrollados con azúcar común.	65
Figura 44	Comparación de medias del porcentaje de contenido calórico en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda	66
Figura 45	Comparación de medias del porcentaje de contenido calórico en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia	67
Figura 46	Comparación de medias del porcentaje de contenido calórico en los tratamientos desarrollados con azúcar común	67
Figura 47 Comparación de medias del atributo color en las galletas evaluadas	70
Figura 48	Comparación de medias del atributo olor en las galletas evaluadas	71
Figura 49	Comparación de medias del atributo textura en las galletas evaluadas	72
Figura 50	Comparación de medias del atributo sabor en las galletas evaluadas	73
Figura 51	Comparación de medias de la aceptación global de las galletas evaluadas	74
	

RESUMEN

La combinación de un cereal con una leguminosa ha permitido disponer de alimentos fortificados para consumo humano, con un balance adecuado de aminoácidos indispensable, Las leguminosas son consideradas como alimentos funcionales, ya que además de sus componentes nutritivos proteínas (contienen otros componentes biológicamente activos (factores no-nutritivos) que proporcionan un beneficio para la salud incrementando el bienestar o disminuyendo el riesgo de enfermar. De en base a la aportación el objetivo principal del presente investigación es la elaboración de un producto de galletería a partir de una mezcla de harinas una no convencional como la de haba y otra convencional como la harina de avena con la finalidad de aumentar el contenido de proteínas. Para ello se elaboraron 15 formulaciones y se utilizar tres tipos de azúcar con cada una se formularon 5 tratamiento los cuales son: 0% h.de haba, 12.5% h.de haba, 25% h.de haba, 37.5% h.de haba y 50% h.de haba.

Lo resultados obtenidos en base al análisis bromatológico se determinó que el azúcar splenda arrojo valores nutricionales más altos en todos los tratamientos en comparación con el azúcar stevia y azúcar común que fue la que apporto valores inferiores. Las muestras de galletas con 50% de harina de haba elaboradas con azúcar splenda y la de azúcar stevia resultaron ser las mejores nutrimentalmente ya que aportaron valores altos la primera 19.64% proteína y 3.16 de minerales y la segunda apporto 18.26 %proteína y 3.00 minerales. Posteriormente se realizó una evaluación sensorial para saber qué tan aceptado era el producto final, para ello se realizó una prueba hedónica de 9 puntos donde lo evaluadores son jueces semi-entrenados las muestras con mejore calidad organoléptica son la de azúcar común y la T14 (37.5%h.de haba) fue la mejor ya que obtuvo un promedio equivalente 0 7.15 lo que describe que es un producto agradable. La incorporación de harinas no convencionales como la de haba (*vicia faba L*) son de gran importancia en el desarrollo se nuevos producto fortificados en proteína y minerales.

Palabras claves: galleta, harina de haba, proteína, azúcar splenda, azúcar común, azúcar stevia, minerales.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversas estrategias para abordar los problemas nutricionales usando productos industrializados. Las principales son: diversificación de alimentos, fortificación de alimentos de consumo masivo, y el uso de suplementos (Macías *et al*, 2013).

La combinación de un cereal con una leguminosa ha permitido disponer de alimentos fortificados para consumo humano, con un balance adecuado de aminoácidos indispensable. Las leguminosas son un conjunto de especies pertenecientes a la familia de las papilionáceas, cuya principal utilidad agrícola es el empleo de su semilla en la alimentación animal y humana, debido principalmente a su alto contenido en proteína (Rader y col., 2000).

En la mayoría de las leguminosas es contenido proteico oscila entre 25-35 %, lo que las sitúa entre las fuentes más concentrados de estos nutrientes. Los cereales apenas aporte de 5-12 %, las carnes alrededor de 14-28 %, huevos 12 % y las frutas, verduras, tubérculos y la leche entre 0.5 y 3 % (Bourgues, 1987; Gatel y Champ, 1998; Kozlowskz y col., 1998).

El haba es una planta trepadora que se cultiva en todo el mundo. En México se producen 53 mil toneladas de haba es cual coloca al país en el noveno sitio mundial en ese cultivo, Puebla aporta el 51 por ciento del volumen, la producción de Puebla asciende a 27 mil toneladas, superando los volúmenes de países como Ecuador o Chile, siendo considerada en Bolivia como la “carne de los pobres” (siap 2014)

Las habas son las leguminosas de mayor consumo en todo el cusco, habiendo desplazado en importancia al tarhui, cultivo andino muy rico en nutrientes y fuente importante de proteínas vegetales para las poblaciones prehispánicas (Gade, 1975) las habas secas, harina de habas y el tarhui son consumidos frecuentemente por familias de bajos recursos.

Por el motivo se hará el aprovechamiento de la harina de haba que brindara nuevas alternativas para elaborar un producto de galletería fortificado con

proteínas y minerales con esto se trata de minimizar en parte la problemática desnutrición infantil ,prevenir algunos problemas de salud etc. Las galletas llevan consigo un valor agregado nutricional que ha sido transformado gracias a la implementación de nuevas tecnologías y nuevos desarrollos; generación tras generación, Por esta razón; ha tenido una diversificación de formas, tamaños, sabores que han contribuido al aumento de su demanda y a las tendencias de consumo que se manejan en la actualidad, ya que el mercado de este producto tiene una tendencia a que sea de gran variedad, con excelente calidad, prácticos, y que tengan un valor agregado funcional.

1.1 Justificación

La correcta nutrición y alimentación, se solucionará en buena medida por la integración de una industria de alimentos socialmente responsable, que busque y utilice nuevos ingredientes para el desarrollo de alimentos nutritivos y funcionales

Los alimentos funcionales dirigidos a la población infantil y adolescente van encaminados a mejorar o a prevenir algunos de los problemas de salud que más preocupan a los padres: la obesidad, la hiperactividad, la función cerebral y cognitiva, la salud intestinal o la función inmunitaria. Además contribuyen a modular funciones de desarrollo y crecimiento (Aranceta, 2010).

El uso de alimentos funcionales en la infancia y adolescencia está más orientado a mejorar el estado de salud y bienestar, y en particular potenciar determinadas funciones, más que a la prevención de enfermedades, sin embargo, es importante tener en cuenta que el desarrollo de los factores de riesgo y enfermedades crónicas que se manifiestan en la edad adulta comienzan a desarrollarse en la infancia. Por lo tanto, la ingesta de nutrientes en esta etapa puede contribuir a prevenir enfermedades que se manifiestan en etapas posteriores (Aranceta, 2010).

Las leguminosas son consideradas como alimentos funcionales, ya que además de sus componentes nutritivos contienen otros componentes biológicamente

activos (factores no-nutritivos) que proporcionan un beneficio para la salud incrementando el bienestar o disminuyendo el riesgo de enfermar.

La incorporación de otras harinas regionales para la fabricación de galletas como alimento de consumo masivo, respaldaría las estrategias mencionadas, ya que las galletas son un buen vehículo para hacer llegar a la población una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo (Cori de Mendoza *et al.*, 2004; Chim Rodríguez, *et al.*, 2003).

Para ello se desea elaborar producto de galletería para convertir un producto chatarra en alimentos sano el cual se le aumentara el porciento de proteínas necesarias ya que esta se encuentran en poca cantidad.

El producto se implementara en desayunos y meriendas según los hábito de los consumidores, ya que lo único que se desea es darle un mejor nutriente como lo son las proteínas las cuales son vitales para ciertas funciones del organismo y dejar un lado el carbohidrato los cuales lo único que causan es daño a la salud por su acumulación en el cuerpo.

En este proyecto se incorporara una harina no convencional proveniente de una leguminosa como lo es el haba para la elaboración de galletas con la finalidad de aumentar en contenido de proteínas para beneficiar a la salud humana, por otro lado se beneficiara al sector productor del haba ya que se aumentara el consumo dándole un valor agregado a su producto por lo tanto este tendrá más beneficio económico para el productor.

1.2 Hipótesis

La incorporación de una harina no convencional proveniente del haba en la elaboración de galletas aumentara el porciento de proteína.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaboración de un producto de galletería a partir de una mezcla de harinas una no convencional como la de haba y otra convencional como la harina de avena con la finalidad de aumentar el contenido de proteínas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el valor nutrimental de las harinas avena, haba, trigo mediante un análisis bromatológico.
- Realizar combinaciones de harinas para la elaboración de galletas.
- determinar el valor nutrimental del producto terminado mediante un análisis bromatológico.
- Determinar la aceptabilidad general del producto mediante pruebas sensoriales así como sabor, color, olor y textura.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Galleta

Es el producto elaborado con harina de trigo, avena, centeno, harinas integrales, azúcares, grasa vegetal y/o aceites vegetales comestibles, agentes leudantes, sal yodada, adicionadas o no de otros ingredientes, y aditivos alimenticios permitidos, los cuales se someten a un proceso de amasado, moldeado y horneado (NMX-F-006-1983).

Estos productos son muy bien aceptados por la población, tanto infantil como Adulta, siendo consumidos preferentemente entre las comidas, pero muchas veces También reemplazando la comida habitual de media tarde. Sus ingredientes son Principalmente harina, azúcar y materias grasas, además de leche y huevos en Algunos casos. Esta composición química declarada o hace suponer que estos Productos constituirían una buena fuente calórica para el hombre y en especial Para el niño (Zuccarelli et al., 1984).

2.1.1 clasificación de galletas

En la actualidad se encuentran en el mercado una gran variedad de galletas, y de igual forma se hallan diferentes formas de clasificarlas; una de las clasificaciones más amplias, es la que abarca a las galletas o crackers de crema, pasando por las galletas sodadas, saborizadas, dulces, semidulces y sándwiches de frutas. Duncan y Manley en 1983 reportaron una forma de clasificar en los siguientes grupos, de acuerdo con la reglamentación técnico sanitaria.

- **Galletas “cracker” de crema.** La forma de elaborar estas galletas es muy sencilla; la receta se basa en harina, grasa y sal, se fermenta con levadura, y se extiende para posteriormente cortar y hornear, la humedad recién se producen la humedad debe estar alrededor del 3 a 4%, lo cual es relativamente alto para esta clase de productos.
- **Galletas o cracker sodadas.** Las galletas sodadas son roseadas con aceite y las de crema espolvoreada con sal. Así mismo se puede mencionar que las galletas sodadas son típicamente cuadradas de 50mm x 50mm y 4mm de espesor, sus bordes son blancos y quebrados después de hornear,

y cada galleta pesa entre 3 y 3.5g con una humedad final de aproximadamente 2.5%

- **Galletas saborizadas** .Las galletas de este tipo se realizan con masas bien tratadas que se modifican con metabisulfito sódico o proteinasa, también se pueden trabajar con procesos de fermentación seguidos de otra etapa de fermentación y laminado como se hace con las galletas sodadas, este tipo de galletas se caracterizan por tener texturas muy delicadas y frecuentemente con mucho esponjamiento conseguido por medio del bicarbonato amónico.
- **Water biscuits y matzos**. Este tipo de galletas se pueden definir como aquellas con las recetas más sencillas debido a que no necesitan de gran cantidad de materias primas en su elaboración, basta con harina y agua para los matzos y la adición de un poco de grasa para los Water biscuit. Los matzos sus formas varían y se pueden encontrar desde formas convencionales redondas hasta formas rectangulares como las galletas de agua o en ocasiones en grandes laminas que se fraccionan según las necesidades del consumidor
- **Galletas dulces Semidulces y sándwiches de frutas**. Este grupo de galletas se caracteriza por contener la estructura de gluten bien desarrollada como otros tipos de galletas, pero menos elástico y más extensible debido al contenido de azúcar y grasa. Las principales características de este grupo de galletas es que tienen una textura abierta y uniforme que las hacen agradables al paladar, la superficie es lisa y tienen un ligero brillo lustre, estas características se consiguen gracias al proceso de cremado de la margarina y un equilibrio durante todo el proceso.
- **Galletas de masa antiglutinante**. La principal característica de este grupo de galletas es que se elaboran con masas cohesivas las cuales cuentan con muy poca elasticidad y extensibilidad; el contenido de grasa y la disolución de azúcar permite que se desarrolle la plasticidad y cohesión de la masa sin necesidad del desarrollo del gluten de la harina de trigo, lo que permite aclarar que la textura de las galletas es atribuida a la gelificación

del almidón y a la sobresaturación de azúcar. Este grupo de galletas tienden a aumentar su tamaño al ser horneadas, en lugar de reducirse como sucede con las cracker y las semidulces.

2.1.2 historia de la galleta

La galleta procede de 10.000 años atrás ,momento en la que se descubrió que una especie de sopa de cereal, sometida a un intenso calor adquiriría una consistencia que permitía transportarla por largas travesías sin que se deteriorara en la trayectoria, así sirvió de alimento en la época de asirios y egipcios(Espín,2011).

El primer alimento que recibió la palabra galleta fue una especie de pan de forma plana y de larga conservación, distribuido entre tripulaciones de buques y grupos de soldados(Herrera,2011).actualmente, con este término nos referimos a una amplia serie de productos alimenticios de variadas formas y sabores ,producidos en casas, panaderías e industrias .algunos estudios e investigaciones realizadas no llevan a que las galletas no tienen mucha,humedad,por lo que son realizadas con harinas, ricas en grasas y azúcar y a su vez un gran contenido de valor energético.

2.1.3 industrialización

La industria de galletas y pastelería industrial nacieron en Inglaterra en 1815 fue la empresa Carr y Cía. La investigadora Carlisle fue la que empezó a aplicar el sistema mecánico y fue así como se construyó durante un largo tiempo un gran imperio por parte de los ingleses (Gianola G. 1980).

2.1.4 ingredientes

Para la elaboración de galletas a nivel industrial, las materias primas son la base de la producción, si no se cuenta con materias primas de óptima calidad, el producto final no cumplirá con las especificaciones deseadas.

Las materias primas básicas para la elaboración de galletas son: harina de trigo, azúcar o jarabes, grasas y aceites, y huevo (claras y yema), que en diferentes cantidades y junto a otros ingredientes en proporciones menores permiten obtener un amplio rango de productos comerciales.

- **Harina de trigo.** La mayoría de galletas se fabrican generalmente con harina de trigo sin gran cantidad de salvado, y pueden tener añadidas pequeñas cantidades de otras harinas o almidones que les ayuda a desarrollar sabores, o propiedades estructurales que las diferencian entre sí (DUNCAN y MANLEY 1983).
- **Azúcares y endulzantes.** El azúcar es conocido químicamente con el nombre de sacarosa y cuya fórmula es $C_{12}H_{22}O_{11}$ pertenece a un grupo de hidratos de carbono llamados disacáridos, es soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol y éter. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. El 27 % de la producción total mundial se realiza a partir de la remolacha y el 73 % a partir de la caña de azúcar (Earl y caverro 2005). El azúcar que se utilice va a realizar efectos importantes sobre la apariencia y el sabor de los productos; dulzor, firmeza, color y conservación (Duncan y Manley, 1983).
- **Grasas y aceites.** son unas de las principales materias primas en la elaboración de galletas y a nivel de importancia ocupan el tercer puesto después de la harina y el azúcar, pero a nivel económico ocupan el primer puesto gracias a su elevado costo de adquisición, aun teniendo varias fuentes para su obtención: animal, vegetal y marino, de diferentes partes del mundo .La diferencia fundamental entre una grasa y un aceite es la temperatura de solidificación, una grasa se solidifica a temperatura ambiente, mientras que un aceite se solidifica a temperaturas bajas (Duncan y manley1983).
- **Huevo (clara y yema).** El huevo es uno de los ingredientes más importantes debido a sus propiedades constituidoras de estructura, su aroma, contribución al color y contenido graso; es muy utilizado por su efecto leudante debido a su capacidad de retención de aire durante el batido con la masa, específicamente en la etapa de mezclado-amasado. En la etapa de cocción éste aire se expande y es retenido por la estructura que

forma la proteína del huevo, es decir la albúmina y las proteínas de la harina, contribuyendo así al esponjamiento del producto final.

- **Otros.** Existe muchos ingredientes menores que pueden ser adicionados a los productos horneados; siendo capaces de modificar la naturaleza física del proceso en algún momento o contribuir a la apariencia, sabor, color, y aroma del producto final.

Los ingredientes menores que desempeñan un papel modificante en cuanto a la textura se refiere, son los esponjantes y emulsionantes. Los primeros aligeran la estructura de los productos horneados liberando pequeñas burbujas en la masa durante la cocción, que producen una estructura abierta y por lo tanto una textura más ligera, entre ellos se puede mencionar el polvo de hornear, el bicarbonato de sodio y el amoníaco. Los emulsionantes son los encargados de modificar la textura, ayudando a una mejor dispersión de la grasa en la masa, para conseguir así una textura cremosa y desmenuzable. Estos compuestos en la alimentación pueden actuar de formas distintas; estabilizando emulsiones de aceite en agua, estabilizando emulsiones de agua en aceite, modificando la cristalización de la grasa, alterando la consistencia de la masa (adhesividad y melificación del almidón por la formación de complejos con el almidón, proteína y azúcares) y lubricando las masas pobres en grasa (DUNCAN Y MANLEY 1983).

2.2 Haba (Vicia faba L)

El principal uso de haba es como leguminosa de grano, pero en varios países, su uso más importante es como hortaliza. Los granos se consumen generalmente cocidos en ensalada y acompañando diferentes platos. Igualmente se consume ocasionalmente la vaina al estado muy inmaduro.

El haba se conoce desde la época de los antiguos romanos, quienes la usaban para consumo tanto humano como animal. Se afirma que Asia sería la región de origen de la variedad minor, mientras que la variedad mayor procedería del norte

de África. Actualmente esta leguminosa se halla distribuida por todos los continentes (Terranova 1995).



Figura 1. Imagen de haba seca en grano.

2.2.1 Propiedades

El consumo de alimentos de origen vegetal se ha asociado con la prevención de ciertas enfermedades crónicas como cataratas, enfermedades vasculares y diversos tipos de cáncer.

Las habas contienen:

- Vitaminas: C, A, E, B1, B2.
- Minerales: Potasio, Fósforo, Sodio, Calcio
- Otros: anti-oxidantes, lecitina, colina, Hidratos de Carbono, Proteínas, muchas Calorías, Fibra, Beta caroteno, antioxidantes.

2.2.2 Composición Química

Las habas son ricas en carbohidratos y proteínas. A medida que maduran endurecen y ganan en almidón, a continuación se muestra la composición química del haba:

Cuadro 1. Composición química del haba

composición química			
	UNIDAD	haba verde	haba seca
Agua	%	65.7	14.0
Proteínas	%	9.9	23.1
Grasa	%	0.3	1.8
carbohidratos	%	18.3	49.8
Fibra	%	4.5	8.4
Cenizas	%	1.3	2.9
otros componentes			
Calcio	Mg	50.00	90.00
Fosforo	Mg	190.00	420.00
Hierro	Mg	20.00	4.90
Tiamina	Mg	0.29	0.61
Riboflavina	Mg	0.15	0.17
Niacina	Mg	1.6	2.50
ácido ascórbico	Mg	20.00	2.00
Calorías	Mg	130	297

Fuente: Enciclopedia TERRANOVA (1995), Tomo 2.

2.3 Harina de trigo

Los trigos de endospermo suave o blando y gluten débil son requeridos en la industria galletera y de repostería estos trigos deben poseer un contenido de proteína menor a los del trigo empleados para panificación (Pena y col.1997).

La harina es el principal componente en la elaboración de toda clase de productos de pastelería y galletería, entre las harinas más empleadas, la primordial es siempre la de trigo (Gianola G. ,1980).

La harina de trigo se obtiene de la molienda de este por sistemas de fragmentación gradual que buscan separar lo más puramente posible el endospermo de las envolturas externas y del embrión. Las harinas empleadas para galletería deben ser débiles y de escaso contenido proteico, teniendo sus proteínas una buena extensibilidad, el contenido proteico debe estar alrededor de 8.5% o inferior para algunas formulaciones, en las que se busca que la masa de las galletas sea muy extensible (Rankem, 1993).

2.3.1 Composición nutrimental

Cuadros 2. Composición nutrimental de la harina de trigo por cada 100 g.

Composición nutrimental	100g de harina de trigo
Valor energético (Kcal)	347
Hidratos de carbono(g)	73,1
Proteínas (g)	10,36
Grasa (g)	0,76
Agua(g)	13
Fibra(g)	-
Ácido fólico	0,2
Calcio (mg)	16,6
Sodio (mg)	-
Hierro(mg)	3
Vitamina c(g)	26
Fosforo(g)	89
Tiamina o Vit B1 (mg)	0,63
Riboflavina o vit B2(mg)	0,13
Niacina(mg)	1

Fuente.calaveras.1996

2.4 Avena (*Sativa L*)

La avena puede encontrarse en los cereales más ampliamente cultivados en América y Europa, y se adapta más a diferentes tipos de suelos técnicas de suelo y rugores de clima que en la mayoría de los cereales (Ochoa, 2012).

Es una planta de raíces reticulares, potentes y más abundantes que el resto de los cereales. Su tallo es grueso y recto con poca resistencia al vuelco, su longitud puede variar de 50 cm a un metro y medio. Sus hojas son planas y alargadas, con un limbo estrecho y largo de color verde oscuro. Sus flores se presentan en espigas de dos o tres de ellas (Ochoa, 2012).

La avena es un cereal que contiene de 2-3 veces más grasa que el trigo pero su contenido proteico es muy similar (Padilla, 2001)

2.4.1 composición nutrimental

Cuadro 3. Composición nutrimental de la avena por cada 100 g.

composición nutrimental	100g de avena
Humedad	10.7 g
Calorías	384.0 Kcal
proteínas	12.1 g
Grasa	7.7g
carbohidratos	68.0 g
Fibra	1.7 g
Ceniza	1.5 g
Calcio	55.0 mg
Fosforo	348.0 mg
Hierro	4.6 mg
Carotenoide	0.01 mg
Tiamina	0.64 mg
Riboflavina	0.09 mg
Niacina	0.87 mg
A. Ascórbico	0.0 mg

Fuente. Tabla de composición de alimentos, 2009

2.4.2 Harina de avena

La harina de avena producto resultante de la molienda del grano de avena; maduro, limpio, entero y seco de la especie Avena sativa, L; y que además está libre de sus envolturas celulósicas (NOM-247-SSA1-2008).

La harina de avena está cada vez más introducida en los hogares de quienes se preocupan por una buena alimentación. Ya que proviene de un cereal muy completo con el que preparamos panes, bizcochos, magdalenas o galletas.

2.4.2.1 Composición química

Cuadro 4 .composición química de la harina de avena por cada 100 g.

Nutriente	Cantidad
Energía	44
Proteínas	1.40
Grasa total(g)	0.90
Colesterol(mg)	0
Glúcidos	8
Fibra(g)	0.80
Calcio(Mg)	5
Hierro(mg)	0.50
Yodo(µg)	-
Vitamina A(mg)	-
Vitamina C(mg)	-
Vitamina E(mg)	0.2
Folato(µg)	5

Fuente. Composición nutricional.com, s.f.

2.5 Azúcar y sustitutos

El azúcar es un elemento que se encuentra mucho en la naturaleza, todos los cereales contienen azúcar así como otros diversos elementos que constituyen la alimentación del hombre (Gianola G.1980).

Se afirma que el azúcar sirve como sustrato de las galletas durante el horneado y en la suavidad del producto cuando se emplea conjuntamente con la grasa. Aportan sabor e interviene en la extensión de la masa según su granulación (MANLEY ,1989).

2.5.1 Azúcar común

El azúcar es conocido químicamente con el nombre de sacarosa y cuya fórmula es $C_{12}H_{22}O_{11}$ pertenece a un grupo de hidratos de carbono llamados disacáridos, es soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol y éter. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. El 27 % de la producción total mundial se realiza a partir de la remolacha y el 73 % a partir de la caña de azúcar (Earl y Cavero 2005).

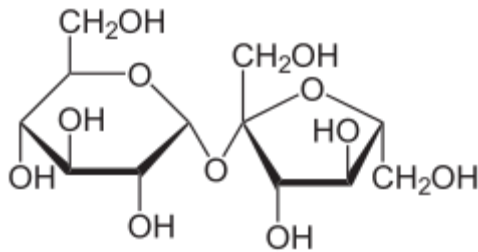


Figura 2. Imagen de la estructura química de la sacarosa

2.5.1.1 Caña

Azucarera (*Saccharum officinarum* L)

Es una gramínea tropical perenne con tallos gruesos y fibrosos que pueden crecer entre 3 y 5 metros de altura. Éstos contienen una gran cantidad de sacarosa que se procesa para la obtención de azúcar. La caña de azúcar es uno de los cultivos agroindustriales más importantes en las regiones tropicales. Esta se cultiva en los climas tropicales y subtropicales, desarrollándose mejor en climas calientes y con mucha exposición solar. Generalmente se cultiva a una altura entre los 0 y 1000 msnm. Requiere de un clima húmedo caliente, alternando con períodos secos y temperaturas entre los 16 y 30 grados centígrados (James Duke 1983).

El principal producto del cultivo de caña ha sido comúnmente el azúcar. En este caso, el azúcar y el etanol se consideran coproductos. El volumen de azúcar variará según la materia prima utilizada en la fabricación de etanol. Con miel pobre se pueden obtener 112 kg de azúcar por tonelada de caña, mientras que con miel rica 92 kg, aunque esos valores dependen del nivel de sacarosa de la caña (SENER/BID/GTZ ,2006).



Figura 3. Imagen de la caña azucarera del estado Veracruz.

2.5.1.2 Remolacha azucarera (*Beta vulgaris*)

Las principales zonas de cultivo de remolacha azucarera en España están en Castilla y León, Andalucía, País Vasco, La Rioja y Navarracarera.

La remolacha (*beta vulgaris*), también conocida como acelga blanca en el país de España ;betarava,betarraga y betabel, en otro países ,es una planta de la familia de las amarantaneas.es una hortaliza rica en vitaminas y minerales tales como: Vitamina A ,Vitamina C, Complejo B ,Acido folico,Magnesio,Hierro, fosforo ,Fibra y potasio.

2.5.2 Estevia

La Stevia *rebaudiana* es una planta originaria del Sudeste de Paraguay, miembro de la familia de las asteráceas, conocida como “hoja dulce”. Es un arbusto perenne que puede alcanzar 65 a 80 cm, pero que cultivadas pueden llegar hasta 1,0 m de altura, sus hojas lanceoladas tienen aproximadamente 5 cm de longitud y

2 cm de ancho y se disponen alternadas, enfrentadas de dos en dos (Kujur RS y col ,2010).



Figura 4. Imagen de la planta de stevia *rebaudiana* originaria de Brasil y Paraguay.

2.5.2.1 Componentes de la stevia

En 1997 Ngowata purificó el extracto de Estevia obteniendo un Esteviósido, un polvo blanco y altamente higroscópico, por lo cual hay que mantenerlo en un envase hermético para evitar la humedad. En la producción a gran escala se utiliza el mismo método anterior, salvo para el paso final que genera productos secos mediante el uso de una secadora en aerosol. Los investigadores informaron que de 3000 g de Estevia se podía producir 101,5 g de polvo fino de color amarillo de Esteviósido.

Los extractos de la Stevia rebaudiana se utilizan como edulcorante natural o en suplementos dietéticos por su contenido de glucósidos: Esteviósido y rebaudiósido con características químicas y farmacológicas adecuadas para su uso en la alimentación humana. Los principios de la Stevia rebaudiana se deben a sus componentes naturales activos presente en las hojas que son el Esteviósido y rebaudiosidos A, B, C, D y E; Dulcósido A, y Esteviolbiósido. El Esteviósido tiene un ligero sabor amargo y proporciona 250 a 300 veces el dulzor del azúcar común (Kolb N y col ,2001).

2.5.2.2 Composición química

Las hojas de la planta silvestre de Estevia contienen 0,3% Dulcósido, 0,6% Rebaudiósido C, 3,8% Rebaudiósido A y el 9,1% de Esteviósido. Las hojas frescas

de Estevia contienen una gran cantidad de agua (80 a 85%); a parte de los componentes antes mencionados (glucósidos), estas contienen ácido ascórbico, β -caroteno, cromo, cobalto, magnesio, hierro, potasio, fósforo, riboflavina, tiamina, estaño, zinc, etc. Entre los productos químicos encontrados están la apigenina, austroinilina, avicularin, β -sitoesterol, ácido caféico, campesterol, cariofileno, centaureidin, ácido clorogénico, clorofila, kaempferol, luteolina, quercetina, estigmasterol, entre otras (Sharma y cols,2006).

2.5.2.3. Marcas comerciales

La stevia se vende bajo las marcas comerciales Truvia y PureVia, Truvia ambos contienen eritritol, un azúcar-alcohol bajo en calorías. Un paquete de Truvia (3.5 gramos) contiene 3 gramos de eritritol, y "sabores naturales" cuya composición química no es revelada.

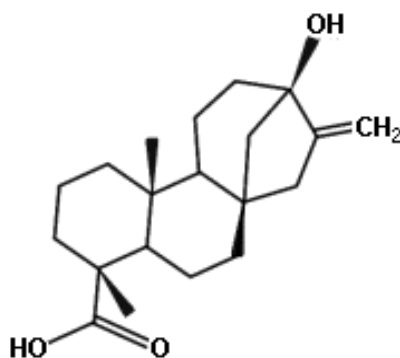


Figura 5. Imagen de la estructura química del esteviol

2.5.3 Esplenda

El dulzor de alta calidad de la sucralosa (edulcorante de marca splenda) fue descubierto a consecuencia del programa de investigación conducido durante los años 70 en (1976) con ayuda de Hough & de Tate; PLC de Lyle, demostraron que la cloración selectiva del azúcar podría dar lugar a compuestos intensamente dulces. Este descubrimiento llevo una serie de estudios que exponen eventualmente a la sucralosa (1,6-dicloro-1,6 dideoxi- β -D-fructo-furanosil-4 -cloro-4-deoxi- α -D-galactopiranosido) como el edulcorante más prometedor. La cloración

selectiva de la molécula de la sacarosa produjo notable cambios de intensidad del dulzor y la estabilidad de la sacarosa, sin comprometer el sabor (Physchim62 2007 y Goldsmith et al.2011).

2.5.3.1 Características de la sucralosa

- La sucralosa tiene un gusto dulce agradable similar a la sacarosa y no tiene ningún sabor residual desagradable
- es un polvo blanco, cristalino, no higroscópico, de flujo libre, es altamente soluble en agua, etanol y tiene efecto insignificante sobre el pH de soluciones.
- La viscosidad de las soluciones de sucralosa es similares a la del azúcar, ejerce poca tensión superficial.
- La cloración de la sacarosa en las posiciones 1 y 6 de la mitad de la fructosa y la cloración de la posición 4 invertida respecto a la mitad de la glucosa causa estabilidad notable del sucralosa.
- El acoplamiento glucosídico resultante del sucralosa es más resistente a la hidrólisis acida y enzimática que la sacarosa. La resistencia del enlace glucosídico es responsable de la inhabilidad de la especie mamífera de digerir la molécula y metabolizarla como fuente de energía, por lo tanto, la sucralosa es no calórica.

(Physchim62 2007 y Goldsmith et al.2011).

- Es aproximadamente 600 veces más dulce que la sacarosa (azúcar común)

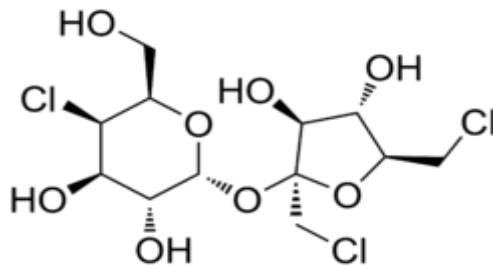


Figura 6.estructura química de la sucralosa

2.6 Grasa

Las grasas son los ingredientes esenciales en galletas, se considera como mejorador de textura, haciéndola suave, ablanda la masa, dando como resultado un producto de textura blanda y suave al paladar (GIANOLA, 1985).

2.6.1 Margarina

En la industria galletera las grasas que se utilizan son las margarinas debido a que ellas proporcionan las especificaciones deseadas; una de las principales características que brinda la margarina es la formación de una textura cremosa, que permite obtener una textura blanda, agradable y desmenuzable, la cual se forma gracias a que no permiten el desarrollo del gluten a partir de la proteína de la harina, inclusive si la margarina se encuentra en cantidades suficientes esta crea una emulsión con el agua impidiendo que tenga contacto con la proteína de la harina para evitar el desarrollo del gluten, obteniendo así una galleta de textura mantecosa y desmenuzable (DENDY y DOBRASZCZYK 2004).

2.7 Leche y agua

El agua se considera como material de unión impartiendo tenacidad a la estructura e interviniendo directamente en la formación de gluten. La leche y sus derivados son usados para mejorar el color, absorción de agua y las propiedades del control del esparcimiento y sabor en los productos horneados, también permite que los leudantes reaccionen y produzcan dióxido de carbono (MANLEY, 1989).

2.8 Polvo para hornear

Es un agente leudante químico el sabor de la mayoría de productos horneados depende en gran parte de su capacidad porosa y ligera, el grado de expansión de la masa y de la elasticidad y capacidad de retener gas de líquido y harinas, igualmente es importante la capacidad del gas para inflar la masa elástica (Llerena, 2010)

Es conocido como leudante químico, está compuesto de bicarbonato de sodio, fosfato mono cálcico, pirofosfato de sodio y almidón, es muy popular y útil posee un aspecto de polvo fino de color blanco.

2.8.1 Funciones

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

(Llerena, 2010)

2.9 Composición nutrimental proximal en cereales y leguminosas

2.9.1 Composición nutrimental proximal en distintos granos de cereales

Cuadro 5. Composición nutrimental proximal de distintos granos de cereales por cada 100g.

Especie	Humedad (g/100g)	proteína (g/100g)	hidratos de carbono(g/100g)	grasa (g/100g)	fibra (g/100g)	Ceniza (g/100g)
Trigo	14	12.7	56.9	2.2	12,6	1.6
Arroz	11.8	6.4	74.3	2.4	3.5	1.6
Maíz	12	8.7	62.4	4.3	11	1.6
Avena	8.9	12.4	60.1	6.4	10.3	1.9
Centeno	15	8.2	58.9	1.5	14.6	1.8
Cebada	11.7	10.6	56.1	1.6	17.3	2.7
Sorgo	14	8.3	59.3	3.1	13.8	1.5
Mijo	13.3	5.8	66.3	4,6	8.5	1.5

Fuente. Gil Hernández A. 2010

2.9.2 composición nutrimental proximal de leguminosas

Cuadro 6 .composición química proximal de leguminosas por cada 100 g

Especie	Proteína (%)	Grasa (%)	CH2O	Fibra (%)	Ceniza (%)
Tarwi(<i>lupinus mutabilis</i>)	44.3	16.5	28.2	7.1	3.3
Cacahuete(<i>arachis hipogaea</i>)	25.3	43.4	23.4	3.3	2.5
Soya(<i>glycine max</i>)	38.0	18.0	31.3	4.8	4.7
Frijol (<i>phaseolus vulgaris</i>)	22.1	1.7	61.4	4.2	3.8
Haba (<i>vicia faba</i>)	23.4	2.0	60.2	7.8	3.4
Chícharo(<i>pisum sativum</i>)	22.5	1.8	62.1	5.5	2.5

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materias primas para la elaboración de galletas.

Las cantidades empleadas en la elaboración de galletas se basaron en una receta de cocina la cual se fue adecuando hasta obtener la formulación final.

Todas las materias primas fueron adquiridas en centros comerciales en Saltillo.

- Harina de trigo La perla
- Harina de avena integral Granvita
- Harina de haba, para esto el haba fue molida en un molino marca Thomas-WILEY, modelo 4 para obtenerla en forma de harina.
- Mantequilla Primavera,
- Azúcares: común, splenda, stevia.
- Huevo
- Polvo para hornear
- Leche entera Lala
- Canela en polvo
- Esencia de vainilla

3.2 Materiales y equipo para la elaboración de galletas.

- Horno marca Flamineta Modelo Premiere
- Balanza Scout Pro SP601 OHAUS
- Recipiente de plástico
- Cuchara
- Molde para galletas
- Charola de aluminio
- Papel encerado
- Probeta de 10 ml
- Rodillo de madera

3.3 Materia y equipo para realizar análisis bromatológico de las harinas y galletas elaboradas.

- Estufa de secado marca Thelco modelo 27
- Crisoles de porcelana a peso constante
- Pinzas para crisol
- Desecador con silica gel
- Balanza analítica Explorer OHAUS
- Mufla marca Thermolyne
- Espátulas de acero inoxidable
- Tubo de ensayo
- pipeta de volumen variable marca CTR 2 – 20 ul
- Gradilla para tubo de ensayo
- Embudos
- Gradilla para embudos
- Matraz Erlenmeyer de 50 ml
- Imán
- Agitador magnético marca Fisher
- Tela de lino
- pipeta de volumen variable (Marca Transferpette digital 100 – 1000 ul)
- espectrofotómetro (Marca Thermo Spectronic)
- extractor soxhlet (sifón, refrigerante, manta de calentamiento)
- cartucho poroso de celulosa
- algodón
- matraz redondo de fondo plano boca esmerilada
- pinzas para matraz Erlenmeyer
- parilla eléctrica del aparato Kjeldhal
- papel filtro
- matraz Kjeldhal de 800 ml
- perlas de vidrio
- aparato macrokjeldhal marca labconco
- matraz Erlenmeyer de 500 ml

- bureta de 50 ml
- aparato de reflujo marca labconco
- vaso de berzelius de 600 ml

3.4 Reactivos

- Agua destilada
- Éter de petróleo
- Ganadillas de zinc
- Ácido bórico al 4%
- Catalizador mezcla reactiva de selenio
- Indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol)
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido sulfúrico 0.116801 N
- Ácido sulfúrico 0.1028277
- Hidróxido de sodio al 45%
- Solución ácido sulfúrico 0.225 N ó al 25 %
- Solución de hidróxido de sodio 0.313 N ó al 25 %

3.5 Sección experimental I: análisis bromatológico de las tres harinas

El análisis bromatológico de las harinas, se realizó en el laboratorio de nutrición animal de la universidad autónoma agraria Antonio de Saltillo, ubicada en la calzada Antonio narro 1923, Buenavista saltillo ,Coahuila ,México.

Para los tres tipos de harina se realizó el análisis bajo 3 repeticiones ,se determinó; materia seca total, minerales ,azucres totales, proteína ,grasa y fibra cruda de acuerdo a los Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos, AOAC por sus siglas en inglés 1990.

3.5.1 Determinación de materia seca total

Se utilizaron crisoles a peso constante de la estufa que esta de 100-103 °c los cuales fueron colocados durante 12 horas para mantenerlos constantes, se tomaron 9 crisoles identificados con números , se colocaron dentro de un desecador durante 15-20 minutos hasta enfriarse, posteriormente se pesan en una balanza analítica y se registra el peso. Enseguida se le agregan 2 gramos de

muestra se meten a la estufa por 24 horas se enfrían de 15-20 minutos en un desecador por último se pesan los crisoles con muestra y se calculan los datos.



Figura 7. imagen de muestras de materia seca total de las harinas.

Fórmula para los Cálculos

$$\% \text{Materia Seca Total} = \frac{\text{peso crisol con muestra seca} - \text{peso crisol solo}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

$$\% \text{Humedad} = 100 - \% \text{MST}$$

3.5.2 Determinación de minerales

Una vez de a haber terminado con la materia seca total, los crisoles con muestra seca se pre-incineran en parrillas eléctricas hasta que deje de sacar humos posteriormente se pasa a mufla a 600 °C por un período de 2-3 horas, enseguida se enfrían en un desecador por 15 minutos y por último se pesan en balanza analítica.

Fórmula para determinar los cálculos

$$\% \text{ ceniza} = \frac{\text{peso del crisol con cenizas} - \text{peso del crisol solo}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

3.5.3 Determinación de proteínas método macrokjeldhal

Se pesó un gramo de muestra y se envolvió con papel de celulosa enseguida se pasó a un matraz kjeldhal de 500 ml previamente identificado, se le agregan 4 perlas de vidrio para que este en constante ebullición, se le colocó una cucharada

de mezcla reactiva de selenio, se le adicionó 30 ml de ácido sulfúrico concentrado y se conectó en el digestor macrokjeldhal hasta digerir a un color cristalino.

Se dejó enfriar el matraz, se colocó debajo del chorro de agua de llave, agregándole 300ml de agua destilada. En un matraz Erlenmeyer de 500ml se le agrego 50ml de ácido bórico al 4%, 4 gotas de indicador mixto y se colocó la manguera de la parte destiladora dentro se colocó por las paredes del matraz kjeldhal 100 ml de hidróxido al 45%, se añadió cuatro granadillas de zinc y posteriormente se conectó en la parte destiladora del kjeldhal hasta recibir 250 ml del destilado, se dejó enfriar, se tituló con ácido sulfúrico 0.116801 N.

Fórmula para determinar los cálculos

$$\% \text{Nitrógeno} = \frac{(ml \text{ gastados de la muestra} - ml \text{ blanco})(normalidad del ácido)(0.014)}{g \text{ de muestra}} \times$$

100

$$\% \text{ proteína} = (\%N) (\text{factor de conversión})$$

Factores de conversión

Se utilizó el factor de conversión de proteína de acuerdo a cada tipo de harina ya que para todas no es el mismo; en la harina de avena 5.85, trigo 5.70 y para el haba 6.25.

3.5.3 Determinación de grasa

Se pesaron 4 gramos de muestra seca sobre papel filtro, se depositó en un cartucho poroso de celulosa previamente identificado y se cubrió con algodón, enseguida se sacaron matraces bola fondo plano de la estufa que estaban a peso contante, se dejó enfriar por 20 minutos en un desecador, se pesaron.

A lo matraces bola se adiciono hexano hasta la mitad , se acoplaron al refrigerante del dispositivo Soxhlet y el cartucho se depositó en el sifón.se realizo la extracción por un periodo de 8 horas para desengrasar al finalizar la extracción

se retira el cartucho del sifón y se recupera el solvente ,posteriormente se retiran los matraces bola ,se coloca en la estufa de 100-103°C por un periodo de 12 horas transcurrido el tiempo se sacan, se enfrían en un desecador por 15 minutos finalmente se pesan y se calcularon los datos.

Fórmula para determinar los cálculos

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{peso de matraz con grasa} - \text{peso del matraz solo}}{g \text{ de muestra}} \times 100$$

3.5.4 Determinación de fibra cruda

Se pesaron 2 gramos de muestra desengrasada, se colocaron en vaso de berzelius, se agregó 100ml de solución de ácido sulfúrico 0.225 N y el vaso se conectó al aparato de reflujo por un periodo de 30 minutos contados a partir de q empezó a hervir, transcurrido el tiempo se sacaron y se filtraron a través de una tela de lino, se lavó con 3 porciones de 100ml de agua caliente.

Se pasó la fibra que quedo en el lino al vaso de berceliun con 100ml de solución de hidróxido de sodio 0.313 N y se conectó al aparato de reflujo por 30 minutos ,transcurrido el tiempo se sacó, se filtró a través de lino ,se lavó con 3 porciones de agua caliente ,se escurrió el exceso de agua presionando la tela lino ,se retiró la fibra con una espátula ,se depositó en crisoles de porcelana previamente identificados y se colocaron a peso constante en la estufa de 100-103 °c por 12 horas ,transcurrido el tiempo se sacaron los crisoles se enfriaron en un desecador por 15 minutos ,se pesaron y se llevaron a las parrillas eléctricas para pre incinerar la muestra, posteriormente se metieron ala mufla a 600°C por 3 horas transcurrido el tiempo se sacaron, se enfriaron en desecador por 20 minutos, finalmente se pesaron .

Fórmula para determinar los Cálculos

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{\text{peso crisol con fibra seca} - \text{peso crisol fibra cenizas}}{g \text{ nuestra}} \times 100$$

3.5.6 Determinación de azúcares totales

Preparación de muestra

se pesó 1g de muestra, se le agregó 40 ml de agua destilada, se agitó por 20 minutos, se filtró con papel y el filtrado se recibió en un tubo sobre hielo para evitar que la muestra se oxide, se adicionó 1 ml de muestra, se temperizó 1 minuto (poner sobre hielo).

Se adicionaron 2 ml de fenol sulfúrico lentamente por las paredes del tubo, esto es para que la muestra no se queme, se agitó en el baño de hielo los tubos, en el proceso de la agitación se formó una coloración no muy alta y si hubiera sido de alta concentración se necesitaría hacer diluciones. Se colocó a baño maría a ebullición por 5 minutos, se enfrió a temperatura ambiente y se leyó la absorbancia a 480 nm.

Curva patrón para la determinación de azúcares totales

Se realizó una curva con un rango de 0.2 a 1 g/L

Se preparó una solución madre de 0.01 g de sacarosa y se disolvió en 10 ml de agua destilada.

Para la preparación de la curva se siguió la técnica, que se describe a continuación:

Cuadro 7. diluciones de solución madre

Tubo	0	1	2	3	4	5
Solución madre	0 ml	0.2 ml	0.4 ml	0.6 ml	0.8 ml	1 ml
Agua destilada	1 ml	0.8 ml	0.6 ml	0.4 ml	0.2 ml	0 ml
Fenol Sulfúrico	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml

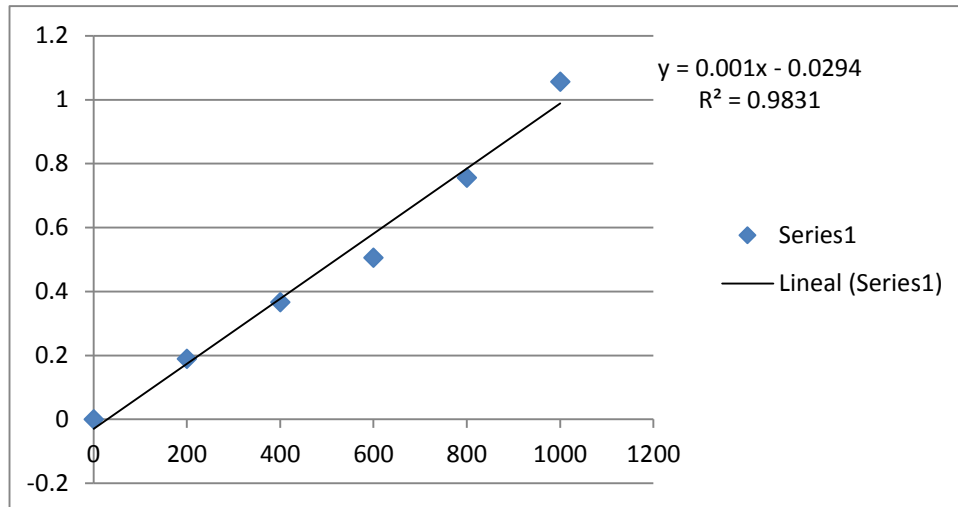


Figura 8.Desviacion estándar de sacarosa que fue utilizar en el análisis de harinas

3.6 Sección experimental II: determinación de combinación de porcentaje de harinas; formulación y desarrollo de las galletas.

La elaboración de las galletas del presente investigación, se realizó en el laboratorio de nutrición animal de la universidad autónoma agraria Antonio de saltillo, ubicada en la calzada Antonio narro 1923, Buenavista saltillo, Coahuila, México

3.6.1 Selección de Porcentaje de combinación de harinas

Para definir el porcentaje de la combinación de harinas a utilizar, se realizó previamente un análisis bromatológico de las mismas, y así se determinaron las porciones para cada una de las formulaciones con la finalidad de ver el efecto nutricional de la harina de haba.

3.6.2 Formulaciones para elaboración de galletas

Para la elaboración se utilizaron 3 tipos de azúcar la cuales son: splenda, stevia y la común para cada una se realizaron 5 formulaciones en las cuales la harina de avena fue una constante ya que se encuentra presente siempre a una proporción de 60 g.

Cuadro 8. Ingredientes para la elaboración de galleta con azúcar splenda

Ingredientes	0% h. de	25%h. de	50%h. de	75% h. de	100%h. de
	haba	haba	haba	haba	haba
	T1	T2	T3	T4	T5
Harina de haba (g)	-	15	30	45	60
Harina de trigo (g)	60	45	30	15	-
Harina de avena (g)	60	60	60	60	60
Azúcar (g)	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82
Margarina (g)	30	30	30	30	30
Huevo (ml)	25	25	25	25	25
Leche (ml)	6	6	6	6	6
Polvo para Hornear (g)	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Vainilla (ml)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Cuadro 9.ingredientes para elaboración de galletas con azúcar stevia

Ingredientes	0% h. de	25% h.	50% h. de	75% h.	100% h.
	haba	de haba	haba	de haba	de haba
	T6	T7	T8	T9	T10
Harina de haba (g)	-	15	30	45	60
Harina de trigo (g)	60	45	30	15	-
Harina de avena (g)	60	60	60	60	60
Azúcar (g)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
Margarina (g)	30	30	30	30	30
Huevo (ml)	25	25	25	25	25
Leche (ml)	6	6	6	6	6
Polvo para hornear (g)	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Vainilla (ml)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Cuadro 10.ingredientes para elaboración de galletas con azúcar normal.

Ingredientes	0% h. de	25%h. de	50% h. de	75%h. de	100% h. de
	haba	haba	haba	haba	haba
	T11	T12	T13	T14	T15
Harina de haba (g)	-	15	30	45	60
Harina de trigo (g)	60	45	30	15	-
Harina de avena (g)	60	60	60	60	60
Azúcar (g)	30	30	30	30	30
Margarina (g)	30	30	30	30	30
Huevo (ml)	25	25	25	25	25
Leche (ml)	6	6	6	6	6
Polvo para hornear (g)	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Vainilla (ml)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

3.6.3. Proceso de elaboración para galletas

1. Recepción de materias primas

Se adquirieron todas las materias primas necesarias para elaboración las cuales se enlistan enseguida:

- Harinas :avena, trigo ,haba
- Margarina primavera
- Azucares:splenda,stevia y normal
- Huevo
- Polvo para hornear
- Leche
- Esencia de vainilla



Figura 9.imagen materias primas utilizadas en el proceso de elaboración de galletas.

2. Dosificado

Una vez adquirida la materia prima, se procedió a pesar las harinas y cada uno de los ingredientes de acuerdo a cada una de las formulaciones establecidas de acuerdo a los cuadros 8,9 y 10. Para pesar se utilizó una balanza de 200 g.



Figura 10. Imagen de materias primas posteriormente pesadas.

3. Cremado

Consistió en un batido en donde primero se colocó la margarina en un recipiente hondo de plástico, posteriormente se le agrego poco a poco el azúcar, el huevo previamente homogenizado y la esencia de vainilla esto se realizó durante un tiempo en minutos hasta obtener una mezcla suave (crema).

4. Mezclado

Se mezclaron todas las porciones de las diferentes harinas en este caso harina de haba, trigo, avena junto con el polvo para hornear previamente realizada la mezcla se le agrego la crema y los 6 ml de leche hasta obtener una masa.

5. Laminado

Una vez obtenida la masa se procedió al laminado en el que consistió en colocar la masa en una superficie plana sobre un papel encerado enharinado y con ayuda de un rodillo de madera se formó una lámina con un determinado espesor.

6. Moldeado

Después de obtener el laminado con ayuda de un molde de plástico se procedió a cortar la lámina en figuras de forma redonda.

7. Reposo

Terminado el moldeado, las figuras de masa se colocaron sobre una charola de aluminio con una base de papel encerado donde se dejó 5 minutos en reposo previos al horneado.



Figura11. Imagen de reposo de la masa previa al horneado.

8. Horneado

Se realizó el horneado en una estufa con horno, a una temperatura de 180 °C durante un tiempo de 25 minutos hasta obtener el cocimiento.



Figura 12 .imagen de las galletas obtenidas después del horneado.

9. Enfriado

Al término del horneado de las galletas la charola se sacó y finalmente se dejó enfriar al medio ambiente.



Figura 13. Imagen de galletas con azúcar normal a diferentes formulaciones.

3.7 Sección experimental III.análisis bromatológico de galletas desarrolladas

El análisis bromatológico de las galletas desarrolladas, se realizó en el laboratorio de nutrición animal de la universidad autónoma agraria Antonio de Ssaltillo, ubicada en la calzada Antonio narro 1923, Buenavista saltillo, Coahuila, México.

Para las 15 formulaciones de galletas se realizó el análisis bajo 2 repeticiones ,se determinó; materia seca total, cenizas ,azucres totales, proteína ,grasa ,carbohidratos ,contenido calórico y fibra cruda de acuerdo a los Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos, AOAC por sus siglas en inglés 1990.

3.7.1 Determinación de materia seca total

Se utilizaron crisoles a peso constante de la estufa que esta de 100-103 °C los cuales fueron colocados durante 12 horas para mantenerlos constantes, se tomaron 9 crisoles identificados con números , se colocaron dentro de un desecador durante 15-20 minutos hasta enfriarse, posteriormente se pesan en una balanza analítica y se registra el peso. Enseguida se le agregan 2 gramos de muestra se meten a la estufa por 24 horas se enfrían por 15-20 minutos en desecador por último se pesan los crisoles con muestra y se calculan los datos.



Figura 14.imagen de las muestras de galletas totalmente seca.

Fórmula para determinar los Cálculos

$$\% \text{Materia Seca Total} = \frac{\text{peso crisol con muestra seca} - \text{peso crisol solo}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

$$\% \text{Humedad} = 100 - \% \text{MST}$$

3.7.2 Determinación de minerales

Una vez de a haber terminado con la materia seca total, los crisoles con muestra seca se pre-incineran en parrillas eléctricas hasta que deje de sacar humos posteriormente se pasa a mufla a 600 °C por un período de 2-3 horas, enseguida se enfrían en un desecador por 15 minutos y por último se pesan en balanza analítica.



Figura 15 .Imagen de crisol con cenizas

Fórmula para determinar los Cálculos

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{peso del crisol con cenizas} - \text{peso del crisol solo}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

3.7.3 Determinación de proteínas método macrokjeldhal

- **Digestión**

Se pesó un gramo de muestra y se envolvió con papel de celulosa enseguida se pasó a un matraz kjeldhal de 500 ml previamente identificado, se le agregan 4 perlas de vidrio para que este en constante ebullición, se le colocó una cucharada

de mezcla reactiva de selenio, se le adiciono 30 ml de ácido sulfúrico concentrado y se conectó en el digestor macrokjeldhal hasta digerir a un color cristalino.



Figura 16. Imagen de la digestión de proteína de galletas

- **Destilación**

Se dejó enfriar el matraz, se colocó debajo del chorro de agua de llave, agregándole 300ml de agua destilada. En un matraz Erlenmeyer de 500ml se le agregó 50ml de ácido bórico al 4%, 4 gotas de indicador mixto y se colocó la manguera de la parte destiladora dentro. se colocó por las paredes del matraz kjeldhal 100 ml de hidróxido al 45%, se añadió 4 granadilla de zinc y posteriormente se conectó en la parte destiladora del kjeldhal hasta recibir 250 ml del destilado.



Figura 17. Imagen de la destilación de proteínas de galletas

- **Titulación**

Se tituló con ácido sulfúrico 0.1028277 N.

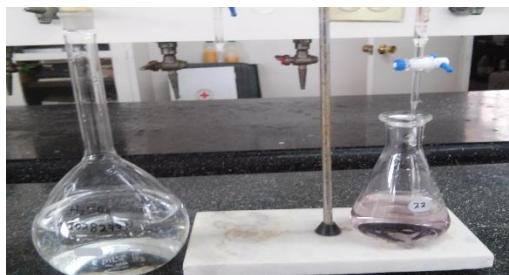


Figura 18. Imagen de titulación en proteínas de galletas

Fórmula para determinar los Cálculos

$$\% \text{Nitrógeno} = \frac{(ml \text{ gastados de la muestra} - ml \text{ blanco})(normalidad del ácido)(0.014)}{g \text{ de muestra}} \times 100$$

100

$$\% \text{ Proteína} = (\%N) (\text{factor de conversión})$$

Factores de conversión

Se obtuvo calculándolo de acuerdo a cada porcentaje de combinación de harina que se utilizó en cada formulación de galletas

Cuadro 11. factores de conversión de harina de trigo, avena y haba

Harina	Factor de conversión
Trigo	5.70
Avena	5.83
Haba	6.25

3.7.4 Determinación de grasa

Se pesaron 4 gramos de muestra seca sobre papel filtro, se depositó en un cartucho poroso de celulosa previamente identificado y se cubrió con algodón, enseguida se sacaron matraces bola fondo plano de la estufa que estaban a peso contante, se dejó enfriar por 20 minutos en un desecador, se pesaron. A lo matraces bola se adiciono hexano hasta la mitad , se acoplaron al refrigerante

del dispositivo soxhlet y el cartucho se depositó en el sifón. se realizó la extracción por un periodo de 8 horas para desengrasar al finalizar la extracción se retira el cartucho del sifón y se recupera el solvente posteriormente se retiran los matraces bola ,se coloca en la estufa de 100-103°C por un periodo de 12 horas transcurrido el tiempo se sacan, se enfrían en un desecador por 15 minutos finalmente se pesan y se calcularon los datos.



Figura 19. Imagen de equipo soxhlet determinando grasa.

Fórmula para determinar Cálculos

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{\text{peso de matraz con grasa} - \text{peso del matraz solo}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

3.7.5 Determinación de fibra cruda

Se pesaron 2 gramos de muestra desengrasada, se colocaron en vaso de berzelius, se agregó 100ml de solución de ácido sulfúrico 0.225 N y el vaso se conectó al aparato de reflujo por un periodo de 30 minutos contados a partir de que empezó a hervir, transcurrido el tiempo se sacaron y se filtraron a través de una tela de lino, se lavó con 3 porciones de 100ml de agua caliente.

Se pasó la fibra que quedó en el lino al vaso de berzelius con 100ml de solución de hidróxido de sodio 0.313 N y se conectó al aparato de reflujo por 30 minutos, transcurrido el tiempo se sacó, se filtró a través de lino, se lavó con 3 porciones de agua caliente, se escurrió el exceso de agua presionando la tela lino, se retiró

la fibra con una espátula ,se depositó en crisoles de porcelana previamente identificados y se colocaron a peso constante en la estufa de 100-103 °C por 12 horas ,transcurrido el tiempo se sacaron los crisoles se enfriaron en un desecador por 15 minutos ,se pesaron y se llevaron a las parrillas eléctricas para pre incinerar la muestra, posteriormente se metieron ala mufla a 600°c por 3 horas transcurrido el tiempo se sacaron, se enfriaron en desecador por 20 minutos, finalmente se pesaron y se calcularon los datos

Fórmula para determinar Cálculos

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{\text{peso crisol con fibra seca} - \text{peso crisol fibra cenizas}}{\text{g muestra}} \times 100$$



Figura 20.Imagen de determinación de fibra

3.7.6 Determinación de azúcares totales

Preparación de la muestra

Se pesó 1 g de la muestra y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 50 ml, se agregaron 40 ml de agua destilada, se añadió un imán y se dejó agitar por 20 minutos en un agitador magnético.



Figura 21 .muestras en agitación.

Posteriormente se filtró la muestra a través de una tela de lino utilizando un embudo para poder depositar el filtrado en un tubo de ensayo previamente puesto en un recipiente de agua con hielos, esto con el propósito de que la muestra no se oxide.

Después se realizó una segunda dilución debido a que inicialmente la muestra se mostraba muy turbia, con una pipeta de volumen variable se tomó 0.1 ml de la muestra y se diluyó en 0.9 ml de agua destilada previamente medidos con una pipeta de volumen variable.

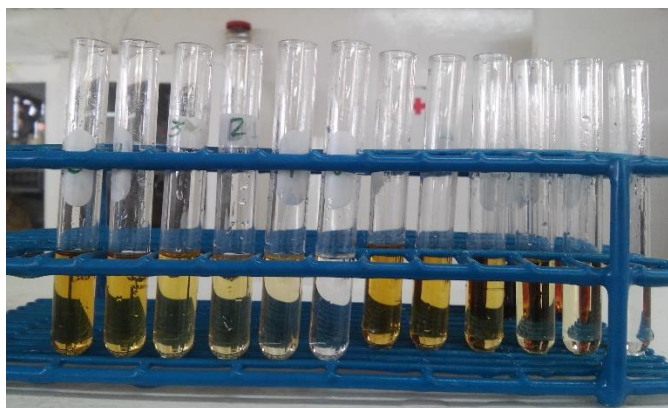


Figura 22 .segunda dilución de las muestras.

En un baño con hielo se colocó un tubo y se adicionó 1 ml de muestra de la segunda dilución, se temperizó por 1 minuto. Seguidamente se adicionaron lentamente por las paredes del tubo 2 ml de fenol sulfúrico esto se hizo con la finalidad de que no se queme la muestra y se agitó en el baño con hielo en el proceso de agitación se formó una coloración de color amarillo. Después se puso

en un baño maría a ebullición por 5 minutos. Posteriormente se dejó enfriar a temperatura ambiente y se realizó una lectura en un espectrofotómetro a una absorbancia de 480 nm.

Curva patrón para la determinación de azúcares totales

Se realizó una curva con un rango de 0.2 a 1 g/L,

Se preparó una solución madre de 0.01 g de sacarosa y se disolvió en 10 ml de agua destilada.

Para la preparación de la curva se siguió la técnica, que se describe a continuación:

Cuadro12.diluciones de solución madre

Tubo	0	1	2	3	4	5
Solución madre	0 ml	0.2 ml	0.4 ml	0.6 ml	0.8 ml	1 ml
Agua destilada	1 ml	0.8 ml	0.6 ml	0.4 ml	0.2 ml	0 ml
Fenol Sulfúrico	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml

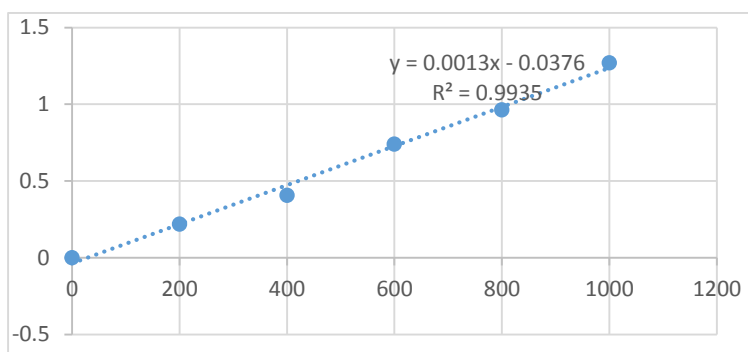


Figura 23. Desviación estándar de sacarosa que fue utilizada en el análisis de galletas

3.7.7 Determinación de carbohidratos

Se determinó a través de una diferencia, esta diferencia es la que existe entre el

Peso original de la muestra y la suma de pesos de cenizas, proteína, fibra y extracto Etéreo (A.O.A.C. 1990).

Fórmula utilizada

$100 - (\% \text{ cenizas} + \% \text{ proteína} + \% \text{ fibra} + \% \text{ extracto etéreo}) = \text{carbohidratos}$

Totales

3.7.8 Determinación de contenido energético

Para la determinación del contenido calórico se realizó mediante el uso de reglas De 3, tomando en cuenta 9 Kcal/g para la grasa, 4 Kcal/g para proteína y Carbohidratos respectivamente. Enseguida se sumaron las Kcal que se obtuvieron de la grasa, proteína y carbohidratos por último se multiplico por 100 el resultado (A.O.A.C. 1990).

3.8 Sección experimental IV. Evaluación sensorial de galletas

La evaluación se realizó el laboratorio de Evaluación Sensorial del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Proceso de evaluación

La evaluación sensorial fue llevada a cabo con los tratamientos 2, 3, 4,7, 8, 9, 12,13 y 14 debido a que fueron las que presentaron mayor porcentaje de proteína.

Para la evaluación sensorial de las galletas se realizó una prueba hedónica con una escala de nueve puntos (1= extremadamente desagradable, 9 = extremadamente agradable).

Donde se apreciaron los siguientes atributos: color, olor, textura, sabor y aceptación global. Participaron 20 jueces semi-entrenados a los cuales de manera individual evaluaron nueve muestras la cuales se codificaron con números de tres cifras. Los panelistas evaluaron las muestra de izquierda a derecha y cada que evaluaban una muestra se enjuagaban la boca para evitar errores en las calificaciones.

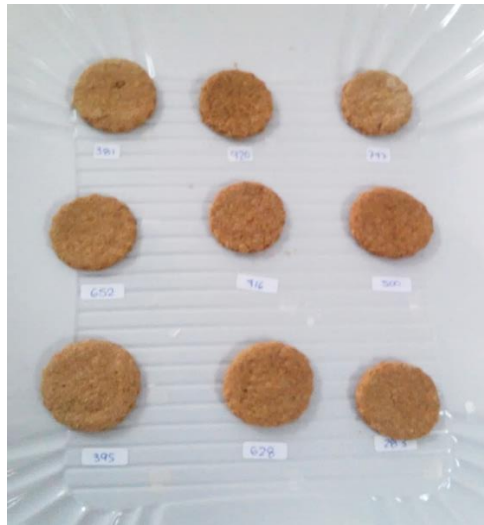


Figura 24. Muestras de izquierda a derecha (381=**T13**, 920=**T4**, 747=**T2**, 652= **T3**, 416=**T7**, 500=**T9**, 395=**T12**, 628=**T14** Y 283 =**T8.4**).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de la sección experimental I: análisis bromatológico de las harinas.

Los resultados obtenidos en la etapa experimental se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y pruebas de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) donde se analizó: humedad (%), cenizas (%), proteína (%), extracto etéreo o grasa (%), fibra cruda (%) y azúcares totales (%), en las tres muestras de harina (trigo, avena, haba) , con tres repeticiones por cada tratamiento, posteriormente se analizaron con el paquete estadístico JMP versión 5.0.1. Los resultados obtenidos se describen a continuación en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro 13. Resultado de análisis bromatológico y comparación de medias entre tratamientos de harina.

Composición	trigo	avena	haba
Humedad	11.77 \pm 0.02 ^b	10.63 \pm 0.31 ^c	13.96 \pm 0.09 ^a
Cenizas	0.64 \pm 0.02 ^c	1.81 \pm 0.01 ^b	3.96 \pm 0.04 ^a
Azúcares totales	2.62 \pm 0.00 ^c	3.21 \pm 0.00 ^b	11.97 \pm 0.00 ^a
Proteína	12.47 \pm 0.05 ^b	12.60 \pm 0.24 ^b	31.25 \pm 0.25 ^a
Grasa	1.26 \pm 0.10 ^c	10.56 \pm 0.16 ^a	1.98 \pm 0.09 ^b
fibra cruda	ND	0.78 \pm 0.12 ^a	0.91 \pm 0.00 ^a

ND = No detectado

Los valores son las medias y \pm desviación estándar. Las letras iguales en la misma fila indican que no hubo diferencias significativas estadísticamente según Tukey ($P < 0.05$).

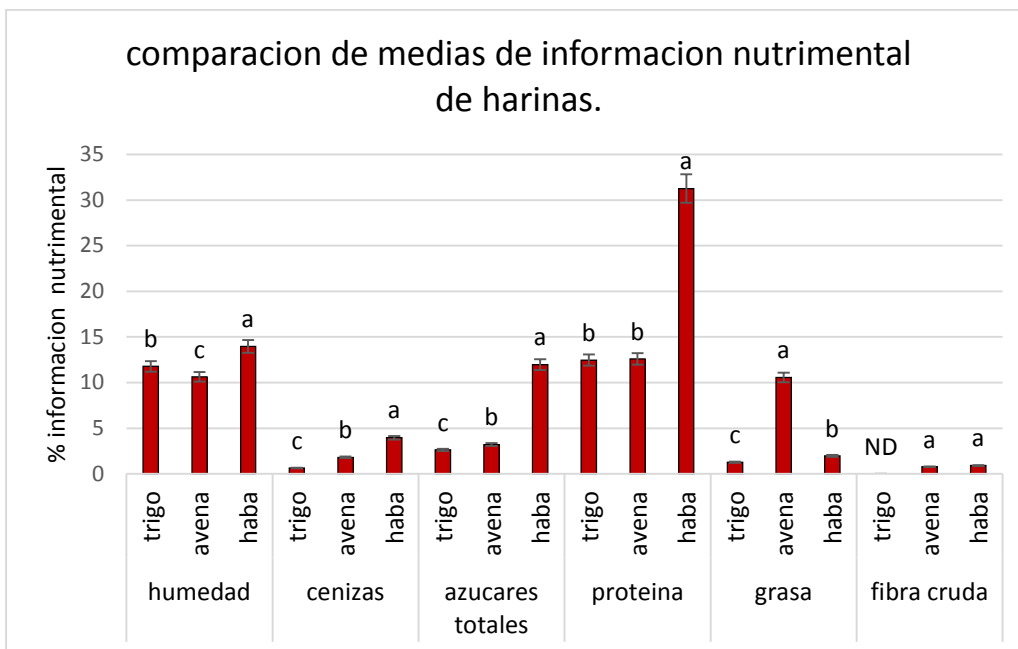


Figura 25.comparacion de medias de información nutrimental de harinas de trigo, avena y haba

4.1.1 Humedad

Como se puede observar en el cuadro 13 y figura 23, al analizar la composición químicas de las harinas utilizadas, estas son estadísticamente diferentes ya que el harina de haba presenta mayor contenido de humedad seguida por el harina trigo y finalmente el harina de avena .de acuerdo a TERRANOVA (1995) el haba seca contiene un 14% de humedad por cada 100 g comparando el resultado esta si está dentro de rango presentado un 13.96% ;Según Calaveras (1996) la harina de trigo presenta 13g de humedad por cada 100g por lo tanto se dice que si está en el rango con un 11.77 %; la Tabla de composición de alimentos, 2009 dice que avena tiene un 10.7 g de humedad por cada 100g comparado con el resultado obtenido esta contiene 10.63 %.en general se concluye que todas la harinas están en su rango de humedad de acuerda a cada literatura investigada.

4.1.2 Cenizas

Como se puede ver en el cuadro 13 y figura 23.el contenido de cenizas en cada harina son estadísticamente diferente ,y el harina de haba es la que presentó un mayor contenido, según TERRANOVA, (1995) el haba es una leguminosa que una de sus propiedades es que posee un alto contenido de minerales tales como

potasio, fosforo, sodio, calcio entre otros y en general contiene un 2.9 % por cada 100g comparando con el resultado obtenido esta se encuentra en un rango más alto con un 3.96%.por lo tanto se concluye que la harina de haba es rica en minerales totales en cambio el harina de trigo y avena presentaron valores inferiores la primera con un 0.64 % y la segunda con 1.81 %.

4.1.3 Azúcares totales

Como se aprecia en cuadro 13 y la figura 23.la muestras de harinas son estadísticamente diferentes en cuanto al contenido azúcares totales, la de haba es la que obtuvo un mayor porcentaje, seguida por el de avena y finalmente la de trigo. Las habas son ricas en carbohidratos y a medida que endurecen ganan almidón (TERRANOVA ,1995).

4.1.4 Proteína

Como se observa en el cuadro 13 y figura 23 .la muestra de harinas de trigo y avena son estadísticamente iguales en cuanto a proteína ,haciendo la diferencia la harina de haba así como la mejor casi triplicando el contenido de proteína en comparación de ambas.

En la mayoría de las leguminosas es contenido proteico oscila entre 25-35 %, lo que las sitúa entre las fuentes más concentrados de estos nutrientes a diferencia los cereales apenas aporte de 5-12 %,(Bourgues, 1987; Gatel y Champ, 1998; Kozlowskz y col., 1998).

La importancia de haba radica en el valor proteínico que en comparación con otras fuentes como el maíz y frijol es superior (Olvera *et al.*, 2001).según Augustin y Klein (1989) esta es una leguminosa que aporta un 24.80g de proteína por cada 100 g; en Bolivia debido al alto contenido proteínico esta se conoce como “la carne de los pobres” (siap 2014).

4.1.5 Fibra cruda

Como se aprecia en el cuadro13 y figura 23.las muestras de harina de avena y haba son estadísticamente iguales siendo la segunda la mejor a diferencia de la de trigo en esta no se detectó fibra debido que esta es refinada. Según Augustin y Klein (1989) el haba aporta un 7.00 g de proteína por cada 100 g.

4.2 Resultados de la sección experimental II: obtención de mezcla de porcentaje de harinas, formulación y desarrollo de las galletas.

4.2.1 Selección de porcentaje de combinación de harinas

En la presente investigación de acuerdo al resultado del análisis bromatológico de las harinas se realizaron las combinaciones necesarias que nos permitirá ver el efecto de la incorporación de harina de haba en cada una de las formulaciones de elaboración de galletas, para ello se decidió factible dejar como constante la porción de harina de avena con el propósito de obtener un productos de un sabor agradable ya que la incorporación de harina de haba daría un resultado no tan agradable en cuanto a su sabor tan fuerte y característico. Los resultados de obtenidos de acuerdo a los aspectos anteriores se describen continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro 14. Porcentaje de harinas para las galletas elaboradas

	muestra	Trigo	haba	avena
Azúcar splenda	Tratamiento 1	50%	0%	50%
	Tratamiento 2	37.5%	12.50%	50%
	Tratamiento 3	25%	25%	50%
	Tratamiento 4	12.50%	32.50%	50%
	Tratamiento 5	0%	50%	50%
Azúcar stevia	Tratamiento 6	50%	0%	50%
	Tratamiento 7	32.50%	12.50%	50%
	Tratamiento 8	25%	25%	50%
	Tratamiento 9	12.50%	37.50%	50%
	Tratamiento 10	0%	50%	50%
Azúcar común	Tratamiento 11	50%	0%	50%
	Tratamiento12	32.50%	12.50%	50%
	Tratamiento13	25%	25%	50%
	Tratamiento 14	32.50%	37.50%	50%
	Tratamiento 15	0%	50%	50%

4.3 Resultados de la Sección III: análisis bromatológico de las galletas

Los resultados obtenidos en la etapa experimental se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y pruebas de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) donde se analizó: humedad (%), cenizas (%), proteína (P), extracto etéreo o grasa (%), fibra cruda (%), carbohidratos (%) Y contenido calórico (Kcal/100g) en las 15 muestras de galletas (5 con azúcar splenda, 5 con azúcar stevia y 5 con azúcar común), con dos repeticiones por cada tratamiento, posteriormente se analizaron con el paquete estadístico JMP versión 5.0.1. Los resultados obtenidos se describen a continuación en los siguientes cuadros.

Cuadro 15. Comparación de medias del análisis bromatológico en galletas desarrolladas con azúcar splenda.

tratamientos	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra cruda (%)	Carbohidratos (%)	contenido calórico (Kcal/100g)
T1	3.60 ^a	1.88 ^e	12.15 ^c	19.37 ^b	0.36 ^b	66.22 ^a	487.89 ^a
T2	3.61 ^a	2.17 ^d	14.38 ^b	18.03 ^d	0.50 ^b	64.90 ^a	479.45 ^b
T3	3.40 ^a	2.47 ^c	15.23 ^b	18.61 ^c	0.53 ^b	63.15 ^b	481.05 ^b
T4	3.49 ^a	2.83 ^b	17.68 ^a	19.44 ^b	0.98 ^a	59.05 ^c	481.94 ^b
T5	3.06 ^a	3.16 ^a	19.64 ^a	19.85 ^a	1.40 ^a	55.94 ^d	480.99 ^b

*los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente igual, según Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

Cuadro 16.Comparacion de medias del análisis bromatológico en galletas desarrolladas con azúcar stevia

tratamiento	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra cruda (%)	Carbohidratos (%)	contenido calórico (Kcal/100g)
T6	2.74 ^{ab}	1.62 ^e	11.83 ^c	18.27 ^b	0.59 ^a	67.67 ^a	482.49 ^b
T7	3.10 ^a	2.14 ^d	13.73 ^{bc}	19.60 ^{ab}	0.57 ^a	63.92 ^b	487.22 ^{ab}
T8	2.90 ^{ab}	2.38 ^c	14.39 ^b	20.76 ^a	0.66 ^a	61.80 ^{bc}	491.64 ^a
T9	2.28 ^{bc}	2.74 ^b	16.66 ^a	19.54 ^{ab}	0.63 ^a	60.41 ^c	484.22 ^{ab}
T10	1.82 ^c	3.00 ^a	18.26 ^a	20.93 ^a	0.71 ^a	57.08 ^d	489.79 ^{ab}

*los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente igual, según Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

Cuadro 17.Comparacion de medias del análisis bromatológico en galletas desarrolladas con azúcar común

tratamiento	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra cruda (%)	Carbohidratos (%)	contenido calórico (Kcal/100g)
T11	1.85 ^a	1.61 ^d	10.45 ^d	18.63 ^{ab}	0.37 ^a	68.92 ^a	485.21 ^a
T12	2.40 ^a	1.82 ^c	12.54 ^c	18.09 ^{bc}	0.37 ^a	67.17 ^{ab}	481.69 ^{ab}
T13	2.07 ^a	2.13 ^b	13.66 ^{bc}	17.53 ^c	0.63 ^a	66.03 ^b	476.59 ^c
T14	2.24 ^a	2.41 ^a	14.58 ^b	19.05 ^a	0.83 ^a	63.12 ^c	482.29 ^{ab}
T15	2.14 ^a	2.14 ^b	17.06 ^a	18.22 ^{ab}	0.82 ^a	61.74 ^c	479.22 ^{bc}

*los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente igual, según Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

4.3.1 humedad

Como se observa en el cuadro 15 y figura 24. Los tratamientos son estadísticamente iguales obteniendo un mayor contenido de humedad el T2 (12.5

%h. de haba), seguida por el T1 (0% h.de haba) y la de menor contenido T5 (50%h.de haba).

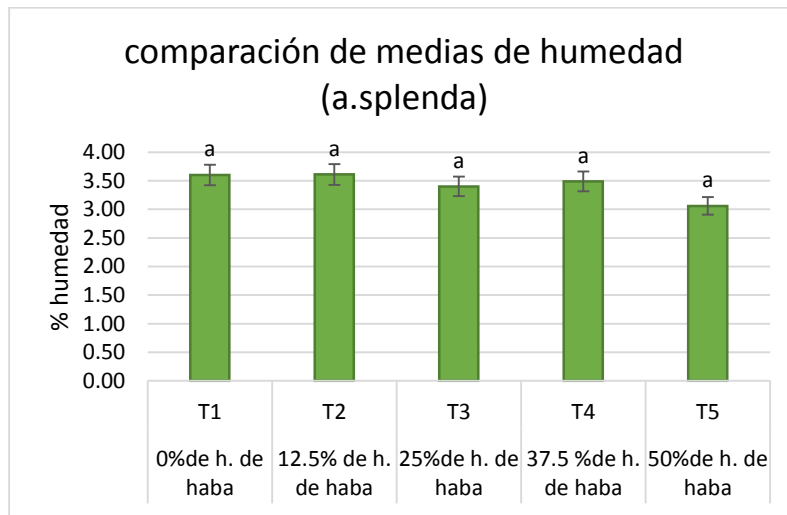


Figura 26. Comparación de medias del porcentaje de humedad en tratamientos desarrollados con azúcar splenda.

Como se aprecia en el cuadro 16 y figura 25 .analizando el contenido de humedad las muestras T6 (0% h.de haba) y T8 (25 % h. de haba) son estadísticamente iguales, la muestra con mayor porcentaje es el T7 (12.5 %h.de haba) y teniendo el menor el T10 (50%h.de haba).

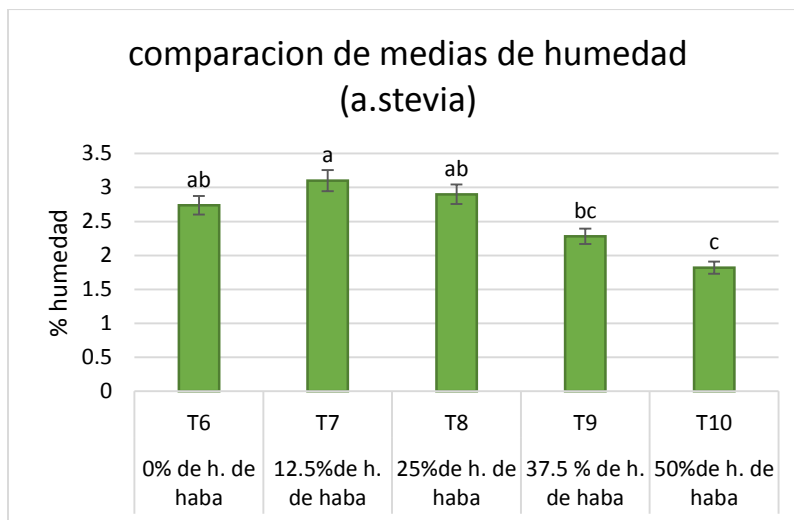


Figura 27. Comparación de medias del porcentaje de humedad en tratamientos desarrollados con azúcar stevia.

El cuadro 17 y la figura 26, nos muestra que todas la muestras son estadísticamente iguales siendo la de mayor porcentaje el T12 (12.5 h.de haba) y la de menor T11 (0%h.de haba).

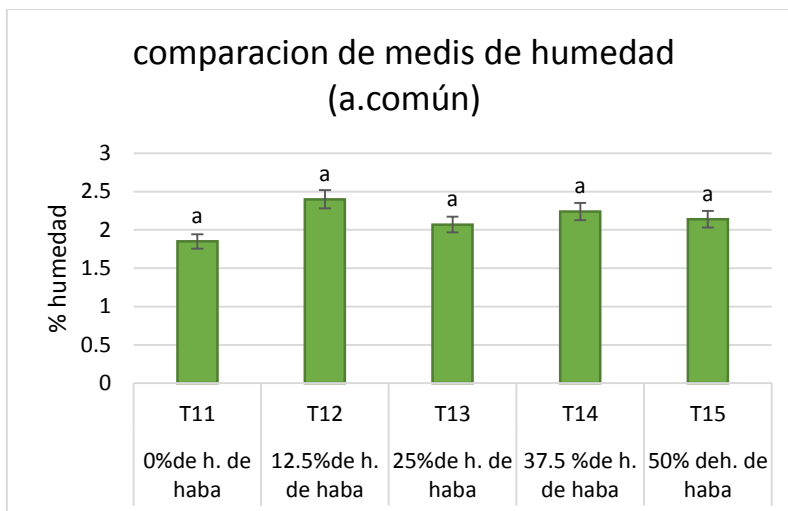


Figura 28. Comparación de medias del porcentaje de humedad en tratamientos desarrollados con azúcar normal.

En general las muestras que aportan mayor contenido de humedad son los desarrollados con azúcar splenda, seguidos por los de stevia y finalmente los de azúcar común. Todas las muestras cumplen con la NMX-F-006-1983 ya que se establece un valor límite de 8% de humedad máxima. Estos resultados son importantes para lograr estabilidad de las grasas y tiempo de vida útil así disminuyendo los riesgos microbiológicos.

4.3.2 Cenizas

En el cuadro 15 y figura 27, nos da a conocer que las muestras son estadísticamente diferente a cuanto al porcentaje de ceniza, teniendo mayor contenido el T5 (50% h.de haba) y menor el T1 (0%h.de haba), en el gráfico de la

figura 27 se aprecia muy bien que en cuanto se va aumentando la incorporación de harina de haba también va aumentando el contenido de cenizas.

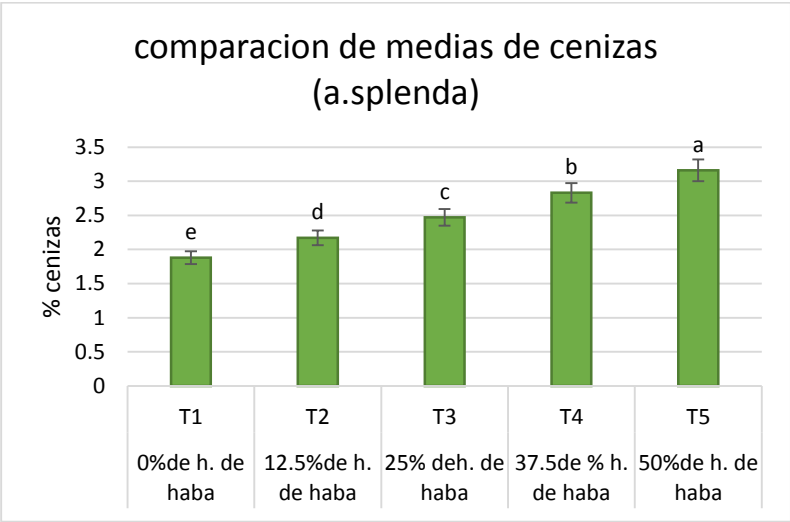


Figura 29. Comparación de medias del porcentaje de ceniza en tratamientos desarrollados con azúcar splenda.

Como se observa en el cuadro 16 y figura 28 .las muestras son estadísticamente diferentes teniendo un mejor porcentaje de cenizas el T10 (50%h.de haba) y el T6 (0% h.de haba) el más bajo de todas. En el grafico se aprecia que en cuanto se va aumentando la incorporación de harina de haba va aumentando el porciento de cenizas.

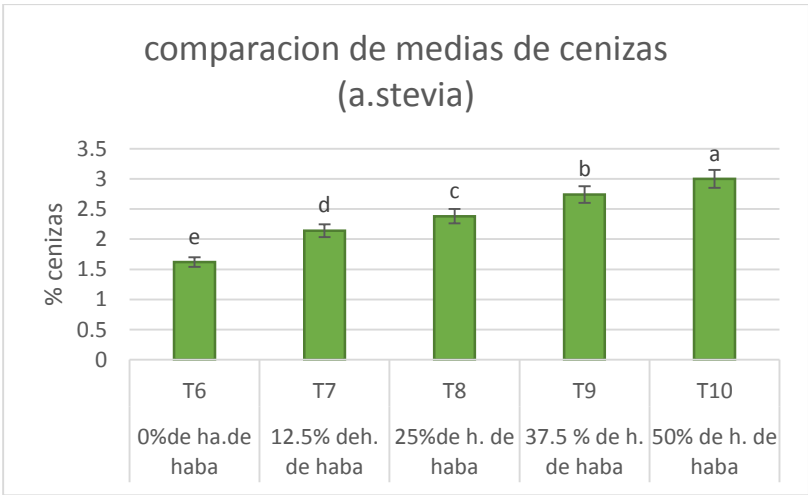


Figura 30.Comparación de medias del porcentaje de ceniza en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia.

Como se aprecia en el cuadro 17 y figura 29. las muestras T13 (25%h.de haba) y T15 (50% h.de haba) son estadísticamente iguales en el porcentaje de cenizas, siendo la mejor T14 (37.5%h.de haba) y la menor T11 (0%h.de haba), en el gráfico se observa que las cenizas aumentan en cuanto aumenta la incorporación de harina de haba.

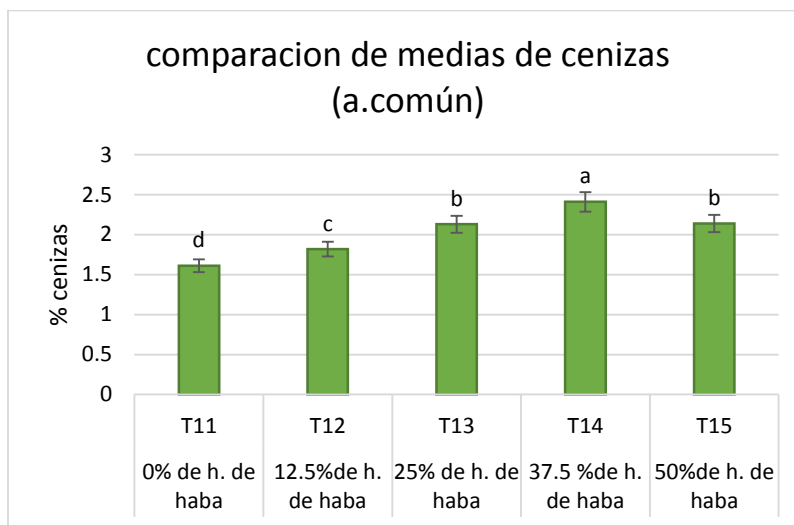


Figura 31. Comparación de medias del porcentaje de ceniza en los tratamientos desarrollados con azúcar común.

En general se describe que la incorporación de harina de haba aumenta el contenido de cenizas en galletas. Siendo los mejores tratamientos T5 (50% h.de haba con azúcar splenda) y T10 (50% h.de haba con azúcar stevia) estos seguidos por T4 (37.5% ha.de haba con azúcar splenda) y T9 (37.5%h.de haba con azúcar stevia) los mejores tratamientos en cuanto a cenizas son los de azúcar splenda seguidos por los de azúcar stevia y la más afectados los de azúcar común.

Los resultados tan favorables se debe a que el haba es una leguminosa que es rica en minerales teniendo un 2.9 % por cada 100g, entre los minerales más destacados está el potasio, fósforo, sodio y calcio (TERRANOVA, 1995).

4.3.3 Proteína

de acuerdo con el cuadro 15 y figura 30, las muestras T5(50%h.de haba) y T4(37.5%h.de haba) son estadísticamente iguales, T2 (12.5% h.de haba) y

T3(25% h.de haba) son estadísticamente iguales ,T1(0% h.de haba) resulto ser la más baja y la mejor de todas T5.

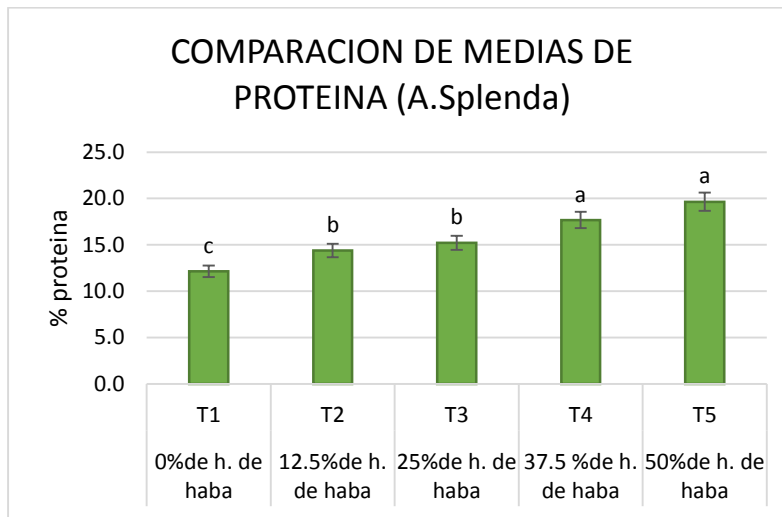


Figura 32.Comparación de medias de proteína en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda.

El cuadro 16 y figura 31 nos muestra que T10 (50%h.de haba) y T9 (37.5%h.de haba) son estadísticamente iguales siendo esta primera el mejor en cambio la muestra T6 (0%h.de haba) la de menor porcentaje en proteína.

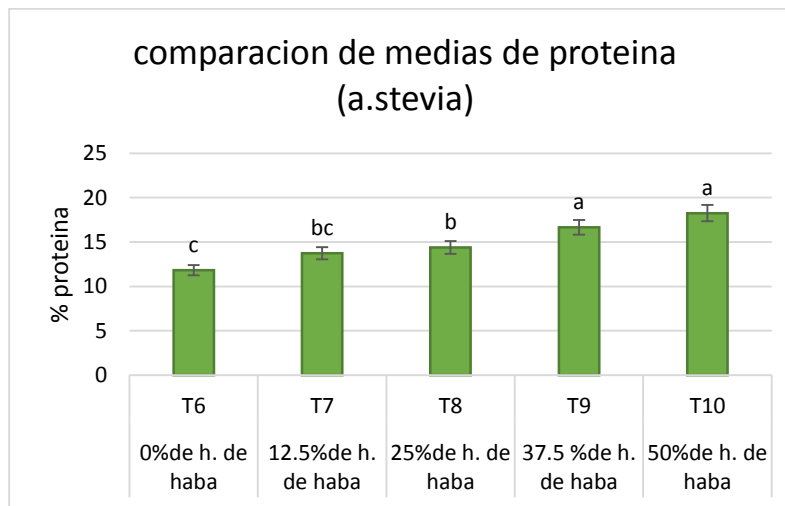


Figura 33.Comparación de medias de proteína en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia.

En el cuadro 17 y figura 32 se percibe que todas las muestras son estadísticamente diferentes en cuanto al porcentaje de proteína siendo la mejor T15 (50%h.de haba) y T11 (0%h.de haba) la más baja.

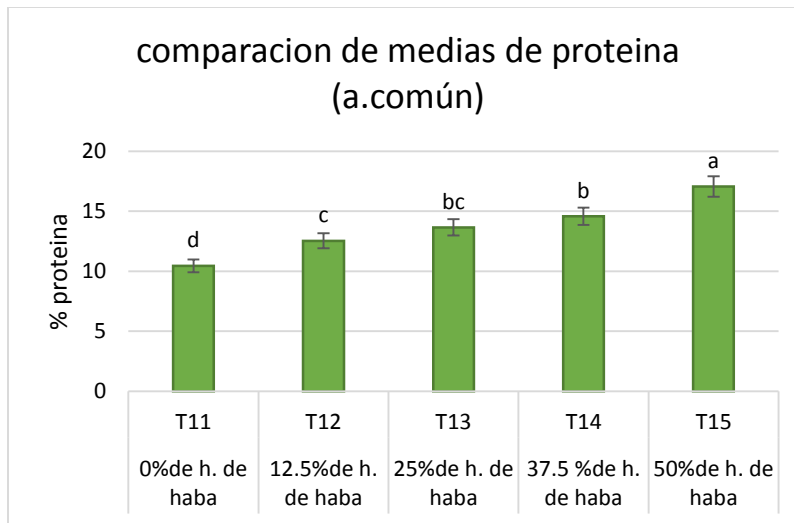


Figura 34. Comparación de medias del porcentaje de proteína en los tratamientos desarrollados con azúcar común.

En general comparando los tres cuadros y las tres figuras, se aprecia que de las 15 muestras las 5 mejores fueron :T5 (50%h.de haba),T10(50% h de haba),T4 (37.5%h.de haba),T15(50% h de haba) y T9(37.5% h de haba) en cuanto a función del azúcar aplicado en los tratamientos la mejor fue el azúcar splenda ya que con la utilidad de esta se obtuvieron la mejores galletas en cuanto al contenido de proteína en cambio con el azúcar común se aprecia muy bien que los porcentajes fueron más bajos en base a stevia y splenda. La combinación de un cereal con una leguminosa ha permitido disponer de alimentos fortificados para consumo humano, con un balance adecuado de aminoácidos .Las leguminosas su principal utilidad agrícola es el empleo de su semilla en la alimentación animal y humana, debido principalmente a su alto contenido en proteína. (Rader y col., 2000).En cada 100 gramos de haba (porción comestible) se obtiene 24,80 g de proteína (Augustin y Klein, 1989).además los ingredientes como huevo y leche aumentan también el contenido de proteína.

4.3.4 Grasa

De acuerdo al cuadro 15 y figura 33.en cuanto al porcentaje de grasa la muestra T1 (0% h de haba) y T4 (37.5%h.de haba) son estadísticamente iguales por lo tanto la muestra T5 (50%h.de haba) es al que obtuvo el promedio más alto y la muestra T3 (25%h.de haba) el más bajo.

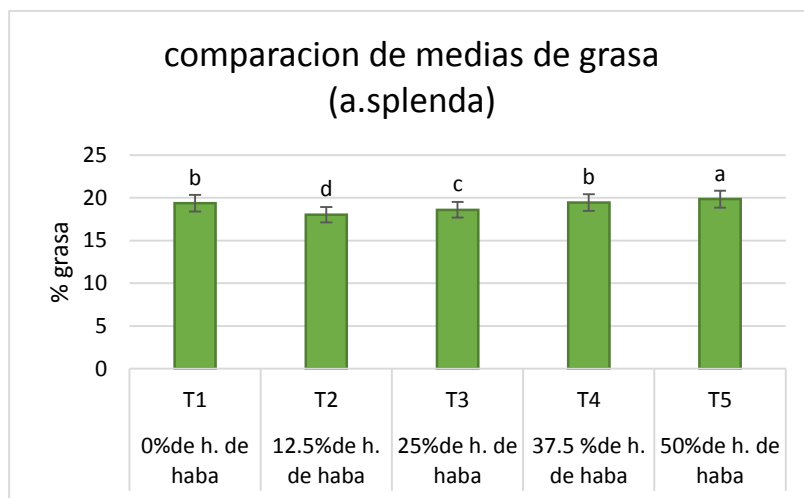


Figura 35. Comparación de medias del porcentaje de grasa en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda.

El cuadro 16 y figura 34 .en cuanto al porcentaje de grasa las muestras T8(25%h.de haba) y T10(50%h.de haba)son estadísticamente iguales teniendo T10 el promedio más alto; T7(12,5%h.de haba) y T9(37.5 % h de haba)son estadísticamente iguales Y T6(0%h.de haba) es la que obtuvo el promedio más bajo de acuerdo a las anteriores.

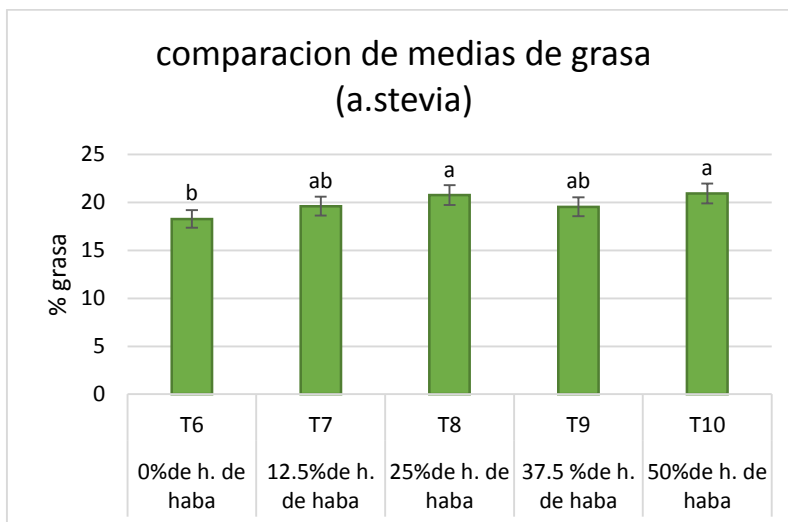


Figura 36. Comparación de medias del porcentaje de grasa en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia.

En el cuadro 17 y figura 35 se aprecia que las muestras son estadísticamente diferentes en cuanto al porcentaje de grasa teniendo T14 (37.5%h de haba) el promedio más alto y T13 (25%h.de haba) el más bajo.

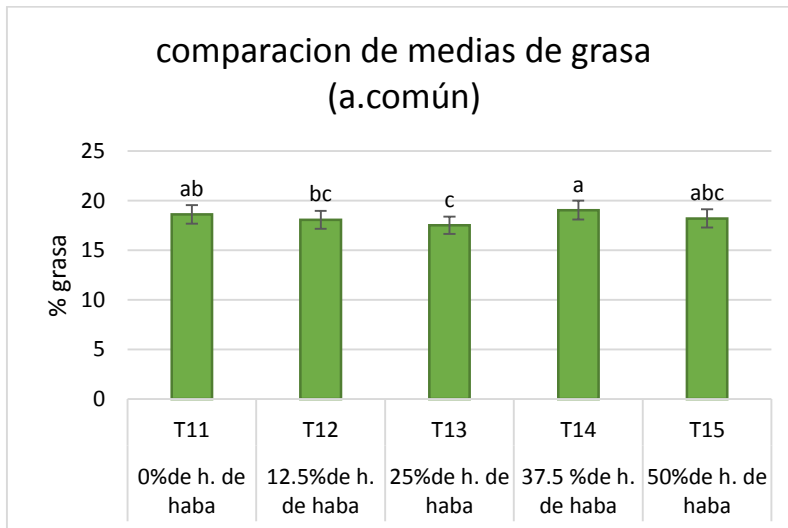


Figura 37. Comparación de medias del porcentaje de grasa en los tratamientos desarrollados con azúcar común.

En general se dice que las muestra obtuvieron los valores similares en cuanto a cada tipo de pero el azúcar común es la que dio los promedio un poco más bajo

comparado con stevia y splenda; en los tres cuadro y las tres figuras se aprecia que las muestras más altas en cuanto grasa son las desarrolladas con una incorporación de harina de haba del 50%.

Esto se debe a que las cereales aportan aproximadamente un 3% de grasa y las leguminosas en su composición nutrimental tienen aproximadamente 1-7 % (Muzquiz, 2006).el haba aporta 1.40 g de grasa (Augustin y Klein, 1989), la avena aporta un 7.5% (Kirk y Sawyer, 1999), la harina aporta un 0.76 % de grasa (calaveras.1996) todas en 100g.por lo tanto comparando los porcentaje se puede decir que la combinación de haba y avena aporta más contenido de grasa en comparación de la de trigo y avena ya que también influye la margarina siendo un ingrediente en la galletas.

Las grasa son los ingredientes esenciales en galletas, se considera como mejorador de textura, haciéndola suave, ablanda la masa, dando como resultado un producto de textura blanda y suave al paladar (Gianola, 1985).

4.3.5 Fibra cruda

De acuerdo al cuadro 15 y figura 36.las muestra T4 (37%h.de haba) y T5 (50%h.de haba) son estadísticamente iguales en cuanto a fibra cruda siendo T5 la que obtuvo porcentaje más alto; las T1 (0%h.de haba), T2 (12.5%h.de haba) y T3 (25%) son estadísticamente iguales en ambas de las 5 muestras T1 es la que obtuvo el porcentaje más bajo.

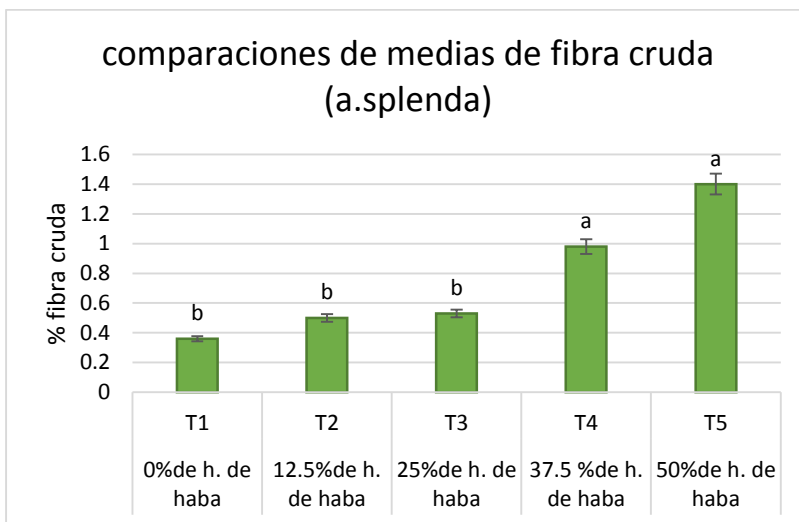


Figura 38. Comparación de medias del porcentaje de fibra cruda en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda.

En el cuadro 16 y figura 37 se aprecia que todas la muestras son estadísticamente iguales, pero T10 (50% h de haba) es la que aporoto más fibra cruda y T7 (12.5%h.de haba) el más bajo.

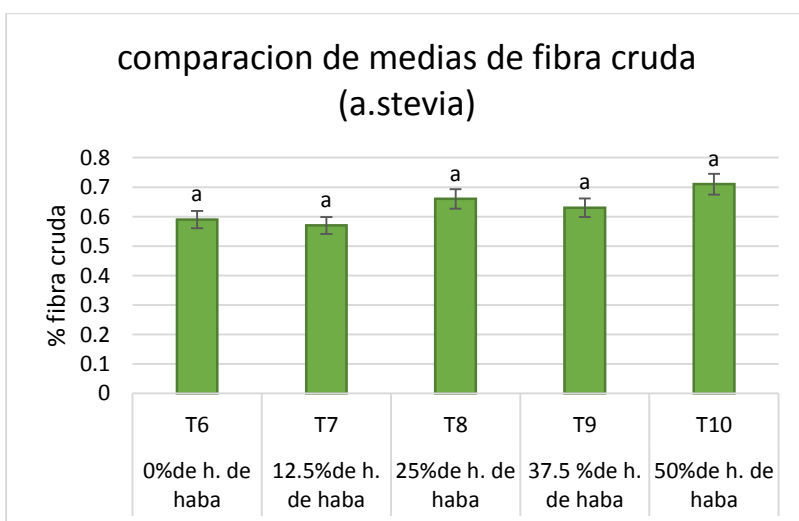


Figura 39. Comparación de medias del porcentaje de fibra cruda en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia.

El cuadro 17 y la figura 38 nos muestra que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, siendo T14 la que apporto el mejor contenidos de fibra y T11 (0%h.de haba) apporto el más bajo.

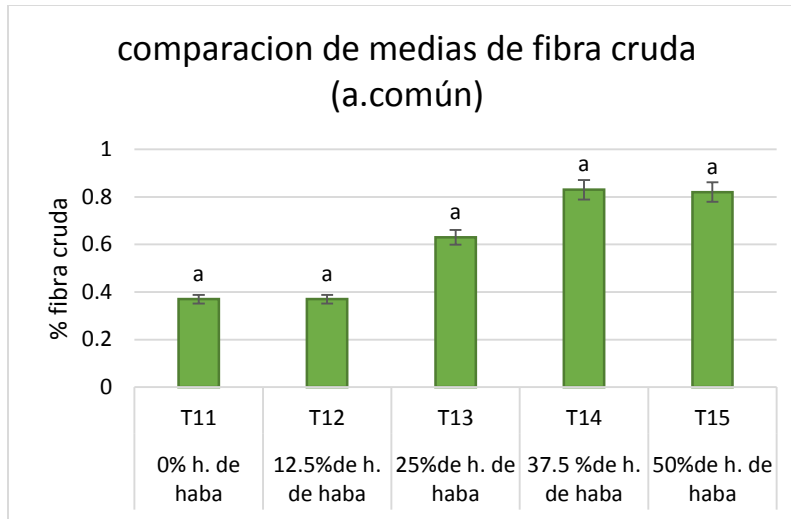


Figura 40. Comparación de medias del porcentaje de fibra cruda en los tratamientos desarrollados con azúcar común.

En general todas la muestra aportaron porcentajes similares aunque las muestras T5 (50%h.de haba), T10 (50%h.de haba) y T14 (37.5%h.de haba) fueron las mejores. Estos resultados Finales se atribuye a que el haba aporta 8.4% de fibra (TERRANOVA (1995) y el avena 1.7 g (tabla de composición de alimentos ,2009).

4.3.6 Carbohidratos

En el cuadro 15 y figura 39 se aprecia que el contenido de carbohidratos de T1 (0%h.de haba) y T2 (12.5%h.de haba) no presentan diferencias significativas con un valor de medias superior el T1, el más bajo lo apporto T4 (37.5%h.de haba).

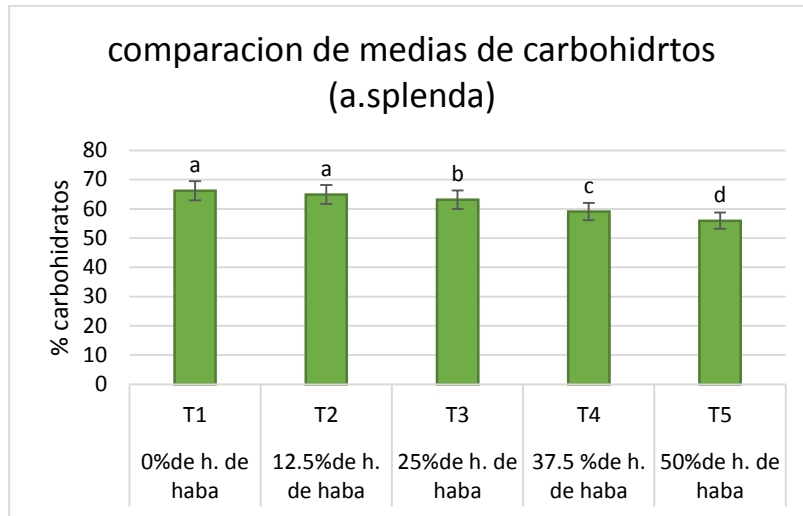


Figura 41. Comparación de medias del porcentaje de carbohidratos en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda.

Se observa en el cuadro 16 y figura 40, que el contenido de carbohidratos tienen diferencia significativa, siendo T6 (0%h.de haba) la que aportó un valor de medias superior en comparación de las otras 4 y T9 (37.5%h.de haba) es la que aportó un valor inferior.

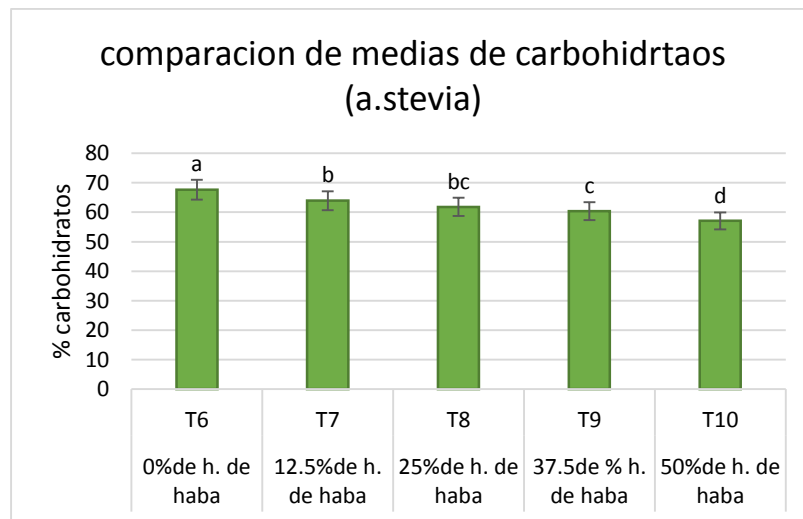


Figura 42. Comparación de medias de carbohidratos en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia.

Se puede observar en el 17 y figura 41 que la muestra T11 es la que aporó un contenido mayor de carbohidratos a diferencia de las otras 4 y que T14 (37.5%h.de haba) y T15 (50%h.de haba) no tienen diferencia significativa siendo T10 la que aporó el menor contenido.

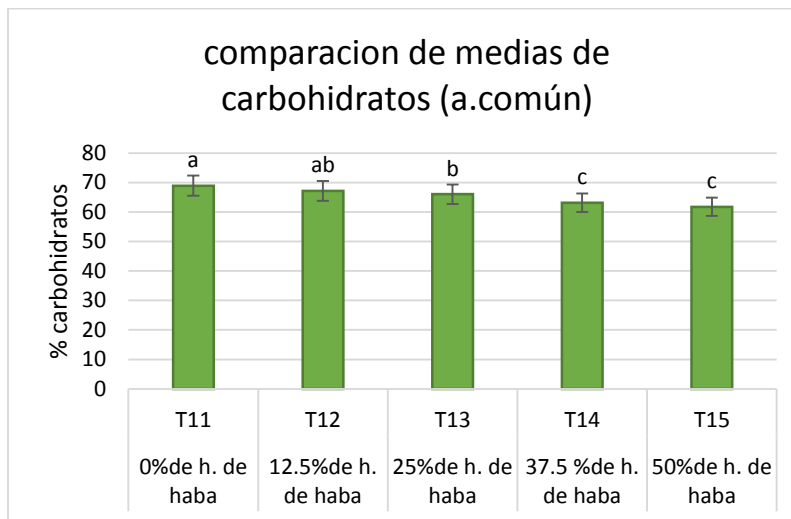


Figura 43. Comparación de medias del porcentaje de carbohidratos en los tratamientos desarrollados con azúcar común.

En general se puede apreciar que la muestras T1, T6 Y T11 ambas con formulación de 0% de harina de haba son la que aportaron los valor más altos en cuanto al contenido de carbohidratos y las muestras T5, T10 Y T14 las dos primeras con la formulación 50% de harina de haba y la tercera formulación 37.5% harina de haba aportaron los promedios más bajos. Con esto se concluye que las galletas de trigo son las que aportan altos contenidos de carbohidratos a diferencia de las de haba.

Esto se atribuye a que el trigo por cada 100g aporta un 73.1 g de carbohidratos (calaveras ,1996) a diferencia el haba apenas aporta un 49.8 % por cada 100g (TERRANOVA, 1995) por lo tanto las formulaciones más altas en incorporación de harina de haba son la que contienen menor carbohidratos.

4.3.7 Contenido calórico

El cuadro 15 y figura 42 nos muestra que el tratamiento T1 (0%h.de haba) apporto un alto contenido calórico a diferencia de los otro 4; y que T2, T3, T4 Y T5 no presentas diferencia significativa por lo tanto son muy similares aunque T2 el que apporto el menor contenido calórico.

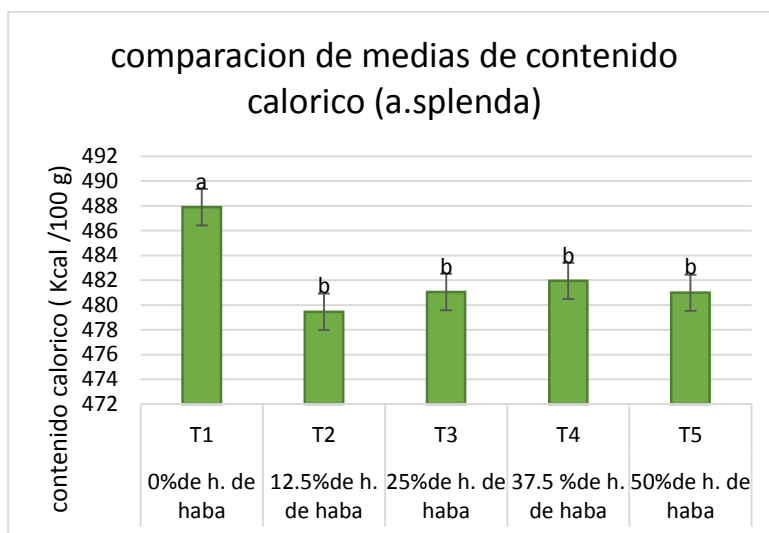


Figura 44. Comparación de medias del porcentaje de contenido calórico en los tratamientos desarrollados con azúcar splenda.

En el cuadro 16 figura 43 se aprecia que T7 (12.5%h.de haba), T9 (37.5%h.de haba) y T10 (50%h.de haba) no presentan diferencias significativas, T8 (25%h.de haba) apporto mayor contenido calórico a diferencia de las 5 y T9 apporto el valor más bajo.

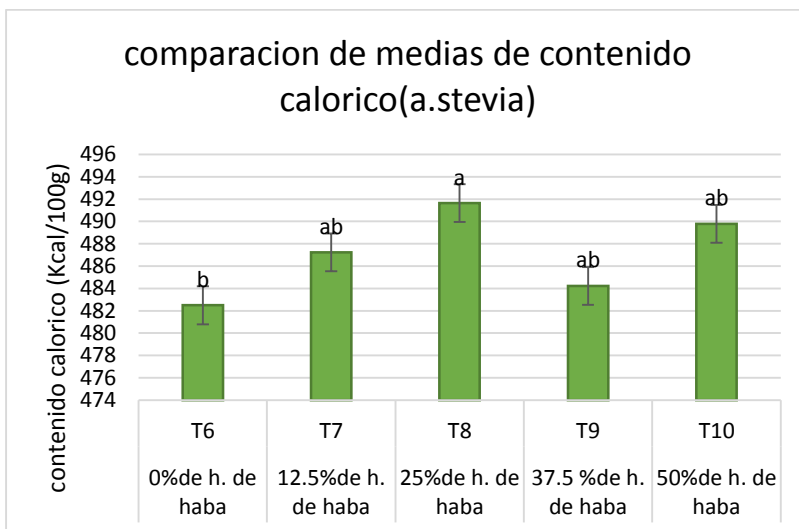


Figura 45. Comparación de medias del porcentaje de contenido calórico en los tratamientos desarrollados con azúcar stevia.

En el cuadro 17 y figura 44 .las muestras T12 (12.5%h.de haba) y T14 (37.5%h.de haba) no presentas diferencia significativa, T11 (0%h.de haba) se considera la que aporto mayor contenido calórico y T13 (25%h.de haba) menor a diferencia de las 5.

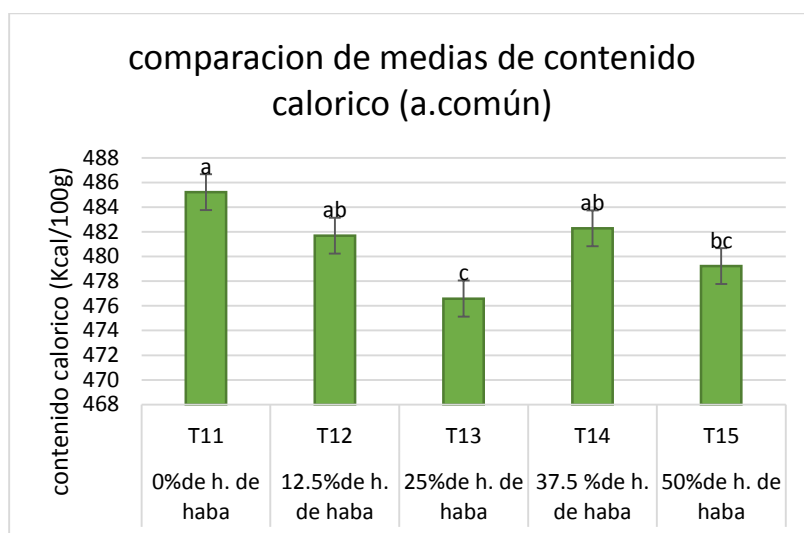


Figura 46. Comparación de medias del porcentaje de contenido calórico en los tratamientos desarrollados con azúcar común.

En general se aprecia que las muestras T1, T8 Y T11 son las que aportan un alto contenido calórico la primera y la tercera ambas con formulación 0% harina de

haba y la segunda con formulación 25% harina de haba, de acuerdo a estos resultados se dice que las galletas elaboradas con mezcla trigo y avena son las que aportan más Kcal/100g y la de mezcla avena y haba aportan un menor contenido.

En base al resultado obtenido del análisis bromatológico los mejores 6 tratamientos fueron los siguientes:

- T5 formulación 50% harina de haba con azúcar splenda que obtuvo (3.16% cenizas, 19.64% proteína, 1.40 % fibra, 55% carbohidratos y 480 kcal/100g).
- T10 formulación 50% harina de haba con azúcar stevia que obtuvo (3.00% cenizas, 18.26 % proteína, 0.71 fibra, 57.08% carbohidratos y 489.79Kcal/100g).
- T4 formulación 37.5% harina de haba con azúcar splenda que obtuvo (2.83% cenizas, 17.68% proteína, 0.98% fibra, 59.05 % carbohidratos y 481.94 Kcal/100g).
- T15 formulación 50% harina de haba con azúcar común que obtuvo (2.14% cenizas, 17.06 % proteína, 0.82% fibra, 61.74 % carbohidratos y 479.22Kcal/100g).
- T9 formulación 37.5% harina de haba con azúcar stevia que obtuvo (2.74 % cenizas, 16.66% proteína, 0.63% fibra, 60.41 % carbohidratos y 484.22Kcal/100g).
- T14 formulación 37.55% harina de haba con azúcar común que obtuvo (2.41 % cenizas, 14.58% proteína, 0.83% fibra, 63.12% carbohidratos y 482.29Kcal/100g).

Se puede atribuir que los mejores tratamientos son en base al aumento de incorporación de harina de haba entre más sea aumenta el porcentaje de esta más aumentamos proteína en el producto final, el azúcar es otro factor de control en lo nutrimental ya que se observa que el mejor azúcar que aportó mejor función es la splenda seguida por el stevia y finalmente la común los resultados de esta final fueron afectados en comparación de ambas primeras.

4.4 Resultados de la sección IV: evaluación sensorial de las galletas

Los resultados obtenidos en la etapa de evaluación sensorial se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y pruebas de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) donde se analizó los atributos de color, olor, textura, sabor y aceptación global de las 9 muestras de galletas (T2, T3, T4, T7, T8, T9, T12, T13 Y T14) con el paquete estadístico JMP versión 5.0.1. Los resultados obtenidos se describen a continuación en los siguientes cuadros.

Cuadro 18. Comparación de medias de evaluación en las galletas desarrolladas.

tratamiento	color	olor	textura	sabor	Aceptación global
T2	4.85 ^c	5.70 ^{ab}	5.65 ^{bc}	5.60 ^{bc}	4.90 ^c
T3	6.80 ^{ab}	6.25 ^{ab}	5.15 ^{bc}	5.65 ^{bc}	6.50 ^{abc}
T4	6.95 ^a	5.00 ^b	4.55 ^{bc}	5.15 ^{bc}	6.05 ^{abc}
T7	5.25 ^{bc}	6.25 ^{ab}	4.75 ^{bc}	5.50 ^{bc}	5.35 ^{bc}
T8	5.75 ^{abc}	5.55 ^{ab}	6.15 ^b	5.35 ^{bc}	5.95 ^{abc}
T9	7.00 ^a	5.20 ^b	4.20 ^c	4.60 ^c	5.75 ^{abc}
T12	5.70 ^{abc}	6.50 ^{ab}	8.15 ^a	7.70 ^a	6.10 ^{abc}
T13	6.60 ^{ab}	7.05 ^a	5.55 ^{bc}	6.25 ^{ab}	6.85 ^{ab}
T14	6.90 ^{ab}	6.95 ^a	8.00 ^a	7.80 ^a	7.15 ^a

*Los valores seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

4.4.1 Color

El color es el producto de las diferentes reacciones químicas que se dan durante el horneado, y algunas muy complejas que se dan durante la cocción, es una característica que define directamente la aceptación del producto, las galletas deben tener un color característico de color dorado y sin presentar áreas negras por quemadura ya que esto le dará una apariencia desagradable.

En el cuadro 18 y figura 45 se aprecia que T9 (37.5% h de haba) y T4 (37.5% h de haba) no presentaron diferencia significativa siendo T9 la muestra que obtuvo una calificación mayor respecto a color y T2 (12.5 %h de haba) resulto ser la que obtuvo la calificación más baja. Esto debido a que las galletas elaboradas con la combinación mayor en porcentaje de harina de trigo y menor en haba resultaron un color más claro que aparentaban estar crudas, por lo tanto entre mayor era la incorporación de harina de haba es color era más agradable de un color café . Cabe aclarar que la intensidad del color depende del azúcar añadido, de la composición química del alimento y de la temperatura del horno (DUNCAN J.R. MANLEY, 1983).

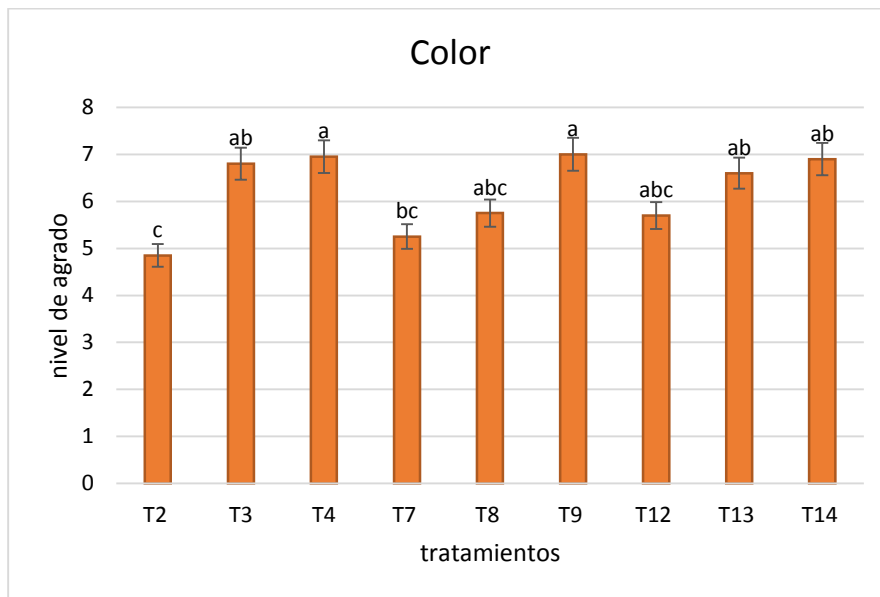


Figura 47. Comparación de medias del atributo color en las galletas evaluadas

4.4.2 Olor

Las galletas deben presentar un olor característico, no debe presentar olores extraños ni a rancidez. En el cuadro 18 y figura 46 se muestra que los tratamientos T13 (25%h.de haba) y T14 (37.5%h.de haba) son estadísticamente iguales ambas elaboradas con azúcar común, T13 resulto obtener una calificación más alta respecto a olor y la muestras menos aceptable fueron T4 (37.5%h de haba) y T9 (37.5% h de haba) la primera elaborada con splenda y la segunda elaborada con azúcar stevia estas muestra resultaron no tener diferencia significativa.

La mezcla del azúcar con otros compuestos como las proteínas de algunos ingredientes (leche, huevos, entre otros) y la esencia de vainilla, aporta colores oscuros, sabores y aromas muy agradables.

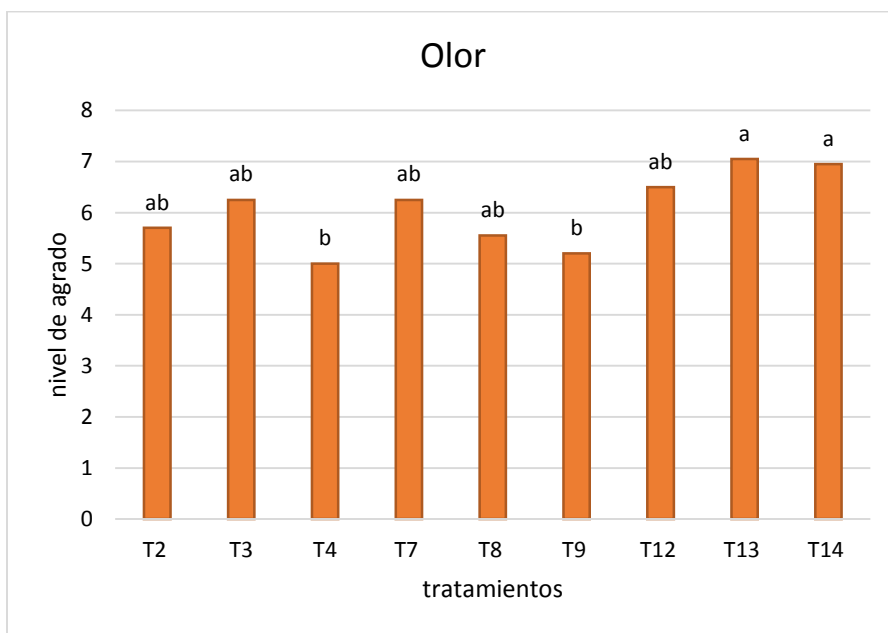


Figura 48.Comparción de medias del atributo olor en las galletas evaluadas.

4.4.3 textura

La textura se define como el conjunto de percepciones que permiten evaluar las características físicas de un alimento por medio de la piel y músculos sensitivos de la cavidad bucal, sin incluir las sensaciones de temperatura y dolor (Wittig, 1981). Es uno de los parámetros de control más importantes para las galletas por lo tanto si la textura no es la esperada es inevitable el rechazo por parte de los consumidores (Castro, 1993). La firmeza de los productos horneados es una de las características más importantes, y en las galletas es la principal, pues el que sean crujientes; Las grasas son los ingredientes esenciales en galletas, se considera como mejorador de textura, haciéndola suave, ablanda la masa, dando como resultado un producto de textura blanda y suave al paladar (GIANOLA, 1985).

En base a los resultados del cuadro 18 y figura 47. Los tratamientos T12 (12.5%h.de haba) y T14 (37.5%h.de haba) ambas elaboradas con azúcar común estas no presentan diferencias significativas pero T12 muestra la calificación más alta mientras que T9 (37.5%h.de haba) presenta la más baja de todas.

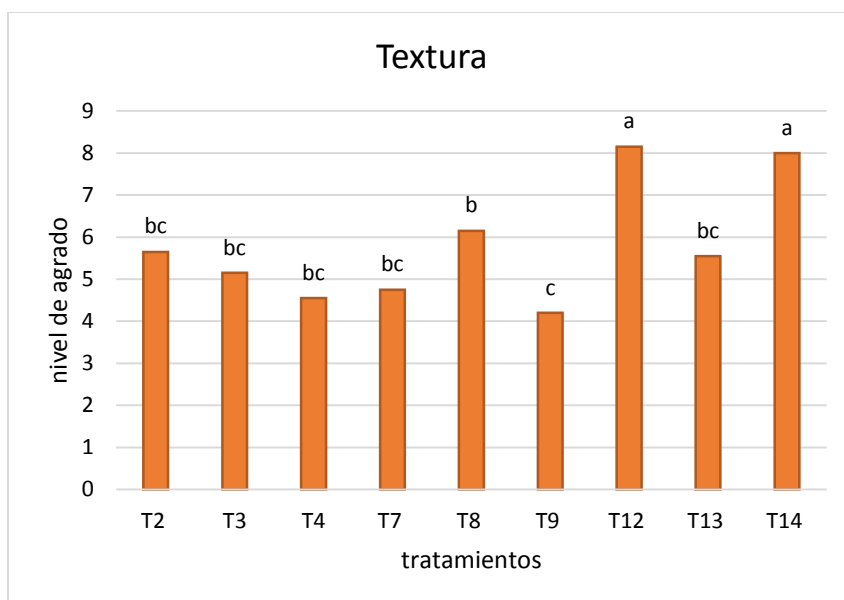


Figura 49. Comparación de medias del atributo textura en las galletas evaluadas.

4.4.4 Sabor

El sabor es la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas del sentido del olfato y gusto principalmente, el cual desempeña un papel importante en la aceptación de los productos ya que permite al consumidor seleccionarlo según sus deseos y necesidades, en la mayoría de los casos el factor primordial para los consumidores. De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 18 y figura 48 los tratamientos T12 (12.5%h.de haba) y T14 (37.5%h.haba) ambas elaboradas con azúcar común no presentan diferencia significativa obteniendo la calificación mayor T14, las muestras T2, T3, T4, T5 Y T8 son estadísticamente iguales y T9 (37.5%h.de haba) es la menos aceptada por los consumidores en cuanto a sabor.

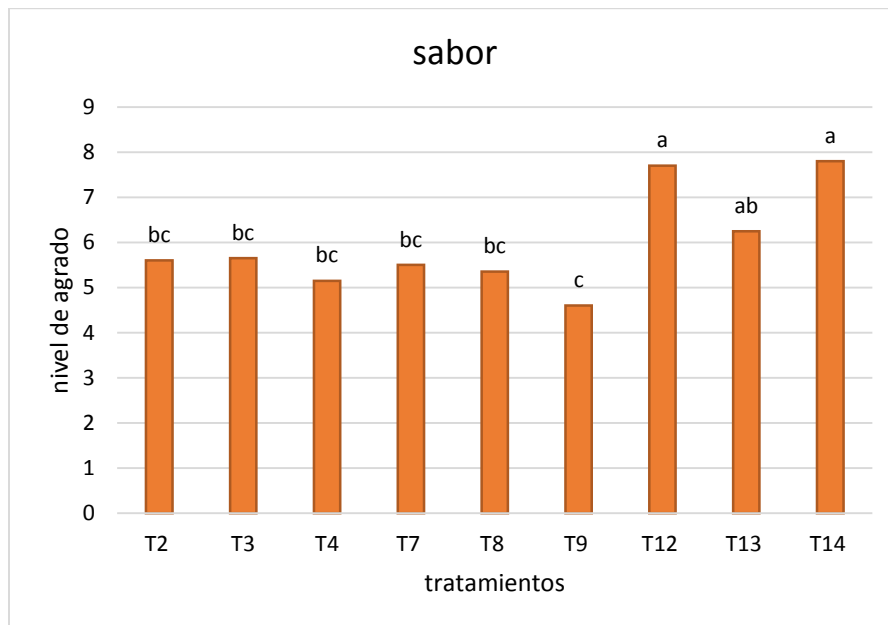


Figura 50. Comparación de medias del atributo sabor en las galletas evaluadas.

4.4.5 Aceptabilidad global

La aceptación global es la integración de los atributos evaluados y miden la calidad del alimento en cuanto a características sensoriales.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 18 y figura 49 y a la prueba de comparación Tukey para la aceptación general del producto final, las muestra T3, T4, T8, T9 Y T12 son estadísticamente iguales, T2, T7, T13 Y T14 presentan diferencia significativa, siendo T14 (37.5% h de haba) la más aceptada y T2 (12.5%h de haba) la menos aceptada.

En general se aprecia que T14 es la mejor de todas las muestras ya que tuvo un mayor puntaje de aceptación global por parte los panelista equivalente a 7.15 lo que describe como un producto agradable al consumidor. Las muestra que siguieron a T14 son T13 (25%h de haba) con un promedio de 6.85 y T3 (25%h haba) con 6.50 que son ligeramente agradables. La muestra menos aceptada por los panelista fue la T2 (12.5%h de haba) elaborado con azúcar splenda obtuvo un promedio de 4.90 lo que la describe como un producto ligeramente desagradable.

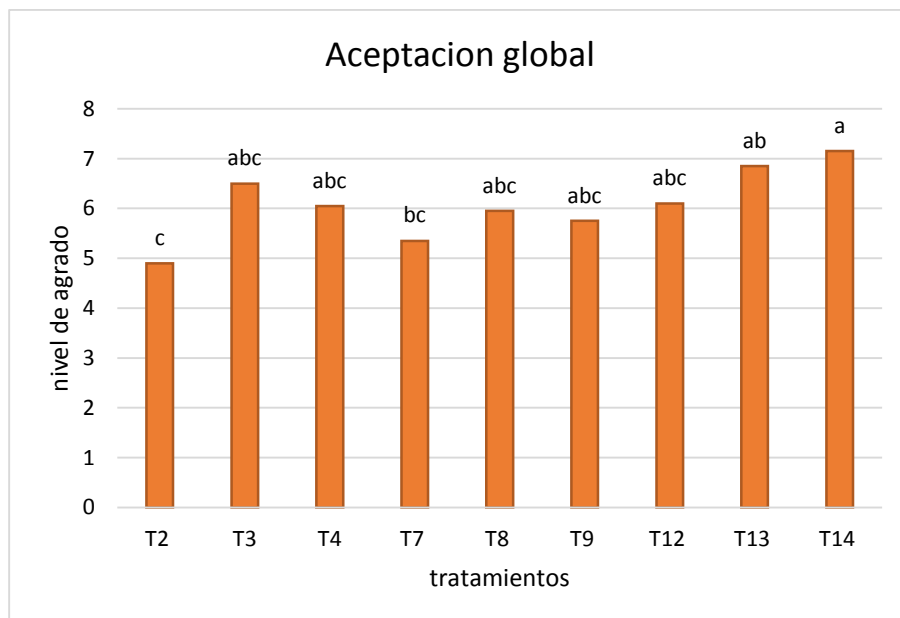


Figura 51. Comparación de medias de la aceptación global de las galletas evaluadas

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de esta investigación, tenemos las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al análisis bromatológico de las tres harinas utilizadas para el desarrollo de las galletas dio como resultado final que el harina de haba aporta un 31.25 % de proteína y 3.96% de cenizas siendo esta la mejor harina en cuanto al aporte de estos nutrientes casi triplicando al trigo y avena.
- Se elaboraron galletas a diversas combinaciones de incorporación de harina de haba con la finalidad de incrementar el valor proteico, la mejor resultado la formulación 5 que apporto un 19.85% de proteína.
- Se realizó una comparación entre las distintas combinaciones de galletas en cuanto a valor proteico, las galletas formuladas con 0% h de haba obtuvieron de **10.40-12.15%**, las de 12.5% h de haba obtuvieron de **12.54-14.38%**, las de 25% h de haba de **13.66-15.23%**, las de 37.5%h.de haba de **14.58%-17.68%** y finalmente las de 50%h.de haba obtuvieron **17.06-19.64%** en general se dice que en cuanto se aumenta la incorporación del haba aumenta proteínas y minerales.
- En total se realizaron 15 formulaciones 5 con azúcar splenda, 5 con azúcar stevia y 5 con azúcar común, se obtuvo que el azúcar splenda fue la que obtuvo las mejores galletas en cuanto a contenido de proteína y minerales.
- De acuerdo al análisis bromatológico que se realizó para determinar la calidad nutricional de las galletas, T5 (50%h.de haba) elaborada con azúcar splenda es la que apporto los mejores promedio ya que obtuvo 3.16% cenizas, 19.64% proteína, 19.85% grasa, 1.40% fibra, 55.94% carbohidratos y 480.99Kcal/100g.
- Se realizó un análisis donde la muestra mejor aceptada fue T14 con 37.5% harina de haba.

6. RECOMENDACIONES

En base a los resultados de la evaluación sensorial se recomienda realizar la evaluación con panelistas acostumbrados a consumir sustitutos del azúcar con la finalidad de obtener valores más favorables.

De acuerdo al bromatológico realizar pruebas con diferentes tipos de grasa para tener un cambio en cuanto al contenido de grasa del producto final.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Artículo “propiedades depurativas de la remolacha 15 de marzo, 2009.<http://www.aperderpeso.com/bajos-calorias/propiedades-depurativas-de-la-remolacha.html>

Aranceta B.J. Alimentos funcionales y salud en las etapas infantiles y juveniles .mady: medica panamericana S.A .2010, pag.183.

Augustin J., Klein B.P. (1989). Nutrient composition of raw, cooked, canned, and sprouted legumes En:Legumes: chemistry, technology, and human nutrition. Matthews R.H. (Ed.), 187-217.

Bourgues R.H 1987. Las leguminosas en la alimentación humana. (Parte 1). Cuadernos de nutrición 10(1) 17-32.

Calaveras. j. 1996. Tratado de panificación y bollería. 1ª edición. Amv ediciones y mundi-prensa s.a. p. 53.

Castro E. (1993), “Reología”, Monografías sobre Ingeniería en Alimentos, N° 11. Depto. de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Facultad de Ciencias Químicas Farmacéuticas. Universidad de Chile.

DENDY. D y DOBRASZCZYK. B.Cereales y Productos Derivados. Química y Tecnología. España: Editorial Acribia S.A. 2004.

Duncan J.R. MANLEY. Tecnología de la industria galletera galletas, crackers y otros horneados. Zaragoza: Acribia S.A. 1983

Earl M. Weiner y J. P. Caveró (2005). Nueva Enciclopedia Universal. Volumen 3. Azúcar. Durvan. pp. 1114–1116

Espín García Jhorky Luis, 2011, elaboración de galleta de sal enriquecida con clorofila, tesis de pregrado inédita, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Pág., 3

Gade, D.W 1975. Biogeographic, plants, man and the land Vilcanota valley. the Hague, wjunk B.V. publishers.

Gatel f., champ M. 1998. Grain legumes in human and animal nutrition-up to date results and question marks .3rd european conference on grain legumes pp.7-11.

Gianola G., (1980), LA INDUSTRIA MODERNA DE GALLETAS Y PASTERIA, segunda edición. Madrid – España. Pág. 13 – 21, 38

Gianola G. 1985. La industria moderna de galletas y pastelería. 3^o Edición. Madrid Gibson GR, Roberfroid MB. 2001. Dietary modulation of the human colonic microbiota. Introducing the concept of prebiotics. J. Nutr. 1995; 125:1401-12. Citado en SchrezenmeiR.

Gil HERNANDEZ A. (2010). Cereales y productos derivados. En: Tratado de Nutrición. Tomo 2. Composición y Calidad Nutritiva de los alimentos. Editorial Panamericana.

Herrera Vinueza Verónica Jaqueline, 2011, influencia de harina de trigo, plátano y haba en la elaboración de una galleta integral, tesis de pregrado inédita, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.pág.45

Hosseney C.R. 1994. Principles of cereal science and technology. Ed. American associaton of cereal chemists. minnesota, USA .pp.512-533.

INEGI, 1999. www.inegi.gor.mx.

James Duke (1983). Handbook of Energy Crops (inédito).

Kirk RS, Sawyer R, Egan H. 2004. Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. CECSA: México, pp. 348 - 350 Klein

Kolb N, Herrera JL, Ferreyra DJ, Uliana RF. Analysis of sweet diterpene glycosides from Stevia rebaudiana: Improved HPLC method. J Agric Food Chem 2001; 49:4538–41.

Kozlowskz H, Zdunczyk Z., honke J. 1998. legume grains for food and non food uses .3rd european conference on grain legumes pp.43-47.

Kujur RS, Singh V, Ram M, Yadava HN, Singh KK, Kumari S, Roy BK. Antidiabetic activity and phytochemical screening of crude extract of *Stevia rebaudiana* in alloxan-induced diabetic rats. *Pharmacognosy Res* 2010; 2:258-63.

Llerena Oñate Karina Patricia, 2010, utilización de harina de trigo y quinua para elaboración de galletas ,para los niños del parvularios de la E,S,P,O,CH, Tesis de pregrado inédita ,Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,Riobamba.pág. 7-8.

Manley D.J. R. 1989. Tecnología de la industria galletera. Galletas, crackers y otros horneados. Traducción: González Alonso Mariano. Editorial Acribia S.A

Michael A. Friedman, Lead Deputy Commissioner for the FDA, Food Additives Permitted for Direct Addition to Food for Human Consumption; Sucralose Federal Register: 21 CFR Part 172, Docket No. 87F-0086, April 3, 1998.

Muzquiz, M.; Pedrosa, M.; Varela, A.; Guillamón, E.; Goyoaga, C.; Cuadrado, C.; Burbano. C. (2006). Factores no-nutritivos en Fuentes Proteicas de Origen Vegetal.Su Implicación en Nutrición y Salud. *Braz. J. Food Technol*,

NMX-F-006-1983. ALIMENTOS. GALLETAS. FOOD. COOKIE

NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios.

Ochoa Saltos Katherine Lorena, 2012, “Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa apicare” tesis de pregrado inédita, escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba.pág.10

Olvera, J.; Sánchez RJ.; Ochoa, R.; Rodríguez, F.; Roque, J.; Ortega, C.; Palacios, H.; Carrillo, LA. (2001). *Claridades Agropecuarias* 93: 1-32.

Padilla flores Silvia carolina, 2001, formulación y aceptabilidad de una receta de galleta de avena utilizando sucralosa para pacientes diabéticos, tesis de pregrado inédita, Universidad Francisco Marroquín, Guatemala, pág.23

Peña R.J; Ortiz-monasterio; Sayre D.K. 1997.Estrategias para mejorar(o mantener) la calidad panadera en trigo de alto potencial de rendimiento. Explorando altos rendimientos de trigo .INIA la estanzuela, colonia uruguay.pp 286-306.

Producción Agrícola, (1995), Enciclopedia Terranova, tomo 2. Pág. 135 – 138.

Rader I.J., Weaver M.C ad Angyal G.2000.Total Folate in Enriched Cereal-Grain Products in the United States following fortification. *Food chemistry*. 70(3):275-289.

RANKEN M.D. Manual de Industria de los alimentos 2ª Edición. Zaragoza: Acribia S.A 1993. p 410

SENER/BID/GTZ (2006). Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiésel para el Transporte en México.

Sharma N, Kaushal N, Chawla A, Mohan M, Sethi A, Sharma Y. Stevia rebaudiana-A review. Agrobios Newslett 2006. 5:46–8

Tabla de composición de los alimentos, 2009, composición química de la harina de quinua (en línea), consultado el 01 de octubre de 2015, disponible en.

[Hpp://es.scribd.com/doc/22515896/tabla-composicion-de-Alimentos-2009/11/13](http://es.scribd.com/doc/22515896/tabla-composicion-de-Alimentos-2009/11/13)

Wittig E., (1981). “Evaluación Sensorial. Una Metodología Actual para Tecnología de Alimentos”. Talleres Gráficos USACH. Santiago, Chile.

www.siap.gob.mx/haba-grano/2014