

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE GALLETAS DE TRIGO
ELABORADOS CON FUENTES EDULCORANTES NO CONVENCIONALES

PRESENTADA POR:

ANA KAREN CLEMENTE VÁZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México, Abril 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Formulación y evaluación de galletas de trigo elaborados con fuentes edulcorantes
no convencionales

Por:

ANA KAREN CLEMENTE VÁZQUEZ

TESIS

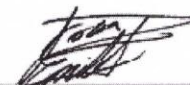
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

COMITE ASESOR



Dr. Heliodoro de la Garza Toledo

Asesor principal



M.C. Emilio Ochoa Reyes

Asesor principal externo



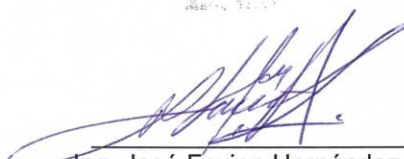
M.C Xóchitl Ruelas Chacón

Coasesor



Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Coasesor



Ing. José Favian Hernández Ángel

Coasesor

Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Formulación y evaluación de galletas de trigo elaborados con fuentes edulcorantes no convencionales

Por:

ANA KAREN CLEMENTE VÁZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

JURADO CALIFICADOR



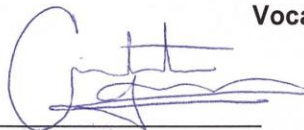
Lic. Laura Olivia Fuentes Lara
Presidente




M.C. Xóchitl Ruelas Chacón
Vocal



Dr. Heliodoro de la Garza Toledo
Vocal



Dr. Antonio F. Aguilera Carbó
Vocal



Dr. Ramiro López Trujillo
Coordinador de la división de ciencia animal



Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2014

DECICATORIA

A mis padres

Fausto Clemente Limas

Y

Guadalupe Vázquez Solís

Con todo mi amor y mi cariño la concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general. Gracias por que creyeron en mí en todo momento, y no dejaron de apoyarme, ustedes son mi ejemplo de vida, los admiro, los quiero.

Ami madre, por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia que has tenido para enseñarme, por el amor que me das, gracias Mamá por estar siempre pendiente durante toda esta etapa TE AMO MAMI.

Ami papá, gracias por creerenmí, por apoyarme en todo momento, llenándome de consejos en mí caminar, gracias por guiar mi vida de muchos valores, gracias por haberme brindado la oportunidad de tener una educación TE AMO PAPI.

***GRACIAS INFINITAS, ESTOY MAS QUE ORGULLOSA DE SER SU HIJA
LOS AMO.***

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a **DIOS** por haberme dado la vida, la sabiduría, las fuerzas y la salud, para lograr mis éxitos y poder culminar una meta más en mi vida. Vida en la que me has llenado de bendiciones infinitas, muchísimas gracias por darme una familia ejemplar a la cual amo profundamente y por rodearme de excelentes personas a lo largo de mi camino. Gracias por nunca soltarme de tu mano.

A mis padres: Con todo mi cariño y mi amor por que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mis hermanos: gracias por ser ese importante pilar y mi motivación para salir adelante, gracias por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y mi ejemplo a seguir, siempre serán los mejores hermanos y personas quedios me regalo los amo Sonia, Fausto enrique y Luis Miguel.

A mis sobrinos: José Armando, Duilio Enrique, Aryson Romina, Anyson Ximena, Luis Emanuel y a los que se integraran, mil gracias mis peques por llenarme de amor y de mucha alegría mi vida los quiero con todo mi Corazón mis peques adorados.

Gracias a esas personas importantes en mi vida y le dan un buen sentido a ella, a las familias: Clemente Limas, Domínguez Clemente, Clemente Solís, Clemente Pérez, Vázquez lozano, Acebedo Herberth y Vázquez Solís, mil gracias por cada consejo, Buenos deseos y bendiciones. A todos ustedes por llenar mi vida de grandes momentos que hemos compartido.

A mi novio José Márquez, gracias por tu paciencia, comprensión, por tu amor, por tus palabras de aliento, por darme la dicha de compartir momentos lindos a tu lado y por estar en todo momento, mil gracias por ser la persona que eres **TE AMO**.

A mi Alma Mater (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro) un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual me abrió sus puertas para terminar mi carrera profesional, prepararme para un futuro competitivo y formarme como persona de bien.

A Lic. Laura Olivia Fuentes Lara, por su participación y haberse tomado el tiempo para culminar este trabajo.

A M.C. Xóchitl Ruelas Chacón, por su participación y haberse tomado el tiempo para culminar este trabajo.

Al Dr. Heliodoro de la Garza Toledo, por su participación y haberse tomado el tiempo para culminar este trabajo.

Al M.C. Emilio Ochoa Reyes, por su participación y haberse tomado el tiempo para culminar este trabajo.

Al Dr. Antonio Aguilera Carbó, por su participación y haberse tomado el tiempo para culminar este trabajo.

Al Ing. Guillermo López Muños, por abrirme las puertas de su empresa (Panadería 3 espigas), y poder desarrollar este trabajo. Gracias por su apoyo.

Al Ing. Favián Hernández Ángel por la colaboración en la culminación de este trabajo y tu asesoramiento muchas gracias.

A mis amigos y amigas que a lo largo de mi vida han estado conmigo en todo momento, gracias por llenar mis días de alegría mil gracias por su amistad a pesar de la distancia los quiero mucho y siempre están y estarán en mi presente, Iveth (Chaparra), a las prudis: ivon, lauris, yami, Fabiola, jazmín, Eydin, al pequeño Gaelito, miguel (chucha), jorge (cholo), Tere, Lili, Amable y a mis primis.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Hipótesis.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivo específico.....	2
2. Revisión bibliográfica.....	3
2.1. Diabetes <i>mellitus</i>	3
2.1.1. Historia.....	3
2.1.2. Definición.....	4
2.1.3. Epidemiología.....	4
2.1.4. Clasificación.....	5
2.1.4.1. Diabetes Tipo 1.....	5
2.1.4.2. Diabetes <i>Mellitus</i>	5
2.1.4.3. Diabetes <i>Mellitus Gestacional</i>	6
2.1.4.4. Otros tipos de Diabetes <i>Mellitus</i>	6
2.1.5. Dietas para diabéticos.....	7
2.2. Alimentos disponibles en México.....	8
2.3. Galletas	9
2.3.1. Generalidades.....	9
2.3.2. Tipos de galletas.....	10
2.3.3. Galletas para diabéticos.....	12
2.3.4. Ingredientes de galletas.....	12
2.4. Harina de trigo.....	14
2.4.1. Generalidades de la harina de trigo.....	14
2.4.2. Valor nutrimental de la harina de trigo.....	15
2.5. Miel de abeja.....	16
2.5.1. Generalidades.....	17
2.5.2. Producción en México.....	17
2.5.3. Usos y aplicaciones.....	18
2.5.4. Valor nutrimental.....	19
2.5.5. Propiedades funcionales.....	20
2.5.6. Impacto en diabéticos.....	20
2.6. Miel de agave.....	21
2.6.1. Generalidades.....	22
2.6.2. Producción en México.....	23
2.6.3. Usos y aplicaciones.....	23
2.6.4. Valor nutrimental.....	24

2.6.5. Propiedades funcionales.....	24
2.6.6. Impacto en diabéticos.....	25
2.7. Inulina.....	25
2.7.1. Generalidades.....	26
2.7.2. Producción en México.....	27
2.7.3. Usos y aplicaciones.....	28
2.7.4. Valor nutrimental.....	30
2.7.5. Propiedades funcionales.....	30
2.7.6. Impacto en diabéticos.....	31
3. Materiales y Métodos.....	32
3.1 Sección experimental I: Obtención de una combinación de azúcares y endulzantes naturales para la elaboración de galletas aptos para personas diabéticas.....	32
3.1.1. Localización.....	32
3.1.2. Selección de porcentajes de Endulzantes.....	32
3.1.3. Proceso de elaboración de Galletas.....	34
3.1.4. Criterio de selección de la combinación de endulzantes naturales adecuadas para generar un producto de panadería (galletas)	34
3.2. Sección experimental II: Evaluación sensorial de los productos de panadería generados (galletas).....	35
3.2.1. Localización	35
3.2.2. Método para determinar nivel de agrado.....	35
3.2.2.1. Prueba de escala hedónica estructurada	35
3.2.3. Proceso de evaluación de galletas.....	35
3.2.4. Expresión de resultados.....	38
3.3. Sección experimental III. Análisis bromatológico.....	38
3.3.1. Ubicación del experimento.....	38
3.3.2. Determinación de materia seca total y húmeda.....	38
3.3.3. Determinación de minerales.....	39
3.3.4. Determinación de proteína cruda método Kjeldahl.....	39
3.3.5. Determinación de extracto etéreo (Método Soxhet).....	40
3.3.6. Determinación de fibra cruda.....	40
3.3.7. Determinación de carbohidratos.....	41
3.3.8. Determinación de contenido energético.....	41
3.3.9. Determinación de azúcares (totales y reductores).....	41
3.4 Sección Experimental IV. Vida de Anaquel	43
3.4.1. Evaluación de vida de anaquel subjetiva.....	43
4. Resultados y discusión	44
4.1. Sección experimental I: Obtención de una combinación de azúcares y endulzantes naturales para la elaboración de galletas con edulcorantes no convencionales	44
4.1.1. Obtención de los endulzantes no convencionales naturales.....	44
4.1.2. Selección de la combinación de diferentes porcentajes de azúcar y endulzantes naturales para la elaboración de galletas.....	44

4.2. Sección experimental II: Evaluación sensorial de los productos de panadería generados (galletas).....	46
4.2.1. Resultados de prueba de escala hedónica estructurada	46
4.3. Sección experimental III. Evaluación bromatológica	48
4.3.1. Galletas elaboradas con inulina, miel de agave y miel de abeja.....	48
4.4. Sección experimental IV. Vida de anaquel.....	49
4.4.1. Evaluación de vida subjetiva de anaquel de las galletas obtenidas.....	49
4.4.2. Evaluación al aire libre 20±2 °C	50
4.4.3. Evaluación en bolsas de plástico	54
5. Conclusiones	59
6. Bibliografía.....	60

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Título del cuadro	Pág.
Cuadro 1.	Valor nutrimental de la harina de trigo.....	15
Cuadro 2.	Valor nutrimental de la miel de abeja.....	19
Cuadro 3.	Valor nutrimental de miel de agave.....	24
Cuadro 4.	Información nutrimental de la inulina.....	30
Cuadro 5.	Propiedades funcionales de la inulina.....	31
Cuadro 6.	Formulaciones para elaborar una galleta.....	33
Cuadro 7.	Curvas de calibración para determinación de azúcares totales.....	42
Cuadro 8.	Curvas de calibración para determinación de azúcares reductores.....	43
Cuadro 9.	Resultados de la evaluación sensorial para seleccionar la mejor formulación de inulina.....	46
Cuadro10.	Resultados de la evaluación sensorial para seleccionar la mejor formulación de miel de agave.....	47
Cuadro11.	Resultados de la evaluación sensorial para seleccionar la mejor formulación de miel de abeja.....	47
Cuadro 12.	Información nutrimental de galletas elaboradas con Inulina, miel de agave y miel de abeja.....	49
Cuadro 13.	Parámetros evaluados en prueba de vida de anaquel.....	49
Cuadro 14.	Galleta elaborada con IN20 evaluación al aire libre.....	50
Cuadro 15.	Galleta elaborada con MAG40 evaluación al aire libre.....	51
Cuadro 16.	Galleta elaborada con MAB60 evaluación al aire libre.....	52
Cuadro 17.	Galleta GT o comercial evaluación al aire libre.....	53
Cuadro 18.	Galleta elaborada con IN20 evaluación en bolsas de plástico	54
Cuadro 19.	Galleta elaborada con MAG40 evaluación en bolsa de plástico.....	55
Cuadro 20.	Galleta elaborada con MAB60 evaluación en bolsa de plástico.....	56
Cuadro 21.	Galleta GT o comercial evaluación en bolsa de plástico.....	57

INDICE DE IMAGENES

No.	Título de imagen	Pág
Imagen 1.	Hoja numero 1 de encuesta para galletas.....	36
Imagen 2.	Hoja número 2 de encuesta para galletas.....	37
Imagen 3.	Galleta elaborada con las 9 formulaciones propuestas y seleccionadas.....	45
Imagen 4.	Galleta elaborada con IN20.....	45
Imagen 5.	Galleta elaborada con IN20 a las 8 semanas de evaluación al aire libre.....	51
Imagen 6.	Galleta elaborada con MAG40a las 8 semanas de evaluación al aire libre.....	52
Imagen 7.	Galleta elaborada con MAB60 a las 8 semanas de evaluación al aire libre.....	53
Imagen 8.	Galleta GT o comercial a las 8 semanas de evaluación al aire libre.....	54
Imagen 9.	Galleta elaborada con IN20a la semana 16 de evaluación en bolsa de plástico.....	55
Imagen 10.	Galleta elaborada con MAG40 a la semana 16 de evaluación en bolsa de plástico.....	56
Imagen 11.	Galleta elaborada con MAB60 a la semana 16 de evaluación en bolsa de plástico.....	57
Imagen 12.	Galleta GT o comercial a la semana 16 de evaluación en bolsa de plástico.....	58

RESUMEN

En la actualidad los productos horneados endulzados sobre la base de azúcar, son consumidos en forma masiva por su alta inclinación en su sabor, entre ellos las galletas ocupan un lugar muy predominante en todo el mundo. Sin embargo, existe un alto índice poblacional de personas que padecen diabetes que no pueden deben consumir estos productos. Este trastorno del metabolismo impide regular la cantidad de glucosa en sangre, puesto que la hormona que se encarga de ello la insulina no es producida en suficiente cantidad al páncreas. La insulina se encarga de transformar la glucosa en energía para las células. Por ende la importancia de la utilización de fuentes edulcorantes no convencionales en la industria galletera creando opciones alimenticias para los consumidores, como la inulina, miel de agave y miel de abeja creando opciones alimenticias para los consumidores. En el presente trabajo se desarrollaron galletas endulzadas con inulina, miel de agave y miel de abeja. Se definieron como variables la cantidad de endulzante no convencional (Inulina, miel de agave y miel de abeja) a tres niveles 20, 40 y 60 % en relación a la cantidad de harina empleada en la formulación original, que fue el control. Además se empleó como índice de pre-selección la apariencia de las mismas después del horneado, también se realizó una prueba sensorial en usando una escala hedónica. Finalmente las mejores formulaciones fueron sometidas al analisis bromatológico.

Los resultados de la presente investigación fueron el desarrollo y evaluación de una galleta de trigo formulada y endulzada con inulina, miel de agave y miel de abeja y se evaluaron sensorialmente prefiriéndose las elaboradas con formulación de IN20, MAG40 y MAB60 de acuerdo a los jueces.

Las galletas con endulzantes naturales presentan una vida de anaquel igual en las pruebas realizadas al aire libre, pero la prueba realizada en bolsa de plástico las galletas de inulina al 20%, miel de agave al 40% y miel de abeja al 60% presentaron una vida de anaquel más larga que las expuestas al aire libre.

Las galletas endulzadas con ingredientes no convencionales permitieron el uso de otros componentes como la inulina, la miel de agave y de abeja, obteniéndose productos con características semejantes a las endulzadas con azúcar, pero reduciendo su cantidad sobre todo en la formulación 20, 40, 60 %, con lo que se logró el objetivo de reducir la ingesta de azúcar de caña en estas galletas.

Palabras clave: galletas, inulina, miel de agave, miel de abaja, endulzantes no convencionales.

1. INTRODUCCIÓN

La fabricación de galletas constituye un sector importante en la industria alimentaria y se encuentra muy arraigada en países industrializados y conlleva a una rápida expansión por las zonas del mundo en desarrollo. La principal atracción de la galletería es la gran variedad o tipos que se pueden generar con la cualidad de que son alimentos nutritivos con gran margen de conservación. Por lo tanto el paso que se ha tenido desde un arte a una ciencia no ha terminado, por lo que todavía es muy importante tanto la comprensión de los procesos como la experiencia.

En general, las galletas son productos elaborados con trigo suave; se caracterizan por incluir en sus formulaciones contenidos elevados de azúcar y materia grasa y relativamente poca o nula cantidad de agua, en comparación con el pan. La diversidad de estos productos es muy amplia por lo que la dirección general de normas las ha definido como “el producto elaborado con harina de trigo, avena, centeno, harinas integrales, azúcares, grasa vegetal y/o aceites vegetales comestibles, agentes leudantes, sal yodatada; adicionados o no de ingredientes y aditivos alimenticios autorizados por la secretaria de salud, los que se someten a un proceso de amasado, moldeado y horneado”. Estos se clasifican en galletas finas, entrefinas y comerciales. Sin embargo, los elevados contenidos de azúcares dentro de las formulaciones de las galletas, ponen en riesgo la salud de cada uno de los consumidores, el consumo constante de estos alimentos pueden provocar un desbalance del índice glucémico en la sangre del consumidor.

Por tal motivo, es necesario obtener nuevas alternativas que nos lleven a garantizar la calidad del producto, el bienestar y la salud del consumidor. Hoy en día existen distintas investigaciones que citan que la inulina tiene propiedades benéficas a la salud, además de ser un edulcorante natural con efecto prebiótico, se puede sustituir por el azúcar (sacarosa) ya que esta es perjudicial a la salud, muchas veces ocasionando el grave padecimiento de la diabetes.

1.1. Justificación

Se han realizado investigaciones acerca del padecimiento más grave en el mundo (La diabetes) y lamentablemente nuestro país es uno de los más afectados a nivel mundial, es necesario crear una alternativa eficiente para mejorar la salud de la población sin llegar a hacer una prohibición de los hábitos o gustos en la alimentación, ya que con este padecimiento privan de infinidad de gustos alimenticios. Por esto, se tiene la meta de crear una nueva galleta con todas las características físico químicas que no afecten o alteren la salud humana, utilizando sustituto de azúcar como lo es la inulina, miel de agave y miel de abeja que son endulzantes naturales, estos contienen un alto contenido de fibra, y ayuda a muchas de las funciones metabólicas (prebiótico) del ser humano.

1.2. Hipótesis

La utilización de endulzantes naturales no convencionales como la inulina, miel de agave y miel de abeja permitirá obtener galletas con menor concentración de azúcar totales, generando una opción de alimentos sanos y aptos para personas que padecen de diabetes.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Formular y evaluar galletas de trigo adicionadas con edulcorantes no convencionales.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1) Establecer las dosis adecuadas de los edulcorantes no convencionales inulina, miel de agave y miel de abeja para desarrollar una formulación estable de la galleta.
- 2) Evaluación sensorial de las galletas elaboradas con edulcorantes no convencionales.
- 3) Evaluación bromatológica de las galletas con mejores resultados.
- 4) Evaluación de la vida de anaquel de las galletas con mejor resultados.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Diabetes

La diabetes es un problema mundial y en México por que la incidencia, prevalencia y mortalidad están incrementándose a un ritmo acelerado. La diabetes se está mostrando en etapas de la vida cada vez más tempranas, con el consecuente incremento de las complicaciones que, además de su mayor frecuencia también ocurren en población más joven. La dieta y los hábitos de vida que producen obesidad influyen claramente en el riesgo de desarrollar diabetes en individuos susceptibles a esta alteración.

La sacarosa y otros azúcares no han sido directamente implicados en la etiología de la diabetes y las recomendaciones relativas a su consumo tienden, principalmente, a evitar alimentos muy ricos en energía para reducir la obesidad. La mayor parte de los tratamientos para la diabetes permiten la ingesta moderada de sacarosa y otros azúcares (30-50 g/día), siempre que sean consumidos dentro del contexto de la recomendación energética total, no desplacen a alimentos de alta densidad en nutrientes y alimentos ricos en polisacáridos no amiláceos y sean incorporados como parte de una comida variada.

La **diabetes** es un trastorno del metabolismo que impide regular la cantidad de glucosa en sangre, puesto que la hormona que se encarga de ello -la insulina- no es producida en suficiente cantidad por el páncreas. La insulina se encarga de transformar la glucosa en energía para las células. Como la insulina no trabaja bien, una de las claves para equilibrar la acumulación de glucosa en sangre es controlando la alimentación (Arteaga y col., 1997).

2.1.1. Historia

La diabetes es un reto de salud global; estimaciones de la (OMS) Organización Mundial de la Salud indican que en 1995 había en el mundo 30 millones de personas con diabetes, actualmente se estima que 347 millones de personas viven con diabetes. Durante las últimas décadas el número de personas que padecen diabetes en México se ha incrementado y actualmente figura entre

las primeras causas de muerte en el país. Se ha estimado que la esperanza de vida de individuos con diabetes se reduce hasta entre 5 y 10 años. La prevención del desarrollo de la diabetes puede ser altamente costo- efectiva: modificaciones en estilos de vida, en particular en la dieta y actividad física, así como evitar el tabaquismo, pueden retrasar la progresión de la diabetes.

No obstante, su costo-beneficio depende de su implementación a escala poblacional, en particular en países con elevado riesgo de diabetes.

2.1.2. Definición

La Diabetes es una enfermedad sistémica, crónica degenerativa, de carácter heterogéneo, con grados variables de predisposición hereditaria y con participación de diversos factores ambientales, que se caracteriza por hiperglucemia crónica, debido a la deficiencia en la producción o acción de la insulina, que afecta al metabolismo intermedio de los hidratos de carbono, proteínas y grasas. Se asocia en daño a largo plazo, disfunción e insuficiencia de diferentes órganos especialmente de los ojos, riñones, nervios, corazón y vasos sanguíneos (Hernández-Ávila y col., 2001).

2.1.3. Epidemiología

Se ha confirmado la presencia del síndrome metabólico en diferentes grupos étnicos, incluyendo a la población latinoamericana. La prevalencia del síndrome metabólico varía según la definición que se tenga para los diferentes componentes que lo integran. De acuerdo con la definición de la OMS se presentan en el 15% de los hombres y en el 10% de las mujeres que tienen metabolismo de la glucosa normal y en el 64% de los hombres y el 42% de mujeres que presentan alteración en la glucosa de ayuno o intolerancia a la glucosa. Hasta el 90% de los pacientes con diabetes tipo 2 tiene síndrome metabólico (Trevisan y col., 1998).

2.1.4. Clasificación

2.1.4.1. Diabetes Tipo 1

Este tipo de patología puede darse a cualquier edad, pero en general se diagnostica en edades tempranas. Esta patología se denomina enfermedad autoinmune, porque el sistema inmune ataca a las propias células de la persona. En este tipo de diabetes, las células del páncreas que producen insulina son el objetivo del sistema inmune del cuerpo y necesariamente son destruidas en algún momento. Por esta razón, las personas que padecen de diabetes del tipo 1 no producen insulina, entonces la glucosa no puede entrar a las células. Algunos de los Síntomas de la diabetes tipo 1 pueden ser: pérdida de peso, sed (polidipsia), hambre extrema (polifagia), orina excesiva (poliuria), debilidad o cansancio (Arteaga y col., 1997).

2.1.4.2. Diabetes *mellitus*

También conocida como diabetes tipo 2, se presenta en la edad adulta y en esta el páncreas no produce la insulina suficiente para regular el índice de glucosa sanguínea así como la resistencia a la misma insulina. Es un grupo heterogéneo de pacientes, la mayoría obesos y/o con distribución de grasa predominantemente abdominal, con fuerte predisposición genética no bien definida (multigénica). Con niveles de insulina plasmática normal o elevada, sin tendencia a la acidosis, responden a dieta e hipoglicemiantes orales, aunque muchos con el tiempo requieren de insulina para su control, pero ella no es indispensable para preservar la vida (insulino-requiere).

La diabetes tipo 2 es una enfermedad progresiva en que a medida que transcurren los años su control metabólico de va empeorando producto de la resistencia a la insulina y a mayor deterioro de su secreción. Algunos síntomas de la diabetes mellitus: pérdida de peso, sed (polidipsia), hambre extrema (polifagia), orina excesiva (poliuria), debilidad o cansancio (Arteaga y col., 1997).

2.1.4.3. Diabetes *mellitus* gestacional

Es una condición exclusiva de mujeres embarazadas cuya tolerancia alterada a la glucosa se descubre durante el embarazo. Las mujeres con Diabetes Mellitus Gestacional (DMG) no son capaces de compensar la resistencia a la insulina del embarazo, que se produce por una combinación de cambios hormonales e inflamatorios. Debido a que en la mayoría de los casos las pacientes con (DMG) tienen niveles normales de glucosa en ayunas, se deben llevar a cabo algunas pruebas de provocación de tolerancia a la glucosa (Dr. Coustan y col., 2011)

Se caracteriza por hiperglicemia, que aparece en el curso del embarazo. Se asocia a mayor riesgo en el embarazo y parto, en el caso de presentar diabetes clínica (60% después de 15 años). La diabetes Gestacional puede desaparecer al término del embarazo o persistir como intolerancia a la glucosa o diabetes clínica (Arteaga y col., 1997).

2.1.4.4. Otros tipos de Diabetes *mellitus*

Incluyen pacientes con defectos genéticos en la función de la célula beta como las formas llamadas MODY por sus siglas en inglés (Maturity Onset Diabetes of the Young); otros con defectos genéticos de la acción de la insulina; otros con patologías pancreáticas (pancreatectomía, pancreatitis aguda, pancreatitis crónica, neoplasia del páncreas, hemocromatosis); endocrinopatías (Cushing, acromegalia, glucagonoma, feocromocitoma).

También algunos fármacos o tóxicos pueden producir diabetes secundaria (corticoides, ácido nicotínico, Lasparagina, interferón alfa, pentamidina); agentes infecciosos (rubeola congénita, coxsachie B, citomegalovirus, parotiditis) y por último, algunas otras enfermedades como los Síndromes de Down, Klinefelter, Turner, enfermedad de Stiff-man y Lipoatrofias. En estos casos se habla de diabetes secundaria, mientras los tipo 1 y 2 son primarias (Arteaga y col., 1997).

2.1.5. Dietas para diabéticos

Lo evidente es que la dieta es la base fundamental del tratamiento de la diabetes, tanto en el tipo 1 junto con la insulina, como en el tipo 2, en la que algunas veces se requiere la administración de hipoglucemiantes orales.

Los objetivos que perseguimos en la dieta del diabético son:

- Conseguir un buen estado de nutrición
- Contribuir al control óptimo de la glucemia
- Conseguir el peso normal, sobre todo en pacientes obesos
- Reducir el riesgo de complicaciones (Isomaa y col., 2001)

Recomendaciones para un plan de nutrición:

- **Consumir los lácteos** (leche, yogurt y queso) siempre descremados para prevenir las complicaciones cardiovasculares, y en cantidades controladas, ya que aportan “lactosa” (azúcar de la leche). Además son fuente de proteínas de alto valor biológico y de calcio.
- **Moderar el consumo de Huevo**, hasta 3 unidades por semana. Seleccionando de preferencia siempre clara.
- **Consumir gran variedad de verduras de todo tipo y color**, ya que nos aportan gran cantidad de vitaminas y minerales. Lo vegetales feculentos “papa, camote, y mandioca” por poseer mayor cantidad de hidratos de carbono se incluyen en el grupo de los cereales.
- **Consumir carnes magras**: Vacuna (cuadril, cuadrada, lomo), Pollo sin piel y pescados. Son un excelente aporte de hierro y proteína de alto valor biológico.
- **Consumir frutas de todo tipo y color**, distribuidas durante el día en cantidades controladas ya que aportan “Fructosa” (azúcar de la fruta) y además son ricas en vitaminas, minerales y fibras.
- **Preferir cereales y derivados integrales** (arroz, pan, harinas integrales para preparaciones), legumbres, ya que aportan fibras y vitaminas del complejo B.
- **Condimentar con aceites** ya que al ser de origen vegetal, carecen de colesterol y aportan Vitamina E y ácidos grasos esenciales. El consumo debe

ser controlado, ya que aportan un alto valor calórico. Consumirlos preferentemente crudos.

- **Moderar el consumo de sal.** Use de manera abundante las hierbas y especias aromáticas.
- **Ingerir abundante cantidad de líquido:** al menos 2 litros diarios, en forma de agua natural, caldos, bebidas sin azúcar e infusiones (té).

Estos consejos son muy importantes y más si se complementan con una actividad física logrando beneficios como:

- Ayuda a disminuir los niveles de glucemia en sangre durante y después de la realización de la actividad física.
- Mantiene un peso saludable.
- Facilita el trabajo de la insulina, haciéndola más efectiva.
- Fortalece la actividad cardiaca.
- Disminuye los valores de colesterol y triglicéridos en sangre.
- Mejora el estado físico y la autoestima.

(NOM-015-SSA2-1994)

2.2. Alimentos disponibles en México

Se cuenta con una amplia variedad de alimentos y productos en México y cada día van implementando mas avances para el consumo de personas diabéticas o personas que cuiden su salud. Algunos productos son: edulcorante SPLENDA, paletas sin azúcar “dulce vida”, aceite “Oleico”, gelatinas y flanes “D´gari” light, glorias y obleas light “las sevillanas”, galletas taifeld’s sin azúcar y fiber cookies, leche lala light y yogurt lala light, Mermelada McCormick sin azúcar (fresa y frutas Rojas), Nutri Leche® baja en grasa, Pan Wonder Cero Cero. (Federación Mexicana de diabetes A. C. 2014).

2.3. Galletas

Son un producto considerado tradicional y siendo una fuente de energía gracias al contenido de carbohidratos, grasa y proteínas, y de otros ingredientes que van en menor proporción dentro de su formulación como son los frutos secos, el coco, el chocolate, la fibra entre otros. Es uno de los productos más consumidos por la población mundial y constituye un alimento tradicional cuya elaboración se ha llevado a cabo de manera artesanal durante mucho tiempo.

Según las normas que las regula (NMX-F-006-1983) Son “los productos alimenticios elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua”.

2.3.1. Generalidades

En la industria alimenticia, la fabricación de galletas cobra un papel significativo en consecuencia a la gran atracción que genera la amplia variedad de galletas que existen en el mercado. Su origen se remonta 10.000 años atrás, cuando se descubrió que al someter al calor excesivo sopas de cereal, se obtenía un alimento con bajo contenido de agua, excelente para el almacenaje y largos viajes.

Sin embargo, 200 a.C. se dio el momento preciso para el nacimiento de las galletas con los *ipyress griegos* o los *Bis Coctum romanos*, que significa panes cocidos dos veces y de donde nace la palabra galleta en inglés y francés *biscuit* (Asociación Mexicana de Industriales de Galletas y Pastas. 2009).

Su llegada a América Latina se dio de manera accidental cuando pequeñas cantidades de masa de pastel, se metían al horno para probar su temperatura. Estas pequeñas pruebas para pastel se llamaban *koekje*, que en Holandés significa pequeño pastel y de donde viene la palabra *cookie*, de hecho algunas galletas se preparan con una mezcla para pastel, aunque la mayoría de éstas,

requieren menos líquido, las pastas para galletas van desde muy suaves hasta muy duras, a diferencia de las pastas para pasteles, que son más húmedas (Gisslen. W. 2002).

Durante la edad media, las galletas fueron evolucionando dando paso a la creación de gran variedad de galletas y a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, en Europa comenzó su producción masiva y su comercialización, por lo cual las galletas dulces y saladas son cada vez más variadas.

Según la Norma NMX-F-006-1983 alimentos. Galletas. Food. Cookie. De la Dirección General de Normas Mexicanas las galletas se pueden definir, como 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.

Su definición, a pesar de dar alusión a un mismo producto varía de algún modo según el lugar y la forma de elaboración. El término biscuit o galleta se usa en Gran Bretaña para describir un producto delgado, crujiente y horneado; mientras que el término cookie o pasta de té se reserva para un producto más blando y más grueso o bien para el producto elaborado con una receta americana. En Estados Unidos el término cookie incluye cualquier producto aplanado, crujiente y horneado. Así mismo el término cracker se utiliza para galletas con bajo contenido de azúcar y grasa y normalmente blandas o apetitosas, y se caracterizan porque generalmente utilizan en su elaboración harinas fuertes y masas desarrolladas (Dendy y Dobraszcyk 2004).

2.3.2. Tipos de galletas

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

- *Marías, tostadas y troqueladas.* Se elaboran a base de harinas, azúcares y grasas comestibles, a las que se pueden añadir otros ingredientes para su enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten. Se cortan por sistema de prensa o rodillo troquelado.
- *“Cracker” y de aperitivo.* Se fabrican con harina y grasas comestibles, generalmente sin azúcar, y sus masas pueden someterse a fermentación para conseguir su tradicional ligereza.
- *Barquillos con o sin relleno.* Se obtienen cociendo en planchas metálicas de pastas en estado líquido viscoso, formadas por harina, féculas, glucosa y sal, susceptibles de adquirir diferentes formas: rectangulares, cilíndricas, abanicos, etc. Pueden elaborarse solos o con rellenos a base de azúcar, dextrosa, grasa y aromas.
- *Bizcochos secos y blandos.* Elaborados con harina, azúcar y huevos, batidos a gran velocidad para conseguir que monten adecuadamente y depositándose en moldes o chapa liza para su horneado. Se clasifican en secos y blandos según porcentaje de humedad que contienen a la salida del horno.
- *Galletas tipo sándwiches.* Son dos galletas tradicionales, a las que se adiciona entre ambas un relleno consistente en una mezcla de azúcar, grasa y otros componentes debidamente autorizados.
- *Pastas blandas y duras.* Se clasifican en este grupo las galletas obtenidas a partir de masas cuya peculiaridad consiste en batir adecuadamente todo los componentes (azúcar, grasa y otros productos alimenticios) y luego adicionar la harina, horneando seguidamente la masa moldeada para impedir el desarrollo del gluten.
- *Bañadas con aceite vegetal.* Se parte de las galletas tradicionales que después de horneadas son sometidas a una dispersión o baño de aceite vegetal muy atomizado por su superficie e incluso por su parte inferior, según tipos.

- *Recubiertas de chocolate.* cualquier clase de galletas pueden presentarse recubiertas de chocolate, pasta de cacao o mezcla de azúcar, gelatina y agua.
- *Surtidas.* conjunto de galletas de diferentes especialidades agrupadas en un solo envase.
(Duncan. 1983).

2.3.3. Galletas para diabéticos

Las galletas aptas para personas diabéticas se encuentran en un gran índice de crecimiento de acuerdo a las innovaciones día con día. Algunos productos son: Galletas taifeld's sin azúcar y fiber cookies, galletas quaker con avena, galletas marca "Granvita" con avena integral, galletas "Gullón" Active integral, galletas Nestlé fitness, Eroski Sannia integrales (Federación Mexicana de diabetes A. C. 2014).

2.3.4. Ingredientes de galletas

Para la elaboración de las galletas, las materias primas juegan un papel importante, ya que deben provenir de una fuente confiable aparte de ser de una calidad óptima para que el producto final que se obtiene mantenga la calidad apropiada para que el consumidor sea fiel a los productos que adquiere.

Las materias primas que son de gran importancia para la producción de galletas son: harina de trigo, azúcar o jarabes, grasas y aceites, y huevo (claras y yema), que de acuerdo a la formulación se encuentran en diferentes cantidades y que junto con otras materias primas que se dosifican en menor cantidad aportan características específicas al producto final, por lo cual comercialmente se encuentran gran variedad de estas materias primas que facilitan al productor un proceso de elaboración más eficaz.

- *Harina de trigo.* Generalmente la fabricación de galletas se realiza con harina de trigo sin gran cantidad de salvado y pueden tener añadidas pequeñas cantidades de otras harinas o almidones, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales. 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 (Calaveras 1996).

La harina de trigo debe caracterizarse por ser suave al tacto y firme sin formar aglomeraciones, ya que esto indicaría que la harina cuenta con mucha humedad. Así mismo debe estar exenta de mohos y rancidez, pues sí esto ocurre es probable que contenga una gran proporción de salvado, que sea vieja o que no ha sido conservada correctamente (Calaveras 1996).

- *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. Su obtención se realiza casi exclusivamente de la caña de azúcar y la remolacha azucarera, y se encuentra normalmente en forma de cristales blancos o en forma de azúcar líquido, es decir en una disolución acuosa. El azúcar que se utilice va a realizar efectos importantes sobre la apariencia y el sabor de los productos; dulzor, firmeza, color y conservación.
- *Grasas y aceites.* Las 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 por su elevado costo de adquisición, aun teniendo varias fuentes para su obtención: animal y vegetal, 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. 1983).
- *Otros ingredientes.* Existen varios ingredientes que van en dosificaciones menores dentro de la formulación de productos horneados; dentro de los

cuales se encuentran las enzimas, las cuales cumplen un papel funcional dentro de la formulación del producto, siendo capaces de modificar la naturaleza física del proceso en algún momento o contribuir a la apariencia, sabor, color, y aroma del producto final (Duncan. 1983).

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. 1983).

2.4. Harina de trigo

La harina es el material más importante en todo producto de panificación ya que afecta la funcionalidad y las características del producto terminado, dictamina parámetros de procesamiento y requerimientos de algunos otros ingredientes. La funcionalidad es impartida principalmente por el contenido de proteína y, o fuerza del gluten. Solamente la harina de trigo tiene un gluten funcional una vez que es hidratado y mezclado. Se dice que es funcional ya que forma una red continua, elástica, extensible y hasta cierto punto impermeable al bióxido de carbono liberado durante la fermentación (SERNA, 2003).

2.4.1. Generalidades de la harina de trigo

Generalmente, la industria de la panificación tiene fuertes medidas del control de calidad de la harina. Algunos importantes componentes de la harina son

los pentosas, almidón, carbohidratos simples y lípidos polares (glicolípidos, fosfolípidos, etc.). El grado de daño sufrido por el almidón en el campo dado la activación de enzimas diastáticas y durante el proceso de molienda influye también en la calidad de la harina. En general, una buena harina para panificación contiene menos de 0.4% de cenizas, 11-14.5% de proteínas con gluten fuerte, 0.6% de pentosanos y trazas de compuestos polares (SERNA, 2001).

El 85% de las proteínas de las harinas son gliadinas (proporcionan cualidad pegajosa a la masa) y gluteninas (proporcionan resistencia y fortaleza), proteínas insolubles que en conjunto reciben el nombre de gluten debido a su capacidad de aglutinarse cuando son mezcladas con agua originando una red o malla. Esta propiedad que poseen las proteínas del trigo y que (salvo raras excepciones como el centeno) no poseen las proteínas de otros cereales, es la que hace panificables las harinas de trigo y la que proporciona las características plásticas de la masa de pan. El porcentaje de gluten define a veces los tipos de harina. Las harinas fuertes (contenido en gluten superior al 11%) absorben mucha agua y dan masas consistentes y plásticas y panes de buen volumen, aspecto y textura. Por el contrario, las harinas débiles son harinas no aptas para la elaboración de pan pero sí para la elaboración de galletas y pastas alimenticias (Torres y col., 2011).

2.4.2. Valor nutrimental de la harina de trigo

Cuadro 1. Valor nutrimental de la harina de trigo.

Composición nutricional	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 (mg)	26
Fósforo (mg)	89
Tiamina o vit B1 (mg)	0,63
Riboflavina o vit B2 (mg)	0,13
Niacina (mg)	1,

Fuente: Calaveras. 1996

2.5. Miel de abeja

La miel es definida según el codex alimentarius: “la sustancia dulce natural producida por las abejas obreras a partir de las flores o secreciones de partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos seccionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de plantas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias y almacenan y dejan en el panal para que madure añeje (Codex alimentarius, 1981).

Constituye uno de los alimentos más primitivos que el hombre aprovechó para nutrirse. Su composición es compleja y los carbohidratos representan la mayor proporción, dentro de los que destacan la fructosa y glucosa, pero contiene una gran variedad de sustancias menores dentro de los que destacan las enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, vitaminas y minerales (Codex alimentarius, 1981).

La composición de la miel depende de diversos factores tales como la contribución de la planta, suelo, clima y condiciones ambientales, principalmente. También se ha asociado a la miel otras funciones además de la alimenticia, sobre todo algunas relacionadas para el tratamiento de afecciones de la salud. Aunque la apicultura es una actividad muy antigua, en la actualidad representa una actividad económica importante en muchos países que permite generar una importante cantidad de empleos, siendo en México la tercera fuente de divisas del subsector ganadero (Ulloa y col., 2010).

2.5.1. Generalidades

La miel permaneció como el único endulzador primario natural disponible hasta el pasado siglo XIX, cuando su consumo fue superado por el azúcar de caña o azúcar de remolacha, y más tarde por azúcares derivados del maíz. Hoy en día se acepta que la miel puede ser además de un alimento protector, ya que tiene un gran número de sustancias que actúan de esa manera incluyendo el ácido ascórbico, péptidos pequeños, flavonoides, tocoferoles y enzimas, pudiendo ser una alternativa natural al uso de aditivos alimentarios para controlar el encafecimiento enzimático durante el procesamiento de frutas y verduras, así como ingredientes en la elaboración de jugos y conservas alimenticias, y en muchos otros alimentos para inferirles propiedades sensoriales propias de la miel (Ulloa y col., 2010).

También se ha demostrado que la miel sirve como una fuente natural de antioxidantes, los cuales son efectivos para reducir el riesgo de enfermedades del corazón, sistema inmune, cataratas y diferentes procesos inflamatorios.

2.5.2. Producción en México

La producción apícola en nuestro país reviste una singular importancia, ya que aunque no es una actividad fundamental dentro del sector y no representa el ingreso principal de los apicultores, permite generar una importante cantidad de empleos y es la tercera fuente captadora de divisas del subsector ganadero. La producción de miel en México para el año 2009 fue de 52,800 toneladas y ocupa el tercer lugar mundial como exportador con aproximadamente la mitad de su producción anual, teniendo como destino principal países como Alemania, Inglaterra y Estados Unidos, generando ingresos anuales en promedio de 32.4 millones de dólares. Sin embargo, para conservar y mejorar las exportaciones mexicanas de miel es indispensable satisfacer un mercado cada día más exigente apegado a los requisitos de calidad (Ulloa y col., 2010).

México cuenta con gran potencial apícola y pocas de sus regiones están saturadas o próximas a ser saturadas con abejas. Más aún, en México la explotación es incompleta, ya que generalmente no se realizan actividades como la

obtención de polen, la polinización intensiva, y la apicultura migratoria. Un cálculo aproximado del potencial de colmenas que podría tener el país es de siete millones. Para alcanzar el pleno desarrollo de la apicultura, se sugiere fomentar el desarrollo del mercado nacional. En el estado de Nayarit existen aproximadamente 150 apicultores, los cuales son dueños de 15 mil colmenas, con una producción anual promedio de miel de 432 toneladas, las cuales se cosechan en tres temporadas (Ulloa y col., 2010).

El consumo de miel ha experimentado en los últimos años un incremento considerable. Los dos principales canales de comercialización de la miel son: la venta directa de los productores al consumidor y través de la industria de alimentos. Muchos productores envasan su producción de miel y realizan su venta en su región. La industria utiliza la miel como un ingrediente para la elaboración de alimentos, dentro de los que destacan los cereales, yogurt, dulces y pan.

2.5.3. Usos y aplicaciones

A través de la historia, el ser humano ha utilizado la miel como un agente endulzante y como preservador de alimentos. De hecho, por miles de años fue el único endulzante conocido. El azúcar de caña y de remolacha prestó fuerte competencia cuando se abren las rutas marítimas entre el Viejo y el Nuevo Mundo, al punto que, eventualmente, desplaza la miel como agente endulzante principal. No obstante, según pasan los años y el ser humano se educa éste se percata de la importancia de evitar el consumo de productos refinados y se le está dando cada día más importancia a los productos naturales.

Aproximadamente se usan 150 millones de toneladas de miel por año como ingredientes en alimentos. Debido a sus propiedades de impartir dulzura y por su alto valor nutritivo. La miel imparte una serie de características funcionales a los alimentos como ser la viscosidad, acentuador de sabor, color, higroscopicidad, miscibilidad entre otros (Antony y col., 2006).

Los recientes años se ha encontrado la aplicabilidad de la miel en la industria cárnica, en especial en productos como el jamón, tocino y salchichas. Tal

como es discutido por (LaBell, 1988) debido a que mejora el sabor de la carne y especias, ayuda a mantener unidos los ingredientes, mejora la textura y el sabor.

También se utiliza la miel en muchas áreas como la repostería, productos horneados, preserves, conservas, mermeladas, jarabes, manufactura de tabaco, cosméticos, preparación de bebidas, dulces y medicinas. Un área importante es en la manufactura de helados. Sin embargo, inicialmente se encontraron varios inconvenientes debido a que la miel está compuesta, básicamente de azúcares invertidas, y éstas tienen un peso molecular más bajo que la sucrosa por lo que impartía un punto de congelación mucho más bajo. Por esta razón el helado con miel hay que producirlo y almacenarlo a temperaturas por debajo de los manufacturados con sucrosa.

Una de las áreas donde más se habla sobre los beneficios de la miel es en la aplicación tópica en quemaduras. La viscosidad de la miel es una barrera excelente contra microorganismos. Su alta solubilidad en agua la hace fácil de remover. Y sus propiedades corrosivas leves previenen o evitan daño adicional a tejidos (Viuda-Martos y col., 2008).

2.5.4. Valor nutrimental

La composición de la miel depende de las flores de las cuales procede, aunque la más común se describe a continuación:

Cuadro 2. Valor nutrimental de la miel de abeja.

Nutrientes	Cantidad promedio en 100 g.
Agua	17.1 g
Carbohidratos (totales)	82.4 g
Fructosa	38.5 g
Glucosa	31.0 g
Maltosa	7.20 g
Sucrosa	1.50 g
Proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales	0.50 g
Energía	304 Kcal
Grasas (lípidos)	0.0 g

Colesterol	0.0 g
Vitaminas	-
Tiamina	< 0.00 mg
Riboflavina	< 0.06 mg
Niacina	< 0.36 mg
Ácido pantoténico	< 0.11 mg
Piridoxina (B6)	< 0.32 mg
Ácido ascórbico.	2.2 – 2.4 mg
Minerales	-
Calcio	4.4 - 9.20 mg
Cobre	0.003 - 0.10 mg
Fierro	0.06 - 1.5 mg
Magnesio	1.2 - 3.50 mg
Manganeso	0.02 - 0.4 mg
Fósforo	1.9 - 6.30 mg
Potasio	13.2 - 16.8 mg
Sodio	0.0 - 7.6 mg
Zinc	0.03 - 0.4 mg

Fuente: USDA National Nutrient Database for Standard Reference

2.5.5. Propiedades Funcionales

La miel está conformada por al menos 181 compuestos que se encuentran en menor proporción que le dan las propiedades funcionales (Viuda-Martos y col., 2008). Entre los compuestos podemos mencionar: ácidos fenólicos y flavonoides, enzimas como la glucosa oxidasa y catalasa, ácido ascórbico, carotenoides, proteínas, aminoácidos, y α -tocoferol (Ferrerres y col., 1993). La miel de las abejas ha sido ampliamente estudiada por su gran cantidad de propiedades como antisépticas, fortificantes, calmantes, laxantes, diuréticas y bactericidas, y beneficios para el cuerpo humano. La composición de la miel varía de acuerdo de la flora, clima, las condiciones ambientales del lugar donde se encuentren las abejas así también como de su posterior procesamiento por los humanos.

2.5.6. Impacto en diabéticos

En la búsqueda de alternativas que les permitan a los diabéticos poder llevar una vida normal (en este caso, llena de sabor dulce) se han estudiado varios endulzantes alternativos y entre ellos se encuentra la miel.

Varios hallazgos experimentales conducen a pensar en esta idea:

1. El alto contenido de fructosa de la miel de abejas hace que buena parte de la vía metabólica no sea insulino-dependiente.
2. La miel estimula la acción de la insulina a nivel de sus receptores en las células del cuerpo.
3. En estudios en ratas diabéticas la miel de abejas se emplea con seguridad y mejora parámetros metabólicos como el perfil lipídico y los niveles de insulina en suero.

Algunos estudios realizados en humanos sugieren que el consumo de miel es seguro no sólo para personas sin enfermedades sino además para personas con diabetes mellitus. En ellos se ha visto que la miel puede ser empleada con total seguridad y además mejora parámetros relacionados con la producción de insulina y el perfil lipídico. Debe tenerse en cuenta no obstante que por la composición variable de la miel no todas las variedades de este producto podrían ser seguros para consumo por parte de pacientes con diabetes.

<http://www.apiterapia.com.co/2012/03/consumode-miel-en-el-paciente-diabetico.html#sthash.1U6eaeus.dpuf>

2.6. Miel de agave

El jarabe o miel de agave es un producto que se obtiene de la concentración del extracto del agave Azul y está compuesto principalmente de fructosa obtenida a partir de la hidrólisis de la inulina con calentamiento. Este carbohidrato posee características nutricionales y funcionales tales que se puede considerar el endulzante del futuro ya que aporta pocas calorías y tiene muy bajo índice glucémico, por lo que no incrementa significativamente los niveles de insulina en la sangre, por lo tanto es apto para ser consumido por diabéticos. A la fecha se considera a la fructosa el mejor edulcorante que hay en el mercado ya que su poder edulcorante es de 30% más que la sacarosa y por eso tiene un valor dietético. Las cadenas largas de fructuosa que están en el jugo del agave se

rompen resultando un compuesto de fructuosa con concentraciones de 65 - 72 % (López y *col.*, 2003; López- Rubio y *col.*, 2006).

La miel de agave contiene minerales, hierro, calcio, fósforo y magnesio y también fibra que estimula la flora intestinal, por lo que también es recomendado para personas con estreñimiento siendo este un alimento prebiótico. Asimismo previene enfermedades digestivas, respiratorias, la osteoporosis y ayuda a regular los niveles de colesterol y triglicéridos. (Urías-Silvas y *col.*, 2008).

Según la Norma Mexicana NMX, 2008 (NMX-FF-110-SCFI-2008) el jarabe de agave es la sustancia dulce natural producida por hidrólisis de sus fructanos y no debe contener aditivos alimentarios, almidones, melazas, glucosa, dextrinas, fructosa u otros azúcares de otro origen.

PROCESO

La miel de agave, se obtiene del jugo que se extrae de la penca madura. Este jugo contiene (aparte de otros componentes) un 80% de inulina líquida. Por cuidadosa hidrólisis enzimática se transforma la inulina parcialmente en fructosa y glucosa, cuidando que quede una buena porción de inulina y suficiente fructosa y glucosa para que resulte un producto dulce. El jugo que así se obtiene contiene un 72% de agua y se somete enseguida a un tratamiento de purificación y rectificación para entre otros “suavizar” el fuerte sabor del agave. Finalmente se extrae el agua del jugo por evaporación hasta obtener la miel de agave.

2.6.1. Generalidades

El agave tiene una gran cantidad de azúcares fermentables, los cuales usa la planta para el crecimiento de su inflorescencia. Si se obtienen los azúcares de esta planta, se pueden utilizar para la producción de aditivos alimentarios como son los jarabes de fructosa o la inulina, así como la utilización de los jarabes de fructosa como mostos fermentables para la producción de aditivos alimentarios como el ácido láctico o la enzima transglutaminasa.

La parte más valiosa del agave son los azúcares que se encuentran en su tronco principal, los cuales forman el 25% y se encuentran en forma de inulina o polifruktosana (García-Vieyra y López, 2010).

2.6.2. Producción en México

En México los *agaves* desde épocas precolombinas destacan en importancia por el uso de se les ha dado. Actualmente este recurso aunque con problemas en su uso y manejo, recobra vigencia desde el punto de vista socioeconómico y agroecológico por los beneficios que trae a los pobladores del medio rural y al medio ambiente donde se desarrolla (Urías-Silva y López, 2008).

México es considerado centro de origen y de diversidad de los *agaves*. No se tiene claro cuántas especies se han documentado actualmente, algunos autores mencionan que se han reconocido 166, otros 200 y algunos más mencionan hasta 273 , diferentes especies de *agaves* (magueyes) en el continente americano, distribuidas una pequeña parte de Estados Unidos, México, América Central y América del Sur. Se considera que el 75% de todas las especies se encuentran en nuestro país y 55% crecen exclusivamente aquí, lo que muestra la gran importancia biológica del territorio nacional para los *agaves* (García-Herrera, y col., 2010).

Respecto a los magueyes mezcaleros, unas 20 especies o más, se encuentran todos los estados de la República, excepto en Tabasco y la península de Yucatán, aunque en años recientes se ha hecho mezcal a partir del maguey henequenero. Unos pocos de los magueyes mezcaleros se cultivan, sobre todo el azul y el espadín, pero la mayoría son silvestres y prosperan particularmente en los bosques de pino, los encinares, las selvas y los pastizales de las regiones templadas, aunque el mayor porcentaje, se concentra en las regiones áridas y semiáridas del país (Illsley y col., 2004).

2.6.3. Usos y aplicaciones

Es un endulzante natural tolerado por los diabéticos ya que tiene un índice glucémico bajo. Igualmente, el consumo en diabéticos debe de ser moderado. La ventaja es que con menos cantidad endulza lo mismo que el azúcar.

- También puede ser tomado por la gente con hipoglucemia.
- Endulza cualquier alimento, hotcakes, licuados, yogurth, fruta, Café, Té, etc.
- Bajo Índice Glicémico. Apto para toda la familia especialmente para Diabéticos y Deportistas.
- Endulza 25% más que el azúcar convencional.

(Urías-Silva y López, 2009)

2.6.4. Valor nutrimental

La miel de agave Tiene un poder edulcorante doble que el azúcar comercial ya que tiene entre un 70-75% de fructosa y un 25% de glucosa.

Cuadro 3. Valor nutrimental de miel de agave

Nutrientes	Cantidad promedio en 100 g.
Calorías	340 Kcal
Hidratos de carbono	78 g
Grasas	0.6 g
Proteínas	1.5 g
Fibra alimentaria	5 g
Sodio	0.1 g
Índice glucémico	11

El índice Glucémico es un término que indica la capacidad que tiene un alimento de subir el nivel de azúcar de la sangre. Se expresa en porcentaje que va de 0 a 100, siendo 100 el alimento que tiene una capacidad tan alta para subir el azúcar de la sangre como la glucosa (Urías-Silva y López, 2009).

2.6.5. Propiedades Funcionales

Alguna de las propiedades funcionales que contienen la miel de agave son las siguientes:

- Ayuda a estimular el crecimiento de la flora intestinal (prebiótico).

- Tiene un bajo contenido en calorías, así que está recomendado para las dietas de adelgazamiento.
- Inhiben el crecimiento de bacterias patógenas (E.Coli, Listeria, Shigella, Salmonella).
- Es muy recomendado para aquellas personas que sufren de diabetes o son hipoglucémicas, ya que les beneficia al regular los niveles de insulina.
- Los Fructooligosacáridos que contiene el sirope no ayudan a la formación de las bacterias de caries dentales.
- Disminuyen los niveles de colesterol y triglicéridos.
- Aumentan a la absorción del calcio y del magnesio.
- Facilitan la regulación de la actividad intestinal, por lo que están recomendados a las personas con estreñimiento.
- Ayuda a disminuir los niveles de colesterol.
(Phillips y *col.*, 2009).

2.6.6. Impacto en diabéticos

La demanda de productos dietéticos en los últimos años ha ido en aumento debido a la preocupación de las personas por cambiar a estilos de vida más saludables. El “estar bien” se ha convertido en una moda y las palabras light, natural, bajo en calorías, alto en fibra y orgánico son preferidas por el consumidor. Abundan en el mercado productos bajos en calorías, altos en fibra, bajos en grasas y alimentos funcionales. Debido a esto, el mercado de un producto como la jarabe de agave es cada vez más amplio y además de ofrecer el atractivo de ser un producto natural (García-Vieyra y López, 2010).

2.7. Inulina

La inulina está formada por cadenas lineales de moléculas de fructosa unidas por enlaces beta (2-1). Por sus características funcionales, se comporta fisiológicamente como la fibra dietética soluble. Resiste la digestión en la parte superior del tracto intestinal, lo que evita su absorción. Estas propiedades la convierten en un sustrato energético y metabólico para las bacterias endógenas

del colon. Se ha probado que los fructanos del tipo inulina son fermentados en el intestino grueso por la microflora bacteriana y generan ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta. Estimulan selectivamente el crecimiento de bifidobacterias (aumento de 5 o 10 veces), al tiempo que reducen la flora perjudicial. Inulina es el nombre con el que se designa a una familia de glúcidos complejos (polisacáridos), compuestos de cadenas moleculares de fructosa. Es, por lo tanto, un fructosano o fructano (Santamaría y col., 2005).

Respecto al contenido calórico, se puede decir que la única manera de que ésta pueda crear contribución calórica al metabolismo es a través del valor calórico de sus productos de fermentación en el colon. El consenso establece que tiene un valor calórico de 1.5 Kcal/g. Los fructanos del tipo de la inulina se utilizan en la industria alimentaria como sustratos del azúcar y de la grasa. Aportan textura, estabilizan la formación de espuma o mejoran las cualidades organolépticas de una importante gama de productos: leches fermentadas, mermeladas, helados, galletas, pan, leches para lactantes, etc. (Santamaría y col., 2005).

Es importante destacar que tanto la inulina como sus derivados fueron aceptados como ingredientes GRAS (generally accepted as safe) por el FDA desde 1992, lo cual indica que pueden usarse sin restricciones en formulaciones alimenticias (Coussement P. 1999).

2.7.1. Generalidades

La inulina es un polisacárido (o varias azúcares simples ligadas juntas) producidas por muchos tipos de plantas. Se concentra o almacenado la el tejido fino de planta, generalmente raíces y rizomas contiene las concentraciones más grandes. La inulina es un ingrediente alimenticio natural obtenido de la raíz de la achicoria, plantas de agave y también está presente en otros vegetales como ajo, cebolla, porro, alcachofa, trigo e incluso plátano. La inulina ofrece beneficios tecnológicos y nutricionales, y fácilmente puede ser incorporada a una gran gama de productos. Mejora la textura, sensación y estabilidad de una gran variedad de alimentos, como lácteos, productos horneados, cereales, productos cárnicos, entre

otros (Davidson y *col.*, 1998). Las pencas de maguey contienen este componente químico que en años recientes ha captado el interés debido a sus capacidades endulzantes, de bajo aporte calórico y sus beneficios sobre la salud, principalmente en personas con la enfermedad crónica degenerativa diabetes, conocida popularmente como azúcar.

La inulina está constituida por una mezcla de cadenas de oligómeros y polímeros con un número variable de moléculas de fructosa, unidas por enlaces β (2 \rightarrow 1) que suele incluir en su extremo, una molécula de glucosa. Precisamente, la configuración β de este enlace es la que le confiere su carácter de fibra dietética (Flamm y *col.*, 2001) ya que es la responsable de que la inulina sea resistente a la hidrólisis en el intestino delgado porque los enzimas digestivos que actúan en el mismo son específicos para los enlaces alfa-glucosídicos.

En nuestro cuerpo, la inulina alimenta y estimula selectivamente nuestra propia flora intestinal, por ejemplo, el bifidus. Esto es lo que se llama efecto prebiótico. Tiene un impacto positivo en la resistencia natural de nuestro cuerpo. La inulina también contribuye a tener un tránsito intestinal regular y suave. Mejora la absorción en nuestro cuerpo de importantes nutrientes como calcio e incluso podría reducir el riesgo de cáncer intestinal. Al mantener un sistema digestivo saludable, la inulina mejora también la sensación de bienestar de la persona (Davidson y *col.*, 1998).

2.7.2. Producción en México

La producción de *agave* para la producción de inulina, en el país se caracteriza por tener ciclos de escasez y abundancia que hacen que el precio fluctúe, afectando a quienes se dedican a esta actividad.

- Cuando el volumen ofertado disminuye y la demanda es mayor que la oferta, se genera un subconsumo, que hace que el precio tiende a incrementarse. Cuando el volumen ofertado aumenta y la oferta es mayor que la demanda, se genera una sobreoferta que hace que el precio colapse.

- Actualmente, se presenta una Sobreoferta; por tanto, es necesaria la planeación de la producción, en función de la demanda proyectada para el mercado y con ello disminuir los márgenes de incertidumbre y no rentabilidad.
- La industria tequilera del país, ha seguido una política de integración entre el proceso de transformación y la proveeduría de materia prima: por tanto, las principales tequileras del país han estado plantando su propia superficie y han obtenido un volumen menor al que comúnmente se registraba.
- Los estados con mayor producción de agave tequiliana weber azul, fuera de la zona de denominación de origen son:
 - Zacatecas
 - Sinaloa
 - Aguascalientes
 - Colima

(Johansen y *col.*, 2003).

2.7.3. Usos y aplicaciones

El uso de la inulina o sus derivados para cumplir funciones tecnológicas, simultáneamente aporta beneficios a la salud, el primero de ellos es su función de fibra dietética, con los efectos fisiológicos atribuibles a este tipo de compuestos, como son la disminución de los niveles lipídicos y glucosa en sangre y la acción laxante (Camire y *col.*, 2001). Otro beneficio comprobado ligado al anterior, es la capacidad de la inulina de modular la flora intestinal (Roberfroid y *col.*, 1998, Schneeman y *col.*, 1999), esto se debe a su efecto prebiótico. Estudios in vivomuestran que solo 4 g de inulina o de sus compuestos relacionados diarios son efectivas para incrementar el número de bacterias beneficiosas en el colon (Rao, 1999, Jenkins y *col.*, 1999).

Entre las aplicaciones industriales más sobresalientes de la inulina se encuentra la síntesis de plásticos biodegradables, la producción de jarabes de alta

fructuosa y fructuosa cristalina, la producción de fructooligosacáridos de bajo del peso molecular y la producción de alimentos para mascotas (Kim *et al.*, 2001).

En medicina conjugados de inulina se usan como acarreadores de drogas directamente en el tracto urinario y se cree que sea un camino alternativo para la actividad antitumoral humana (Roberfroid, 2005). Además, se ha intentado incrementar la longitud promedio de la cadena de la inulina por ingeniería genética para obtener inulina de un tamaño molecular promedio similar al tamaño de la molécula de almidón.

En química la inulina es utilizada para la obtención de glicerol, hidroximetil furfural, manitol (un valioso edulcorante de bajo aporte calórico), polímeros con actividad antifúngica y antibacteriana, protectores solares, producción de ácido levulínico que es el precursor del herbicida ácido δ -aminolevulínico; producción de α -metiltetrahidrofurano y α -angelicalatona, este último es ampliamente demandado como extensor de gasolina por ser más barato que el etanol. Finalmente la hidrólisis de la inulina por hidrogenación produce manitol no higroscópico ni cariogénico.

La inulina también ha sido calificada como material bioactivo que puede ser incorporada en los empaques de los alimentos para dar origen a “empaques bioactivos”. Los materiales bioactivos son aquellos que modifican positivamente la funcionalidad de procesos fisiológicos del organismo, tales como los prebióticos, los fotoquímicos y las vitaminas (Lopez-Rubio y *col.*, 2006).

La dosis máxima permitida para adicionar un alimento formulado con inulina es para dosis simple hasta 10 g/día y en dosis múltiples hasta 20 g/día. En dosis mayores a las permitidas puede provocar intolerancias luego de su consumo, como efectos osmóticos (diarrea), ruidos intestinales y flatulencia como consecuencia del proceso de fermentación (Davy y Melby. 2003).

2.7.4. Valor nutrimental

La composición nutrimental de la inulina, se describe a continuación:

Cuadro 4. Información nutrimental de la inulina

Tamaño de porción	5 g
Porciones por envase	20
Cantidad por porción contenido energético	84 Kj (20 Kcal)
Proteína	0 g
Grasa	0 g
Carbohidratos	5 g
De los cuales fibra dietética	5 g
Azúcares	0.1 g
Sodio	0.5 g

Fuente: Entelees internacional, S.A. de C.V.

2.7.5. Propiedades Funcionales

La primera propiedad que fue probada y aceptada a nivel mundial corresponde a la denominación de fibra dietética, la cual incluye los beneficios fisiológicos que tradicionalmente han sido atribuidos a este tipo de compuestos, como son la acción laxante, modulación de los niveles lipídicos (colesterol, triglicéridos) y glucosa en sangre (Camire y *col.*, 2001).

Existe gran cantidad de aplicaciones, con beneficios tecnológicos comprobados, en las áreas de productos lácteos y en productos derivados del trigo (pan, pastas, horneados). Por ejemplo, se ha demostrado que la inulina mejora significativamente la aceptabilidad de yogures elaborados con leche descremada, impartándole un efecto positivo en la sensación de cremosidad, debido a que actúa como agente espesante, retiene el agua y actúa como estabilizante del gel (Kip y *col.*, 2005). En cuanto a la capacidad de formar gel, se tiene que la inulina es capaz de formar gel tanto por efecto de acción mecánica, como por efecto de acción térmica. El gel obtenido por el segundo método es el que presenta mejores propiedades de textura y firmeza (Kim y *col.*, 2001).

La capacidad de formar gel de la inulina resulta una propiedad determinante para ser usada como minimizador de grasas, y de esta manera sustituye con éxito

compuestos grasos no solo en productos lácteos sino también en productos untables, aderezos, salsas y otros productos en los que las propiedades funcionales que otorgan las grasas son indispensables para lograr los efectos sensoriales atractivos para los consumidores. Como agente emulsionante en la elaboración de margarinas; evita la formación de cristales gruesos en la elaboración de helados, incrementa la palatabilidad y reduce las calorías en los alimentos; no aporta color, sabor, ni olor a los alimentos o productos farmacéuticos en los que se utiliza, esto representa una ventaja para la inulina en comparación a otros ingredientes similares (Camire y col., 2001)

Cuadro 5. Propiedades funcionales de la inulina

Aplicación	Funcionalidad
Productos lácteos	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, emulsificantes, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Postres congelados	Textura, depresión en el punto de congelación, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Productos untables	Estabilidad de emulsión, textura y capacidad de ser untado, sustituto de grasas.
Productos horneados	Disminución de la a_w , sustituto de azúcares.
Cereales de desayuno	Crujencia, capacidad de expansión
Preparación con frutas (no ácidas)	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, estabilidad de emulsión, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Aderezos de ensaladas	Cuerpo y palatabilidad, sustituto de grasas.
Productos cárnicos	Textura, estabilidad de emulsión, sustituto de grasas.
Chocolate	Sustituto de azúcares, humectante.

Fuente: (Franck, 2002)

2.7.6. Impacto en diabéticos

El uso beneficioso en individuos con diabetes se viene estudiando desde comienzos del siglo pasado, en donde se tienen registros de investigaciones sobre el uso de la inulina en el tratamiento de la diabetes, por su efecto hipoglicemiante (Franck 2002).

3. Materiales y Métodos

3.1 Sección experimental I: Obtención de una combinación de azúcares y endulzantes naturales para la elaboración de galletas aptos para personas diabéticas

Después de una amplia revisión de literatura y una consulta de proveedores en la ciudad de Saltillo, Coahuila y ciudades vecinas esto con el objetivo de poder trabajar y poder realizar la selección del endulzante adecuado para la elaboración de las galletas de trigo adicionando fuentes no convencionales de edulcorantes dirigidas para diabéticos y de fácil acceso, así como de bajo costo, por tal motivo se adquirieron los endulzantes naturales; Miel de Abeja, Miel de Agave e Inulina con un proveedor de establecimiento recurrente por la panadería 3 ESPIGAS S.A DE C.V.

3.1.1. Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la panadería 3 ESPIGAS S.A DE C.V., ubicada en Saltillo, Coahuila, México.

3.1.2. Selección de porcentajes de Endulzantes

Para definir el porcentaje de los endulzantes a utilizar se emplearon diferentes porciones tomando en cuenta lo permitido para el consumo en personas con diabetes de acuerdo con lo reportado por (Trevisan y col., 1998) esto con la finalidad de definir qué proporción sería la más adecuada para la formulación y obtención de un producto panadería (galletas).

Después de varias pruebas con la colaboración de la experiencia de los panaderos que laboran en la empresa se pudo definir las mezclas de endulzantes naturales que se utilizaron, en base al control al que se le adicionan 125 g de azúcar lo que se tomó como el 100 %.

...

Cuadro 6. Formulaciones para elaborar una galleta

	Formulación	1	Formulación	2	Formulación	3
Clave	IN20		IN40		IN60	
Inulina	Harina de Trigo	250 g	Harina de Trigo	250 g	Harina de Trigo	250 g
	Manteca vegetal	125 g	Manteca vegetal	125 g	Manteca vegetal	125 g
	Azúcar	100 g	Azúcar	75 g	Azúcar	50 g
	Inulina	25 g	Inulina	50 g	Inulina	75 g
	Vainilla	10 g	Vainilla	10 g	Vainilla	10 g
	Polvo para hornear	5 g	Polvo para hornear	5 g	Polvo para hornear	5 g
	Agua	40 g	Agua	40 g	Agua	40 g
Clave	MAB20		MAB40		MAB60	
Miel de Abeja	Harina de Trigo	250 g	Harina de Trigo	250 g	Harina de Trigo	250 g
	Manteca vegetal	125 g	Manteca vegetal	125 g	Manteca vegetal	125 g
	Azúcar	100 g	Azúcar	75 g	Azúcar	50 g
	Miel de abeja	25 g	Miel de abeja	50 g	Miel de abeja	75 g
	Vainilla	10 g	Vainilla	10 g	Vainilla	10 g
	Polvo para hornear	5 g	Polvo para hornear	5 g	Polvo para hornear	5 g
	Agua	40 g	Agua	40 g	Agua	40 g
Clave	MAG20		MAG40		MAG60	
Miel de Agave	Harina de Trigo	250 g	Harina de Trigo	250 g	Harina de Trigo	250 g
	Manteca vegetal	125 g	Manteca vegetal	125 g	Manteca vegetal	125 g
	Azúcar	100 g	Azúcar	75 g	Azúcar	50 g
	Miel de Agave	25 g	Miel de Agave	50 g	Miel de Agave	75 g
	Vainilla	10 g	Vainilla	10 g	Vainilla	10 g
	Polvo para hornear	5 g	Polvo para hornear	5 g	Polvo para hornear	5 g
	Agua	40 g	Agua	40 g	Agua	40 g
Clave	GT					
Galleta testigo	Harina de Trigo	250 g				

Manteca	125 g				
Azúcar	125 g				
Vainilla	10 g				
Polvo para hornear	5 g				
Agua	40 g				

3.1.3. Proceso de elaboración de Galletas

Se usó una mezcla de harina de trigo, endulzantes naturales (inulina, miel de abeja y miel de abeja) e ingredientes como vainilla, azúcar, manteca vegetal, agua y polvo para hornear. Se inició pesando las materias primas en una báscula marca Torrey, modelo 2099 el amasado se realizó en una mezcladora marca Kitchen, donde se agregó la manteca vegetal y el azúcar antes que todos los demás ingredientes por 20 minutos para que se disuelva bien el azúcar, después se agregaron los ingredientes que se pesaron con anterioridad, al obtener la masa se procedió a moldearla para darle forma de galleta se puso en unas charolas para posteriormente hornear a una temperatura de 180 °C a 200 °C durante 20 minutos, transcurrido el tiempo se retiró de la charola, se dejó enfriar por 15 minutos y se procedió a degustar por el personal que se encuentra laborando en la panadería.

3.1.4. Criterio de selección de la combinación de endulzantes naturales adecuadas para generar un producto de panadería (galletas)

Las cantidades de endulzantes naturales para generar una galleta con las características deseadas se seleccionaron de acuerdo al sabor y a la textura que generan en la galleta, la inulina, la miel de abeja y la miel de agave juegan un papel muy importante y muy similar ya que al momento de que se genera la masa tiene una textura muy pegajosa pero al momento de hornear tiene una muy buena apariencia, a pesar de esto en el caso de la miel de agave logra tener un dulzor amargo para ello se tuvo moderación al seleccionar las cantidades a utilizar, en el caso de la inulina también se toma en cuenta mucho la cantidad porque a mayor cantidad de inulina y menos azúcar no se logra un moldeado adecuado y al salir del horno no se mantienen en la forma adecuada.

3.2. Sección experimental II: Evaluación sensorial de los productos de panadería generados (galletas)

3.2.1. Localización

La evaluación se llevó a cabo en el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos en el laboratorio de evaluación sensorial de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, campus (Saltillo Coahuila).

3.2.2. Método para determinar nivel de agrado

3.2.2.1. Prueba de escala hedónica estructurada

Es un método para medir preferencias, además permite medir estados psicológicos y nos podemos dar cuenta de acuerdo a los resultados por los jueces evaluadores si un producto es aceptado o rechazado (Wittig y col., 2005).

3.2.3. Proceso de evaluación de galletas

La prueba de evaluación de las galletas se realizó con 100 jueces a los cuales se les pidió probar la muestra e indicar el nivel de agrado en la escala que mejor describe su reacción para cada uno de los atributos apariencia, sabor, textura y aceptación general (Imagen 1 y 2).

Imagen 1. Hoja número 1 de encuesta para galletas.

**BOLETA DE EVALUACION SENSORIAL-PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO
ESCALA HEDONICA**

Nombre: _____ Fecha: _____
 Producto: Galletas para diabéticos Sexo: _____

Pruebe por favor las muestras en el orden que se le dan e indique su nivel de agrado en cuanto a los atributos presentados de acuerdo con la siguiente escala.

<p>9 me gusta muchísimo</p> <p>8 me gusta mucho</p> <p>7 me gusta moderadamente</p> <p>6 me gusta poco</p> <p>5 no me gusta ni me disgusta</p>	<p>4 me disgusta poco</p> <p>3 me disgusta moderadamente</p> <p>2 me disgusta mucho</p> <p>1 me disgusta muchísimo</p>
---	--

Apariencia	Sabor																								
<table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: left;">Muestra</th> <th style="width: 50%; text-align: left;">Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5052</td><td>_____</td></tr> <tr><td>2937</td><td>_____</td></tr> <tr><td>8472</td><td>_____</td></tr> <tr><td>6519</td><td>_____</td></tr> <tr><td>4437</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>	Muestra	Calificación	5052	_____	2937	_____	8472	_____	6519	_____	4437	_____	<table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: left;">Muestra</th> <th style="width: 50%; text-align: left;">Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5052</td><td>_____</td></tr> <tr><td>2937</td><td>_____</td></tr> <tr><td>8472</td><td>_____</td></tr> <tr><td>6519</td><td>_____</td></tr> <tr><td>4437</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>	Muestra	Calificación	5052	_____	2937	_____	8472	_____	6519	_____	4437	_____
Muestra	Calificación																								
5052	_____																								
2937	_____																								
8472	_____																								
6519	_____																								
4437	_____																								
Muestra	Calificación																								
5052	_____																								
2937	_____																								
8472	_____																								
6519	_____																								
4437	_____																								
Textura	Aceptación General																								
<table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: left;">Muestra</th> <th style="width: 50%; text-align: left;">Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5052</td><td>_____</td></tr> <tr><td>2937</td><td>_____</td></tr> <tr><td>8472</td><td>_____</td></tr> <tr><td>6519</td><td>_____</td></tr> <tr><td>4437</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>	Muestra	Calificación	5052	_____	2937	_____	8472	_____	6519	_____	4437	_____	<table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: left;">Muestra</th> <th style="width: 50%; text-align: left;">Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5052</td><td>_____</td></tr> <tr><td>2937</td><td>_____</td></tr> <tr><td>8472</td><td>_____</td></tr> <tr><td>6519</td><td>_____</td></tr> <tr><td>4437</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>	Muestra	Calificación	5052	_____	2937	_____	8472	_____	6519	_____	4437	_____
Muestra	Calificación																								
5052	_____																								
2937	_____																								
8472	_____																								
6519	_____																								
4437	_____																								
Muestra	Calificación																								
5052	_____																								
2937	_____																								
8472	_____																								
6519	_____																								
4437	_____																								

Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS POR PARTICIPAR

Imagen 2. Hoja número 2 de encuesta para galletas.

**BOLETA DE EVALUACION SENSORIAL-PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO
ESCALA HEDONICA**

Nombre: _____ Fecha: _____
Producto: Galletas para diabéticos Sexo: _____

Pruebe por favor las muestras en el orden que se le dan e indique su nivel de agrado en cuanto a los atributos presentados de acuerdo con la siguiente escala.

9 me gusta muchísimo	4 me disgusta poco
8 me gusta mucho	3 me disgusta moderadamente
7 me gusta moderadamente	2 me disgusta mucho
6 me gusta poco	1 me disgusta muchísimo
5 no me gusta ni me disgusta	

Apariencia		Sabor	
Muestra	Calificación	Muestra	Calificación
2250	_____	2250	_____
7735	_____	7735	_____
9999	_____	9999	_____
1122	_____	1122	_____

Textura		Aceptación General	
Muestra	Calificación	Muestra	Calificación
2250	_____	2250	_____
7735	_____	7735	_____
9999	_____	9999	_____
1122	_____	1122	_____

Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS POR PARTICIPAR

3.2.4. Expresión de resultados

Se contabilizaron los resultados que se proporcionaron por cada juez evaluador en las hojas de evaluación correspondientes a cada prueba.

3.3. Sección experimental III. Análisis bromatológico

Se realizó el análisis bromatológico de las galletas con inulina al 20%, miel de agave al 40%, miel de abeja al 60% y unas galletas con azúcar 100% que se usara como testigo, todo se trabajó con tres repeticiones, se terminó; grasa, proteína, hidratos de carbono, minerales, azúcares totales y reductores, humedad, fibra y contenido energético.

3.3.1. Ubicación del experimento

La evaluación se realizó en el Departamento de Nutrición y Alimentos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro campus (Saltillo Coahuila).

3.3.2. Determinación de materia seca total y húmeda

Se utilizaron crisoles de porcelana a peso constante de la estufa (Marca Thelco, modelo 27) que presenta temperaturas de 100-103 °C los crisoles fueron colocados por 12 horas con el fin de mantenerlos a peso constante, se toman los crisoles necesarios, se colocan en un desecador por un periodo de 15-20 minutos hasta peso constante, posteriormente se pasan a una balanza analítica (Marca AND serie 12310970) y se registra el peso. Enseguida se le agregan 2 gramos de muestra y se meten a la estufa por 24 horas, por último se pesa el crisol con muestra y se efectuaron las operaciones correspondientes (A.O.A.C. 1990).

$$\% \text{Materia Seca Total} = \frac{\text{Peso del crisol con muestra} - \text{Peso del crisol vacío}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

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

3.3.3. Determinación de minerales

Después de haber determinado la MST, el contenido de esa muestra se pasa a una parrilla para preincinerar hasta que ya no salga humo, los crisoles se colocan en la mufla (Marca Thermolyne modelo 1500), con una temperatura de 100-900 a 600 °C por 3 horas, enseguida se enfría por 30 minutos en un desecado y por último se pesa en una balanza analítica (Marca AND serie 12310970) (A.O.A.C. 1990).

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{peso del crisol con cenizas} - \text{peso del crisol (solo)}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

3.3.4. Determinación de proteína cruda método Kjeldahl

Se pesaron 1g de muestra se envolvió en papel de celulosa, enseguida se pasa a un matraz Kjeldhal de 100 ml, se agregan 4 perlas de vidrio para que este a ebullición constante, se colocó 30 ml de mezcla digestora y se conectó en el digestor Kjeldhal hasta digerir a color cristalino.

Se enfrió el matraz y se colocó en la llave del agua con cuidado, agregándole 300 ml de agua destilada. En el matraz Erlenmeyer agregue 50 ml de ácido bórico, añadió 6 gotas de indicador mixto, se colocó la manguera del digestor Kjeldahl dentro del matraz. Se agito el matraz para disolver la muestra, con la llave del agua abierta colocar por las paredes del matraz 110 ml de hidróxido de sodio al 45 % se añadió 6 granallas de zinc, se llevó al aparato de destilación Kjeldahl, para recibir hasta 300 ml. Se dejó enfriar y se tituló con ácido sulfúrico 0.1 N. por último se calculó las operaciones correspondientes (A.O.A.C. 1990).

$$\%N = \frac{(\text{ml gastados de H}_2\text{SO}_4 \text{ en la muestra} - \text{ml gastados de H}_2\text{SO}_4 \text{ en el blanco})(0.014) \times \text{normalidad del ácido}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

Normalidad del ácido sulfúrico= 0.1075268

$$\%PC = \% N \times 6.2$$

3.3.5. Determinación de extracto etéreo (Método Soxhet)

Se colocó a una estufa matraces bola fondo plano con tres perlas de vidrio por un periodo de 12 horas hasta peso constante, transcurrido el tiempo se sacaron de la estufa (marca thelco, modelo 27) se pesaron 4 gramos de muestra en un papel filtro, se colocaron en un cartucho (dedal) de celulosa, se identificó el cartucho (dedal). Posteriormente se agregó 250 ml de éter de petróleo a los matraces bola, el cartucho se colocó en el sifón Soxhet y estos se conectaron al matraz bola y al refrigerante, después se realizó la extracción por 8 horas para desengrasar, transcurrido el tiempo se retiró el cartucho con pinzas y se recupera el solvente excedente. Se retiraron los matraces bola y se colocaron en la estufa (marca thelco, modelo 27) durante 12 horas, finalmente se enfriaron el desecador por 15-20 minutos y finalmente se pesó (A.O.A.C. 1990).

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

3.3.6. Determinación de fibra cruda

Se pesaron 2 gramos de muestra desengrasada, se pasó a un vaso Berzelius, se agregó 100 ml de ácido sulfúrico N=0.255, el vaso se coloca en el digestor (Marca Labconco serie 54781), después de abrió el sistema de enfriamiento, se encendió la parrilla y se calentó a una temperatura de 80-90°C cuando la muestra empezó a hervir, se contó 30 minutos, enseguida se sacó la muestra y se filtró en tela de lino el cual se colocó sobre un embudo, se lavó con 3 porciones de agua hervida destilada de 150 ml hasta quitar la reacción acida. Después se pasó a la muestra que queda en la tela al vaso Berzelius, nuevamente se agrega 100 ml de hidróxido de sodio N=0.313 por 30 minutos, se retira la muestra, se filtra y lava con agua caliente con 3 porciones de 150 ml hasta quitar la reacción alcalina, se retiró la fibra y se pasa a un crisol de porcelana con ayuda de un espátula. El crisol con la fibra se pasa a la estufa por 12 horas, se retira el crisol transcurrido el tiempo, se enfría, se pesa después se lleva a preincinerar y se mete a la mufla (marca thermolyne) a una temperatura de 600 °C por 2 horas,

se saca y se coloca en un desecador por 20 minutos y por último se pesa (A.O.A.C. 1990).

$$\% \text{Fibra Cruda} = \frac{\text{peso del crisol con muestra seca} - \text{peso del crisol con cenizas}}{\text{Gramos de muestra desengrasada}} \times 100$$

3.3.7. 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

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

3.3.8 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).

3.3.9 Determinación de azúcares (totales y reductores)

Azúcares totales

Para la determinación de azucares totales se pesó 2 g de muestra, se le agregó 20 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, esta fue amarillo si no es

muy alto el contenido, y café cuando la concentración es alta y para ello hay que realizar diluciones. Se colocó a baño maría a ebullición por 5 minutos, se enfrió a temperatura ambiente y se leyó la absorbancia a 480 nm (A.O.A.C. 1990).

Curva de calibración

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

Se preparó la solución madre de 0.01 g de azúcar y disueltos en 10 ml

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

Cuadro 7. Curvas de calibración para determinación de azúcares totales

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

Azúcares reductores

Para determinar azúcares reductores se colocaron 0.5 ml de la muestra, se adicionó 0.5 ml de reactivo D.N.S. se colocó en baño de ebullición por 5 minutos, se retiró y se colocó de inmediato en baño de hielo y agua por 2 minutos, al haber pasado el tiempo se agregó 5 ml de agua destilada a cada tubo, se agitó la muestra en un equipo vortex y se tomó la lectura a 540 nm (A.O.A.C. 1990).

Curva de calibración

Se realizó una curva de calibración de 0.2 a 1 g/l rango de la curva. También se preparó una muestra madre de 0.01 g de azúcar y se disolvió en 10 ml para:

Cuadro 8. Curvas de calibración para determinación de azúcares reductores

Tubos	0	1	2	3	4	5
M. madre (0.01g a 10 ml)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Agua destilada	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
D.N.S.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

→ Para completar 0.5 ml

3.4 Sección Experimental IV. Vida de Anaquel

3.4.1. Evaluación de vida de anaquel subjetiva

Para determinar la vida de anaquel se utilizó una prueba por duplicado evaluando galletas endulzadas con inulina, miel de abeja y miel de agave, almacenadas al aire libre a 20 ± 2 °C, en bolsa de plástico a 15 ± 2 °C, utilizando como testigo galletas endulzadas normalmente con azúcar.

En la evaluación se tomó en cuenta resequeidad, sabor, textura y aceptación general, así como la presencia de hongos en las muestras, el periodo de evaluación fue de acuerdo a la aceptación de las muestras tomando de manera subjetiva las características que se mencionaron anteriormente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Sección experimental I: Obtención de una combinación de azúcares y endulzantes naturales para la elaboración de galletas con edulcorantes no convencionales

4.1.1. Obtención de los endulzantes no convencionales naturales

Se adquirieron tres endulzantes naturales comerciales, las cuales fueron: Inulina, Miel de Abeja y Miel de Agave, las cuales se mezclaron en diferentes proporciones de acuerdo a los experimentos desarrollados anteriormente en la panadería Tres Espigas, para seleccionar los porcentajes que proporcionaran un endulzante que permita la obtención de las mejores galletas.

4.1.2. Selección de la combinación de diferentes porcentajes de azúcar y endulzantes naturales para la elaboración de galletas

Esta fase experimental se empleó con el fin de poder conocer una concentración aproximada de azúcar y endulzantes naturales a utilizar y de esta manera poder acortar el número de galletas a evaluar, sin embargo las diferentes combinaciones de las formulaciones generadas nos arrojaron galletas visiblemente aceptables tomando en cuenta únicamente características visuales subjetivas de acuerdo a lo reportado por (Maldonado y Pacheco, 2000).



Imagen 3. Galletas elaboradas con las 9 formulaciones propuestas y seleccionadas



Imagen 4. Galleta elaborada con IN20.

En la imagen 4 se puede observar una galleta elaborada con la formulación IN20 que contiene inulina al 20%, la cual presenta características como: apariencia, masticabilidad, crujiente, suave y de buen sabor, Por lo tanto se seleccionaron todas las formulaciones realizadas.

4.2. Sección experimental II: Evaluación sensorial de los productos de panadería generados (galletas)

4.2.1. Resultados de prueba de escala hedónica estructurada

Los resultados totales del método estadístico Kruskal-Wallis se expresan en los cuadros 9, 10 y 11, en el cual podemos observar la preferencia de los panelistas demostrando una diferencia significativa en comparación con los atributos evaluados, cabe recordar que la evaluación la realizaron jueces no entrenados (posibles consumidores), concordando con (Bárcenas y col., 2001), quienes mencionan que en el momento de evaluar las preferencias de un producto, los consumidores no tienen los mismos conceptos de aceptabilidad, lo que hace amplio el margen de preferencias, esto es que cada consumidor puede tener una idea de lo que es el sabor o la apariencia ideal de lo evaluado, Las preferencias organolépticas para muchos alimentos están influenciadas por la cultura regional (Witting y col. 2005), por lo que es necesario determinar estándares para cada producto que satisfagan al mercado (Pérez y col. 2007).

Los valores que se presentan en la tabla 9 es el puntaje más seleccionado para cada nivel de agrado.

Cuadro 9. Resultados de la evaluación sensorial para seleccionar la mejor formulación de inulina

Aspectos analizados	INULINA			Mejor formulación seleccionada
	Formulaciones seleccionadas			
	IN20%	IN40%	IN60%	
Apariencia	57 jueces	58 jueces	56 jueces	IN20%
Sabor	63 jueces	51 jueces	43 jueces	
Textura	52 jueces	43 jueces	41 jueces	
Aceptación general	62 jueces	56 jueces	45 jueces	

En el cuadro 9 se puede observar el resultado de la mejor formulación seleccionada por los jueces en el análisis sensorial que fue la de 20 % de inulina, (IN20) de acuerdo al estadístico Kruskal-Wallis ya que presento mayor preferencia.

Cuadro 10. Resultados de la evaluación sensorial para seleccionar la mejor formulación de miel de agave

Aspectos analizados	MIEL DE AGAVE			Mejor formulación seleccionada
	Formulaciones seleccionadas			
	MAG20 %	MAG40 %	MAG60 %	
Apariencia	28 jueces	31 jueces	29 jueces	MAG40%
Sabor	47 jueces	49 jueces	31 jueces	
Textura	48 jueces	51 jueces	48 jueces	
Aceptación general	42 jueces	52 jueces	31 jueces	

En el cuadro 10 se puede observar el resultado de la mejor formulación seleccionada por los jueces en el análisis sensorial que fue la de 40% de miel de agave (MAG40) de acuerdo al estadístico Kruskal-Wallis.

Cuadro 11. Resultados de la evaluación sensorial para seleccionar la mejor formulación de miel de abeja

Aspectos analizados	MIEL DE ABEJA			Mejor formulación seleccionada
	Formulaciones seleccionadas			
	MAB20 %	MAB40 %	MAB60 %	
Apariencia	55 jueces	57 jueces	64 jueces	MAB60%
Sabor	57 jueces	54 jueces	64 jueces	
Textura	55 jueces	63 jueces	67 jueces	
Aceptación general	65 jueces	58 jueces	66 jueces	

En el cuadro 11 se puede observar el resultado de la formulación seleccionada por los jueces en el análisis sensorial que fue la de 60% de miel de abeja (MAB60) ya que no hubo diferencia significativa en las tres diferentes muestras, esta selección presenta un valor más alto de aceptación de acuerdo al estadístico Kruskal-Wallis.

Por lo tanto de acuerdo a las tablas 9, 10 y 11, como se observó las galletas con la formulación de IN20, MAG40 y MAB60%, fueron las que presentaron mayor preferencia en atributos y por lo cual fueron las formulaciones que se analizaron las características nutrimentales.

4.3. Sección experimental III. Evaluación bromatológica

4.3.1. Galletas elaboradas con inulina, miel de agave y miel de abeja

En el cuadro 12 se puede observar que las galletas elaboradas con inulina, miel de agave y miel de abeja presentan mayor contenido de grasa total de manera significativa en comparación con las galletas elaboradas con azúcar, sin embargo, no hay diferencia entre los tres edulcorantes. Las galletas con miel de agave contienen de manera significativa mayor proteína y las endulzadas con inulina contienen la menor cantidad de proteína, también se puede observar que las galletas endulzadas con miel de abeja contienen mayor contenido de humedad con una diferencia significativa de acuerdo al análisis estadístico utilizando la prueba Tukey, en comparación con los demás tratamientos, sin embargo, no hay diferencia significativa (Tukey $P \leq 0.05$) entre los tratamientos y el testigo para los parámetros de hidratos de carbono, minerales y fibra.

El contenido de hidratos de carbono se obtuvo por diferencia. Los azúcares reductores fueron analizados directamente de las muestras, por lo que el resultado es objetivo y lógico ya que durante la cocción de las galletas se hidrolizan los hidratos de carbono de cadena larga como el almidón, pectinas y en el caso de los endulzantes no convencionales (inulina, miel de agave y miel de abeja) los fructooligosacáridos.

Cuadro 12. Información nutrimental de galletas elaboradas con Inulina, miel de agave y miel de abeja.

Valor nutrimental				
Valores expresado en g/100 g de muestra				
	Control	Inulina	Miel de agave	Miel de abeja
Grasa total	24.90 ± 0.09 b	26.09 ± 0.20 a	25.89 ± 0.30 a	26.25 ± 0.20 a
Proteína	8.36 ± 0.07 b	8.02 ± 0.05 c	8.61 ± 0.02 a	8.40 ± 0.05 b
Hidratos de carbono	65.50 ± 0.20 a	64.76 ± 0.05 a	64.63 ± 0.27 a	62.14± 3.05 ^a
Minerales	1.15 ± 0.17 a	1.08 ± 0.20 a	0.97 ± 0.01 a	0.95 ± 0.06 a
Humedad	1.36 ± 0.21 b	1.46 ± 0.52 b	1.74 ± 0.05 ab	2.36 ± 0.33 a
Fibra	0.08 ± 0.04 a	0.05 ± 0.03 a	0.01 ± 0.49 ab	0.08 ± 0.03 a
Azúcares reductores	0.06 ± 0.01b	0.15 ± 0.01b	0.84 ± 0.05b	3.37 ± 0.66 a
Contenido energético	518.42 Kcal	524.76 Kcal	505.10 Kcal	510.25 Kcal

Las desviaciones estándar se obtuvieron de dos repeticiones. Medias con la misma letra no presentan diferencia estadística (Tuckey $P \leq 0.05$).

4.4. Sección experimental IV. Vida de anaquel

4.4.1. Evaluación de vida subjetiva de anaquel de las galletas obtenidas

En el cuadro 13 se observan las variables de respuesta con las cuales se clasificara a las galletas durante los periodos de evaluación correspondiente.

Cuadro 13. Parámetros evaluados en prueba de vida de anaquel.

Ressequedad	Sabor	Textura	Aceptación
No se observa	Bueno	Bueno	Buena
Poca	Pierde sabor	Pierde textura	No aceptable

4.4.2. Evaluación al aire libre 20±2 °C

En el cuadro 14 se muestran las observaciones realizadas a galletas con IN20 en lo cual es evidente que a partir de la semana 8 la galleta inicia la pérdida de cualidades como lo es la textura, para la semana: 12 este producto ya no es aceptable para su consumo.

Cuadro 14. Galleta elaborada con IN20 evaluación al aire libre

Semana	Comentarios			Aceptación
	Resequedad	Sabor	Textura	
1	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
4	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
8	Poca	Bueno	Pierde	Buena
12	Notoria	Pierde sabor	Pierde	No aceptable

En el periodo de vida de anaquel de la galleta IN20 al aire libre fue de solo 8 semanas, ya que a partir de la semana: 12 sus características organolépticas fueron no aceptables, pero sin alguna presencia de hongos imagen 5.



Imagen 5. Galleta elaborada con IN20 a las 8 semanas de evaluación al aire libre

En el cuadro 15 se muestran las observaciones realizadas a galletas con MAG40 en lo cual es evidente que a partir de la semana 8 la galleta inicia la pérdida de cualidades y características propias como lo es la textura para la semana: 12 este producto ya no es aceptable para el consumo.

Cuadro 15. Galleta elaborada con MAG40 evaluación al aire libre

Semana	Comentarios			Aceptación
	Resequedad	Sabor	Textura	
1	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
4	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
8	No se observa	Bueno	Pierde	Buena
12	Poca	Pierde sabor	Pierde textura	No aceptable



Imagen 6. Galleta elaborada con MAG40 a las 8 semanas de evaluación al aire libre.

En el cuadro 16 se muestran las observaciones realizadas a galletas con MAB60 en lo cual es evidente que a partir de la semana 8 la galleta inicia la pérdida de cualidades y características propias como lo es la textura, sabor y resequedad: para la semana: 12 este producto ya no es aceptable para el consumo.

Cuadro 16. Galleta elaborada con MAB60 evaluación al aire libre

Semana	Comentarios			Aceptación
	Resequedad	Sabor	Textura	
1	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
4	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
8	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
12	Poca	NE	Pierde textura	No aceptable

NE=No evaluado



Imagen 7. Galleta elaborada con MAB60 a las 8 semanas de evaluación al aire libre.

En el cuadro 17 se muestran las observaciones realizadas a las GT o comerciales en lo cual es evidente que a partir de la semana 8 la galleta inicia la pérdida de cualidades y características propias como lo es la textura y resequedad: para la semana: 12 este producto ya no es aceptable para el consumo.

Cuadro 17. Galleta GT o comercial evaluación al aire libre

Semana	Comentarios			Aceptación
	Resequedad	Sabor	Textura	
1	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
4	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
8	Poca	Bueno	Pierde	Buena
12	Notoria	NE	Pierde textura	No aceptable

*NE=No evaluado



Imagen 8. Galleta GT o comercial a las 8 semanas de evaluación al aire libre.

4.4.4. Evaluación en bolsas de plástico

En el cuadro 18 se muestran las observaciones realizadas a las galletas con IN20 en lo cual se observa que a partir de la semana 16 la galleta inicia la pérdida de cualidades y características propias como lo es la textura y resequead: para la semana: 20 este producto ya no es aceptable para el consumo.

Cuadro 18. Galleta elaborada con IN20 evaluación en bolsas de plástico

Semana	Comentarios			Aceptación
	Resequead	Sabor	Textura	
1	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
4	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
8	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
12	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
16	Poca	NE	Pierde	Buena
20	Notoria	NE	Pierde textura	No aceptable

*NE=No evaluado



Imagen 9. Galleta elaborada con IN20 a la semana 16 de evaluación en bolsa de plástico.

En el cuadro 19 se muestran las observaciones realizadas a las galletas MAG40 en lo cual se observa que a partir de la semana 16 la galleta inicia la pérdida de cualidades y características propias como lo es sabor y resequedad: para la semana. 20. este producto ya no es aceptable para el consumo.

Cuadro 19. Galleta elaborada con MAG40 evaluación en bolsa de plástico

Semana	Comentarios			Aceptación
	Resequedad	Sabor	Textura	
1	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
4	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
8	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
12	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
16	Poca	NE	Bueno	Buena
20	Poca	NE	Pierde textura	No aceptable

*NE=No evaluado.



Imagen 10. Galleta elaborada con MAG40 a la semana 16 de evaluación en bolsa de plástico

En el cuadro 20 se muestran las observaciones realizadas a las galletas MAB60 con en lo cual se observa que a partir de la semana 16 la galleta inicia la pérdida de cualidades y características propias como lo es textura y resequedad: para la semana: 20 este producto ya no es aceptable para el consumo.

Cuadro 20. Galleta elaborada con MAB60 evaluación en bolsa de plástico.

Semana	Comentarios			Aceptación
	Resequedad	Sabor	Textura	
1	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
4	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
8	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
12	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
16	Poca	NE	Pierde	Buena
20	Poca	NE	Pierde textura	No aceptable

*NE=No evaluado



Imagen 11. Galleta elaborada con MAB60 a la semana 16 de evaluación en bolsa de plástico

En el cuadro 21 se muestran las observaciones realizadas a las galletas GT o comerciales en lo cual se observa que a partir de la semana 16 la galleta inicia la pérdida de cualidades y características propias como lo es sabor, textura y resequedad: para la semana: 20 este producto ya no es aceptable para el consumo.

Cuadro 21. Galleta GT o comercial evaluación en bolsa de plástico.

Semana	Comentarios			Aceptación
	Resequedad	Sabor	Textura	
1	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
4	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
8	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
12	No se observa	Bueno	Bueno	Buena
16	Poca	NE	Pierde	No aceptable
20	Notoria	NE	Pierde textura	No aceptable

*NE=No evaluado



Imagen 12. Galleta GT o comercial a la semana 16 de evaluación en bolsa de plástico.

5. Conclusiones

Se obtuvo una galleta de trigo formulada y endulzada con inulina, miel de agave y miel de abeja, utilizando diferentes porcentajes estableciéndose la dosis más adecuada en base a las características visuales de cada una de ellas, la elaborada con la concentración 20 % de inulina, 40 % de miel de agave y 60 % de miel de abeja.

Se elaboraron y evaluaron sensorialmente las galletas prefiriéndose las elaboradas con formulación de IN20, MAG40 y MAB60 de acuerdo a los jueces.

Las galletas con endulzantes naturales presentan una vida de anaquel igual en las pruebas realizadas al aire libre, pero la prueba realizada en bolsa de plástico las galletas de IN20, MAG40 y MAB60 presentaron una vida de anaquel más larga que la anterior. Por lo tanto el mejor método para vida de anaquel, es la bolsa de plástico ya que conserva las características y atributos sensoriales por un periodo de 16 semanas.

Las galletas endulzadas con ingredientes no convencionales permitieron el uso de otros componentes como la inulina, la miel de agave y de abeja, obteniéndose productos con características semejantes a las endulzadas con azúcar, pero reduciendo su cantidad sobre todo en la formulación 20, 40, 60 %, con lo que se logró el objetivo de reducir la ingesta de azúcar de caña en estas galletas

6. Bibliografía

ASERCA. De nuestra cosecha. Consultado el 26/10/2013. En línea. Disponible en <http://www.aserca.gob.mx/sicsa/claridades/revistas/043/ca043.pdf>.

Antony, S; Rieck, JR: Han, IY; Halpin, EL; Dawson, PL. 2006. Effect of dry honey on the shelf life of package turkey slices. *Journal of Poultry Science Association* 85: 1811 -1820.

Anzaldúa, Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. 110 p.

Arteaga A. Maiz A., Olmos P. y Velasco N. 1997. Manual de Diabetes y Enfermedades Metabólicas. Depto. Nutrición, Diabetes y Metabolismo. Escuela de Medicina. P. Universidad Católica de Chile.

Asociación Mexicana de Industriales de Galletas y Pastas. Consultado: 10 de agosto de 2013. Disponible en:

<http://www.amexigapa.com.mx/2NIV/Galletas/2n5.htm>

Bárcenas, P., Pérez de San Román, R.; Pérez Elortondo, F. J. and Albisu, M. 2001. Consumer preference structures for traditional Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. *Food Quality and Preference*. 12 (4), 269-279.

Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P. 2008. Honey for nutrition and health. *American journal of the college of nutrition*. 27: 677-689.

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

Cambios lipolíticos y oxidativos durante la elaboración del lacon crudo-curado. Efecto del tiempo de salazon. *Journal grasas y aceites*, 60(3). Consultado el 15 de oct. de 2013. Disponible en:

<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/574/58>.

Camire M, Cho S, Craig S, Devrie J, Gordon D, Jones J, Li B, Lineback D, Prosky L, Tunland B. 2001. The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*; 46: 112-126.

Catarina Illsley Granich. et al. 2004. Manual de manejo campesino de magueyes mezcaleros. Grupo de Estudios Ambientales A.C., CONABIO. Rainforest Alliance. Fundación Ford. SSS Sanzekan Tinemi.

Codex Alimentarius. 2005. Norma del Codex para la miel. Consultado el 15 de octubre de 2013. Disponible en:

[http://www.todomiell.net/notas/normativas/articulo_normativas.php?get_notas_id=101&get_notas_titulo=codex-stan-12-1981,-norma-del-codex-para-la-miel-\(14\)](http://www.todomiell.net/notas/normativas/articulo_normativas.php?get_notas_id=101&get_notas_titulo=codex-stan-12-1981,-norma-del-codex-para-la-miel-(14))
CONABIO, 2005. Mapa Mezcales y Diversidad. © Conabio, México.

Coussement P. (1999). Inulin and Oligofruktosa: safe intakes and legal status. Journal of Nutrition. 129, 1412-1417.

Coustan DR, Nelson C, Carpenter NW, Carr SR, Rotondo L, Widness JA. Maternal age and screening for gestational diabetes: a population-based study. Obstet Gynecol 1989; 73: 61. MB Landon, SG Gabbe - Obstet Gynecol, 2011 - journals.lww.com.

Davy B, Melby C. The effect of fiber-rich carbohydrates on features of Syndrome X. J Am Diet Assoc 2003; 103 (1):86-96.

Dendy. D y dobraszczyk. b. 2004. Cereales y productos derivados. Química y tecnología. España: editorial acribia s.a. p. 285

El sector de los productos de panadería, bollería y pastelería industrial, y galletas en la Comunidad de Madrid. Características de calidad, actitudes y percepción del consumidor.

http://www.gremipabcn.com/docs/Panaderia_bolleria.pdf
En línea: (<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-006-1983.PDF>). Consultada el 18 de septiembre de 2013. archivo en PDF

Entelees internacional. S. A de C. V.

Federación Mexicana de diabetes A. C. (FMD), 2014. "producto reconocido por la Federación Mexicana de Diabetes, A.C." (En línea): http://www.fmdiabetes.org/fmd/pag/productos_avalados.php

Ferreres, F; García-Viguera, C; Tomás-Lorente, F; Tomás-Barberán, FA. 1993.

Flamm G., Glinsmann W., Kritchevsky D., Prosky L., Roberfroid M. (2001). Inulin and oligofruktosa as dietary fiber: a review of the evidence. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 41, 353-362.

Franck, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British J Nutr* 2002; 87: 287-291.

García-Herrera E. Javier, S. de Jesús Méndez-Gallegos, Daniel Talavera-Magaña. El género agave spp. En México: principales usos importancia socioeconómica y agroecología. *Revista salud pública y nutrición, ed. especial No. 5 (2010) p 109-129.*

García-Vieyra, M. I., and M. G. López. 2010. Agave fructans prevent bone loss by stimulating bone formation. *In: Abstracts of 239 American Chemical Society (ACS) National Meeting. Agric. Food Chem.*

Gisslen. W. Panadería y repostería para profesionales. México: Limusa S.A. 2002 p. 253

Granados S., D. 1993. Los agaves en México. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Hesperetin C 2009. A marker of the floral origin of citrus honey. *Journal Science Food Agricultural* 61: 121 -123. Garrido, R; Gómez, M; Franco, I; Carballo, J.

I.A. Solís Díaz Alberto, Inulina: Un prebiótico Natural, *Mundo Alimentario*, Marzo/Abril 2008, info@mundoyalimentario.com

Inulina Polisacárido. Recuperado 07, 2011, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Inulina-Polisacarido/2512642.html>

Isomaa B et al. 2001. Cardiovascular Morbidity and Mortality Asociated With the Metabolic Syndrome. *Diab care.*

Jenkins D, Kendall C, Vuksan W. Inulin, oligofructose and intestinal function. *J Nutr* 1999; 129: 1431-1433.

Johansen F. (2003). Toxicological profile of carboxymethyl inulin. *Food and Chemical Toxicology.* 41, 49-59.

Kim Y., Faqih M., Wang S. (2001). *Carbohydrates Polymers.* 46, 135-145.

Kip P., Meyer D., Jellema R. (2005) Inulin improve sensoric and textural properties of low fat yogurts. *International Dairy Journal.* 16, 1098-1103.

LaBell, F. 1988. Honey: Traditional food finds new uses. *Journal Food Process* 11: 111 -114.

López, M. G., N. A. Mancilla-Margalli, and G. Mendoza-Díaz G. 2003. Molecular structures of fructans from *Agave tequilana* Weber var. Azul. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7835-7840

López-Rubio A, Gavara R, Lagaron J. 2006. Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials. *Trends Food Sci Technol*; 17: 567-575.

Madrigal Lorena y Elba Sangronis. septiembre de 2009. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales, *Archivos Latino Americanos de nutrición*, Venezuela.

Maldonado R. y E. Pacheco. 2000. Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. *Arch.Latinoam.Nutr.* 50(4): 387-393.

Michael H. Davidson, M.D., F.A.C.C., Kevin C. Maki', Ph.D., Cheryl Synecki, M. S., R.D., Sarah A. Toni, M.P.H., R.D., and Kathleen B. DreMan. 1998. Effects of Dietary Inulin on Serum Lipids in Men and Women with Hypercholesterolemia. Chicago Center for Clinical Research, Chicago, Illinois.

NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas. Food. Cookie. Normas mexicanas. Dirección general de normas. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/dpesante/5355/lamieldeabejas.PDF>

NMX-2008, Norma Mexicana (2008) que establece las especificaciones del producto denominado jarabe de agave elaborado con *A. tequilana* Weber. Var. Azul. Especificaciones y métodos de prueba. NMX-FF-110-SCFI-2008. Diario Oficial 22 de abril del 2009. México.

NOM-2006, Norma Oficial Mexicana (2006) que establece las características y especificaciones de todos los integrantes de la cadena productiva, industrial y comercial del Tequila. Tequila especificaciones. NOM-006-SCFI-2005. Diario Oficial 6 de enero del 2006. México.

Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-1994, para la Prevención, Tratamiento y Control de la Diabetes.

Organización The green corner 2009 Miel de maguey, néctar de los dioses <http://www.thegreencorner.org/alimentaion/78--miel-de-maguey-nectar-de-los-dioses>.

Pérez-Elortondo, F. J., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J., Etayo, I. and Molina M. (2007). Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. *Food Quality and Preference*, 18 (2), 425-439.

Phillips, K. M., M. H. Carlsen, and R. Blomhoff. 2009. Total antioxidant content of alternatives to refined sugar. *J. Am. Diet. Assoc.* 109: 64-71.

Rao A. Dose response effects of inulin and oligofructose on intestinal bifidogenesis effects. *J Nutr* 1999; 129: 1442-1445.

Respyn Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial No. 5-2010 (ISSN 1870-0160)

Roberfroid M. (2005). Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients. CRC Press. Boca Raton. pp.57-89.

Roberfroid M, Van Loo J, Gibson G. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J Nutr* 1998; 128: 11-19.

SANCHO J., E. BOTA Y J.J. de Castro. 1999. Introducción al Análisis Sensorial de los alimentos.

Santamaría A, Rivero M, Rodríguez M. Alimentos funcionales, la nutrición en el siglo XXI. *El Farmacéutico*. 2005; extra marzo: 64-76.

Schneeman B. Fiber, inulin and oligofructose: similarities and differences. *J Nutr* 1999; 129: 1424-1427.

See more at: <http://www.apiterapia.com.co/2012/03/consumode-miel-en-el-paciente-diabetico.html#sthash.1U6eaeus.dpuf>

Serna, S. *Almacenamiento e industrialización de los cereales*. 1era Edición. Madrid España. 2001. 521 P. AGT EDITOR S.A.

Serna, S. *Manufactura y control de calidad de productos basados en cereales*. 1era Edición. DF, Mexico. 2003. 340 p. AGT EDITOR S.A.

Torres, Saura V., Grande Beltrán E. Del Castillo Quesada. 2011. Procesos de panificación en la industria alimentaria *Hig. Sanid. Ambient.* 11: 739-745

Trevisan M, Liu J, Bahsas FB, Menotti A. 1998 Syndrome X and Mortality a Population-Based Study. Risk Factor and Life Expectaney Research Group. *Am J Epidemiol.*

Ulloa, J.A., Mondragón C.P.M., Rodríguez, R.R., Reséndiz V.J.A., Rosas U.P. 2010. La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente*. Año 2, vol 4, p. 11-18.

Urías-Silvas, J. E., P. D. Cani, E. Delmée, A. Neyrinck, M. G. López, and N. M. Delzenne. 2008. Physiological effects of dietary fructans extracted from Agave tequilana Gto. and *Dasyilirion* spp. *Brit. J. Nutr.* 99: 254-261.

Urías-Silvas, J. E., and M. G. López. 2009. *Agave* spp. and *Dasyilirion* sp. fructans as a potential novel source of prebiotics. *Dynam. Biochem. Proc. Biotech. Mol. Biol.* 3: 59-64.

Viuda-Martos, M; Ruiz-Navajas, Y; Fernandez-López, J; Pérez-Álvarez, J.A. 2008. Functional properties of honey, propolis and royally jelly. *Journal of Food Science (JFS)* 73(9): 117-124.

Wilson, R. B; E. Crane. *Uses and products of honey*. Heinemann Publishers Ltd., London, UK. 378.

Wittig, P. E., Curia, A., Calderón, S., López, L., Fuenzalida, R., Hough, G. 2005. Un estudio transcultural de yogurt batido de fresa: aceptabilidad con consumidores versus calidad sensorial con paneles entrenados. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 55 (1), 77-85.