



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**Mejora de un alimento tipo nugget a base de
zanahoria, brócoli y coliflor como alternativa a la
población vegana.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**P R E S E N T A:
PAMELA AURORA GRANADOS OCHOA**

ASESORA: DRA. MARÍA ANDREA TREJO MÁRQUEZ
COASESORA: DRA. CAROLINA MORENO RAMOS

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO,
2018**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Mejora de un alimento tipo nugget a base de zanahoria, brócoli y coliflor como alternativa a la población vegana.

Que presenta la pasante: **Pamela Aurora Granados Ochoa**

Con número de cuenta: **410078556** para obtener el Título de la carrera: Ingeniería en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 07 de Diciembre de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	<u>I.A. Miriam Alvarez Velasco</u>	
VOCAL	<u>M. en C. María Guadalupe Amaya León</u>	
SECRETARIO	<u>Dra. María Andrea Trejo Márquez</u>	
1er. SUPLENTE	<u>Dra. María Guadalupe López Palacios</u>	
2do. SUPLENTE	<u>I.A. Alberto Solís Díaz</u>	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

Gracias

A mis papás, Angélica y Agustín. A mi mamá por estar siempre a mi lado, por iluminar mi vida, por su cariño, sus palabras, su fortaleza, su vitalidad, por ser una gran madre, por nunca dudar de mí aunque yo lo hiciera, por su actitud ante la vida, porque no importa que suceda ella siempre tendrá algo bueno que hacer y qué decir, te amo mami.

A mi papá, por ser fuerte, por siempre esperar más de mí y siempre estar pendiente de que nada me falte, por amarme a su manera y por ese impulso que solo él sabe dar. Por enseñarme cosas que no esperé saber y darme fortaleza ante la vida, eres un gran padre, yo te elegiría mil veces, te amo Granados.

A mis hermanos, Alejandro e Iliana, porque con base en sus enseñanzas y ejemplos crecí, por esos juegos y las travesuras, esas peleas por cosas sin sentido que a final de cuentas formaron mi carácter. A mi hermano por ser siempre mi compañero de locuras y fantasías interminables, porque sé que siempre estará ahí para mí. A mi hermana por ser el ejemplo, por siempre apoyarme y por empujarme a siempre querer llegar tan alto como ella, por ofrecer su apoyo y porque sé que siempre va estar ahí para mí. Los amo.

A Ricardo, por estar en todos los momentos buenos y malos, por levantarme, por brindarme su apoyo incondicional, por ser el mejor amigo, el mejor cómplice, el mejor confidente y el mejor novio, por acompañarme en mis locuras, por darme todo y amarme así como soy, por darme una señal. Por mostrarme que podemos hacer algo más por seres sin voz e inspirar este proyecto. Porque sé que siempre estarás junto a mí. La vida es un camino largo y estoy segura de que lo caminaremos juntos, te amo.

A mis amigas, Stephany y Alejandra. Porque a su lado la vida universitaria fue un cúmulo de experiencias geniales, llegaron a mi vida en el mejor momento. A Fanny porque se ha convertido en una hermana para mí, por todo lo que has hecho por mí y porque sé que estaremos juntas siempre. A Ale por su apoyo y por sus palabras, por acompañarme, por escucharme por estar siempre ahí, en el momento indicado. Las quiero.

A Diana, por ser de un momento a otro una amiga que no esperaba, las locuras, relajos, las palabras, por su apoyo, por siempre estar, por escuchar, por la complicidad, por siempre decir que yo puedo. Te quiero.

A mis compañeros del taller de postcosecha (Karen, Mariely, Angélica, Johana, Jessica, Melina, Mara, Miriam y Josa) que hicieron muy ameno el final de la estancia en la facultad, en especial a Ale, por todo el apoyo y su amistad. A todos mis amigos durante mi vida escolar.

A Luna, sé que no puedes ver esto, pero sí sé que puedes sentir el amor que te tengo, por estar a mi lado y por tu amor, tú me rescataste a mí.

En especial, todos mis agradecimientos a la Doctora Andrea Trejo, por ayudarme a que este proyecto se llevara a cabo, por el apoyo y por abrirme las puertas al taller, gracias por lo que hace por cada uno de nosotros para poder cumplir nuestras metas.

A la Doctora Carolina Moreno, por creer en mi proyecto desde el inicio, por el tiempo invertido en mí, la ayuda, los consejos, por escuchar, por ser un ser maravilloso.

También gracias a la profesora Adela Vargas porque mucho de este proyecto se lo debo a ella, a sus consejos, a sus conocimientos y su entrega.

A todos los profesores de la FES Cuautitlán que influyeron en mi formación académica, por su esfuerzo y vocación para formar ingenieros con un futuro exitoso.

A la UNAM porque es un orgullo pertenecer a la máxima casa de estudios, por abrirme las puertas a un lugar de conocimientos infinitos, me llevo todo lo mejor, me llevo la sangre azul y la piel dorada.

A todos por creer en mí desde el primer día.

Pamela Aurora Granados Ochoa

“Por mi raza, hablará el espíritu”

Índice

Índice de figuras	iii
Índice de tablas	v
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	6
2.1 Tipos de alimentación	7
2.1.1 Alimentación omnívora	7
2.1.2 Alimentación vegetariana	9
2.1.3 Alimentación vegana	12
2.2 Nuggets	17
2.2.1 Generalidades	17
2.2.2 Funcionalidad de los ingredientes	19
2.3 Nugget vegano	19
2.3.1 Zanahoria	19
2.3.2 Brócoli	23
2.3.3 Coliflor	26
2.3.4 Chía y linaza	29
2.4 Métodos de conservación de alimentos	33
2.4.1 Congelación	33
2.4.2 Vida de anaquel	33
2.5 Legislación	37
2.5.1 Legislación internacional de alimentos veganos	37
2.5.2 Legislación del material biológico	37
2.5.3 Norma de etiquetado	38
3. OBJETIVOS	39
3.1 Objetivo general	40
3.2 Objetivos particulares	40
3.2.1 Objetivo 1	40
3.2.2 Objetivo 2	40
3.2.3 Objetivo 3	40
4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	41

4.1 Cuadro Metodológico	42
4.2 Materia prima	43
4.2.1 Tratamiento de la materia prima	43
4.3 Formulaciones del nugget.....	43
4.4 Evaluación sensorial del nugget vegano.....	46
4.5 Evaluación de la composición química del nugget vegano	48
4.5.1 Desarrollo de etiqueta	48
4.6 Vida de anaquel	48
4.6.1 Pruebas microbiológicas	49
4.6.2 Prueba de dureza	49
4.6.3 Prueba Sensorial.....	50
4.7 Técnicas analíticas	50
4.7.1 Caracterización de la materia prima	50
4.7.2 Técnicas analíticas para la caracterización química del nugget.....	51
4.8 Análisis estadístico	54
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
5.1 Caracterización de la materia prima	57
5.2 Prueba sensorial	59
5.2.1 Primer sensorial: freído en superficie	59
5.2.3 Segundo sensorial: freído en aceite por inmersión	64
5.3 Composición química del nugget	69
5.3.1 Etiqueta	74
5.4 Vida de anaquel	76
5.4.1 Prueba sensorial	76
5.4.2 Determinación de dureza	77
5.4.3 Determinación de humedad	77
5.4.4 Pruebas microbiológicas	79
5.4.5 Vida útil	82
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
6.1 Conclusiones.....	84
6.2 Recomendaciones	86
8. REFERENCIAS	87

Índice de figuras

Figura 1. Tipos de alimentación en porcentaje, México.....	10
Figura 2. Pirámide de alimentación vegetariana.....	11
Figura 3. Pirámide de alimentación vegana.....	14
Figura 4. Diagrama de proceso para la elaboración de nuggets de pollo	18
Figura 5. Zanahoria.....	20
Figura 6. Estructura química del α y β -caroteno.....	21
Figura 7. Producción de zanahoria en México.....	22
Figura 8. Brócoli.....	23
Figura 9. Estructura química del sulforafano.....	25
Figura 10. Coliflor.....	26
Figuras 11 y 12. Estructura química de la quercetina y el kaempferol.....	28
Figura 13. Planta y semilla de chía.....	29
Figura 14. Semillas de linaza.....	30
Figura 15. Estructura química del ácido alfa-linolénico	32
Figura 16. Cuadro metodológico.....	42
Figura 17. Diagrama de proceso para la elaboración de un nugget vegano	45
Figura 18. Formato de papeleta para prueba sensorial de nuggets veganos	47
Figura 19. Papeleta para prueba sensorial de vida útil	50
Figura 20. Evaluación de sabor de distintas formulaciones de nugget vegano, primer sensorial ..	60
Figura 21. Evaluación de granulosis de distintas formulaciones de nugget vegano, primer sensorial	61

Figura 22. Evaluación de adherencia de distintas formulaciones de nugget vegano, primer sensorial	62
Figura 23. Evaluación de consistencia de distintas formulaciones de nugget vegano, primer sensorial	63
Figura 24. Porcentajes de aceptación primer sensorial	64
Figura 25. Evaluación de consistencia de distintas formulaciones de nugget vegano, segundo sensorial	65
Figura 26. Evaluación de sabor de distintas formulaciones de nugget vegano, segundo sensorial	66
Figura 27. Evaluación de adherencia de distintas formulaciones de nugget vegano, segundo sensorial	67
Figura 28. Evaluación de granulosis de distintas formulaciones de nugget vegano, segundo sensorial	68
Figura 29. Porcentaje de aceptación segundo sensorial	69
Figura 30. Frente de etiqueta	74
Figura 31. Etiqueta parte trasera	75

Índice de tablas

Tabla 1. Alimentos procesados a partir de distintas especies animales	9
Tabla 2. Descripción de la pirámide de alimentación vegana	12
Tabla 3. Descripción de la pirámide de alimentación vegetariana	14
Tabla 4. Beneficios de la alimentación vegana	16
Tabla 5. Formulación de nuggets de pollo	17
Tabla 6. Funcionalidad de los ingredientes del nugget de pollo	19
Tabla 7. Taxonomía de la zanahoria	20
Tabla 8. Composición química de la zanahoria	21
Tabla 9. Taxonomía del brócoli	23
Tabla 10. Composición química del brócoli	24
Tabla 11. Taxonomía de la coliflor.....	27
Tabla 12. Composición química de la coliflor en 100g	27
Tabla 13. Taxonomía de la chía	30
Tabla 14. Taxonomía de la linaza	31
Tabla 15. Composición química de la chía y linaza	31
Tabla 16. Clasificación de los cambios no favorables en alimentos	34
Tabla 17. Causa y efecto del deterioro de los alimentos	35
Tabla 18. Formulación bibliográfica del nugget	43
Tabla 19. Formulación modificada del nugget	44
Tabla 20. Cantidades de chía y linaza para formulación de Nuggets.....	40
Tabla 21. Formulaciones ofrecidas a los panelistas	46
Tabla 22. Vocabulario de análisis sensorial y sus definiciones	46

Tabla 23. Caracterización de la zanahoria	57
Tabla 24. Caracterización de brócoli	58
Tabla 25. Caracterización de coliflor.....	59
Tabla 26. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: sabor.....	60
Tabla 27. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: granulosidad....	61
Tabla 28. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: adherencia..	62
Tabla 29. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: consistencia	63
Tabla 30. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: consistencia	65
Tabla 31. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: sabor.....	66
Tabla 32. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: adherencia..	67
Tabla 33. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: granulosidad ...	68
Tabla 34. Análisis químico de los nuggets con chía y huevo en base seca	70
Tabla 35. Componentes químicos evaluados al nugget	72
Tabla 36. Prueba de aceptabilidad de los nuggets almacenados a distintas temperaturas	76
Tabla 37. Cambios en la dureza de nuggets almacenados a distintas temperaturas.....	77
Tabla 38. Contenido de humedad en nuggets almacenados a distintas a temperaturas.....	78
Tabla 39. Pruebas microbiológicas de los nuggets a distintas temperaturas.....	80
Tabla 40. Pruebas microbiológicas del nugget vegano después de la cocción a 60°C.....	81
Tabla 41. Energía de activación de acuerdo a la ecuación de Arrhenius.....	82

RESUMEN



En México existe un mercado potencial para la producción de alimentos veganos, ya que sólo en la Ciudad de México al menos 3000 personas se identifican con esta alimentación, siendo una de sus dificultades la falta de productos para su consumo.

Existe una gran gama de productos de comida rápida en el mercado pensadas para el consumidor promedio. Sin embargo, esta condición no es la misma para las personas veganas.

Por ellos se mejoró y caracterizó un alimento tipo nugget a base de zanahoria, brócoli y coliflor, sustituyendo el adherente de origen animal (huevo) por uno de origen vegetal (chía o linaza). Se analizaron sus características químicas, sensoriales y se estableció la vida de anaquel para generar una alternativa de consumo a personas veganas.

El resultado de la prueba sensorial fue que los nuggets con mayor concentración de chíá tuvieron mayor aceptación que los nuggets elaborados con linaza ya que ésta confundía a los panelistas con otro ingrediente en el nugget: ajo.

Además, se realizó una caracterización química del nugget de mayor aceptación, este se comparó con otro elaborado con huevo como planteaba la formulación original. Los resultados arrojaron que el nugget con chíá contiene: 1.94% de grasa, 2.61% de cenizas, 32.22% de fibra cruda y 3.41% de fibra dietética, así como 1.94% de proteínas y 59.89% de carbohidratos, mientras que el de huevo contiene 1.68% de grasa, 2.42% de cenizas, 27.97% de fibra cruda y 2.40% de fibra dietética, también 3.49% de proteínas y 60.44% de carbohidratos.

Finalmente se realizó una prueba de vida de anaquel a los nuggets, estos se almacenaron a tres diferentes temperaturas -12°C , 2°C y 12°C durante 49 días. La humedad, dureza, sabor y las cuentas microbiológicas del producto se usaron para calcular el tiempo de vida útil del producto siendo éste de 32 días.

El nugget elaborado con chíá resultó tener menor cantidad de proteínas que el nugget elaborado con huevo, pero más cantidad de fibra y fenoles, lo que resulta ser más favorable para la salud al consumirlo, además el nugget con chíá puede ser almacenado durante 32 días sin perder sus características de humedad, dureza y sabor a una temperatura de -12°C .

1. INTRODUCCIÓN



En México existe un mercado potencial para la producción de alimentos veganos, ya que sólo en la ciudad de México al menos 3000 personas se identifican con esta alimentación, siendo una de sus dificultades la falta de productos para su consumo.

Existe una gran gama de productos de comida rápida en el mercado pensadas para el consumidor promedio. Sin embargo, esta condición no es la misma para las personas veganas.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2002 un nugget es un producto elaborado con carne molida o picada o en piezas, con adición o no de tejido graso, subproductos y aditivos, que pueden recibir un tratamiento térmico o no durante su elaboración, pero que necesitan ser cocinados para consumirlos. Elaborar un nugget es una forma viable de generar una alternativa de consumo para personas veganas, sustituyendo los ingredientes de origen animal por productos vegetales.

El uso de la chía y la linaza proporciona propiedades como la adherencia; propiedad atribuida a la presencia de huevo en una formulación original del nugget (Figuroa, 2010).

En la actualidad, la semilla de chía se ha convertido en una fuente de antioxidantes de gran interés gracias a su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, en especial el ácido alfa linoleico. El consumo de ácidos grasos poliinsaturados, en especial el α -linoleico, se ha caracterizado por sus grandes efectos nutricionales, al ser un compuesto que da origen a ciertas prostaglandinas como: Leucotrienos y Tromboxano con actividad antiinflamatoria, anticoagulante y antiagregante (PGE3, PGI3, TXA4 Y LTB5). Debido a la composición y practicidad que presenta la semilla de chía, ha sido posible que tanto la semilla como los subproductos derivados de ella (aceite comestible, harina, aceite microencapsulado) puedan ser incorporados dentro de diversas formulaciones de alimentos como: panificación, bebidas, cereales, mezclas secas, entre otras, para dar un valor agregado (Jaramillo, 2013).

Por otra parte, la linaza es un cultivo que ha sido consumido por los seres humanos durante miles de años, ya que fue una de las primeras plantas domesticadas. Hoy en día los consumidores prefieren la linaza por su agradable sabor a nuez y sus beneficios para la salud. Estudios clínicos y de gran escala poblacional demuestran que la linaza mejora el sistema digestivo, disminuye el colesterol y ayuda a controlar la glucosa en la sangre también, bloquea la inflamación del sistema circulatorio. Debido a su efecto anti-inflamatorio, el consumo constante de linaza puede ayudar a

prevenir y tratar enfermedades crónicas en las que la inflamación juega un papel importante como: enfermedades del corazón, embolias, diabetes, cáncer, obesidad, el síndrome metabólico y la enfermedad de Alzheimer (Morris, 2015).

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar una propuesta de alimento vegano para el cual se elaborará un nugget a partir de zanahoria, brócoli y coliflor sustituyendo la concentración del huevo en la formulación por chía y linaza en diferentes porcentajes.

2. ANTECEDENTES



2.1 Tipos de alimentación

En el mundo existe una alimentación principalmente omnívora, esto se refiere a la capacidad de consumir la mayor parte de los alimentos que se encuentran en la naturaleza, ésta ha existido desde tiempo prehistóricos, sin embargo, hay personas que eligen un tipo de alimentación diferente, como es el caso de las personas veganas (Gallo *et al.*, 2015).

El veganismo es una corriente que nació en Inglaterra hace aproximadamente 70 años, específicamente en 1944 cuando 25 personas, lideradas por Elsie Shrigley y Donald Watson, decidieron llevar el vegetarianismo de una forma más restrictiva y se cambiaron de nombre: formaron un grupo que critico no solo del uso de la carne, sino también del consumo de otros productos derivados de los animales como lácteos y huevos ya que para ellos la producción de estos alimentos también contribuía al sufrimiento animal (Murillo, *et al.*, 2014).

El ser humano en el transcurso de su evolución ha cambiado la percepción de la comida llevándola desde una mera herramienta de sobrevivencia hacia una instancia en la que se ven fuertemente involucradas ciertas prácticas, creencias y valores. Esto ha llevado a una conjugación de aspectos sociales que implican el no consumo de carne animal y sus derivados. Entre las razones mencionadas más a menudo para explicar esta elección alimentaria, se refieren el precio de la carne, el desagrado por su sabor y por aspectos de salud. El vegetarianismo es una tendencia alimentaria que excluye los alimentos de origen animal o parte de ellos, los veganos en cambio, no consumen productos de origen animal y sus derivados. Ambas tendencias han ido en aumento los últimos años demostrándose un auge del comercio enfocado a este público (Brignardello *et al.*, 2013).

2.1.1 Alimentación omnívora

Las tendencias de consumo de carne en los países occidentales tienden a hacer pensar que está en recesión como consecuencia de las nuevas filosofías de comer más sano y saludable sustituyendo en la dieta la carne por vegetales y frutas. Pero esa filosofía choca con los tradicionales consumidores de carne, por un lado, con los países emergentes del sudeste asiático que apuestan decididamente por la proteína de toda la vida. De esta forma, el consumo de carne crecerá en el mundo de forma constante un 1.4% hasta 2025 y el comercio internacional aumentará hasta cinco millones de toneladas hasta ese año. En todo caso, las tendencias apuntan a una mayor demanda de carnes más cercanas, más sanas, con nuevos cortes e ingredientes naturales (Murcia, 2016).

La palabra omnívoro significa “omnis”, todo y “vorare”, devorar. Es el nombre que damos a los seres que se nutren de toda clase de alimentos, porque sus preferencias y necesidades alimenticias son muy variadas y disfrutan tanto de productos de origen animal como vegetal. Esto constituye una gran ventaja, ya que pueden sobrevivir en cualquier medio, lo que no ocurre con los animales muy especializados en su alimentación, que corren el riesgo de extinguirse cuando no pueden hallar el único tipo de comida que sus organismos aceptan. Además del hombre, los únicos animales omnívoros por naturaleza son el cerdo y el oso (Joes, 2011).

Los niveles de consumo de carne en México hasta el 2016 son alrededor de 17.3kg per cápita. En 2012, el consumo anual por persona era de 8.9 kilos, sin embargo, dicha cifra aumento, gracias al fomento en producción y consumo de la SAGARPA y la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (SAGARPA, 2016).

Por otra parte, el consumo de pescados y mariscos aporta importantes nutrientes al cuerpo, por ello, la actividad pesquera y acuícola tiene mucho que aportar a la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza, en concordancia con las estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014).

La industria avícola mexicana ha experimentado una integración vertical importante, esto quiere decir que varias industrias tienen un mismo dueño y, a la vez, se ha integrado con la cadena de producción de Estados Unidos. En particular, debido a su alto nivel de integración, este sector se caracteriza por tener mayor sensibilidad y capacidad de adaptarse a los cambios macroeconómicos y sectoriales. A nivel nacional, el inventario inicial de aves se estima en 304 millones de aves en 2009. Se calcula para este mismo año que el número de aves en sacrificio sea alrededor de 1.5 mil millones y se espera que este nivel se mantenga constante a lo largo de la proyección base. Por otra parte, se considera que el consumo per cápita de carne de pollo aumente de 2009 a 2018, al pasar de 27.1 a 26.7 kg, respectivamente. Esto implica que el consumo total incremente de 3 millones de toneladas en 2009 a 3.27 en 2018 (Trejo, 2014).

Vacunos, pavos, pollos, cerdos y pescados, entre otros son los animales de consumo humano de los que se pueden obtener diversos productos procesados como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Alimentos procesados a partir de distintas especies animales.

Animal	Producto
Vacuno	<ul style="list-style-type: none"> • Leche: queso, helado • Albóndigas • Carne para hamburguesa
Cerdo	<ul style="list-style-type: none"> • Embutidos crudos: chorizos y longanizas. • Embutidos escaldados: salchichas. • Embutidos cocidos: queso de puerco y morcilla o rellena. • Carnes curadas: jamón, tocino y chuleta
Pavo	<ul style="list-style-type: none"> • Jamones • Piernas ahumadas • Entero crudo o ahumado
Pescado	<ul style="list-style-type: none"> • Productos enlatados: atún, ostiones angulas, sardinas • Secos • Salado • Ahumado
Pollo	<ul style="list-style-type: none"> • Carne para hamburguesa • Alitas • Salchichas de pollo • Medallones • Embutidos cocidos • Empanizados • Nuggets de pollo

Fuente: Hernández (2014).

2.1.2 Alimentación vegetariana

La palabra “vegetariano”, que promueve la alimentación exenta de carnes, se utilizó por vez primera en el año 1847, en Inglaterra, con motivo de la inauguración de la primera sociedad vegetariana. Sin embargo, el rechazo al consumo de carnes, comenzó alrededor del primer milenio de nuestra era, al parecer de forma independiente, en la India y en el Mediterráneo oriental por razones religiosas, filosóficas y éticas. La palabra vegetariano, proviene del latín “vegetus”, que no significa vegetal. “Vegetus” significa “vigoroso”, “activo”, “lleno de vida”, por lo tanto, las personas vegetarianas tendrían la cualidad de ser vigorosas y estar llenas de vida. Originalmente, el vegetarianismo, se definió en Inglaterra con el concepto de una alimentación sin ningún tipo de carnes ni pescados, pero flexible en el consumo opcional de huevos o productos lácteos, esta definición fue aceptada por la Unión Vegetariana Internacional, fundada más tarde en el año 1908 y se mantiene hasta nuestros días. La inclusión de huevos entre los vegetarianos, al parecer fue

originaria de Inglaterra, donde la variedad de alimentos de origen vegetal por aquella época era mucho menor que en la India o en las tierras del Mediterráneo, que son las raíces directas del vegetarianismo moderno (Figueroa, 2010).

Una alimentación vegetariana es un plan de comidas que contiene más que nada plantas, como verduras, frutas, granos integrales, legumbres, semillas y nueces, con pocos o ningún producto animal (UMMC, 2013).

De acuerdo a una encuesta realizada por la empresa Nielsen, en México el 19% de las personas se identifican con una alimentación vegetariana (como se muestra en la figura 1), motivados por el bienestar de su salud y algunos con fin de llegar a ser veganos (Nielsen, 2016).

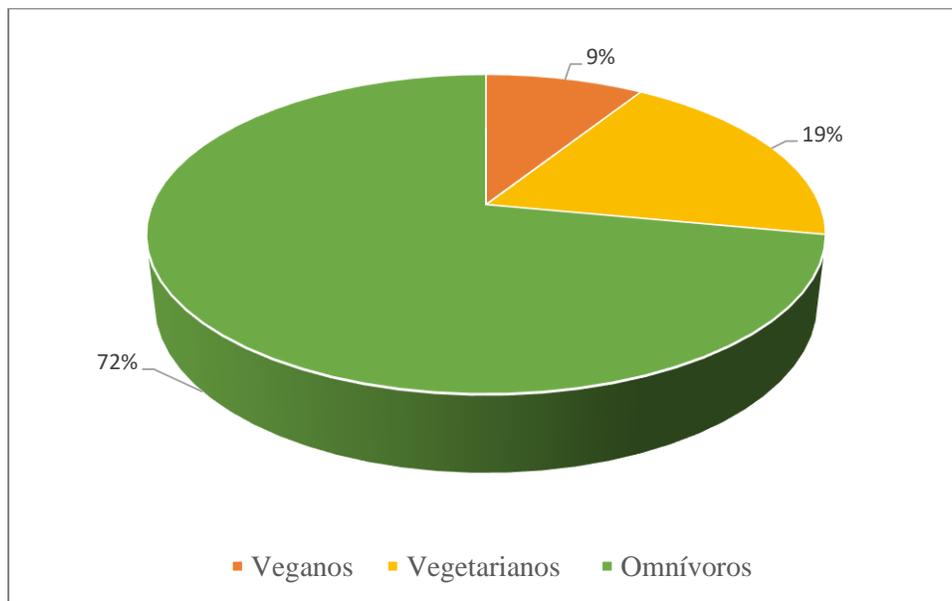


Figura 1. Tipos de alimentación en porcentaje, México.

Fuente: Encuesta Nielsen (2016).

Las personas que siguen una alimentación vegetariana consumen alimentos primariamente de origen vegetal que son bajos en grasa, grasas saturadas y no contienen colesterol, compuestos relacionadas con las enfermedades cardíacas. No consumen carnes que necesitan mayor tiempo de permanencia en el sistema digestivo y mayor trabajo del organismo para eliminar las sustancias tóxicas que se generan en el proceso de asimilación. Tampoco carnes que producen una gran cantidad de sustancias ácidas en el proceso digestivo, que deben ser neutralizadas a veces a costa

de una desmineralización del organismo para lograr la neutralización. Consumen alimentos altos en fibra dietética que facilitan el tránsito digestivo y desintoxican el organismo, previniendo enfermedades. Los vegetarianos, consumen cantidades apreciables de hortalizas y frutas que son antioxidantes, contribuyen a regular el metabolismo ácido-base y poseen sustancias activas que protegen al organismo contra muchas enfermedades. Se permiten el consumo de productos derivados de animales: leche, huevo, queso, helado, sin comer carnes rojas, pero si pescados y mariscos (Figuroa, 2010).

El mercado de alimentación vegetariana es amplio ya que las personas que siguen esta alimentación pueden comer algunos productos animales, en la figura 2 se presenta la pirámide de alimentación vegetariana y en la tabla 2 la descripción de la misma.



Figura2. Pirámide de alimentación vegetariana.

Fuente: Rodríguez (2015).

Tabla 2. Descripción de la pirámide de alimentación vegetariana.

1 Verduras y frutas	Espinacas, col, berros, pimientos, tomates, acelgas, papas, cebollas, apio, zanahoria, espárragos, plátanos, uvas, manzanas, berenjena, col, etc.
2 Leguminosas	Arroz, quínoa, pasta, pan, etc.
3 Legumbres	Garbanzos, lentejas, soya, pistaches, almendras, cacahuete, etc.
4 Alimentos ricos en nutrientes	Frijoles, lentejas, soya, chía, linaza, etc.
5 Alimentos verdes y especias	Espinacas, col, lechuga, berros, acelgas, aceite de arroz, aceite de canola, pimienta, etc.
6 Otros esenciales	Huevos, leche, queso, mantequilla, yogur, pescado.

Fuente: Rodríguez (2015).

2.1.3 Alimentación vegana

Por definición el veganismo es un tipo de alimentación humana que establece: la principal fuente de energía para el organismo exclusiva mediante productos que no contengan ingredientes de origen animal (Cano, 2014).

El veganismo es un estilo de vida sano, respetuoso con el medio ambiente, libre de crueldad animal. También es una alternativa ética y sana al consumo dependiente de los productos como la carne, el pescado, los lácteos, los huevos, la miel, los productos derivados de los animales, y otros artículos de origen animal como el cuero y las pieles. Se puede afirmar que es el estilo de vida más sano y respetuoso con los animales y la Naturaleza (Román, 2017).

Segebre estudió que una alimentación a base de carne, pescado, huevos y leche incide negativamente sobre nuestra salud, favoreciendo el desarrollo de enfermedades de origen nutricional como la arteriosclerosis, la hipertensión, el cáncer, la osteoporosis, la diabetes y las enfermedades del corazón. Mientras que una dieta basada en el consumo de fruta, vegetales, cereales y legumbres, rica en fibra y elementos nutritivos, es ideal para mantener limpio el organismo y nuestras arterias de sustancias nocivas como el colesterol que solo se encuentra en productos de origen animal, nitratos, nitritos y algunas bacterias como *salmonella*, *taenias*, etc., pudiendo obtener así la cantidad adecuada de grasas y proteínas que sólo se encuentren en los productos de origen animal (AVE, 2012; Segebre, 2014).

Otro de los problemas que trae consigo tener una alimentación en base de productos de origen animal es el maltrato hacia ellos. Los animales criados de manera industrial son inteligentes y capaces de sentir dolor. Sin embargo, más de 16 mil millones de animales sacrificados inadecuadamente para el consumo cada año en los Estados Unidos, tienen poca protección legal contra una crueldad que sería ilegal si fuera ejercida sobre nuestros perros o gatos. Estos animales son desatendidos, mutilados, genéticamente manipulados, sometidos a regímenes de drogas que causan dolor crónico y lesiones, transportados en climas extremos y sacrificados de una forma espantosa y violenta, ya que no se siguen los procedimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana donde se establecen los métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres, la Norma menciona que solo personal capacitado puede sacrificar a un animal, también menciona que ningún animal debe morir por envenenamiento, asfixia, paralizantes musculares o cualquier otro procedimiento que le cause sufrimiento, dolor, ansiedad o que prolongue su agonía. Incluso los animales considerados animales de campo, y que tienen ciertas libertades que los animales criados de manera industrial son sacrificados de forma inadecuada, son generalmente mutilados sin analgésicos; mantenidos en galpones sucios y llenos de enfermedades; forzados a soportar largos viajes al matadero sin alimento ni agua; y matados de la misma manera que los animales criados de manera industrial. El bienestar animal, mencionado también en la Norma Oficial es un procedimiento olvidado y que solo empresas con certificación TIF llevan a cabo (PETA, 2017; NOM-033-SAG/ZOO-2014).

2.1.3.1 Alimentos veganos

Una alimentación libre de productos de origen animal evita participar directamente en la explotación de los seres vivos, además, es sana y apta para todo tipo de personas. En la figura 3 se observa la pirámide de alimentación vegana (Davis *et al.*, 2000).

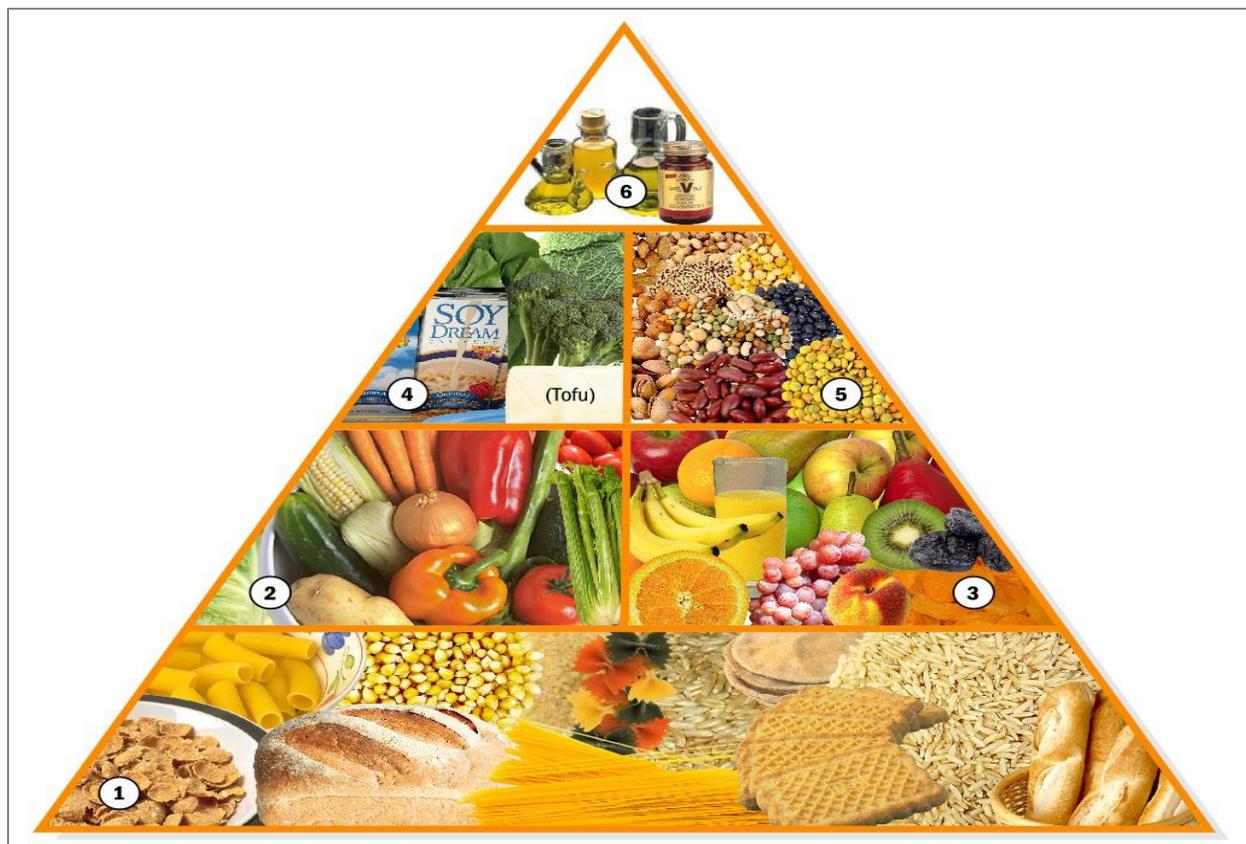


Figura 3. Pirámide de alimentación vegana.
 Fuente: Davis, et al. (2000).

Tabla 3. Descripción de la pirámide de alimentación vegana.

1 Cereales	Pasta, arroz, pan, cereales de desayuno, trigo, maíz, avena, centeno, quínoa, amaranto, espelta, mijo, cous cous, etc.
2 Verduras y hortalizas	Espinacas, col, berros, pimientos, tomates, acelgas, papas, cebollas, apio, zanahoria, espárragos, col, etc.
3 Frutas y frutos secos	Naranjas, manzanas, plátanos, fresas, kiwis, uvas, mangos, aguacates, peras, nectarinas, ciruelas, higos, chabacanos, ciruelas pasas, dátiles etc.
4 Alimentos ricos en calcio	Brócoli, espinacas, leche de soya, tofu, margarinas, coliflor, jugo de naranja, etc.
5 Legumbres	Garbanzos, lentejas, soya, pistaches, almendras, cacahuete, etc.
6 Otros esenciales	Aceite de olivo, nueces, productos enriquecidos con B ₁₂ , leches vegetales, hamburguesas vegetales, etc.

Fuente: Davis, et al. (2000).

No se permite el consumo de miel, gelatina ni usar ropa de piel. Actualmente el mercado de venta de productos veganos en México es muy pequeño, ya que la gran mayoría de estos se importan. Principalmente se vende tofu, chorizo vegano, pan vegano, soya texturizada de sabores, algunos aderezos, quesos hechos a base de tofu, alitas de soya, Nuggets de soya entre otros, la gran mayoría de los productos son de importación y su precio es muy elevado ya que la demanda es poca (Marcus, 2011).

2.1.3.2 Beneficios a la salud de la alimentación vegana

Entre los beneficios que conlleva una dieta vegana se incluye el bajo aporte de grasas saturadas que contienen los productos de origen animal, así como el nulo aporte de colesterol que sólo se encuentra en el reino animal. Además, dicha dieta incluye una mayor cantidad de fibra, y más aún si se consumen cereales integrales, lo cual se ha asociado a una menor prevalencia de cáncer de próstata y colon (Gottau, 2011).

Un estudio realizado por “Health effects of vegetarian and vegan diets. Proceedings of the Nutrition Society” llegó a la conclusión de que la salud de los veganos es buena en comparación con los promedios nacionales de las personas que no lo son, y similar a la de los vegetarianos (Key, *et al.*, 2016).

También, se encuentran afirmaciones similares en la literatura de Molina y Paz, quienes indican que las dietas veganas están relacionadas con un menor riesgo de presentar enfermedades crónicas y que el índice de mortalidad estandarizado por todas las causas (incluyendo el cáncer) se reduce de manera significativa en los veganos, debido a una dieta basada en el consumo de frutas, verduras y ácidos grasos poliinsaturados (Molina y Paz, 2008).

La dieta vegana previene también las enfermedades cardíacas. La carne es la fuente principal de grasa saturada y fuente de colesterol en la dieta. Los veganos evitan estos productos de alto riesgo. Adicionalmente, la carne no contiene fibra, que ayudaría a reducir los niveles de colesterol. Un estudio demostró incluso que una dieta vegana podía revertir el proceso de aterosclerosis (Ornish, *et al.*, 1990).

Por otro lado, las personas veganas evitan la grasa animal y consumen mucha fibra y vitaminas, buenos preventivos del cáncer. El análisis de la sangre de los veganos demuestra un nivel más elevado de leucocitos especializados en atacar las células cancerosas (Malter, *et al.*, 1989).

A continuación, se presenta una tabla donde se resume los beneficios de la alimentación vegana.

Tabla 4. Beneficios de la alimentación vegana.

Previene enfermedades	Ayuda en la prevención de enfermedades como cáncer, enfermedades cerebrovasculares, disminuye los niveles de colesterol y triglicéridos, etc.
Altos consumos de omega-3	El consumo de omega-3 es mayor en una persona vegana, ya que consumen en mayor proporción de aceites como linaza o canola, también por el consumo de alimentos como almendras, nueces, chía, etc.
Altos consumos de vitamina C	Al consumir frutas y verduras frescas, los niveles de consumo de vitamina C se eleva, ya que están contenidos en alimentos como naranjas, mandarinas, limones, limas, zanahorias, etc.

Fuente: Andreu (2016).

2.1.3.3 Propiedades sensoriales de los alimentos veganos

La evaluación sensorial surge como una necesidad de mantener constante la calidad de los alimentos procesados y por ende mantener el liderazgo en el mercado y es en esta industria donde ha tenido el mayor desarrollo. Sus principios científicos están basados principalmente en la fisiología, psicología, psicofísica y estadística. Su propósito es estudiar cómo las propiedades de los alimentos u otros materiales son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Las técnicas sensoriales requieren que todos sus métodos de medida sean rigurosos precisos y válidos, éstos también están relacionados con la percepción y preferencia de los consumidores. Los métodos sensoriales en forma general pueden ser separados en dos grupos: métodos analíticos y métodos afectivos. El propósito de los métodos analíticos es evaluar las características de los alimentos utilizando para ello jueces entrenados, mientras que los métodos afectivos evalúan la respuesta o lo que provoca el producto en el consumidor (Severiano, 2016).

Entre los métodos afectivos existe una prueba sensorial llamada hedónica. En las pruebas hedónicas se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia en las empresas debido a que son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso (González *et al.*, 2014).

Un producto vegano debe tener cualidades sensoriales importantes, sin embargo, son similares a las de un producto no vegano, entre ellas una textura firme si se trata de verduras o tofu, blanda y suave si se trata de un helado o dulce. Si el producto es similar o representa a un producto cárnico el sabor debe ser similar pero no igual él.

2.2 Nuggets

2.2.1 Generalidades

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, NOM, los nuggets son productos cárnicos empanados o rebozados congelados elaborados con carne molida o picada, con adición o no de tejido graso, subproductos y aditivos, que pueden recibir un tratamiento térmico durante su elaboración o no, pero necesitan ser cocinados para consumirlos (NOM-213-SSA1-2002).

Este producto ha crecido en los últimos años, gracias al consumo que realizan los adultos, quienes los han adoptado como entradas y/o botanas. La formulación de los nuggets de pollo se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Formulación de nuggets de pollo.

Materia prima	%
Pechuga de pollo	67
Agua	13
Piel de pollo	6
Arroz cocido	5
Empanizado (Pan molido, Harina de trigo, Almidón de maíz)	4

Tabla 5. Formulación de nuggets de pollo (continuación).

Aditivos (Tripolifosfato de sodio, Sal, Eritorbato de sodio, albumina de huevo en polvo, Dextrosa, condimentos)	3
Margarina	2

Fuente: Ortíz (2016).

El mayor componente es pechuga de pollo, seguido de agua y piel de pollo. El aporte del pollo es la proteína, mientras que el arroz aporta almidón y ayuda al apelmazamiento de la masa (Ortiz, 2016). El procedimiento para elaborar nugget de pollo se muestra en la figura 4.

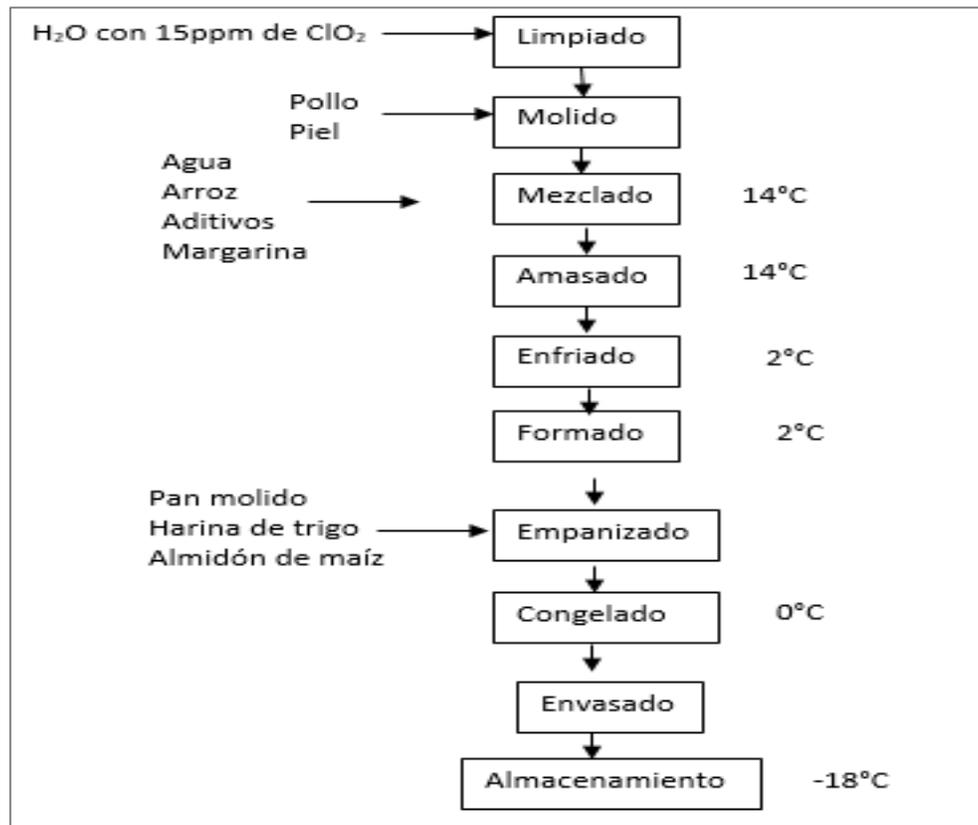


Figura 4. Diagrama de proceso para la elaboración de nuggets de pollo.

Fuente: Ortíz (2016).

2.2.2 Funcionalidad de los ingredientes

Es necesario conocer la función que cada uno de los ingredientes aporta al nugget de pollo, para ello se presenta la tabla 6.

Tabla 6. Funcionalidad de los ingredientes del nugget de pollo.

Ingrediente	Función
Pollo y piel	Aportar proteínas, así como aportar textura y consistencia al medio
Agua	Humedad al medio
Empanizado(Pan molido, Harina de trigo, Almidón de maíz)	Sabor y textura. Favorece al producto posterior a cocción ya que lo hace crocante.
Arroz cocido	Aglutinante
Aditivos (Tripolifosfato de sodio, Sal, Eritorbato de sodio, albumina de huevo en polvo, Dextrosa, condimentos)	Potenciar sabor, color, mantener características físicas y químicas.
Margarina	Textura y sabor.

Fuente: Ortíz (2016).

2.3 Nugget vegano

Un nugget vegano es un producto elaborado a base de hortalizas, pan molido, sazónador y huevo. Este último ingrediente sirve como adherente, pero como se mencionó anteriormente si contiene algún producto de origen animal ya no es vegano (Cano, 2014).

Por ello, se elaboró un nugget a base de hortalizas: zanahoria, brócoli y coliflor y semillas de chía y linaza. A continuación, se mencionan las propiedades químicas y el panorama de los ingredientes que se han empleado en la formulación base.

2.3.1 Zanahoria

2.3.1.1 Morfología y taxonomía

La zanahoria (figura 5) es una raíz bianual de la familia de las apiáceas (ver tabla 7), originaria de Europa. Planta con tallos grandes, acanalados y ramificados, hojas muy divididas, flores blancas o rosadas en forma de umbela. Se le cultiva para el aprovechamiento de su raíz que es comestible siendo fuente importante de vitamina A, tiamina, niacina, β -Caroteno y potasio (Atuncar, 2012).



Figura 5. Zanahoria.

Fuente: Bonduelle (2017).

Tabla 7. Taxonomía de la zanahoria.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Apiales</i>
Familia	<i>Apiaceae</i>
Genero	<i>Daucus</i>
Especie	<i>Daucus Carota</i>

Fuente: Atuncar (2012).

2.3.1.2 Composición y propiedades

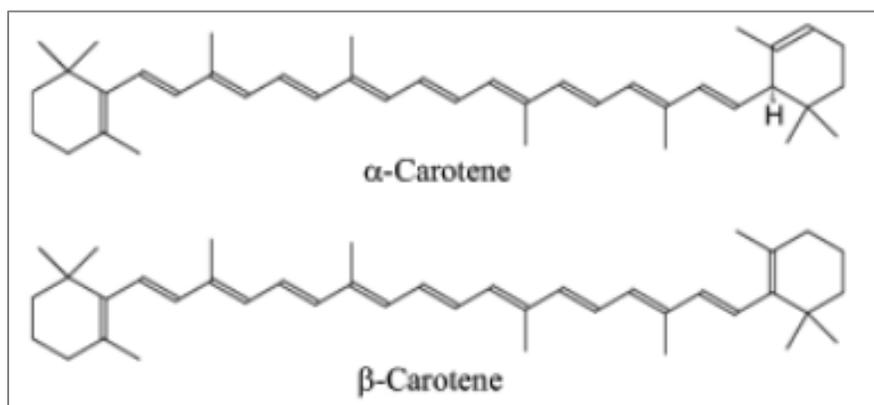
La zanahoria es un alimento excelente desde el punto de vista nutricional, ya que es una fuente importante de vitaminas y minerales, y ha sido considerada como uno de los vegetales que presentan los mayores contenidos de fibra dietética natural. El agua es el componente más abundante (tabla 8), seguido de los carbohidratos (nutrientes que aportan energía). Su color naranja se debe a la presencia de carotenos, entre ellos el β -caroteno, pigmento natural que el organismo transforma en vitamina A conforme la necesita (Hernández, 2015).

Tabla 8. Composición química de la zanahoria.

Información nutricional en 100 g	
Valor energético (kcal)	85.91
Valor energético (Kj)	361.77
Humedad (g)	89.2
Proteínas (g)	4.29
Hidratos de carbono (g)	13.23
De los cuales azúcares	5
Grasas (g)	0.61
De las cuales saturadas	0.084
Fibra (g)	5.17
Sodio (ppm)	0.26

Fuente: Hernández (2015).

Mayoritariamente en la zanahoria se encuentran el α y β -caroteno (Ver figura 6). Estos compuestos son llamados provitamina A, ésta es esencial para la visión nocturna y necesaria para mantener sanos la piel y los tejidos superficiales (Meléndez *et al.*, 2004).

**Figura 6.** Estructura química del α y β -caroteno.

Fuente: Fennema (2000).

No obstante, estudios recientes han puesto de manifiesto las propiedades antioxidantes de estos pigmentos, así como su eficacia en la prevención de ciertas enfermedades del ser humano, como la aterosclerosis o incluso el cáncer (Huges, 2001).

La zanahoria es una hortaliza que tiene cualidades benéficas para el ser humano y en México se produce en cualquier temporada, como se menciona a continuación.

2.3.1.3 Producción en México

La zanahoria se produce todo el año, pero en los meses mayo, agosto septiembre y octubre se genera 46% de la producción nacional. Siete entidades federativas producen 67% de la producción nacional, entre las que destacan: Sinaloa con 19%, Jalisco 10%, Zacatecas 9% y México 8% como se muestra en la figura 7 (SAGARPA, 2015).

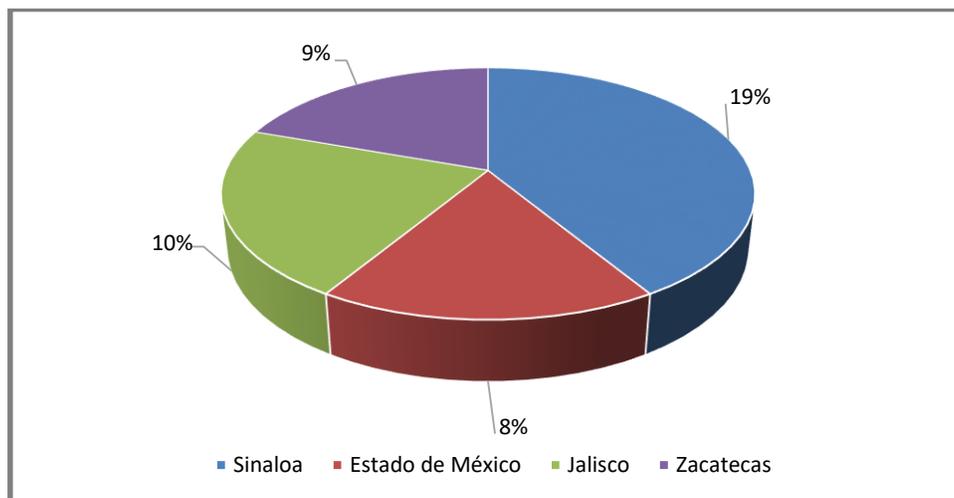


Figura 7. Producción de zanahoria en México.
Fuente: SAGARPA (2015).

La zanahoria puede ser procesada y comercializada en: en crudo, sopas, ensaladas, pasteles, polvo, fibra, jugos, deshidratada, congelada, rodajas, encurtidos, también en jabones y fragancias, aceites, purés o alimentos infantiles. En la industria alimentaria el pigmento de la zanahoria es aprovechado como antioxidante y colorante (López, 2010).

2.3.2 Brócoli

2.3.2.1 Morfología y taxonomía

Es una hortaliza originaria del mediterráneo y Asia. En Italia, Libia y Siria se recolectaron los primeros ejemplares de esta planta proveniente de las coles y las coliflores. Pertenece a la familia de las Crucíferas y al género de *Brassica* variedad itálica (tabla 9). Existen dos variedades de brócoli el italiano (*Brassica oleracea itálica*) y brócoli de cabeza (*Brassica Oleracea*) que tiene una similitud morfológica a la coliflor como se muestra en la figura 8 (SAGARPA, 2011).



Figura 8. Brócoli.
Fuente: SAGARPA (2011).

Tabla 9. Taxonomía del brócoli.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Angiospermas</i>
Clase	<i>Dicotyledon</i> <i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Brassicales</i>
Familia	<i>Brassicaceae</i>
Genero	<i>Brassica</i>
Especie	<i>Brassica</i> <i>oleracea</i>

Fuente: SAGARPA (2011).

2.3.2.2 Composición y propiedades

El consumo de brócoli se ha visto incrementado al reconocérsele importantes efectos beneficiosos sobre la salud. Concretamente, se le atribuye un efecto protector frente a diversos tipos de cáncer: pulmón, próstata, mama, endometrio, útero, y tumores relacionados con el tracto gastrointestinal (estómago, hígado, colon), esto es debido a su gran contenido en nutrientes antioxidantes (β -carotenos y vitamina C), fibra (soluble e insoluble) y sustancias fitoquímicas. El brócoli es uno de los alimentos más importantes en la dieta anticancerígena, esto se debe a la presencia de glucosinatos en él. Otro componente importante es la sinigrina que se transforma en alilisotiocianato por acción de la enzima mirosinasa cuando es ingerida, este fotoquímico estimula la muerte natural de las células precancerosas. También es bueno para el corazón por ser rico en ácido fólico, en el tratamiento contra la anemia por contener hierro, para regular la retención de líquidos ya que es rico en potasio, entre muchas otras propiedades benéficas (tabla 10) (Botanical, 2017).

Tabla 10. Composición química del brócoli.

Composición por 100 g de porción comestible de brócoli	
Energía (Kcal)	32.5
Agua (mL)	89.7
Proteínas (g)	4.4
Hidratos de carbono (g)	1.8
Fibra (g)	2.6
Potasio (mg)	370
Zinc (mg)	0.6
Magnesio (mg)	71
Yodo (mg)	2
Vitamina C (mcg de Eq. Niacina)	1.7
Folatos (mcg)	90
Vitamina B1 (mg)	0.1
Vitamina E (mg)	1.3

Fuente: USDA (2012).

En particular, los efectos benéficos del brócoli son ejercidos por la acción de algunos compuestos bioactivos que afectan positivamente al sistema inmunológico y a los mecanismos antioxidantes de los individuos que consumen este tipo de vegetales. Entre estos compuestos se encuentran glucosinolatos, sulforafano, polifenoles y minerales, como el selenio, siendo los compuestos de mayor importancia en el brócoli los polifenoles (Kumar *et al.*, 2012).

Los polifenoles son estructuras complejas y son los antioxidantes de mayor consumo en la dieta humana con una alta implicación en la salud.

El brócoli es una buena fuente de glucosinolatos, los cuales son precursores de biomoléculas con propiedades antimicrobianas, anti carcinogénicas y quimiopreventivas como el sulforafano (Van-Eylen *et al.* 2009).

El sulforafano (figura 9) es de gran interés para desarrollar alimentos funcionales, los cuales se definen como aquellos que por virtud de su contenido de compuestos bioactivos proveen un beneficio a la salud superior a la nutrición básica (Delaquis, *et al.*, 2000; Arala *et al.*, 2006).

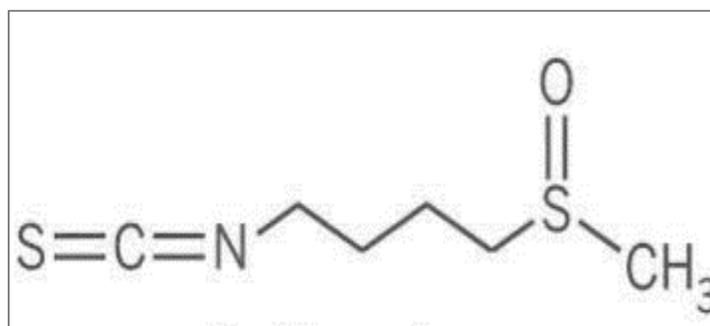


Figura 9. Estructura química del sulforafano.

Fuente: Delaquis, *et al.* (2000).

El consumir brócoli es benéfico para la salud y puede ser consumido dentro de cualquier dieta y en cualquier momento, ya que en México es considerado un alimento perene.

2.3.2.3 Producción en México

Para el 2001, la producción de brócoli a nivel nacional, se reportó 314 mil toneladas. Dentro de los principales cinco estados productores de brócoli: Guanajuato es el principal estado productor con

172 mil toneladas, esto es más del 50% de la producción nacional, seguido de Michoacán, Jalisco, Puebla y Sonora. La tasa de crecimiento anual de brócoli es de 2.6%, esto se debe a la demanda internacional y a los nuevos hábitos de consumo saludable (SAGARPA, 2011).

2.3.3 Coliflor

2.3.3.1 Morfología y taxonomía

La coliflor (*Brassica oleracea B.*) (Tabla 11) es una hortaliza de invierno, pero puede ser establecida en la temporada primavera-verano siempre y cuando se establezca temprano en enero. La planta posee grandes hojas suculentas de color verde claro, que sirven como protección a la cabeza de color blanco (ver figura 10). Las hojas están colocadas alrededor y en la base de un pequeño tallo que remata en una inflorescencia fuertemente unida que recibe los nombres de "cabeza" o "pella" la cual se utiliza como porción comestible (Zamora, 2016).



Figura 10. Coliflor.
Fuente: Zamora (2016).

Tabla 11. Taxonomía de la coliflor.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Brassicales</i>
Familia	<i>Brassicaceae</i>
Género	<i>Brassica</i>
Especie	<i>Brassica oleracea botrytis</i>

Fuente: Zamora (2016).

2.3.3.2 Composición y propiedades

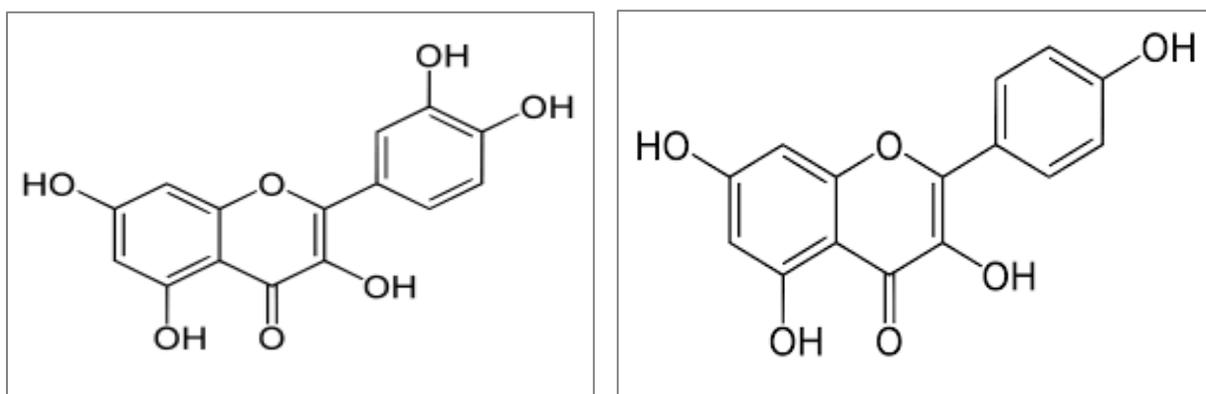
Es una hortaliza rica en vitaminas y minerales, con bajo contenido de glúcidos y bajo aporte calórico (tabla 12), contiene fitoquímicos que son sustancias que se han relacionado con la prevención de algunos tipos de cáncer. El consumo de la coliflor es recomendada por nutricionistas, especialmente para aquellas personas que necesitan una dieta baja en colesterol y sodio (Valdivieso, 2012).

Tabla 12. Composición química de la coliflor en 100g.

Nutriente	Valor
Agua (%)	92
Energía (Kcal)	24
Proteína	2
Grasa (g)	0.2
Carbohidratos (g)	4.9
Fibra (g)	0.9
Ca (mg)	29
P (mg)	46
Fe (mg)	0.6
Na (mg)	15
K (mg)	355
Vitamina A (UI)	16
Tiamina (mg)	0.08
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.63
Ácido ascórbico (mg)	71.5
Vitamina B6 (mg)	0.23

Fuente: Zamora (2016).

La coliflor presenta un importante contenido en vitamina C, formada en mayor parte por ácido ascórbico. Los compuestos fenólicos más abundantes en la coliflor son flavonoles quercetina (figura 11), siendo este el más abundante y habitual en la dieta humana y el kaempferol (figura 12) también, en menor proporción se encuentran las flavonas apigenina y luteolina. Tanto la vitamina C como los flavonoides tienen propiedades antioxidantes que pueden ejercer un efecto benéfico para la salud como la protección al corazón y el Parkinson (Albrech *et al.*, 1990; Podsedek, 2007).



Figuras 11 y 12. Estructura química de la quercetina y el kaempferol.

Fuente: (Ackland, *et al.*, 2005).

Ackland estudió que, los flavonoides kaempferol y quercetina trabajan sinérgicamente reduciendo la proliferación celular de células cancerosas, siendo más eficientes si trabajan en forma individual (Ackland, *et al.*, 2005).

Por ello se recomienda incluir la coliflor en la dieta y consumirlo ya que la producción es basta en México.

2.3.3.3 Producción de coliflor en México

A nivel nacional, Michoacán ocupa el quinto lugar en producción de coliflor, sólo por debajo de los estados de Hidalgo, Puebla y Guanajuato, con un valor estimado de producción de 23 millones 390 mil pesos y 9 mil 612 toneladas en una superficie cosechada de 390 hectáreas (SIAP, 2012).

2.3.4 Chía y linaza

2.3.4.1 Composición y propiedades

La chía, *Salvia hispanica* L. (tabla 13), es una especie que pertenece a la familia de aromáticas como la menta, el tomillo, el romero y el orégano. Su planta tiene una altura entre un 1.0 y 1.5 metros, y sus tallos son ramificados de sección cuadrangular con pubescencias cortas y moradas. Las hojas opuestas con bordes aserrados miden de 80 a 100 cm de longitud, y 40 a 60 mm de ancho (ver figura 13). La chía es una semilla oleaginosa que además de su alto contenido de Omega-3 presenta en su composición otros componentes de gran interés para la nutrición humana, como la fibra, las proteínas, los antioxidantes, las vitaminas y algunos minerales (tabla 15) (Jaramillo, 2013).



Figura 13. Planta y semilla de chía.

Fuente: Jaramillo (2013).

Tabla 13. Taxonomía de la chía.

Reino	<i>Planta-palntae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta- planta vascular</i>
División	<i>Magniliophyta-angiosperma</i>
Clase	<i>Magniolopsida-Dicotiledónea</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Lamiales</i>
Familia	<i>Lamiaceae</i>
Genero	<i>Salvia L.</i>
Especie	<i>Salvia hispánica L.</i>

Fuente: Jaramillo (2013).

Por su parte, los humanos han consumido linaza por miles de años. La linaza, *Linum usitatissimum*, (ver tabla 14), es un cultivo fundamental, ya que es una de las primeras plantas domesticadas (ver figura 14). Es probable que el cultivo de la linaza haya comenzado en los valles fértiles de la Mesopotamia antigua hace aproximadamente 8,000 a 10,000 años.

**Figura 14.** Semillas de linaza.

Fuente: Hannan (2009).

Tabla 14. Taxonomía de la linaza.

Familia	<i>Linaceae</i>
Género	<i>Linum</i>
Especie	<i>L. usitatissimum</i>
Nombre científico	<i>Linum usitatissimum</i>

Fuente: Hannan (2009).

La linaza era valorada en los tiempos antiguos y pre-modernos como alimento y medicina. Hoy en día los consumidores buscan la linaza por su agradable sabor a nuez y sus muchos beneficios para la salud. Estudios clínicos y de gran escala poblacional demuestran que la linaza mejora el sistema digestivo, disminuye el colesterol en la sangre, ayuda a controlar la glucosa en la sangre y bloquea la inflamación. Debido a su efecto anti-inflamatorio, el consumo constante de linaza puede ayudar a prevenir y tratar enfermedades crónicas en las que la inflamación juega un papel importante como: enfermedades del corazón, embolias, diabetes, cáncer, obesidad, el síndrome metabólico y la enfermedad de Alzheimer (Morris, 2015).

Tabla 15. Composición química de la chía y linaza.

Semillas	Chía	Linaza
Humedad	6.2 ± 0.0	7.2 ± 0.08
Proteína	19.9 ± 0.20	19.9 ± 0.27
Materia grasa	27.9 ± 0.42	37.4 ± 0.70
Cenizas	4.5 ± 0.04	3.1 ± 0.01
Hidratos de carbono	8.6 ± 0.28	7.2 ± 0.12
Fibra dietética	33.0 ± 0.54	25.2 ± 1.05

Fuente: Brignardelo (2012).

La chía y la linaza son semillas que contienen grasa, estos lípidos son nutrientes importantes en la dieta tanto humana, entre sus componentes, destacan los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga los cuales son componentes dietarios que participan en múltiples procesos fisiológicos, cumpliendo un rol estructural en los fosfolípidos de las membranas celulares y son sustratos para la síntesis de diversos mediadores que modelan múltiples procesos como inmunidad, patologías

infecciosas y enfermedades inflamatorias. En estas semillas, mayoritariamente, se encuentra el ácido alfa linolénico, el cual, es un ácido graso polinsaturado llamado omega-3 (ver 15). Este ácido graso tiene un efecto benéfico en enfermedades como lupus, diabetes mellitus tipo 2, cáncer, arterioesclerosis, hiperlipidemia, síndrome metabólico, entre otras (Jiménez, *et al.*, 2013).

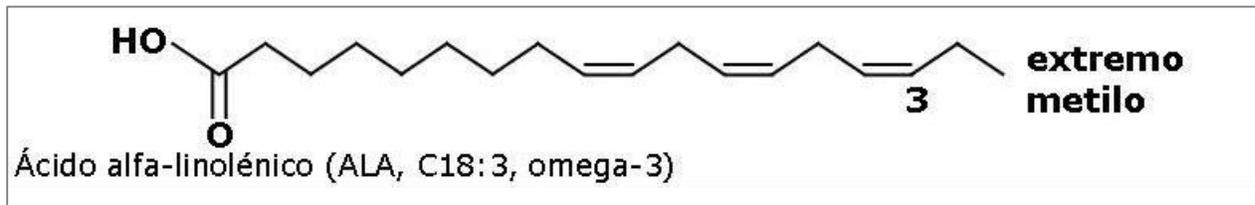


Figura 15. Estructura química del ácido alfa-linolénico.

Fuente: Jiménez, *et al.* (2013).

La utilización de semillas con aceites de alto contenido de ácido linoleico en alimentación es una herramienta interesante para aumentar el aporte de ácidos grasos omega-3 a la dieta. Por ello se presenta el uso de chía y linaza como una alternativa de adherente vegetal, que aporta beneficios a la salud (Jiménez, *et al.*, 2013).

2.3.4.2 Uso como adherentes

La chía y la linaza, son una fuente de proteínas, omegas 3, 6 y mucílago, este último es un polisacárido que se extrae de las semillas al ponerse en contacto con un medio acuoso. La solución que se forma es altamente viscosa similar a un gel, brindando así adherencia y consistencia al medio en el que se utilice (Brignardelo, 2012).

Los nuggets son un tipo de producto que requiere conservación en frío, la congelación es una alternativa factible y cada vez más usada en la industria de los alimentos para alargar la vida útil de los mismos.

2.4 Métodos de conservación de alimentos

2.4.1 Congelación

La congelación es el proceso de conservación originado por la reducción de la temperatura por debajo de aquella en la que se comienzan a formar cristales en un material alimenticio. Debe su poder conservador a la casi total eliminación de agua líquida por transformación en hielo (reducción de la actividad de agua), obstaculizando la actividad microbiológica y enzimática, y a la reducción de la actividad biológica por el descenso de la temperatura que generalmente se lleva hasta un valor entre -10 y -12°C . Se utiliza la congelación en muchos productos como carnes, frutas, verduras, pescado y también en panificación. Cuando la congelación y el almacenamiento se realizan adecuadamente, las características sensoriales y el valor nutritivo del alimento se afectan de manera reducida con el paso del tiempo.

2.4.2 Vida de anaquel

La vida media, vida de anaquel o vida útil de un alimento se define como el periodo de tiempo durante el cual resulta deseable el consumo de un producto alimenticio elaborado bajo ciertas condiciones, conservando sus características químicas, físicas, microbiológicas, funcionales y sensoriales. Se expresa en este término el tiempo que tarda la calidad de un alimento en alcanzar niveles considerados inaceptables para su consumo. El tiempo de duración se vincula con el estado físico del producto, su composición química, condiciones utilizadas en el proceso, su acondicionamiento y la tecnología de conservación aplicada para su almacenamiento (Bello, 2000).

2.4.2.1 Características del deterioro de los alimentos

Durante su almacenamiento y distribución, los alimentos son expuestos a una gran variedad de condiciones ambientales. Factores tales como la temperatura, la humedad, el oxígeno y la luz pueden desencadenar varios mecanismos de reacción que pueden conducir a la degradación del alimento. Como consecuencia de estas reacciones los alimentos pueden alterarse causando problemas que los hacen no aptos para su consumo (Man, 1994).

Las causas del deterioro de los alimentos pueden ser de origen químico, físico o microbiológico. Estos cambios y su influencia sobre la calidad de los alimentos, como se resume en la tabla 16.

Tabla 16. Clasificación de los cambios no favorables en alimentos.

Atributo	Cambio
Textura	Disminución de la solubilidad Disminución de la capacidad para retener agua Endurecimiento Reblandecimiento
Sabor	Desarrollo de: Rancidez (hidrolítica u oxidativa) Otros gustos extraños
Valor nutritivo	Pérdida o degradación de: Vitaminas Minerales Proteínas Lípidos

Fuente: Man (1994).

2.4.2.2 Cambios físicos

Los cambios físicos son causados por el mal trato que se da a los productos del agro durante los procesos de cosecha, procesamiento y distribución. Estos cambios tienden a reducir media del producto. Los magullamientos de frutas y hortalizas durante los periodos de cosecha y postcosecha tienden a desarrollar la podredumbre. Los vegetales almacenados en atmósferas con baja humedad pierden agua. Los alimentos deshidratados almacenados en ambientes húmedos absorben agua, sufriendo cambios en sus características. En los alimentos congelados las fluctuaciones de temperatura son a menudo destructivas, por ejemplo, causan recristalización de los helados provocando deterioro en su textura, las quemaduras por congelamiento son algunos de los principales defectos en la calidad de los alimentos congelados y se derivan también de la exposición del producto a variaciones de temperatura; similarmente, el cambio de fases implicado en la fusión y solidificación de las grasas va en detrimento de la calidad de los dulces y otros productos que utilizan lípidos en su elaboración (Man, 1994).

2.4.2.3 Cambios químicos

Durante el procesamiento y el almacenamiento de alimentos ocurren cambios químicos que se derivan de la composición y de los factores ambientales externos.

Los principales cambios químicos están relacionados con la actividad enzimática, reacciones de oxidación (particularmente de lípidos que alteran el aroma) y reacciones no enzimáticas que provocan pardeamiento causando cambios en la apariencia (Man, 1994).

En la tabla 17 se resumen las principales reacciones de deterioro en los alimentos.

Tabla 17. Causa y efecto del deterioro de los alimentos.

Causas principales	Consecuencias	Manifestaciones
Hidrólisis de lípidos	Los ácidos grasos libres reaccionan con las proteínas	Textura, sabor, valor nutritivo
Hidrólisis de polisacáridos	Los azúcares reaccionan con las proteínas	Textura, color y sabor
Oxidación de lípidos	Los productos de oxidación reaccionan con muchos otros constituyentes	Textura, color, sabor y valor nutritivo
Golpes en las hortalizas	Células rotas, enzimas liberadas, oxígeno accesible	Textura, color, sabor y valor nutritivo
Calentamiento de verduras	Pérdida de integridad de las células de las paredes y membranas, ácidos y enzimas	Textura, color, sabor y valor nutritivo
Calentamiento de tejido muscular	Agregación y desnaturalización de proteínas, inactivación de enzimas	Textura, color, sabor y valor nutritivo

Fuente: Man (1994).

2.4.2.4 Cambios microbiológicos

Los cambios microbiológicos reflejan la calidad de los alimentos con respecto a la durabilidad del producto o su inocuidad. En este contexto los indicadores de la calidad o inocuidad de los alimentos pueden ser empleados también como indicadores de la durabilidad de un alimento a lo largo del tiempo. Cuando se usan de esta manera estos deben de ser organismo características del alimento, tienen que ser detectables fácilmente y diferenciables de otro tipo de microorganismo. Los microorganismos más frecuentes en los alimentos son los mesófilos aerobios, coliformes, mohos y levaduras. Las cuentas altas de mesófilos aerobios pueden indicar condiciones inadecuadas de tiempo y temperatura, materias primas contaminadas o tratamientos insatisfactorios, todo esto teniendo en cuenta que las bacterias patógenas vehiculadas por los alimentos son mesófilas por lo

que cuentas altas de estos microorganismos sugiere un peligro al consumo de ese alimento (James, 2000; Moreno *et al.*, 2000).

Los coliformes son bacilos gram-negativos asporógenos que fermentan la lactosa en 48 h y están representados por cuatro géneros de la familia enterobacteracea: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella*. La bacteria *E. coli* es indicativo de contaminación fecal, debido a que estas bacterias se encuentran presentes en la micro flora intestinal (James, 2000).

Los mohos y levaduras crecen más lentamente que las bacterias, siendo en los alimentos ácidos que se conservan a baja humedad en las condiciones apropiadas para su proliferación. La utilización de este indicador refleja buenas prácticas higiénicas o un buen almacenamiento siempre que se presente un número reducido de esporas. El resultado de un conteo mayor de estos microorganismos refleja un peligro potencial de producción de Micotoxinas por parte de los mohos (Moreno *et al.*, 2000).

2.4.2.5 Estudios acelerados de la vida de anaquel

Existen varios métodos por los cuales determinar la vida útil de un alimento, siendo estos una herramienta importante que se basan en la aplicación de la cinética química sobre el efecto que las condiciones ambientales sobre la velocidad de la reacción. Para la realización del estudio se somete el producto a condiciones de almacenamiento que aceleran las reacciones de deterioro, las cuales se denominan condiciones de abuso como temperatura, presión, humedad, gases de la atmosfera y luz. Ya que la variable que más afecta la velocidad de las reacciones de deterioro es la temperatura, los métodos que aceleran el deterioro por efecto de ésta se basan en el cumplimiento de la ley de Arrhenius (Ocampo, 2004).

$$k = k_{0*} e^{-\frac{Ea}{Rt}} \dots \dots \dots Ec. 1$$

Donde K es la constante de velocidad de reacción, k0 es la constante pre exponencial, Ea la energía de activación, R la constante de los gases ideales y T la temperatura (Briceño et al., 2008).

Otra expresión de la ecuación de Arrhenius con la cual se trabaja para la determinación de vida de anaquel contando con dos temperaturas distintas es:

$$t_s = t_0 * e^{\frac{Ea}{Rt} \left[\frac{1}{T_s} - \frac{1}{T_0} \right]} \dots \dots \dots Ec. 2$$

Dónde: t_s es el tiempo de vida de anaquel a la temperatura T_s , t_0 es el tiempo a la temperatura T_0 , R es la constante de los gases ideales y Ea es la energía de activación para la reacción de deterioro (Ocampo, 2004).

Para la obtención de la Ea es necesario graficar el logaritmo natural de las variables químicas, sensoriales, fisicoquímicas y físicas a evaluar contra la temperatura o su inverso. Y así se conoce el efecto que tiene la temperatura sobre la calidad del alimento.

2.5 Legislación

2.5.1 Legislación internacional de alimentos veganos

En México no existe una NOM establecida para productos vegetarianos o veganos, sin embargo en el CODEX internacional si se encuentra un anteproyecto de directrices para el uso del término “vegetariano”. En este se propone que el etiquetado de alimentos que lo sean se coloque la palabra vegetariano y las palabras “no vegetarianos” para los que no lo son. Entendiéndose en este proyecto por vegetariano en dicha instancia: todo ingrediente multicelular derivado de plantas, algas, hongos y bacterias. Se excluye todo ingrediente de carne y productos pecuarios obtenidos de la matanza de un animal, tales como gelatina, grasas animales, caviar, huevas, etc., pero podrán incluirse la miel, los alimentos lácteos producidos sin utilizar productos secundarios de la matanza, así como los huevos sin fertilizar procedentes de animales vivos. Dicha propuesta fue planteada por el Comité sobre Etiquetado de los Alimentos en su 25a reunión en Sudáfrica (CODEX, 2000).

2.5.2 Legislación del material biológico

En México está regulada la calidad de los vegetales y el manejo de los alimentos en base a Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas, estas influyen sobre la calidad del producto final ya que una vigilancia sobre la materia prima, dará como resultado un producto inocuo y dentro de la legislación. Las Normas aplicables son:

- NMX-FF-024-1982. Tubérculo. zanahoria (*daucus carota*) especificaciones.
- NOM-FF-49-1982. Hortalizas en estado fresco - coliflor.
- NOM-FF-46-1982 productos alimenticios no industrializados para uso humano hortalizas en estado fresco brócoli.

Y la de las buenas prácticas de higiene:

- NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

2.5.3 Norma de etiquetado

En México la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 para el correcto etiquetado de alimentos, en esta se establecen los parámetros a cumplir para que la etiqueta pueda ser colocada en un alimento para poder ser apta para el consumo y venta al consumidor. La información contenida en las etiquetas de los alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados debe ser veraz y describirse y presentarse de forma tal que no induzca a error al consumidor con respecto a la naturaleza y características del producto, también deben presentarse con una etiqueta en la que se describa o se empleen palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que se refieran al producto, pueden incorporar la descripción gráfica o descriptiva de la sugerencia de uso, empleo o preparación, a condición de que aparezca una leyenda alusiva al respecto (NOM-051-SCFI, 2010).

3. OBJETIVOS



3.1 Objetivo general

Mejorar un alimento tipo nugget a base de zanahoria, brócoli y coliflor, sustituyendo el adherente de origen animal (huevo) por uno de origen vegetal (chía o linaza); así como la caracterización de sus propiedades químicas y sensoriales, estableciendo su vida de anaquel para generar una alternativa de consumo a personas veganas.

3.2 Objetivos particulares

3.2.1 Objetivo 1

Elaborar un nugget vegano a partir de zanahoria, brócoli y coliflor usando chia y linaza como adherentes, en distintas proporciones (50-50, 75-25, 100-100) evaluando las propiedades sensoriales (sabor, granulosis, adherencia consistencia) a través de un panel no entrenado, para seleccionar la formulación que presente mayor aceptación por los consumidores.

3.2.2 Objetivo 2

Evaluar los componentes químicos (proteínas, grasa, humedad, fibra cruda, fibra dietética, cenizas, carotenos y fenoles totales) de la formulación de un nugget vegano seleccionado, para establecer la calidad nutrimental del alimento elaborado, comparado con un producto elaborado con huevo y elaborar una etiqueta de acuerdo a la NOM-051-SCFI.

3.2.3 Objetivo 3

Establecer el tiempo de vida útil de un nugget vegano, usando dos temperaturas de almacenamiento (-12°C y 2°C) determinando los parámetros microbiológicos (hongos y levaduras, mesófilos y coliformes), físicos (dureza), químicos (humedad) y sensoriales (sabor) que permitan establecer el tiempo en el que pueden ser consumidos.

4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL



4.1 Cuadro Metodológico

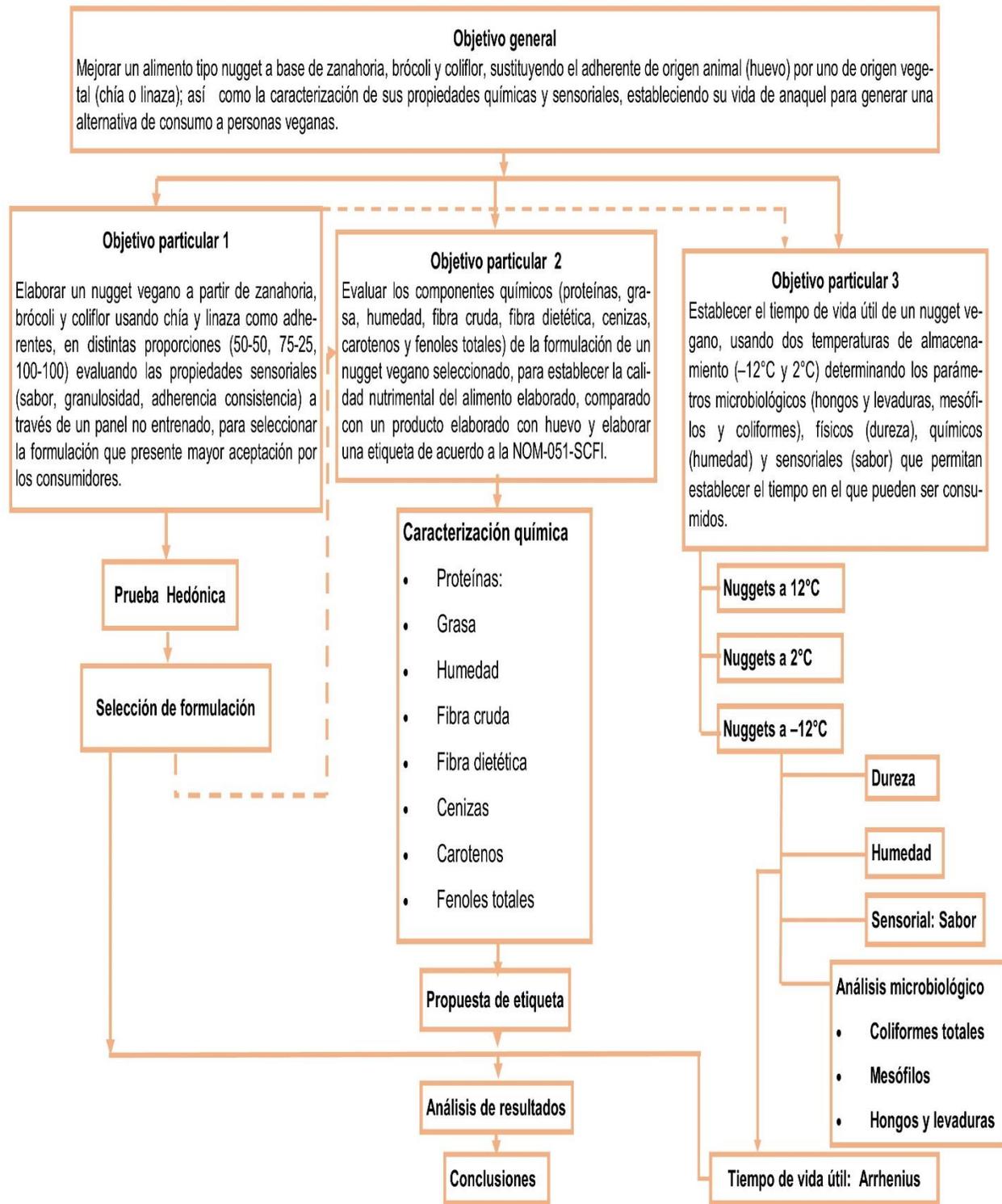


Figura 16. Cuadro metodológico.

Fuente: Elaboración propia

4.2 Materia prima

Los materiales biológicos utilizados en la elaboración de nuggets veganos fueron: brócoli, zanahoria y coliflor, así como chía y linaza. Las hortalizas fueron obtenidas del “Mercado del Carmen” ubicado en Cuautitlán Izcalli en el estado de México, mientras que la chía y la linaza son de marca comercial.

4.2.1 Tratamiento de la materia prima

La materia prima se seleccionó, separando la materia extraña como hojas o tierra. Se enjuagó y posteriormente se sumergió en agua con una solución desinfectante, donde la proporción indicada fue de un litro de agua y 7 mL de desinfectante, éste es un agente que actúa sobre la superficie del vegetal, inactivando los microorganismos presentes en la superficie de éstos. La combinación de la acidez del agua con el agente limpiador mata los gérmenes de los vegetales; estos fueron escurridos después del tiempo de exposición recomendado por el fabricante, 10 minutos.

Posteriormente, a la zanahoria se peló y se le retiró el pedúnculo, mientras que al brócoli y la coliflor se le retiraron los tallos gruesos, quedando solo las inflorescencias para elaborar el nugget.

4.3 Formulaciones del nugget

El nugget vegano fue elaborado con zanahoria brócoli y coliflor, partiendo de la formulación presentada en la tabla 18, dado que el huevo fue sustituido por chía y/o linaza, la formulación propuesta se muestra en la tabla 19.

Tabla 18. Formulación bibliográfica del nugget.

Materia prima	%
Zanahoria	33.4
Pan molido	27.2
Coliflor	18.2
Brócoli	11.3

Tabla 18. Formulación bibliográfica del nugget (continuación).

Huevo	8.5
Ajo	0.8
Sal	0.4
Pimienta	0.20
Total	100

Fuente: Nolan (2017).

Un sustituto al huevo que supliera las características funcionales y proteicas fue evaluado. En la tabla 19 se representa la formulación modificada, ya que el huevo es un producto de origen animal y el objetivo del trabajo es desarrollar un nugget vegano, por lo tanto, se mantuvo la misma cantidad porcentual de chía y linaza en sustitución al huevo, esto será profundizado más adelante.

Tabla 19. Formulación modificada del nugget.

Materia prima	%
Zanahoria	33.4
Pan molido	27.2
Coliflor	18.2
Brócoli	11.3
Chía o linaza	8.5
Ajo	0.8
Sal	0.4
Pimienta	0.20
Total	100

Fuente: Elaboración propia, modificando datos de Nolan (2017).

Tomando en cuenta la sustitución de huevo por chía, las cantidades necesarias de semillas y agua para hidratarlas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 20. Cantidades de chía y linaza para formulación de Nuggets.

	Cantidad en gramos	mL de agua
Chía	10	46
Linaza	16	40

Fuente: Elaboración propia

El nugget se elaboró siguiendo el diagrama de proceso mostrado en la figura 17, donde el color rojo indica la como metodología para lograr el nugget con huevo y el verde para el realizado con las semillas, tomando como ejemplo la chía.

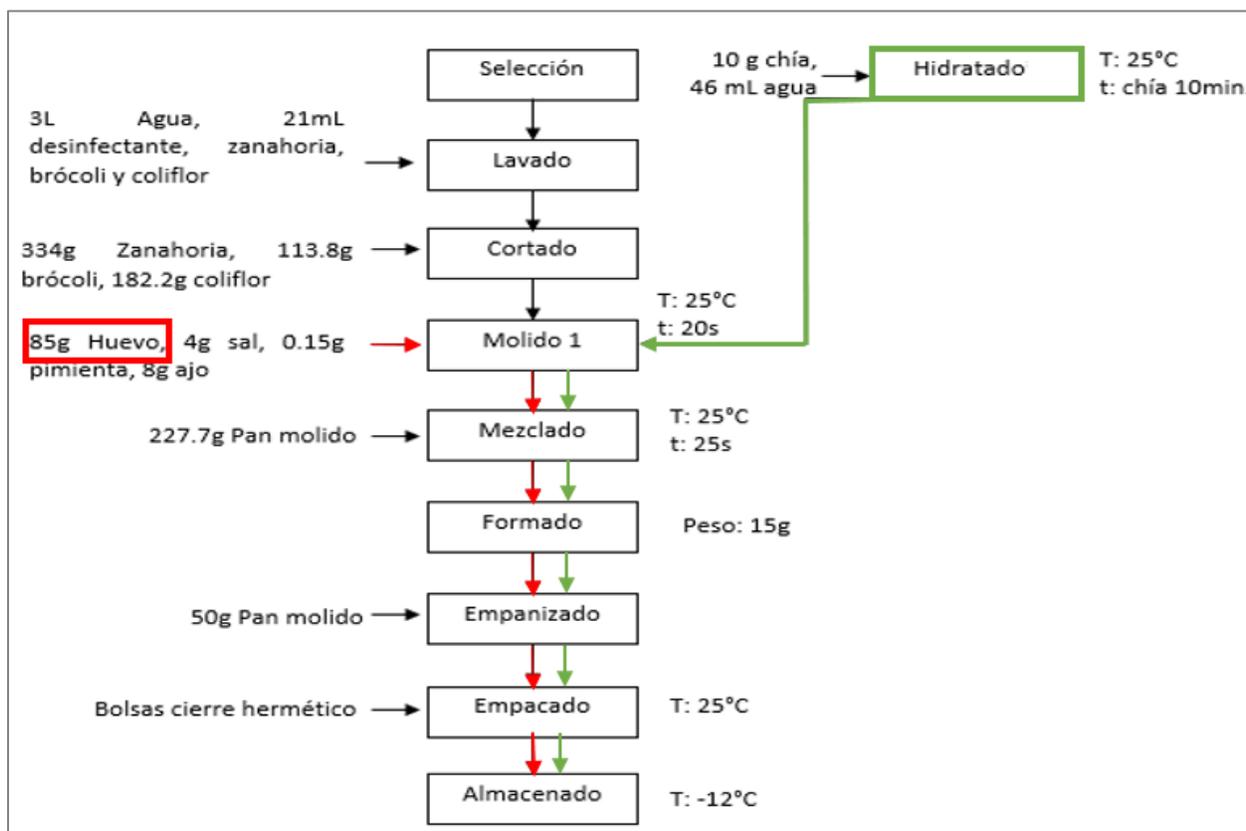


Figura 17. Diagrama de proceso para la elaboración de un nugget vegano.

Fuente: Elaboración propia

Los nuggets con distintas cantidades de chía y linaza se elaboraron de acuerdo a las formulaciones propuestas en la tabla 21, ésto para realizar una prueba sensorial en la que se ofrecieron a los

panelistas 5 opciones distintas de nuggets, de los cuales debían escoger uno que fuera de su agrado, esto se describe a detalle en el siguiente apartado.

Tabla 21. Formulaciones ofrecidas a los panelistas.

%	Chía	Linaza
100	10g + 46mL agua	-----
75-25	7.5g + 34.5 mL agua	4g + 10 mL agua
50-50	5g + 23mL agua	8g + 20mL agua
25-75	2.5g + 11.5mL agua	12g+ 30ml agua
100	-----	16g+40mL agua

Fuente: Elaboración propia

4.4 Evaluación sensorial del nugget vegano

La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del hombre: desde su infancia en una forma consiente, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo a las sensaciones que experimenta al consumirlos. De esta forma se establecen los criterios para la selección de alimentos (González, *et al.*, 2014).

Existe un vocabulario específico de análisis sensorial, este asegura la objetividad del análisis ya que es imprescindible que cualquier concepto quede bien definido, de manera que se pueda asimilar y entender con independencia de quien maneje el concepto (Ibáñez, 2001). En la tabla 22 se muestran los términos y definiciones usados en la prueba sensorial realizada a los nuggets veganos.

Tabla 22. Vocabulario de análisis sensorial y sus definiciones.

Concepto	Definición
Granulosidad	Propiedad geométrica de textura, relacionada con la percepción del tamaño y las partículas en un producto.
Adherencia	Propiedad mecánica de textura, relacionada con la fuerza necesaria para retirar un alimento de los dientes

Tabla 22. Vocabulario de análisis sensorial y sus definiciones (continuación).

Sabor	Conjunto complejo de sensaciones, olfativas, gustativas y trigeminales, percibidas durante la degustación.
Consistencia	Cualidad del alimento que resiste sin romperse ni deformarse fácilmente.

Fuente: Ibáñez (2001).

Dos pruebas sensoriales se realizaron, mediante un método hedónico. En las pruebas hedónicas se pide al panelista que valore el grado de satisfacción general que le produce un producto utilizando una escala que se le proporciona. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia debido a que son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso (González *et al.*, 2014).

Para realizar la prueba se formó un grupo de 60 panelistas no entrenados, a quienes se ofrecieron los nuggets, ellos evaluaron las distintas formulaciones (ver tabla 21) en función al sabor, la granulosis, adherencia y consistencia, de acuerdo a una escala numérica del 1 al 5, donde: 1 fue me disgusta mucho y 5 fue me gusta mucho. Se ofreció a los panelistas la papeleta mostrada en la figura 18 para realizar dicha prueba.

Nombre: _____		Fecha: _____			
Instrucciones:					
Frente a ti se encuentran una serie de muestras, favor de probarlas en el orden indicado y evaluarlas del 1 al 5, donde: 1 Me disgusta mucho, 2 Me disgusta, 3 ni me gusta ni me disgusta, 4 Me gusta, 5 Me gusta mucho					
	478	193	258	061	734
Granulosidad					
Adherencia					
Sabor					
Consistencia					
Contesta las siguientes preguntas. Si crees que hay algún detalle que debe ser tomado en cuenta anótalo en observaciones.					
Ordena las muestras de la que más te gustó a la que menos lo hizo					
1° _____ 2° _____ 3° _____ 4° _____ 5° _____					
¿Comprarías el producto que probaste? Sí/No ¿Por qué?					

¿Cuánto pagarías por 500g de producto? Subraya tu elección					
a) \$20 b) \$25 c) \$30					
Observaciones					

Figura 18. Formato de papeleta para prueba sensorial de nuggets veganos.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Ibáñez (2001).

Ninguna formulación evaluada contenía huevo, ya que sólo se trabajó con chía y linaza para encontrar el adherente vegano más adecuado.

Con los resultados de las pruebas se realizaron gráficos de caja y bigotes. Un gráfico de este tipo está basado en cuartiles (valores que dividen un conjunto de datos ordenados en cuatro partes porcentualmente iguales), en este se visualiza la distribución de un conjunto de datos. Está compuesto por un rectángulo (la caja) y dos brazos (los bigotes). Es un gráfico que suministra información sobre los valores mínimo y máximo, sobre la existencia de valores atípicos y la simetría de la distribución (González, 2014).

Una vez terminada la prueba sensorial, hubo un nugget que tuvo mayor aceptación y a este se le hicieron diversas pruebas como se describe a continuación.

4.5 Evaluación de la composición química del nugget vegano

Los nuggets fueron evaluados para establecer su aporte nutricional de acuerdo a las técnicas analíticas descritas en el apartado 4.8, se evaluaron: la humedad, grasa, fibra cruda, fibra dietética, proteínas, cenizas, así como fenoles y carotenos. Posterior a ello se elaboró una etiqueta siguiendo los lineamientos de la NOM-051-SCFI.

4.5.1 Desarrollo de etiqueta

Con los resultados obtenidos de las pruebas químicas y de vida de anaquel se dió formato a la etiqueta del producto. A la etiqueta se le añadió el contenido neto del producto, la tabla de composición química, las instrucciones de cocción del producto, código de barras, lugar de elaboración, fecha de caducidad e imágenes alusivas como lo establece la Norma Oficial Mexicana de etiquetado, además los Nuggets fueron empaquetados en bolsas de poliuretano con cierre hermético (NOM-051-SCFI/SSA1-2010).

4.6 Vida de anaquel

El experimento de vida de anaquel, se realizó por 49 días, para esto fue necesario calcular la cantidad de nuggets necesarios para realizar diversas pruebas para expresar los cambios que puedan

existir en el nugget transcurrido el tiempo a diferentes temperaturas -12, 2 y 12°C. Por ello, se planteó el uso de tres unidades por día y temperatura, cada unidad contaba con 5 nuggets, estos fueron muestreados cada 7 días, empezando por el día 0, hasta el 49, para esto se requirió elaborar 360 nuggets, las pruebas realizadas fueron: microbiológicas (coliformes totales, hongos y levaduras, así como mesófilos), dureza, sensorial y de humedad, esta última como se describe en el apartado 4.8.1.2. Posterior a esto se usó la ecuación de Arrhenius para determinar el tiempo de vida útil del nugget.

4.6.1 Pruebas microbiológicas

Para realizar la prueba microbiológica fue necesario preparar el material como lo establece la NOM-109-SSA1-1994, es decir que todo el material debe estar limpio, estéril y libre de sustancias que pudieran afectar los resultados. Para esterilizar el material este se envolvió en forma individual con papel de estraza y se esterilizó en autoclave.

El medio de cultivo se preparó bajo las siguientes condiciones: agar rojo violeta bilis para cuenta de coliformes (NOM-113-SSA1-1994), agar nutritivo para cuenta de mesófilos y aerobios (nom-092-ssa1-1994) y agar papa dextrosa para cuenta de mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994). Se prepararon disoluciones como lo marca la NOM-110-SSA1-1994, las muestras se sembraron en los agares por duplicado, los agares con muestra se incubaron para su posterior conteo.

El conteo de microorganismos se realizó de acuerdo a lo que marcan las siguientes NOM:

- Coliformes: placas con 15-150 UFC (NOM-113-SSA1-1994)
- Mesófilos y aerobios: placas con 25-250 UFC (NOM-092-SSA1-1994)
- Hongos y levaduras: placas con 10-150 UFC (NOM-111-SSA1-1994)

4.6.2 Prueba de dureza

La prueba de dureza usando el penetrómetro (marca Force Gauge) se realizó encendiendo el equipo en la función “peak”, se coloca el émbolo de 8 mm a una distancia de 10 cm de la muestra, esta debe colocarse debajo de la punta, y se debe girar el volante del penetrómetro de manera constante, hasta penetrar el nugget hasta la marca del émbolo, se toma la lectura del valor, se levanta el equipo

de nuevo con la ayuda del volante y se limpia la punta, esta se retira y se guarda. Los valores obtenidos se reportaron en Newtons (NMX-FF-014-1982).

4.6.3 Prueba Sensorial

Para realizar la prueba sensorial por el método hedónico, se tomó una unidad por temperatura establecida y se extrajo un nugget de cada bolsa, se frieron en aceite profundo a una temperatura de 150°C por 7 minutos, se retiró el exceso de grasa y se realizó la prueba sensorial con los panelistas, colocando los nuggets en un plato de cartón marcado con las tres temperaturas (-12, 2, 12°C) y otro al centro con nuggets control. El panelista anotó en un formato como el de la figura 19, si la muestra era igual o no al control, evaluando solo el sabor, siendo el símbolo “+” igual y el “-” diferente (González, *et al.*, 2014).

Nombre: _____			Semana de evaluación #: _____		
Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras del plato colocado frente a usted, a continuación, evalúe el sabor de las mismas en comparación al control, si el sabor es igual al control anote el símbolo “+” sino lo es, el símbolo “-”					
-12 °C	2°C	12°C			
+: es igual - : es distinto					

Figura 19. Papeleta para prueba sensorial de vida útil.
Fuente: Elaboración propia.

4.7 Técnicas analíticas

4.7.1 Caracterización de la materia prima

La zanahoria el brócoli y a coliflor fueron licuados por separado, se tomaron 10 g de muestra y se molieron con 90 mL de agua destilada. La mezcla se filtra a través de papel filtro y se tomaron 10 mL para las determinaciones.

4.7.1.1 Determinación de pH

Para esta determinación se empleó un potenciómetro (marca Hanna) el cual se calibra con soluciones buffer de pH 4 y 7. Se enjuaga el electrodo con agua destilada se seca y se introduce en la muestra, se toma la lectura y se registra el pH obtenido (AOAC, 1990).

4.7.1.2 Determinación de la acidez

El método consiste en determinar la acidez por medio de una titulación ácido-base con una solución de álcali estandarizado, expresando los resultados de la acidez titulable como el equivalente en masa del ácido mayoritario del alimento con el que se trabaja (AOAC, 1990).

4.7.1.3 Medición grados Brix

Este método se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación. Los resultados obtenidos al usar un refractómetro digital (marca Atago) fueron expresados en °Brix (NMX-F-103-1982).

4.7.2 Técnicas analíticas para la caracterización química del nugget

4.7.2.1 Cuantificación de proteínas

La determinación de proteínas por el método de Bradford consiste en la cuantificación de la unión de un colorante, el Azul de Coomassie G-250 (Reactivo Bradford, Sigma) a la proteína, comparando esta unión con la de diferentes cantidades de una proteína estándar (Albúmina de Suero Bovino (BSA)). La cuantificación se hace midiendo la absorbancia en un espectrofotómetro (Marca Velab), a 595 nm, y graficando la absorbancia vs la concentración de proteínas, obteniendo una curva de calibración de la proteína estándar. Con esta curva de calibración, se puede interpolar la concentración de proteínas en una muestra al medir su absorbancia a 595 nm. Los resultados se expresaron en gramos de proteína por cada 100g de muestra (Bradford, 1976).

4.7.1.2 Determinación humedad

La determinación de humedad en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles, los resultados se expresaron en porcentaje (UNAM, 2008).

4.7.1.3 Determinación Grasa

Para realizar la determinación de grasa por el método de Soxhlet, se pesaron 3 gramos de muestra (nugget de chía o huevo) y se colocaron en cartuchos para la extracción Soxhlet, se armó el equipo usando un digestor y un matraz bola previamente a peso constante, se le adicionan 200 mL de hexano y se calienta para empezar el proceso de extracción por 4 horas, los resultados se expresaron en porcentaje (AOAC, 1990).

4.7.1.4 Determinación Cenizas

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes. El resultado de dicha prueba se expresó en porcentaje (AOAC, 1990).

4.7.1.5 Determinación Fibra cruda

Este método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con calcinación posterior se determina la fibra cruda. Para la determinación se pesaron 2 g de muestra. Se colocó papel filtro en la estufa y mantuvo a peso constante, la muestra se transfirió a un vaso de 600 ml, se le agregaron 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25% hirviendo. Se colocó el vaso en baño maría para que hirviera exactamente 30 minutos. Se debió girar el vaso periódicamente para evitar que los sólidos se adhirieran a las paredes. Pasado el tiempo se retiró el vaso y se filtró la muestra a través del papel. Se enjuagó el vaso con 50-70 ml de agua hirviendo y se vertió sobre el papel. El residuo se lavó tantas veces como fue necesario, y hasta que las aguas

de lavado tuvieron un pH igual al del agua destilada. El residuo se transfirió a un vaso y se agregaron 200 ml de NaOH al 1.25% se calentó hasta ebullición exactamente 30 minutos. Se retiró el vaso y se filtró en büchner con papel filtro de masa conocida y cenizas conocidas. Se lavaron con agua hasta que las aguas de lavado tuvieron un pH igual al del agua destilada. Se transfirió el residuo a un crisol a masa constante y se secó a 130°C durante 2 horas. Se enfrió y determino su masa. Posteriormente se calcinó a 600°C durante 30 minutos. Se enfrió y determinó su masa, dichos valores fueron sustituidos en una formula con la que se calculó el porciento de fibra cruda en el alimento (AOAC, 1990).

4.7.1.6 Determinación Fibra Dietética

Muestras en duplicado de alimentos secos y desgrasados son gelatinizados con α -amilasa térmicamente estable y luego digeridas enzimáticamente con proteasa y amiloglucosidasa para remover la proteína y el almidón. La fibra dietética soluble es precipitada por la adición de etanol, el residuo total se filtra, se lava, se seca y se pesa. En el residuo en duplicado se determinó proteína, y en otro cenizas, con dichos valores se determinó el contenido de fibra dietética en porcentaje (AOAC, 1990).

4.7.1.7 Determinación Carbohidratos

La determinación de carbohidratos se realizó por diferencia, el resultado se expresó en porcentaje.

4.7.1.8 Determinación de fenoles

La cuantificación de fenoles se realizó de acuerdo al ensayo Folin-Ciocalteu, se usa como medida del contenido en compuestos fenólicos totales en productos vegetales. Se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a 765nm. Este reactivo contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las dos sales en el medio ácido), de color amarillo, al ser reducido por los grupos

fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad es la que medimos para evaluar el contenido en polifenoles (Singleton, 1999).

El contenido de fenoles se determinó utilizando una curva estándar de ácido gálico y se leyeron en un espectrofotómetro (marca Velab) a una longitud de onda de 765 nm. Los resultados se expresaron en miligramos de ácido gálico por gramos de muestra.

4.7.1.9 Cuantificación de Carotenos

Para determinar la cantidad de carotenos en la muestra es necesario pesar 200 mg de muestra (nugget de chía o huevo), colocarla dentro de un tubo eppendorf de 1.5 mL, se le adicionan 0.5 mL de acetona y se homogeniza en vortex (marca Dlab) por un minuto, se debe dejar reposar en la oscuridad por 2 horas, pasado este tiempo se centrifuga a 3000 revoluciones durante 5 minutos en una centrifuga (marca Daigger), se recupera el sobrenadante en un tubo eppendorf y se le adicionan 0.5 ml de éter de petróleo, esto se homogeniza por 10 segundos en el vortex y se deja reposar 15 minutos en la oscuridad, posterior a esto se le agregan 0.5 mL de agua destilada se homogeniza en el vortex y se deja reposar nuevamente por 15 minutos en la oscuridad, al observar las dos fases, se repiten la metodología dese la primera centrifugación a 3000 revoluciones. Nuevamente se recupera la fase orgánica en tubos eppendorf de 2 mL y se le agregan 0.5 mL de agua destilada, se forman 2 fases y se recupera la superior se transfiere a un tubo eppendorf donde se afora a 1.5 mL con éter de petróleo, la prueba espectrofotométrica se realiza inmediatamente en el espectrofotómetro (marca Velab) a una longitud de onda de 454 nm. Los resultados se expresaron en miligramos de caroteno en 100 g de muestra (Singleton y Rossi, 1965).

4.8 Análisis estadístico

Para el objetivo de la prueba sensorial, se usó un análisis estadístico en el cual se obtuvieron valores de tendencia central como la mediana, el coeficiente de variación y la desviación estándar, estas mediciones se usan en los análisis para saber la relación y variabilidad entre datos; la mediana representa el valor característico de una serie de datos, mientras que el coeficiente de variación muestra la heterogeneidad u homogeneidad de los datos, finalmente es una medida de dispersión que ayuda a observar la distribución de los datos con respecto de la media aritmética, con objeto

de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad al momento de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones.

Se utilizó el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para el análisis estadístico, usando un análisis de diferenciación de medias con un nivel de significancia del 0.05% usando las pruebas Tukey y Duncan. Con dicho programa se analizaron los valores obtenidos de la caracterización del nugget vegano y los obtenidos de la vida de anaquel esto, para conocer si hubo diferencia significativa entre los resultados obtenidos (SSPS 22, 2013).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Para el desarrollo de un nuevo producto se tuvo que evaluar el aporte nutritivo de las materias primas, así como encontrar la formulación más aceptada por los panelistas y realizar una prueba sensorial.

La validación sensorial es la etapa del proceso que nos permite medir de la forma más objetiva posible el resultado de nuestro desarrollo. Aunque existen técnicas instrumentales para evaluar la textura o incluso el aroma, el empleo de los sentidos en las catas de alimentos, es la herramienta más potente que disponemos para dilucidar la aceptación y preferencia de un producto.

Otro punto importante al desarrollar un nuevo producto es la seguridad alimentaria, éste es un requisito indispensable que nos exige realizar estudios de conservación del alimento para conocer su vida útil o periodo de tiempo durante el cual el nuevo producto mantiene sus características de calidad sensorial, físicas, químicas y estabilidad microbiológica (Carreres, 2014).

Por ello al desarrollar el nugget vegano se tomaron en cuenta los puntos anteriores y los resultados de las pruebas realizadas se presentan a continuación.

5.1 Caracterización de la materia prima

La materia prima utilizada en la elaboración del nugget fue caracterizada fisicoquímicamente para contar con mayor información sobre los parámetros que se deben establecer para la elaboración de este producto. En las tablas 23 a 25 se reflejan los resultados de dichas pruebas.

Tabla 23. Caracterización de la zanahoria.

Parámetro	Zanahoria	Referencia
pH	6.40 ± 0.01	4.2 - 6.0
Acidez (%)	5.60 ± 0.06	4.20
Sólidos solubles (°Brix)	12.33 ± 0.15	7 - 12

Fuente: Richmond *et al.* (2010).

La zanahoria debe tener un pH de 5.8 para que su calidad sea considerada óptima, sin embargo, es aceptable un pH mayor o menor, siendo el cultivo, el riego y la postcosecha puntos importantes a contemplar para que la zanahoria sea una hortaliza de calidad, mientras que los sólidos solubles están en el límite establecido por el trabajo realizado por Richmond et al., (2010) ya que ellos estudiaron que dependiendo el tiempo de almacenamiento estos irían aumentando, así como el pH y la acidez.

Una tendencia a nivel mundial es el incremento constante de la producción y consumo del brócoli (tabla 24), lo anterior se atribuye a su alto contenido de nutrientes, vitaminas y antioxidantes. La calidad inicial del brócoli influye en el producto final, por ello un pH dentro del rango establecido es una condición óptima, sin embargo la acidez los °Brix son parámetros que pueden verse afectados por el agua de riego o la fertilización (Campas *et al.*, 2011).

Tabla 24. Caracterización de brócoli.

Parámetro	Brócoli	Referencia
pH	6.67 ± 0.02	6.2-6.8
Acidez (%)	9.06 ± 0.12	8-8.5
Sólidos solubles (°Brix)	8.67 ± 0.58	5-8

Fuente: Campas *et al.* (2011).

Las condiciones ambientales que más influyen en la calidad de la coliflor son la luz solar, temperatura y humedad, sin embargo, los °Brix representan el sabor dulce de los alimentos y la coliflor tiene un sabor amargo, por su parte el pH de la coliflor es casi neutro por lo que se recomienda su consumo en dietas alcalinas (Castaño, 2011).

Tabla 25. Caracterización de coliflor.

Parámetro	Coliflor	Referencia
pH	6.68 ± 0.02	5.6-6.8
Acidez (%)	5.60 ± 0.06	4-6
Sólidos solubles (°Brix)	7.67 ± 0.58	7-10

Fuente: Castaño (2011).

5.2 Prueba sensorial

5.2.1 Primer sensorial: freído en superficie

Uno de los atributos evaluados más importantes fue el sabor, para determinar la formulación de mayor aceptación. A partir de esta característica se realizó el primer descarte. Como se muestra en la figura 20 y tabla 26 hay diferencias de sabor entre las muestras, esto es debido a que la composición química de un alimento en su estado original puede verse notablemente afectado como consecuencia de los diversos procesos a los que se ve sometido durante el transcurso de la cadena alimentaria: producción, elaboración, transformación, almacenamiento y durante la preparación del alimento. La semilla de linaza posee un sabor dulce en crudo, sin embargo al cocinarse el sabor dulce disminuye y su sabor se vuelve fuerte y predominante en el alimento con el que se combina esto porque se producen cambios en el olor, color, sabor, volumen, peso y consistencia que hacen que cambien las propiedades sensoriales de los alimentos, según las técnicas de cocción se refuerza o se atenúa el gusto de los alimentos y de las sustancias que se hayan utilizado para la cocción (López, 2015), este sabor que aumenta al cocinar la linaza no es agradable. Esto hizo que los panelistas confundieran el sabor con ajo y dejen las formulaciones con concentraciones altas de linaza (100% y 75%-25%) con los promedios más bajos.

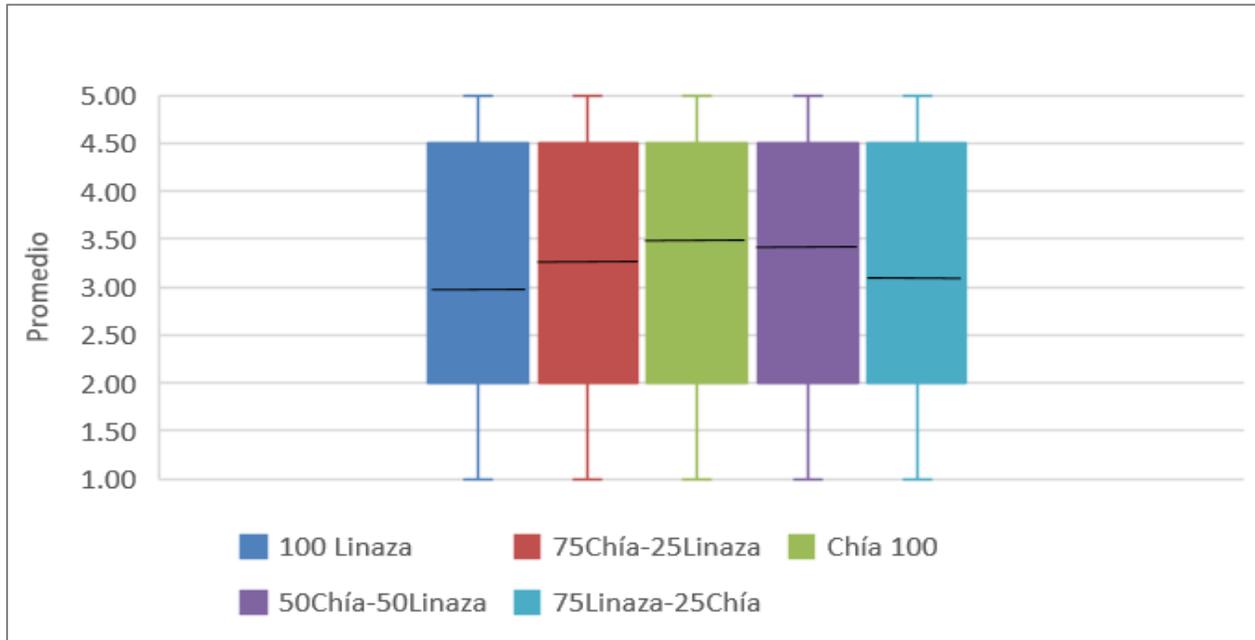


Figura 20. Evaluación de sabor de distintas formulaciones de nugget vegano, primer sensorial.

Tabla 26. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: sabor.

	100% linaza	75% Chía 25% Linaza	100 % Chía	50% Chía 50% Linaza	75% Linaza 25% Chía
Promedio	3.0	3.3	3.5	3.4	3.1
D.E.	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9
C. V.	34.8	31.2	30.5	33.7	26.1

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 21 y tabla 27 se observa que la granulosidad del nugget es más aceptada cuando en la formulación hay más presencia de chía, ya que la media de dichas formulaciones se encuentra por encima de las formulaciones con 100% y 75% de linaza.

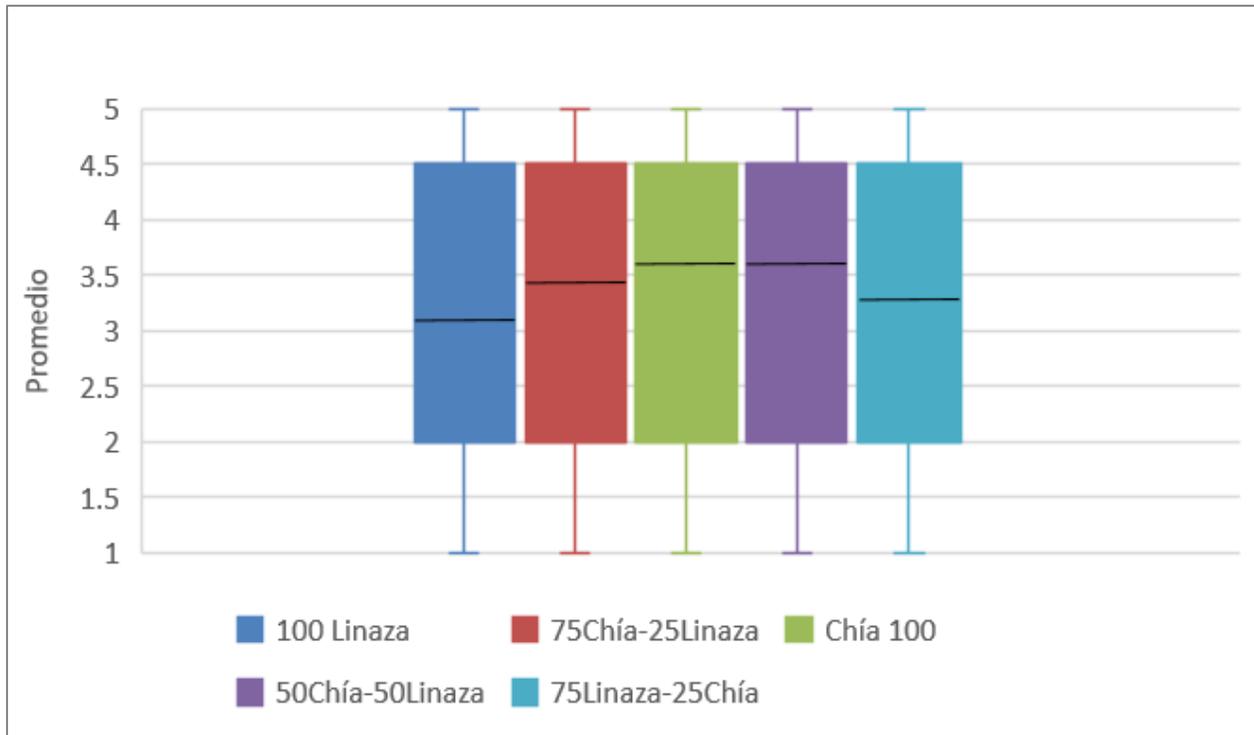


Figura 21. Evaluación de granulosidad de distintas formulaciones de nugget vegano, primer sensorial.

Tabla 27. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: granulosidad.

	100% linaza	75% Chía 25% Linaza	100 % Chía	50% Chía 50% Linaza	75% Linaza 25% Chía
Promedio	3.1	3.4	3.6	3.6	3.3
D.E.	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0
C. V.	27.3	28.2	23.9	25.3	28.4

Fuente: Elaboración propia.

La adherencia es una de los parámetros evaluados más importantes durante la prueba, ya que esta está dada por el tipo de semilla en la formulación del nugget (chía o linaza), siendo los nuggets con mayor concentración de chía los de mayor agrado para los panelistas y el nugget de linaza 100% el del promedio más bajo en dicho parámetro, reflejado esto en la figura 22 y tabla 28.

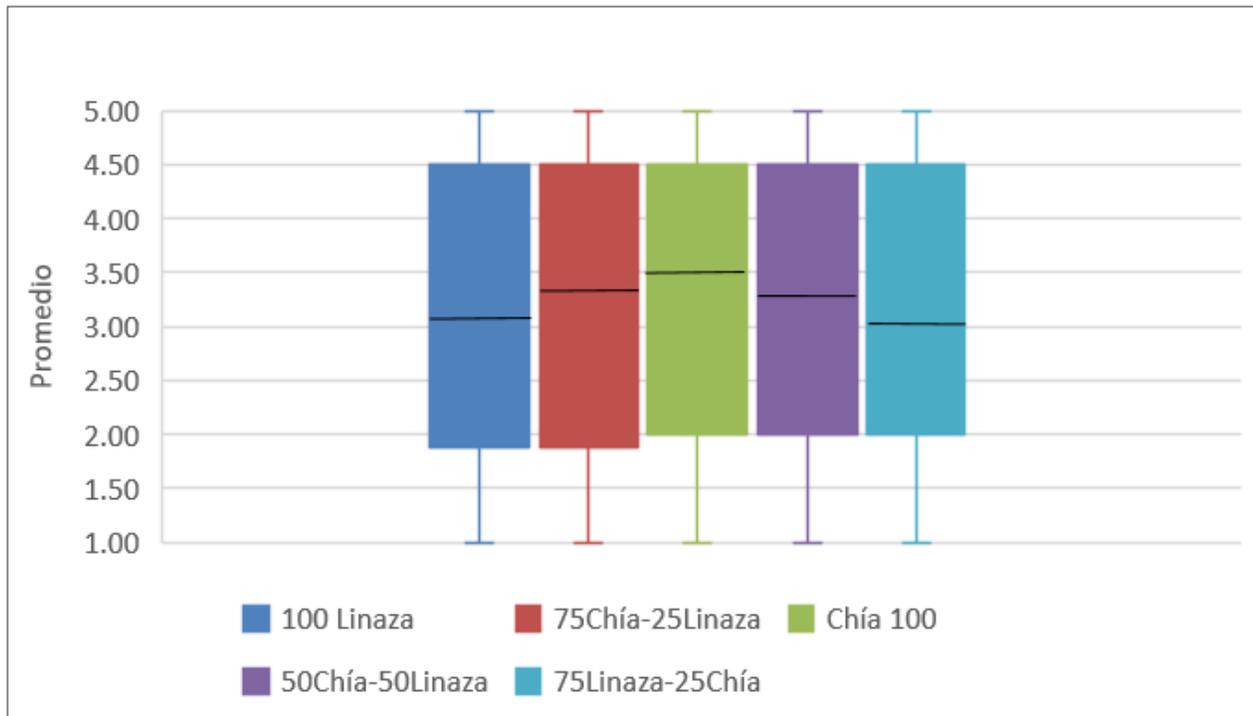


Figura 22. Evaluación de adherencia de distintas formulaciones de nugget vegano, primer sensorial.

Tabla 28. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: adherencia.

	100% linaza	75% Chía 25% Linaza	100 % Chía	50% Chía 50% Linaza	75% Linaza 25% Chía
Promedio	3.1	3.3	3.5	3.3	3.2
D.E.	0.9	1.1	0.9	1.0	1.0
C. V.	29.6	32.4	26.7	29.2	28.5

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte en el atributo de consistencia (figura 23 y tabla 29), los panelistas encuentran de nueva cuenta el nugget de proporción 100% chía, con un promedio mayor al de los otros nuggets, seguido

de los que contienen mayor cantidad de chía, dejando con el promedio mínimo a los nuggets donde la concentración de linaza es mayor.

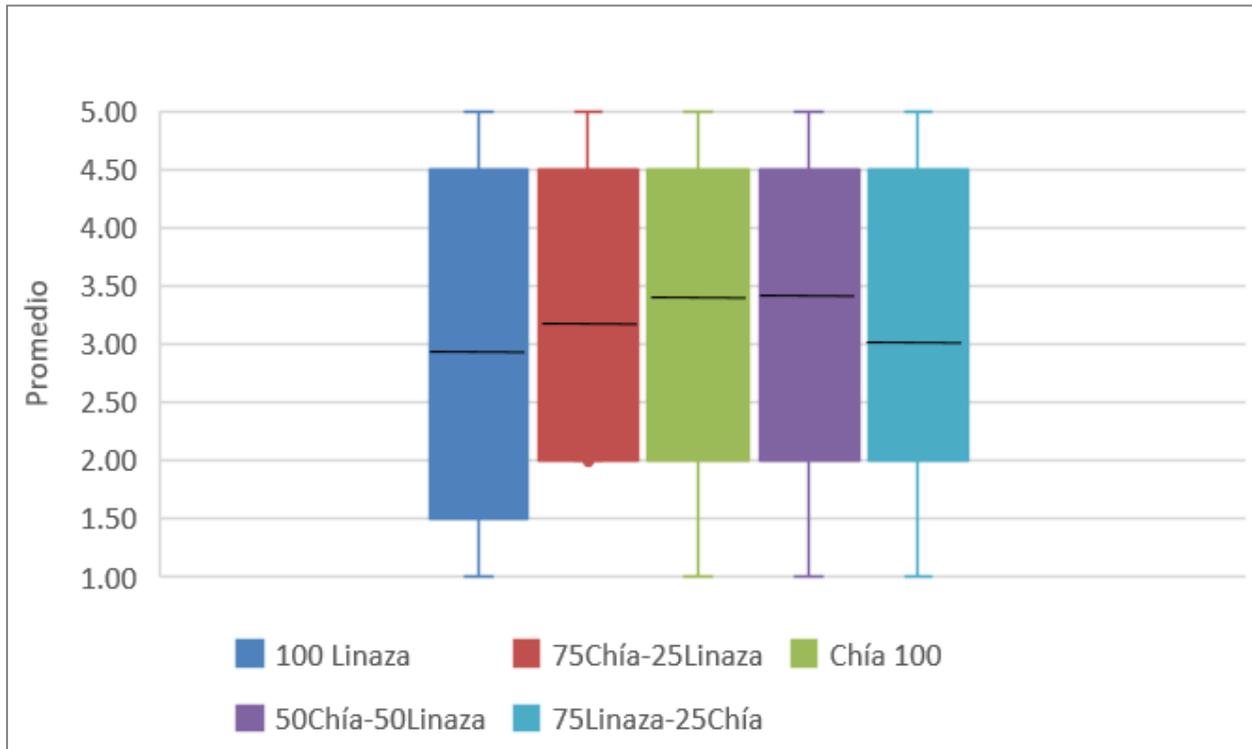


Figura 23. Evaluación de consistencia de distintas formulaciones de nugget vegano, primer sensorial.

Tabla 29. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: consistencia.

	100% linaza	75% Chía 25% Linaza	100 % Chía	50% Chía 50% Linaza	75% Linaza 25% Chía
Promedio	2.9	3.2	3.4	3.4	3.0
D.E.	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0
C. V.	34.3	29.8	30.4	29.5	30.3

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 24 se muestra el porcentaje de aceptación de los nuggets donde se expresa lo anteriormente, ya que la mayor aceptación la obtiene el nugget de 75% chía y 25% linaza, seguido

de la concentración de 100% chía y 50% chía y 50% linaza, siendo descartados por tener la menor aceptación los nuggets donde la concentración de linaza es mayor.

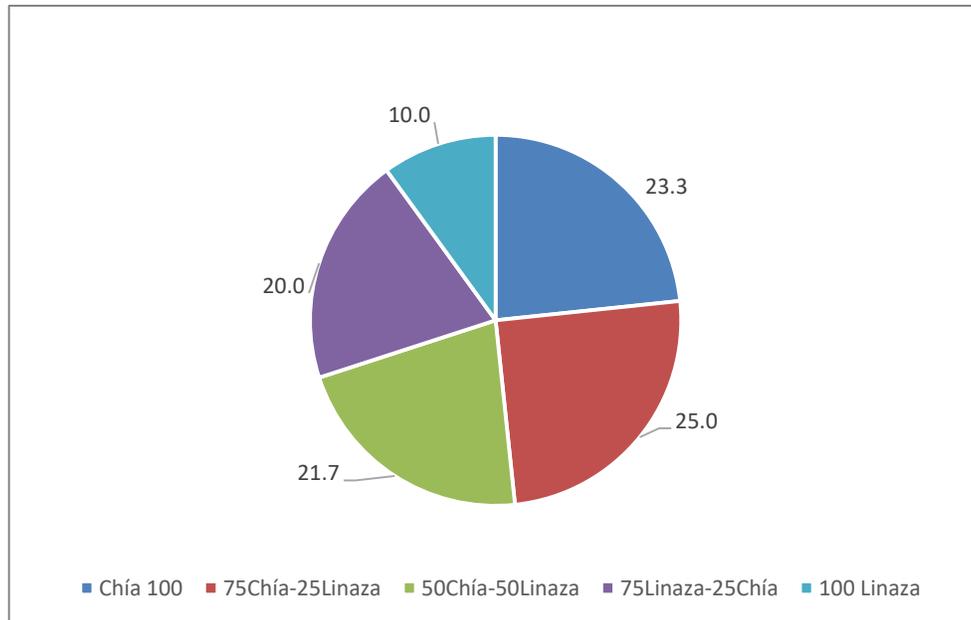


Figura 24. Porcentajes de aceptación primer sensorial.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Segundo sensorial: freído en aceite por inmersión

El nugget que contiene chía al 100% tuvo la mayor aceptación en todos los parámetros evaluados, respecto a las otras formulaciones, estadísticamente, sólo presentó diferencias significativas en sabor y consistencia.

La diferencia en consistencia, puede ser atribuida a la presencia del mucilago, existe 5% más presencia de mucilago en la chía que en la linaza, por lo tanto, existe mayor consistencia en el nugget donde la chía predomina, ver figura 25 y tabla 30 (Muñoz, 2012).

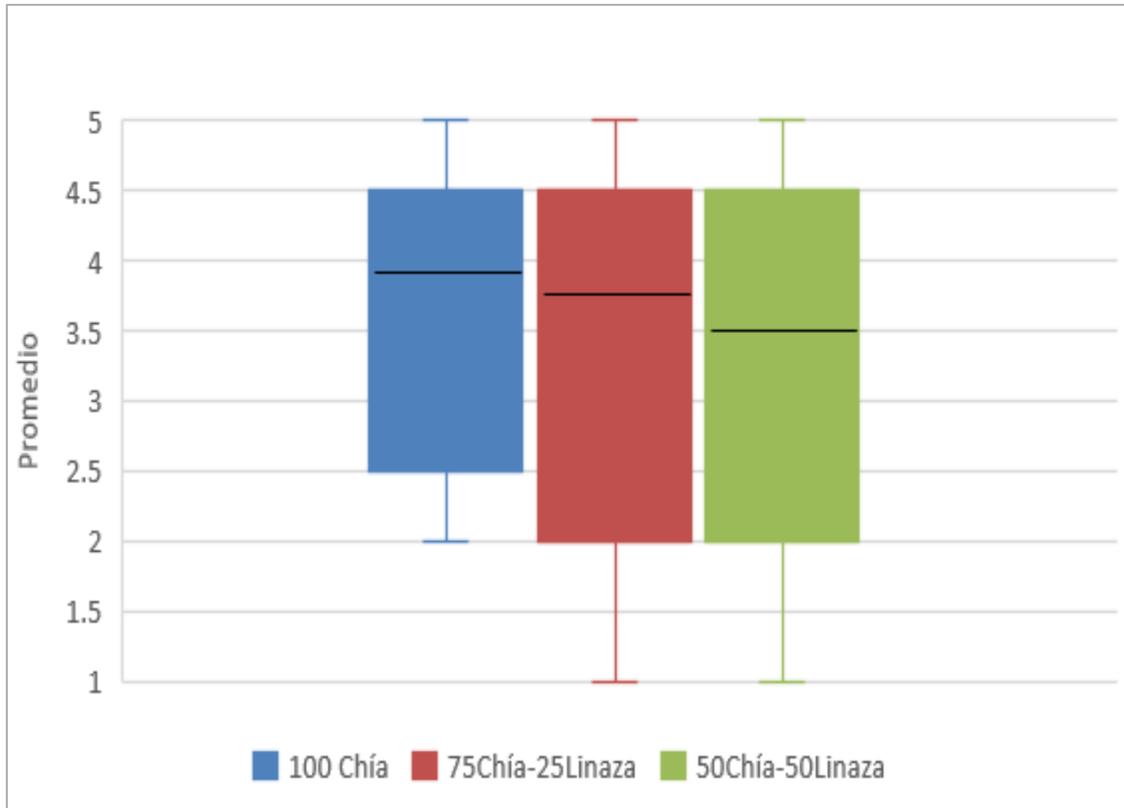


Figura 25. Evaluación de consistencia de distintas formulaciones de nugget vegano, segundo sensorial.

Tabla 30. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: consistencia.

	100% Chía	75% Chía 25% Linaza	50% Chía 50% Linaza
Promedio	3.95	3.73	3.53
D.E.	1.08	1.21	1.20
C. V.	27.26	34.34	32.15

Fuente: Elaboración propia.

Los panelistas evaluaron que, hay mejor sabor cuando existe más concentración de chía (ver figura 26 y tabla 31), sin embargo, entre menos cantidad de chía la aceptación es menor ya que la semilla de chía no posee un sabor característico y no es confundida con otro ingrediente, como en el caso de la linaza.

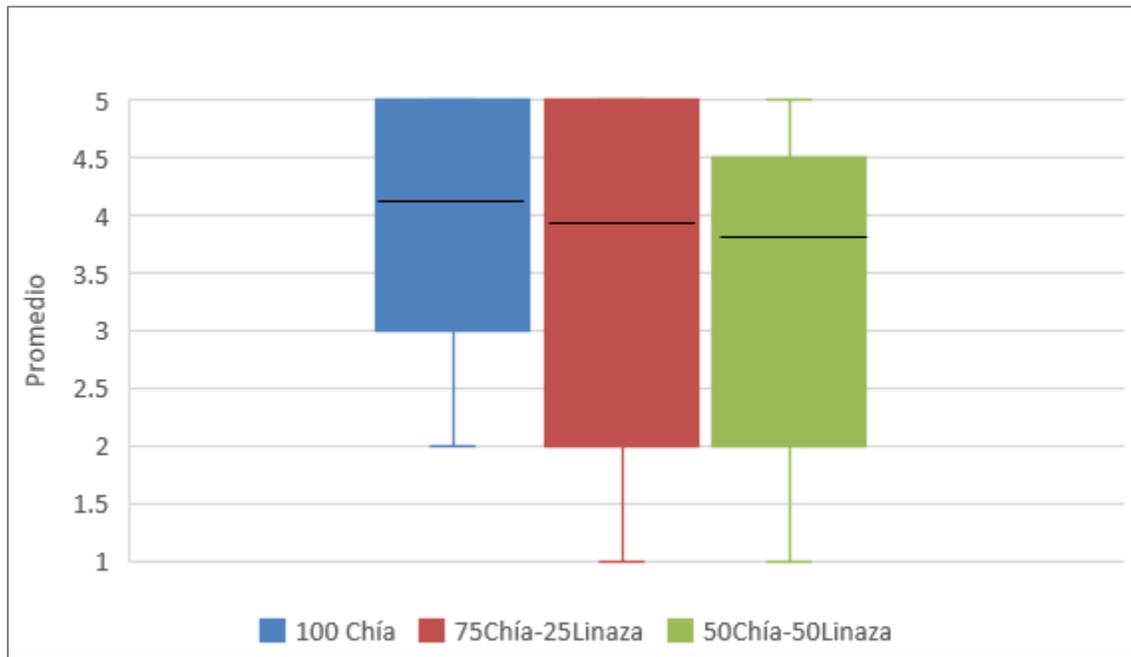


Figura 26. Evaluación de sabor de distintas formulaciones de nugget vegano, segundo sensorial.

Tabla 31. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: sabor.

	100% Chía	75% Chía 25% Linaza	50% Chía 50% Linaza
Promedio	4.27	3.90	3.80
D.E.	1.21	1.23	1.19
C. V.	28.41	32.22	30.57

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 27 y tabla 32, se observa que la muestra con mayor aceptación fue la de 100% chía ya que los datos están distribuidos cerca del promedio más alto, así como la media, también hay panelistas que lo evalúan con promedios bajos, sin embargo, no hay tanto disgusto como con las otras muestras, esto porque la presencia del mucílago de la chía en mayor concentración, hace que la muestra este más adherida que las otras.

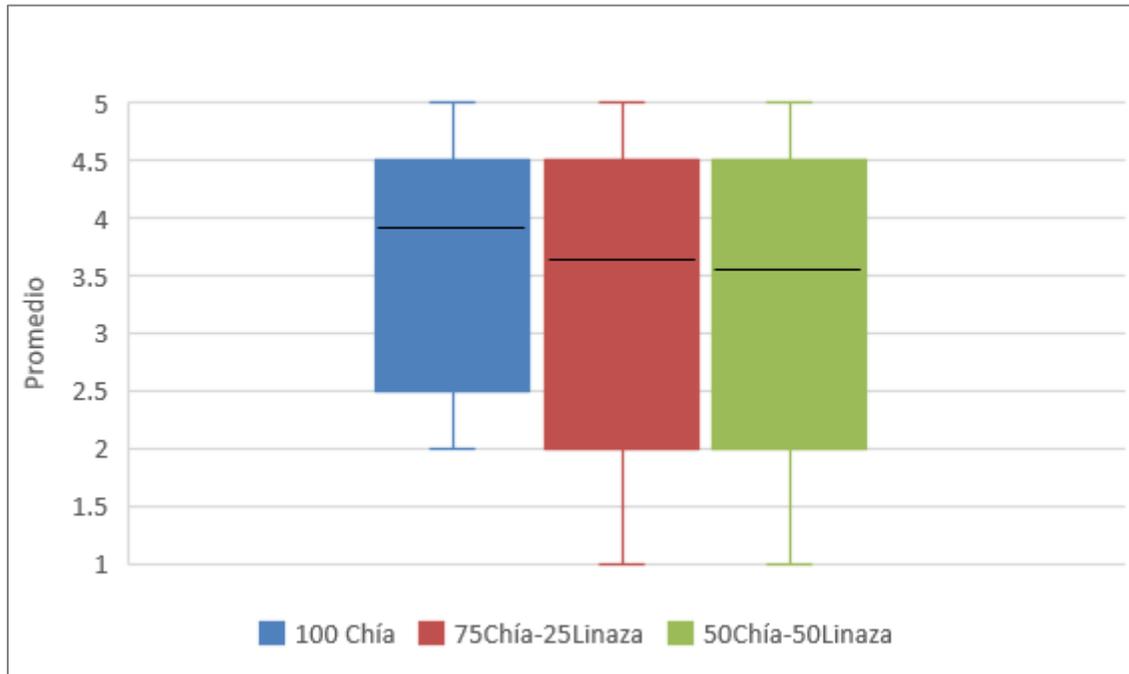


Figura 27. Evaluación de adherencia de distintas formulaciones de nugget vegano, segundo sensorial.

Tabla 32. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: adherencia.

	100% Chía	75% Chía 25% Linaza	50% Chía 50% Linaza
Promedio	3.79	3.63	3.55
D.E.	0.97	1.09	1.00
C. V.	25.45	30.74	27.65

Fuente: Elaboración propia.

El nugget con la concentración de 100% chía presenta mayor aceptación respecto a las otras formulaciones en el parámetro de granulosidad (figura 28 y tabla 33) De los panelistas que evaluaron, la mayoría indica que la muestra con mayor cantidad de chía es más granulosa que las otras formulaciones, ya que los bigotes de las muestras de 75% chía 25% linaza y 50% chía y 50% linaza, indican que dichas muestras son menos aceptadas y fueron evaluadas desde el promedio más bajo.

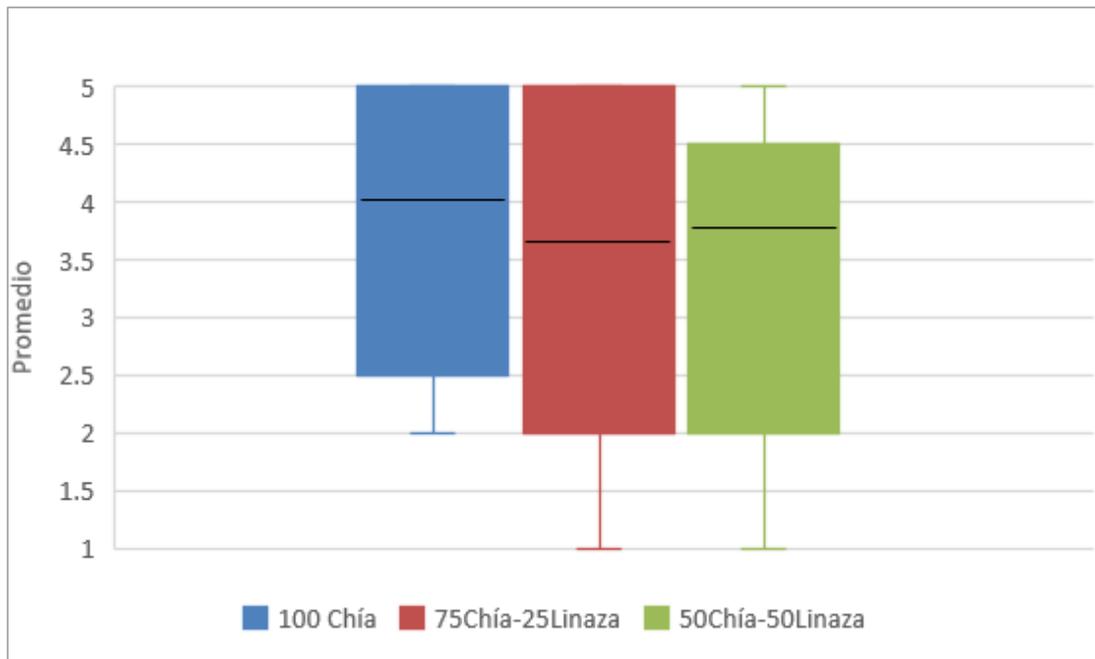


Figura 28. Evaluación de granulosidad de distintas formulaciones de nugget vegano, segundo sensorial.

Tabla 33. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del parámetro: granulosidad.

	100% Chía	75% Chía 25% Linaza	50% Chía 50% Linaza
Promedio	4.00	3.67	3.77
D.E.	0.96	0.98	1.07
C. V.	23.99	26.57	28.44

Fuente: Elaboración propia.

Con las figuras anteriores y la figura 29, se observa que, en efecto, el nugget con las mejores características sensoriales es el que contiene mayor concentración de chía, por ello, este fue elegido para seguir con el experimento.

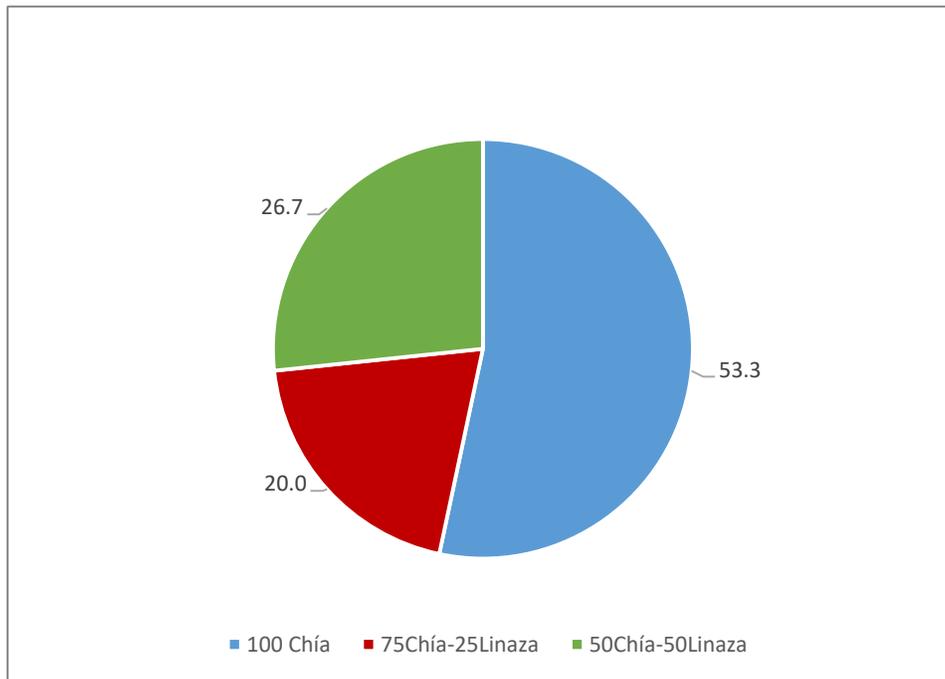


Figura 29. Porcentaje de aceptación segundo sensorial.

5.3 Composición química del nugget

El nugget vegano elaborado con chía, fue comparado con un nugget control que contiene huevo mediante una comparación de sus características químicas: humedad, grasa, cenizas, fibra cruda, fibra dietética, proteínas y carbohidratos dichos resultados se observan en la tabla 34.

Tabla 34. Análisis químico de los nuggets con chía y huevo en base seca.

Parámetro	Nugget con chía	Nugget con huevo
Grasa (%)	1.94a	1.68a
Cenizas (%)	2.61a	2.42a
Fibra cruda (%)	32.22a	27.97b
Proteínas (%)	1.94a	3.49b
Fibra dietética (%)	3.41a	2.40b
CHOS (%)	59.89a	60.44 ^a

Las letras en cada fila indican las diferencias significativas en cada parámetro.

Uno de los parámetros de gran interés a evaluar en el nugget fueron las proteínas, éstas tienen varias funciones en el organismo, aunque la principal es la estructural, es decir, formar, mantener y reparar todos los tejidos del cuerpo. Las proteínas son macromoléculas formadas por cadenas de aminoácidos, casi todos los procesos biológicos del organismo dependen de su actividad. El requerimiento diario de proteínas varía en función de la edad; para adultos el valor recomendado es de 0,8g por cada kilogramo de peso, aunque se recomienda una ingesta mayor en personas veganas, concretamente 0.9g por kilogramo de peso (Andreu, 2016).

Por lo anterior el consumo de los nuggets con huevo ayudaría al aporte proteico al organismo, ya que éste posee un 55% más de proteínas que el nugget con vegano (ver tabla 34), sin embargo, el consumo del nugget con chía también aporta proteínas a la dieta, en especial un aminoácido esencial llamado lisina que se encuentra en la semilla. La cantidad agregada en la formulación no es la suficiente para sobrepasar la cantidad de proteínas que posee el huevo, pero podría aumentarse la cantidad de la semilla para igualar o elevar la cantidad (Cabrerizo, 2016).

En otro tema, no existen diferencias significativas entre el porcentaje de grasa de ambos nuggets, aunque a nivel salud sería más recomendable consumir los nuggets con chía ya que ésta posee ácidos grasos insaturados que son más favorables para el organismo. Se sabe que los lípidos son fuente de reserva energética del organismo. Se encuentran en forma de aceites vegetales y en las grasas animales. En la constitución de los lípidos participan los ácidos grasos, estos pueden ser saturados o insaturados. Las grasas saturadas son dañinas al organismo ya que son más difíciles de absorber para el organismo que las grasas insaturadas (Cabrerizo, 2016).

Otro parámetro evaluado fueron las cenizas, también llamadas micronutrientes, son elementos químicos que tienen diversas funciones, entre ellas que son materiales estructurales, participan en la regulación de los procesos químicos e intervienen en la actividad hormonal. Por esto el consumo de los nuggets con chía aportaría al organismo 8.3% más micronutrientes que el nugget elaborado con huevo (Cabrerizo, 2016).

Ya se describieron los resultados de proteínas, grasas y cenizas, aunque otro parámetro evaluado fueron los carbohidratos, estos son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, y también los más consumidos por los seres humanos. Los hidratos de carbono que provienen del reino vegetal son más variados y abundantes que los del reino animal; se originan como producto de la fotosíntesis y son los principales compuestos químicos que almacenan la energía radiante del Sol, aunque en el caso de los nuggets, no existen diferencias significativas entre los niveles de carbohidratos ya que estos provienen de los vegetales (Badui, 2006).

Finalmente, la fibra cruda es, el residuo obtenido tras el tratamiento de los vegetales con ácidos y álcalis. Es decir, es un concepto más químico que biológico, está también se refiere fundamentalmente a los elementos fibrosos de la pared de la célula vegetal., la fibra dietética engloba todo tipo de sustancias, sean fibrosas o no, y que, por tanto, incluye la celulosa, la lignina, las peptinas, las gomas, etc. Esta clasificación sólo tiene una importancia práctica a la hora de elaborar una dieta, cuando es necesario calcular una cantidad precisa de fibra. Sin embargo, cuando citamos la fibra nos referimos a la fibra dietética. Los diferentes tipos de fibra se diferencian entre sí por su composición y por sus propiedades físico-químicas entre ellas la resistencia a la digestión ya que, el sistema enzimático humano es incapaz de atacar y digerir los distintos componentes de la fibra (Dueñas, *et al.*, 2007).

La presencia de fibra en el nugget vegano ayuda en proceso digestivo y favorece la eliminación de las grasas malas, siendo también que la presencia del mucilago de la chía representa una fuente de fibra que disminuye el tiempo de vaciado gástrico, suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon y fija los ácidos biliares, por ello, como se muestra en la tabla 34, existen diferencias significativas entre las cantidades de fibra cruda y dietética, entre ambos nuggets, siendo a nivel salud más recomendable consumir el nugget que contiene las semillas de chía (Dueñas, *et al.*, 2007).

De acuerdo a esto el consumo del nugget elaborado con chía o huevo, sobrepasa el consumo promedio de fenoles diario. En la tabla 35, se representan las cantidades de fenoles y antioxidantes en los nuggets con chía o huevo, existen diferencias significativas entre estos valores ya que el nugget con chía contiene 11.2% más de compuestos fenólicos y 14.18% más capacidad antioxidante que el nugget con huevo, por lo que el consumo del nugget con la semilla de chía, superaría la ingesta diaria y ayudaría a desordenes cardiovasculares y prevenir algunos cánceres.

Los compuestos fenólicos presentan un numeroso grupo ampliamente distribuido en la naturaleza. Son componentes importantes en la dieta humana, el consumo promedio de fenoles en los países europeos se estima en 23 mg/día. Existe un interés creciente en los compuestos fenólicos debido a su efecto contra algunas enfermedades como ciertos cánceres y desordenes cardíacos derivados de su poderosa actividad antioxidante (García, 2006).

Tabla 35. Componentes químicos evaluados al nugget.

Parámetro	Nugget con chía	Nugget con huevo
Fenoles (g/100g)	1.34 ± 0.01 a	1.19 ± 0.01 b
Antioxidantes (TE µmol/g muestra)	2.47 ± 6.24E-5 a	2.12 ± 1.58E-4 b
Carotenos (mg/100g)	124.85 ± 8.4 a	128.75 ± 0.63 a

Fuente: Elaboración propia.

En otro tema los carotenoides son sustancias hidrofóbicas, lipofílicas y son virtualmente insolubles en agua. Se disuelven en solventes grasos como acetona, alcohol, éter etílico, tetrahidrofurano y cloroformo. La importancia de los carotenoides en los alimentos va más allá de su rol como pigmentos naturales. En forma creciente se han atribuido a estos compuestos funciones y acciones biológicas, de hecho, por mucho tiempo se ha sabido de la actividad de provitamina A de los carotenoides (Rodríguez-Amaya, 1999).

Los carotenoides también se han relacionado con un aumento del sistema inmune y una disminución del riesgo de enfermedades degenerativas tales como cáncer, enfermedad cardiovascular, degeneración macular relacionada a la edad y formación de cataratas (Mathews-Roth, 1985).

La zanahoria es una hortaliza rica en carotenos, Simon y Wolff (1987) estudiaron siete zanahorias típicas y de color naranja intenso; el contenido total de caroteno que consistía principalmente de β -caroteno y α -caroteno, fluctúa de 63 a 548 $\mu\text{g/g}$, siendo que el contenido de carotenos contenidos en el nugget de chía o huevo es por arriba de los 120mg/100g de muestra, dado que el nugget contiene mayor cantidad de zanahoria que de brócoli y coliflor, siendo estos también aportadores de carotenos. Por otra parte, no existen diferencias significativas entre los niveles de carotenos contenidos en el nugget con chía o huevo, dado que ambos están elaborados con la misma cantidad de zanahoria.

Con los resultados podemos concluir que el nugget con huevo es rico en proteínas, sin embargo en los otros parámetros evaluados es más benéfico a la salud el nugget elaborado con chía al poseer mayor cantidad de fibra y antioxidantes, así como ácidos grasos poliinsaturados.

5.3.1 Etiqueta

La etiqueta se elaboró de acuerdo a los parámetros establecidos en la NOM-051-SCFI, la parte frontal y trasera se muestran en la figura 30 y 31.



Figura 30. Frente de etiqueta.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Etiqueta parte trasera.

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Vida de anaquel

5.4.1 Prueba sensorial

Los atributos sensoriales están dados por el aroma, sabor, color y textura. Por lo que éstos, deben examinarse cuidadosamente cuando se determina la vida de anaquel de los vegetales frescos procesados. La prueba sensorial realizada por el método hedónico, arrojó que hasta el día 49 los nuggets a temperatura de -12°C mantienen su sabor inicial, mientras que los conservados a 2°C dejaron de pasar la prueba hasta el día 35, ya que los panelistas percibieron un sabor amargo en ellos, por otro lado, se paró la prueba para los nuggets almacenados a 12°C ya hubo presencia de hongos macroscópicos en ellos (ver tabla 36).

Tabla. 36 Prueba de aceptabilidad de los nuggets almacenados a distintas temperaturas.

Día	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		
	-12	2	12
0	+	+	+
7	+	+	+
14	+	+	+
21	+	+	-
28	+	+	-
35	+	+	-
42	+	-	-
49	+	-	-

+: Aceptación del producto; -: Producto no aceptado; ND: No determinado

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 19, la distribución en los datos es uniforme, la temperatura de congelación -12°C conservo el sabor durante los 49 días de prueba, esto porque la congelación provoca la cristalización en hielo del agua contenida en los alimentos. El resultado es un descenso significativo de la actividad del agua, que frena o detiene la actividad enzimática y la actividad microbiana sin afectar atributos como el olor y sabor de los alimentos. Sin embargo, la temperatura de 2°C no llegó al final de la prueba ya que la temperatura de conservación no es necesaria para evitar la descomposición del alimento, lo mismo sucedió con el nugget a 12°C donde el nugget se descompuso antes de llegar al día 21 de la prueba (Beaulieu *et al.*, 2001).

5.4.2 Determinación de dureza

Los resultados de la prueba con el transcurso de los días se observan en la tabla 37. La dureza a lo largo del almacenamiento disminuyó, debido a que el nugget perdió firmeza conforme al tiempo siendo más notable en las temperaturas de 2°C y 12°C.

Tabla 37. Cambios en la dureza de nuggets almacenados a distintas temperaturas.

Día	Temperatura (°C)/ Dureza (N)		
	-12	2	12
0	1.53	1.53	1.53
7	1.48	1.43	1.43
14	1.43	1.37	1.40
21	1.43	1.37	ND
28	1.42	1.35	ND
35	1.41	1.32	ND
42	1.35	1.32	ND
49	1.31	1.28	ND

ND: No determinado.

Fuente: Elaboración propia.

Un análisis de diferenciación de medias a través de una prueba Duncan y Tukey mostró que el tiempo de almacenamiento del nugget no tiene un efecto significativo sobre su nivel de dureza, ya que solo se pierde un 14.3% almacenado a -12°C, un 16.3% a 2°C y 8.4% a 12°C, aunque si se vio un efecto por el tiempo de almacenamiento, dicho esto por el cambio entre la dureza inicial y la final.

5.4.3 Determinación de humedad

La pérdida de humedad (tabla 38) se debió al tiempo de almacenamiento y a la temperatura ya que, al formarse cristales de hielo durante la congelación, la estructura del nugget se ve afectada dado que al descongelarse el agua se pierde (Barreiro, 2006).

Tabla 38. Contenido de humedad en nuggets almacenados a distintas a temperaturas.

Día	Temperatura (°C)		
	-12	2	12
0	39.82	39.82	39.82
7	38.52	38.20	36.95
14	38.20	37.48	36.23
21	37.18	36.33	ND
28	36.54	34.56	ND
35	36.17	34.17	ND
42	36.14	34.13	ND
49	35.11	32.98	ND

ND: No determinado.

Fuente: Elaboración propia.

El término contenido de agua de un alimento se refiere, en general, a toda el agua de manera global. Sin embargo, en los tejidos animal y vegetal, el agua no está uniformemente distribuida por muchas razones, por ejemplo, debido a los complejos hidratados que se producen con proteínas, a los hidratos de carbono y otros, a las diversas estructuras internas propias de cada tejido, a los microcapilares que se forman, a su incompatibilidad con los lípidos que no permiten su presencia, etcétera; el citoplasma de las células presenta un alto porcentaje de polipéptidos capaces de retener más agua que los organelos que carecen de macromoléculas hidrófilas semejantes. Esta situación de heterogeneidad de la distribución del agua también se presenta en productos procesados debido a que sus componentes se encuentran en distintas formas de dispersión (Badui, 2006).

La cantidad de agua en un alimento influye en la apariencia, textura y sabor. En los productos frescos, el contenido de agua puede llegar al 70% o más del peso total. Incluso los alimentos secos, como la harina o los cereales, contienen cierta cantidad de agua, un aspecto que afecta en gran medida al deterioro de los alimentos, si no se conservan de forma adecuada. Para controlar este riesgo, se recurre a procesos como la deshidratación (eliminar cierto grado de agua), la congelación (cambiar de estado líquido a sólido) o el uso de aditivos como la sal y el azúcar (Chavarrías, 2012).

Sin embargo, de acuerdo a una prueba estadística de diferencia de medias a través de Tukey y Duncan no se muestran diferencias significativas entre el tiempo de almacenamiento, ya que a la temperatura de 12°C la pérdida de humedad fue del 11.8%, a 2°C de 17.7% y a 12°C de 9% lo que no demostró una pérdida importante desde la humedad inicial a la final.

Existe menor pérdida de humedad en la temperatura de congelación (-12°C), por ello se podría usar esta temperatura para almacenar los nuggets que, en una de refrigeración, tomando en cuenta que en dicha temperatura también se conservan las características sensoriales del producto.

5.4.4 Pruebas microbiológicas

El análisis microbiológico en esta prueba es fundamental, ya que se están usando temperaturas de refrigeración y congelación y se quiere estudiar el efecto de los microorganismos en la vida útil de la muestra (nugget con chía o huevo). La refrigeración retarda el crecimiento microbiano, reduciendo el de algunos y deteniendo el de otros, mientras que la temperatura de congelación detiene el crecimiento microbiano en forma absoluta, mas no esteriliza al alimento ya que los microorganismos permanecen ahí para continuar desarrollándose después de la descongelación, durante el periodo de almacenamiento la población decrece rápidamente (Barreiro, 2006).

Se realizaron 3 pruebas microbiológicas: cuenta de coliformes, cuenta mesófilos, así como cuenta mohos y levaduras. Estos análisis fueron realizados en nuggets que permanecieron almacenados a -12 , 2 y 12°C . En la tabla 39 se muestran los resultados de conteo de dichos microorganismos.

Tabla 39. Pruebas microbiológicas de los nuggets a distintas temperaturas.

Temperatura (°C)	Coliformes (UFC/g)			Mesófilos (UFC/g)			Hongos y levaduras (UFC/g)		
	-12	2	12	-12	2	12	-12	2	12
Tiempo (días)									
0	8x10 ³	8 x10 ³	8 x10 ³	6.5x10 ³	6.5x10 ³	6.5x10 ³	5x10 ³	5x10 ³	5x10 ³
7	3 x10 ³	2.5 x10 ²	3 x10 ³	1 x10 ³	1 x10 ³	2.5 x10 ³	3.8 x10 ³	5 x10 ¹	5.7 x10 ³
14	<10	<10	5.5 x10 ³	<10	<10	<10	2.5 x10 ²	1.5 x10 ²	8.8 x10 ⁴
21	<10	<10	-	<10	<10	-	1.5 x10 ²	1.5 x10 ²	-
28	<10	<10	-	<10	<10	-	1.7 x10 ²	5 x10 ¹	-
35	<10	<10	-	<10	<10	-	5 x10 ¹	4x10 ¹	-
42	<10	<10	-	<10	<10	-	5 x10 ¹	3.5x10 ¹	-
49	<10	<10	-	<10	<10	-	2 x10 ¹	3x10 ¹	-

<10 UFC/g en la dilución de 10³

Fuente: Elaboración propia.

Las bacterias del grupo coliformes se definen como: bacilos cortos, Gramnegativos, anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa a 35 °C, en menos de 48 h, con producción de ácido y gas. Incluye los géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*. Durante mucho tiempo se consideraron evidencia de contaminación fecal, pero se ha demostrado que muchos de ellos pueden vivir e incluso crecer en el suelo, el agua y otros ambientes. Por ello la presencia de coliformes no es extraña en el nugget ya que las tres hortalizas crecen en el suelo y el agua de riego puede contener este microorganismo y otros desde su siembra hasta su cosecha (Ashbolt, 2001; Méndez, *et al.*, 2000).

Como se observa en la tabla 39 existía contaminación al inicio de la prueba por coliformes a pesar de que las hortalizas fueron desinfectadas antes de su uso y los utensilios fueron desinfectados al inicio y durante la prueba, sin embargo, el desinfectante no fue eficiente y el ambiente de

preparación no era inocuo. Por otra parte, el producto no será consumido sin cocción por ello se realizó una prueba microbiológica posterior a ésta para garantizar que al momento del consumo el producto es inocuo, como se muestra en la tabla 40.

Tabla 40. Pruebas microbiológicas del nugget vegano después de la cocción a 60°C.

Microorganismo	UFC/g
Coliformes	<10
Mesófilos	<10
Hongos y levaduras	<10

Fuente: Elaboración propia.

En México no existen Normas para los productos veganos, sin embargo existe una en la NOM-093-SSA1-1994 se establecen los límites máximos permitidos de coliformes y mesófilos en vegetales crudos, siendo la cuenta total de 100 UFC/g para coliformes y 150,000 UFC/g para mesófilos, cabe destacar que el producto vegano no será consumido en crudo, y comparado con los límites máximos permitidos, también establecidos en dicha norma, las verduras cocidas pueden contener hasta 100 000 UFC/g de mesófilos aerobios y una cuenta de coliformes totales < 100 UFC/g, mencionado esto, el nugget es apto para su consumo ya que el conteo fue de <10 en las tres pruebas microbiológicas realizadas después de la cocción como se observa en la tabla 40.

Por otro lado, Castro, *et al.*, (2017) también reporta en su estudio a hortalizas frescas como lechugas y espinacas, que la prevalencia de los microorganismos en alimentos se debe a la deficiencia de información acerca del manipuleo de los alimentos y a la falta de higiene del lugar donde se elaboran, por ello recomienda llevar a cabo planes de acción sanitarias como desinfección de las hortalizas y el lugar donde se elaboran los alimentos, disminuyendo con ello los brotes de enfermedades por el consumo de verduras contaminadas por microorganismos.

5.4.5 Vida útil

La vida de anaquel de los vegetales frescos procesados está limitada por su carácter perecedero. Las operaciones de pelado y troceado, así como la manipulación del producto procesado previo al envasado y almacenamiento, influyen significativamente en los distintos mecanismos de alteración al provocar cambios físicos y fisiológicos. Los principales síntomas de deterioro incluyen cambios en la textura (debido a pérdida de humedad) y rápido desarrollo microbiano (Gorny 2001; Martín-Belloso *et al.*, 2005).

La velocidad en la que se deterioran los alimentos puede estudiarse mediante ley de Arrhenius, esto usando la energía de activación promedio de la reacción en cada temperatura (-12 y 2°C) y parámetro evaluado ya sea humedad o dureza (ver tabla 41).

Tabla 41. Energía de activación de acuerdo a la ecuación de Arrhenius.

Ea (J/mol*K)
4.1137

Fuente: Elaboración propia.

Ya que se conoce la energía de activación para que se degrade la dureza y la humedad del nugget a las temperaturas dadas, se establece una relación entre la vida útil de la barra y las temperaturas: de congelación -12°C y refrigeración 2°C, usando la ley de Arrhenius, por lo que en ambos parámetros evaluados se obtiene un tiempo de vida de anaquel de 32 días.

$$\text{Tiempo de vida de anaquel} = 32 * e^{\left(\frac{4.1137}{8.4143}\right) * \left(\frac{1}{275.15} - \frac{1}{261.15}\right)} = 32 \text{ días}$$

La firmeza o textura de los productos vegetales está determinado por la turgencia del tejido relacionada asociada al contenido de agua, así como a la actividad de distintas enzimas que inducen cambios en los componentes de la pared celular, ambos aspectos son afectados en la hortaliza cortada, lo que se manifiesta como ablandamiento del tejido vegetal con el paso del tiempo (Varoquaux, *et al.*, 1994; Mercado-Silva, *et al.*, 2005). A pesar de que el nugget conserva sus características sensoriales y de aceptación por los 49 días de estudio a -12°C, con la ecuación de Arrhenius se establece que por 32 días conserva sus condiciones óptimas de humedad y dureza, lo que establece que por ese tiempo es un producto de calidad.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



6.1 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Las materias primas utilizadas para la elaboración de un nugget vegano presentaron las características aceptables según especificaciones de la literatura; la zanahoria, el brócoli, y la coliflor presentaron un pH entre de 6.4-6.6, que sobrepasa el límite establecido, mientras que los contenidos de sólidos solubles se encontraron dentro del límite establecido por la literatura
2. Los parámetros sensoriales de las distintas formulaciones desarrolladas, indicaron que la semilla de linaza tenía un sabor dulce en crudo y un sabor fuerte y predominante al cocinarse, este no fue un sabor agradable para los panelistas ya que confundían el sabor con ajo, mientras que, con la presencia de chía en el producto desarrollado la granulosidad, adherencia y consistencia fueron más aceptadas, por estas razones se descartó el uso de linaza en concentraciones de 100 y 75%; mientras que la formulación con mayor aceptación fue la de 75% chía- 25% linaza, seguido del de 100% chía y 50% chía- 50% linaza.
3. La evaluación sensorial en el nugget que tuvo mayores promedios en el parámetro de sabor, esto porque la chía posee un sabor característico y no es confundido con otro ingrediente como en el caso de la linaza. En cuanto a los otros parámetros de granulosidad, adherencia y consistencia el nugget de 100% chía obtuvo los promedios más altos, siendo éste el de mayor aceptación por más del 50% de los panelistas.
4. En cuanto a la composición química, en el nugget vegano más aceptado, elaborado con 100% chía, el valor de mayor interés fueron las proteínas, siendo que con la cantidad de chía agregada a la formulación no fue la suficiente para igualar la cantidad de las proteínas del nugget elaborado con huevo. En el contenido de grasa, no hubo diferencias significativas entre los nuggets, aunque sería más recomendable para la salud consumir el nugget con presencia de chía ya que posee ácidos grasos poliinsaturados. En cuanto a los

micronutrientes se encontró un mayor aporte en el nugget elaborado con chía que el elaborado con huevo, siendo un aporte a la salud. La presencia de fibra, se tuvo un mayor beneficio en el nugget elaborado con chía en comparación del elaborado con huevo, ya que la presencia de ésta ayuda en el proceso digestivo y favorece la eliminación de grasas malas. La presencia del mucilago de la chía es una fuente de fibra que disminuye el tiempo de vaciado gástrico. El contenido de fenoles y antioxidantes fue mayor en los nuggets veganos beneficiando a la salud. también se realizó una propuesta de etiqueta para los nuggets veganos, esto siguiendo como base la NOM-051-SCFI.

5. Por otro lado existe la NOM-093-SSA1-1994 que establece los límites máximos permitidos de coliformes y mesófilos en vegetales crudos, siendo la cuenta total de 100 UFC/g para coliformes y 150,000 UFC/g para mesófilos, cabe destacar que el producto vegano no será consumido en crudo, y comparado con los límites máximos permitidos, también establecidos en dicha norma, las verduras cocidas pueden contener hasta 100 000 UFC/g de mesófilos aerobios y una cuenta de coliformes totales < 100 UFC/g, mencionado esto, el nugget es apto para su consumo ya que el conteo fue de <10 UFC/g en las tres pruebas microbiológicas realizadas después de la cocción.
6. En cuanto a la vida útil se concluyó que hasta el día 49 los nuggets de chía almacenados a -12°C mantuvieron su sabor inicial, mientras que los conservados a 2°C dejaron de pasar la prueba hasta el día 35. También se concluyó que la dureza del nugget de chía a lo largo del almacenamiento disminuyó, siendo notables los cambios en el nugget almacenado a 2°C ya que tuvo una pérdida de humedad de más del 5%, reafirmando esta característica que la pérdida de humedad contribuye a la pérdida de dureza en el producto. Finalmente, el nugget con chía tiene un tiempo de vida útil de aproximadamente 32 días.
7. El desarrollo y mejoramiento de una formulación de nugget a base de zanahoria, brócoli y coliflor, sustituyendo el huevo por chía es una opción viable tecnológicamente ya que el producto presentó propiedades sensoriales y Químicas adecuadas para el consumo humano.

6.2 Recomendaciones

El desarrollo del nugget vegano, es un proyecto para llevar al mercado un producto elaborado con chíá, que tiene como fin dar un aporte nutricional a un alimento y que tiene múltiples beneficios a la salud, así como dar una opción a una población creciente en el país: las personas veganas. Por ello, con base en los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda:

1. Reformular el producto aumentando la cantidad de chíá en el nugget vegano, y de esta manera podría aumentar la cantidad de proteína, así como la cantidad de fenoles y de omega-3.
2. Realizar otras formulaciones utilizando otros vegetales como la papa, los huanzontles o cualquier otro que brinde un aporte nutricional a la dieta humana
3. Cuidar el sabor es otro aspecto de gran relevancia, ya que la linaza fue descartada de este experimento por poseer un sabor fuerte.
4. Evaluar otros métodos de desinfección de las materias primas como: irradiación UVC, o desinfectantes orgánicos.
5. Determinar el efecto del escaldado, ya que es un paso que podría agregarse al diagrama de proceso, que podría ayudar a disminuir la carga microbiológica inicial de la materia prima y mejorar el color y la textura de los vegetales.

8. REFERENCIAS



- Ackland, M., Van, W., Jones, R. (2005). Acción proliferativa sinérgica de los flavonoles quercetina y kaempferol en líneas celulares de cáncer humano cultivadas. Biblioteca Nacional de Medicina. 19 (1): 69-76.
- Arala, L., Clavijo, C., Herrera, A. (2006). Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivadas en Chile. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 56: 361-365
- Aranceta, J. (2014). Guía de alimentos funcionales. Consultado el 1 de agosto de 2017. Obtenido de:
http://www.fesnad.org/resources/files/Publicaciones/guia_alimentos_funcionales.pdf
- Albrecht, J., Schafer, H., Zottola, E. (1990). Relationship of total sulfur to initial and retained ascorbic acid in selected cruciferous and noncruciferous vegetables. Journal of food science. 55: 181-183.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. Editorial: USA.
- Ashbolt, N, Grabow M., Snozzi (2001). Indicators of microbial water quality. In Fewtrell, L. and Bartram, J. (ed.), *Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Risk assessment and management for water-related infectious disease*. IWA Publishing, Londres. Consultado el 20 de octubre de 2017. Recuperado de:
www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwq/iwachap13.pdf
- Atuncar, K. (2012). La zanahoria. Consultado el 18 de marzo de 2017. Obtenido de
<http://hortalizanahoria.blogspot.mx>
- AVE (2012). No consumas animales. Asociación vegana española. Consultado el 14 de abril de 2017. Recuperado de: <https://www.ivu.org/ave/quees.html>
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Ciudad de México. Pearson.
- Barreiro, J., Sandoval, A. (2006), *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*, Caracas, Venezuela. Equinoccio.
- Beaulieu JC, Baldwin EA (2001) Flavor and aroma of fresh-cut fruits and vegetables. *Fresh cut fruits and vegetables*. Sci. Technol. and Market. Technomic Publishing Co., Inc. Washington, D.C. 167.
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica. Principios generales de los alimentos*. Madrid: Díaz de Santos.

- Bonduelle. (2017). Zanahoria. Consultado el 23 de mayo de 2017. Recuperado de: <http://www.bonduelle.es/zanahoria>
- Botanical. (2017). El cultivo del brocoli. Botanical online. Consultado el 12 de febrero de 2017. Recuperado de: <http://www.botanical-online.com/florbrecol.htm>
- Bradford, M. M. (1976): A rapid and sensitive method for the quantitation of micro-gram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. Anal. Biochem., (72):248-254.
- Briceño, L., Salas, W., Torres, S. (2008). Determinación del tiempo de vida de anaquel del aceite de oliva virgen extra mediante pruebas aceleradas. UNAM. 69 (4) 82-89.
- Brignardello G. J., Heredia P. L., Paz Ocharán S. M., Durán A. S. (2013). Conocimientos alimentarios de vegetarianos y veganos chilenos. Revista Chilena de Nutrición, 40 (2): 129–134.
- Cabrerizo, D. (2016). Ciencias aplicadas a la actividad profesional. Cataluña. Editex
- Campas O., López J., Sánchez D., Bueno C. (2011). Contenido de sulforafano (1-isotiocianato-4-(metilsulfinil)-butano) en fermentados de brócoli. Ciencia UAQ. 4 (2): 10-8
- Cano, L. (2014). El veganismo y la vida verde . Publicación independiente. España.
- Carreres, E. (2014). Como desarrollar un nuevo producto alimentario. Aina. Consultado el 22 de noviembre de 2017. Recuperado de: <http://www.ainia.es/insights/como-desarrollar-un-nuevo-producto-alimentario/>
- Castaño, P. (2011). El terreno (II). Rango de pH para las hortalizas. Consultado el 8 de noviembre de 2017. Recuperado de: <https://lahuertaelhuerto.wordpress.com/2011/01/19/el-terreno-ii-rango-de-ph-para-las-hortalizas/>
- Castro, J., Rojas, M., Noguera, Y., López, E., Zúñiga, E., Gómez, C. (2017). Calidad sanitaria de ensaladas de verduras crudas, listas para su consumo. Centro de investigaciones químicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 7: 9-21
- Chavarrías, M. (2012). Porque se deterioran los alimentos. Consultado el 22 de septiembre de 2017. Recuperado de: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2012/10/24/213789.php>

- CODEX. (2000). Anteproyecto de directrices para el uso del término “vegetariano”. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del Codex sobre etiquetado de los alimentos.
- Delaquis, P., Mazza, G. (2000). Productos funcionales en las verduras. Alimentos funcionales aspectos bioquímicos y de procesado. 2nd ed. Zaragoza. Editorial: Acribia.
- Dueñas, P., Fiscal, A., García, J., Maldonado, G., Torrecillas, V. (2007). Práctica 2: Fibra cruda. Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo.
- FAO (2014). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado el 11 de marzo de 2011. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>
- Fennema, O., *et al.* (2000). Química de los alimentos. Acribia. España.
- Figueroa, V. (2010). El vegetarianismo ¿qué es? y ¿por qué? Revista Agricultura orgánica. (1): 46-47
- Gallo D., Manuzza M., Echegaray N., Montero J., Munner M., Rovirosa A., Sánchez M., Murray S. (2015). Alimentación Vegetariana. Grupo de trabajo alimentos de la sociedad argentina de nutrición. Consultado el 22 de noviembre de 2017. Recuperado de: http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/Alimentacion_Vegetariana_Revision_final.pdf
- González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., Vila, S. (2014). Introducción al análisis sensorial estudio hedónico del pan en el IES mugardos. SGAPEIO. 4-6.
- Gorny J. (2001) Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry. 4th edition. International Fresh-cut. Produce Association. Arlington: 216 pp.
- Gottao, G. (2011). Dieta vegana: ventajas, desventajas y cómo favorecer la salud con la misma. Consultado el 25 de agosto de 2017. Recuperado de: <https://www.directopaladar.com/salud/dieta-vegetariana-ventajas-desventajas-y-como-favorecer-la-salud-con-la-misma>
- Hannan, A. (2009). Linaza. Conabio. Consultado el 13 marzo de 2017. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/linaceae/linumusitatissimum/fichas/ficha.htm>

- Hernández, R., Blanco, D. (2015). Evaluación de polvos de zanahoria obtenidos por deshidratación por aire forzado a diferentes temperaturas. IDESIA. 33 (4): 75-80.
- Hernández, V. (2014). Carnes de vacuno, ovino y cerdo: partes, variedades y usos. El español. Consultado el 6 de mayo de 2017. Recuperado de: <http://cocinillas.lespanol.com/2014/03/carne-de-vacuno-ovino-y-cerdo-partes-variedades-despiece-y-usos/>
- Hughes D. (2001). Dietary carotenoids and human immune function. Nutrition. 17: 823-827.
- Ibáñez, F. C., (2001), Análisis sensorial de alimentos, Barcelona: Springer
- James, M. (2000). Microbiología moderna de los alimentos. Zaragoza. Editorial: Acriba.
- Jaramillo, Y. (2013). La chía (*salvia hispanica L.*), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables. (Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Alimentación y Nutrición). Corporación Universitaria Lasallista. Antioquia.
- Jiménez P., Masson S., Quitral R. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. Revista chilena de nutrición. 40 (2).
- Joes, P. (2011). El porqué de la alimentación omnívora. Hipócrates. Consultado el 22 de junio de 2017. Recuperado de: <https://aldosterona.wordpress.com/2011/05/15/el-por-que-de-la-alimentacion-omnivora-2/>
- Julkunen, T. (1985) Phenolic constituents in the leaves of Northern willows: Methods for the analysis of certain phenolics. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 33 (2), 213-217.
- Kähkönen, M.P., A. I. Hopia, J. V. Heikki, R. Jussi-Pekka, K. Pihlaja, T. S. Kujala, and M. Heinonen. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. (47):3954-3962.
- Key T., Appleby P, Rosell M. (2006). Health effects of vegetarian and vegan diets. Proc. Nutr. Soc. 65(1):35-41.
- López, O. (2015). Cambios nutricionales en alimentos al cocinarlos. España. Fundación para la diabetes. Consultado el 26 de febrero de 2017. Recuperado de: <http://www.fundaciondiabetes.org/sabercomer/401/cambios-nutricionales-en-alimentos-al-cocinarlo>
- López, O. (2010) Industrialización de zanahoria. TecnoAgro. (52): 1-3.

- Malter, M., Schriever G., Eilber U. (1989). Células asesinas naturales, vitaminas y otros componentes sanguíneos de hombres vegetarianos y omnívoros. NCBI. (3). 1-278
- Man, C., Jones, A. (1994). Shelf Life evaluation to food. London. Blackie Academic and Professional. 3-23.
- Marcus, E. (2011). The New Ethics of Eating. Vegan. New York.
- Martín-Belloso O., Rojas-Graü M. (2005) Factores que afectan la calidad. En: Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. CIAD AC. Hermosillo. 558 pp.
- Martín, J. S. (1992). La antropología ciencia humana, ciencia crítica. Barcelona: Montesinos.
- Mathews-Roth, M. M. (1985). Carotenoid and cancer prevention—experimental and epidemiological studies. Pure Appl. Chem. (57):717-722.
- Meléndez A., Vicario I., Heredia F. (2004). Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. Sociedad latinoamericana de nutrición. 54 (2).
- Méndez, T., Rodríguez, L., Palacios, S. (2000). impacto del riego con aguas contaminadas, evaluado a través de la presencia de metales pesados en suelos. Instituto de Geología. UNAM. 277-288.
- Mercado-Silva E, Aquino-Bolaños, E. (2005) Enzimas involucradas en el deterioro. Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. CIAD AC. Hermosillo, Sonora. 558.
- Molina E., Paz M. (2008). Practicas dietéticas vegetarianas. Implicaciones nutricionales. Consultado el 22 de noviembre de 2017. Recuperado de: <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulopracticadieteticasvegetarianasimplicacionesnutricionales-13127386>
- Moreno, B., Diez, M., García, I., Menes. L-. Gutiérrez, M., Polledo. F. (2000). Microorganismos de los alimentos. Zaragoza. Editorial: Acriba.
- Morris, D. (2015). Linaza – una elección inteligente. Flax Council of Canada, 465–167.
- Muñoz, H. L. (2012). *Mucilaje de semillas de chía (Salvia hispanica): microestructura, caracterización físico-química y aplicaciones en la industria alimentaria*. (Tesis de doctorado). Pontificia universidad católica de chile. Santiago de Chile.

- Murillo A., Salazar K. (2014). El veganismo. Universidad hispanoamericana. Consultado el 22 de noviembre de 2017. Recuperado de: https://eticaprofecaro.weebly.com/uploads/1/2/3/2/12329037/trabajo_veganismo.pdf
- Nielsen. (2016). 8 de cada 10 mexicanos afirma seguir algún tipo de dieta restrictiva. España. Nielsen corporation. Consultado el 4 de marzo, 2017. Recuperado de: <http://www.nielsen.com/mx/es/insights/news/2016/8-de-cada-10-mexicanos-afirma-seguir-algun-tipo-de-dieta-restrictiva.html>
- NMX-F-90-S. (1978). Determinación de fibra cruda en alimentos. Consultado el 18 de abril de 2017. Recuperado de: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-090-S-1978.PDF>
- NMX-FF-014. (1982). Determinación de la resistencia a la penetración. Consultado el 30 de abril de 2017. Recuperado de: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-014-1982.PDF>
- Nolan, C. (2017). Veggie nuggets. BuzzFeed. Consultado el 20 de febrero de 2017. Recuperado de: https://www.buzzfeed.com/clairenolan/veggie-nuggets?bffbasty&ref=bffbasty&utm_term=.gj528DxEy#.it86PG3Yj
- NOM-093-SSA1. (1994). Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Consultado el 26 de noviembre de 2017. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/093ssa14.html>
- NOM-113-SSA1. (1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Consultado el 28 de abril de 2017. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>
- NOM-092-SSA1. (1994). Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Consultado el 28 de abril de 2017. Recuperado de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69532.pdf>
- NOM-109-SSA1. (1994). Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Consultado el 28 de abril de 2017. Recuperado de: <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ssa1/ssa1109p.pdf>

- NOM-110-SSA1. (1994). Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Consultado el 28 de abril de 2017. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/110ssa14.html>
- NOM-111-SSA1. (1994). Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Consultado el 28 de abril de 2017. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>
- NOM-213-SSA1. (2002). Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Consultado el 10 de abril de 2017. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/213ssa102.html>
- Ocampo, J. (2004) Determinación de la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa de café S. A. y evaluación de tipo de empaque en la conservación del producto. Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero químico. Colombia. Universidad nacional de Colombia.
- Ornish D., Brown S., Scherwitz L. (1990). Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? Lancet. (336):129-133.
- Ortiz, J. (2016). Elaboración y proceso de nuggets de pollo de la empresa IMBA. SlideShare. Consultado el 5 de marzo de 2017. Obtenido de <https://www.slideshare.net/abigalidayana/elaboracion-y-proceso-de-nuggets-de-pollo>
- Podsedek A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. Food Science and Technology. 40: 1-11.
- Re, R., Pellegrini N , Proteggente A , Pannala A , Yang M , Rice-Evans C . (1999). La actividad antioxidante aplicación de un ensayo de decoloración catión radical ABTS mejorada. Free Radic Biol Med. 26 (9-10): 1231-7
- Richmond F., Méndez C., Umaña G. (2010). Cambio en las características de calidad de 12 híbridos comerciales de zanahoria durante el almacenamiento. Agronomía Costarricense. 35 (1): 163-174.
- Rodríguez-Amaya, D. (1999). Carotenoides y Preparación de Alimentos: La Retención de los Carotenoides Provitamina A en Alimentos Preparados, Procesados y Almacenados. *Universidad Estadual de Capinas*, 99. Recuperado de: http://www.inta.uchile.cl/latinfoods/TEXTO_FINAL_COMPLETO_CON_TAPAS.pdf

- Román, D. (2017). El veganismo. Revista Interforum. Consultado el 24 abril de 2017. Recuperado de: http://www.revistainterforum.com/espanol/articulos/artvegano_dr.html
- Rubio, O. D., Cobos, A., José, G., & Aguilera Santiago De Chile, M. (2012). Mucilage from chia seeds (*Salvia hispanica*): microstructure, physico-chemical characterization and applications in food industry. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- SAGARPA (2016). Proyecciones para el sector agropecuario de México. Consultado el 22 de noviembre de 2017. Recuperado de: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/EBespa%F1ol300909.pdf>
- SAGARPA. (2015). Margenes de comercialización zanahoria. Gob.mx. Consultado el 3 de abril de 2017. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/71250/MargenesComer_Zanahoria_Marzo2015.pdf
- SAGARPA. (2011). Monografía de cultivos: brócoli. Consultado el 3 de abril de 2017. Recuperado de: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estudios/Documents/monografias/brocoli.pdf>
- SIAP. (2012). Zamora, quinto lugar en producción de coliflor en México. Agencia mexicana de redacción y análisis. Consultado el 3 de abril de 2017. Recuperado de: <https://www.quadratin.com.mx/sucesos/Zamora-quinto-lugar-en-produccion-de-coliflor-en-Mexico>
- Segebre, A. (2014). Mitos y efectos nocivos de la carne. El heraldo. Consultado el 11 de octubre de 2017. Recuperado de: <http://revistas.elheraldo.co/miercoles/alejandro-segebre/mitos-y-efectos-nocivos-de-la-carne-130480>
- Simon P, Wolff X. (1987). Carotenes in typical and dark orange carrots. *Journal Science Agriculture Food Chemistry*. 35:1017-1022.
- Singleton V, Rossi J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *AJEV*. 16: 58-144.
- SPSS. (2013). Statistical Package for the Social Sciences. Versión 22.
- Swain, T., and Hillis, W.E. 1959. The phenolic constituents of *Primus donwstica* 1.-The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal Science Food Agriculture*. 10:63-68.

- Trejo A. (2014). Proyecto de inversión de una procesadora para comercializar pollos de engorda en Carlos A. Madrazo, Quintana Roo. (Informe Técnico de Residencia Profesional). Instituto tecnológico de la zona maya. México.
- UMMC (2015). Vegetarianismo. University of Maryland Medical Center. Consultado el 28 de febrero de 2017. Recuperado de: <http://www.umm.edu/health/medical/spanishency/articles/vegetarianismo>
- UNAM. (2008). Fundamentos y Técnicas de Análisis De Alimentos. Consultado el 16 de abril de 2017. Laboratorio de Alimentos. Recuperado de: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf
- USDA. (2012). National nutrient database. Departamento de agricultura de los Estados unidos. Consultado el 1 de septiembre de 2017. Consultado el 11 de febrero de 2017. Recuperado de: <http://ndb.nal.gov/ndb/foods/list>
- Valdivieso, M. (2012). Producción orgánica de : Coliflor (*Brassica oleracea*). Ecuador.
- Van-Eylen, D., Bellostas, N. Strobel, B., Oey, I., Hendrickx, M., Van, L., Sorensen, H., Sorensen, J. (2009). Influence of pressure/ temperature treatments on glucosinolate conversion in broccoli (*Brassica oleraceae L.*) heads. Food Chemistry. 112: 646-653.
- Varoquaux P., Wiley, R. (1994) Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. Wiley RC. Chapman & Hall. New York: 226-228.
- Zamora, E. (2016). El cultivo de la coliflor. México. Pearson. 13: 1-9.