

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y
ALIMENTOS

TESIS PROFESIONAL

BARRA NUTRITIVA CON
HUAUZONTLE (*Chenopodium
berlandieri* spp. *Nuttalliae*)

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTA

CYNTHIA IVONNE MERINO ARGUELLO

DIRECTOR DE TESIS

MTRA. ROSA MÁRQUEZ MONTES

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

OCTUBRE 2019



Agradecimientos

A Dios

Por darme la vida y estar siempre conmigo, guiándome en mi camino, agradezco por tus bendiciones durante el recorrido de mi carrera, me has permitido llegar hasta esta etapa, dándome siempre la fortaleza en momentos de debilidad y guiando mis pasos para lograr mis objetivos, además de haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mis estudios.

A mis Padres y Hermanos

Gracias a mis padres soy quien soy, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí, orgullosamente agradezco a Eliezer Merino Hernández y María del Rosario Arguello Gómez, mi mayor inspiración, mis hermanos Carlos Daniel Merino Arguello y Eliezer Merino Arguello, gracias a ellos he concluido con mi mayor meta.

A Familiares, amigos y maestros

Aquellos amigos con los que compartí cuatro años de mi vida, con los que reí y lloré, gracias por su hermosa amistad y apoyo incondicional, el tiempo, empeño y dedicación, de mis maestros y asesores para llevar a cabo este proyecto, a mi tío Roberto Merino quien me apoyó más de una vez y a quien agradezco infinitamente.

Fn

No por último menos importante, agradezco a ti Rodolfo Narcia tu paciencia, tu apoyo, tu compañía y las palabras de aliento que constantemente me impulsaban a seguir, en los últimos momentos de este proyecto, agradezco tanto que estés en mi vida.

*Es duro fracasar,
pero es todavía peor
no haber intentado
nunca triunfar.*

Theodore Roosevelt



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS A 18 DE OCTUBRE DEL 2019

C. CYNTHIA IVONNE MERINO ARGUELLO

Pasante del Programa Educativo de: LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS.

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

BARRA NUTRITIVA CON HUAZONTLE (*Chenopodium berlandieri ssp nuttalliae*).

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Firmas

MTRA. SUSANA DEL CARMEN BOLOM MARTÍNEZ

M EN C. KARINA GALDAMEZ GUTIÉRREZ

MTRA. ROSA MARQUEZ MONTES



COORD. DE TITULACIÓN

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
OBJETIVOS	7
GENERAL:	7
ESPECÍFICOS:	7
HIPÓTESIS	8
MARCO TEÓRICO	9
Cereales	9
Pseudocereales	11
Alimentos no convencionales	13
Huauzontle (<i>chenopodium berlandieri</i> spp. <i>Nuttalliae</i>)	14
Origen y distribución geográfica	15
Hábitat	16
Clasificación botánica	17
Morfología	18
Ciclo fenólico y cultivo	19
Producción nacional de huauzontle	20
Composición química	21
Valor nutricional	21
Usos alimenticios del huauzontle	22
Antecedentes	23
Propiedades químicas del Huauzontle	23

Estudio de saponinas	23
Minerales	24
Fibra soluble.....	25
Caracterización reológica, térmica, funcional y fisicoquímica del almidón de semillas de huauzontle (<i>chenopodium berlandieri spp. nuttalliae</i>)	26
Valor nutricional y contenido de saponinas en germinados de huauzontle (<i>chenopodium nuttalliae saff.</i>), calabacita (<i>cucurbita pepo l.</i>), canola (<i>brassica napus l.</i>) Y amaranto (<i>amaranthus leucocarpus s. Watson syn. Hypochondriacus l.</i>)	27
Uso de huauzontle en el desarrollo de nuevos productos.....	28
Panahuitos	28
Nutrillas® y tostadillas®	29
Tostadillas.....	29
Barras nutritivas	30
Barras de cereales.....	31
Barras comerciales	33
METODOLOGÍA	36
Diseño y tipos de estudio	36
Diseño experimental	36
Desarrollo de la investigación.....	37
Instrumentos de medición	38
Material biológico	39
Descripción del proceso	40
Acondicionamiento de huauzontle <i>Chenopodium berlandieri spp. nuttalliae</i>	40
Elaboración de los productos	41
Mermelada	41
Elaboración de la barra.....	42

Descripción de las técnicas analíticas.....	43
Identificación de grupos de metabolitos secundarios	43
Procedimiento para el análisis químico proximal: técnica basada en AOAC, 1986.....	45
Diseño de estudio para la evaluación sensorial	46
Análisis de los resultados	47
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	48
Resultados de la investigación de campo respecto a las entrevistas realizadas en el mercado municipal de ciudad de México, Texcoco.	48
Resultados de la determinación del valor nutricional del Huauzontle, obtenido a partir su análisis químico proximal	50
Resultados de la determinación de metabolitos secundarios en granos de huauzontle	52
Presencia de metabolitos secundarios en corteza de tallos y hojas	53
Resultados de la elaboración de barras hornadas rellenas de mermelada de huauzontle y con cobertura de huauzontle	56
Resultados de la evaluación sensorial (Prueba hedónica, con escala verbal numérica)	56
Evaluación de textura.....	56
Evaluación de sabor	57
Evaluación de aroma	58
Resultados de la determinación del valor nutricional obtenido a partir del Análisis químico Proximal de la barra con huauzontle.	60
CONCLUSIONES	63
REFERENCIAS DOCUMENTALES	64
ANEXOS	68
Anexo 1 Tabla de decisiones para la presentación de barras de huauzontle.....	68
Anexo 2 Entrevista realizada en el mercado municipal de México Texcoco	69
Anexo 3 Prueba de nivel de agrado (aceptabilidad) escala hedónica verbal	71

Anexo 4 Resultados de ANOVA aplicado a las barras de huauzontle de dos formulaciones:	72
Anexos 5 Técnicas utilizadas para realizar el análisis químico proximal (Pearson).	74
Anexo 6 Tratamientos aplicados a la planta huauzontle (<i>chenopodium berlandieri spp. Nuttalliae</i>)	77
Anexo 7 Resultados de la prueba con el reactivo Dragendorff para identificar alcaloides.....	77
Anexo 8 Resultados de la prueba con el reactivo Wagner para identificar alcaloides	78
Anexo 9 Resultados de la prueba de la prueba de Cloruro Férrico para identificar fenoles y/o taninos.....	78
Anexo 10 Resultados de la prueba de espuma para identificar Saponinas.....	79
Anexo 11 Resultados de la prueba para Tatinos hidrolizables y condensados.....	79
Anexo 12 Análisis químico proximal de huauzontle (<i>chenopodium berlandieri spp. Nuttalliae</i>)....	80
Anexo 13 Elaboración de mermelada de huauzontle.....	80
Anexo 14 Elaboración de barra nutritiva con huauzontle.....	81
Anexo 15 Evaluación sensorial prueba de nivel de agrado (aceptabilidad) escala hedónica verbal	82
Anexo 16 Análisis químico proximal de barra nutritiva con huauzontle	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plato del bien comer.	9
Figura 2. Semillas de cereales.	10
Figura 3. Pseudocereales (Quínoa, chía y amaranto).	11
Figura 4. Cosecha de Pseudocereales.....	12
Figura 5. Porcentaje de alimentos desaprovechados (FAO, 2017).....	14
Figura 6. Huauzontle (<i>Chenopodium berlandieri spp. nuttalliae</i>).....	15
Figura 7. Distribución del cultivo del género <i>Chenopodium</i> (Xingú, 2010).....	16
Figura 8. Siembra de huauzontle.	17
Figura 9. Planta de huauzontle.....	18
Figura 10. Usos y subproductos potenciales de las diferentes partes vegetativas de la planta de huauzontle (Martínez y Peralta, 2005).....	22
Figura 11. Estudiantes del Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud.	28
Figura 12. Panquecitos de Huauzontle.	29
Figura 13. Productos derivados de Huauzontle.	30
Figura 14. Barra nutritiva.	30
Figura 15. Tipos de barras	31
Figura 16. Grafica de edades por rango de personas (Lezcano, 2010).	34
Figura 17. Grafica de marcas de barra de mayor consumo (PROFECO, 2017).....	34
Figura 18. Grafica de ingredientes principales de una barra.....	35
Figura 19. Diagrama de flujo que presenta la estrategia de abordaje de la investigación.	38
Figura 20. Diagrama de flujo para la elaboración de barra de huauzontle.	43
Figura 21. Pruebas para.....	45
Figura 22. Porcentaje de familias que consumen el huauzontle en sus hogares.....	48
Figura 23. Porcentaje de personas que consumen el huauzontle.....	48
Figura 24. Porcentaje de personas que conocen el huauzontle.....	48
Figura 25. Porcentaje de la probabilidad de consumir huauzontle en otra presentación diferente a la natural y común.....	49
Figura 26. Porcentaje de la cultura de consumir huauzontle por herencia familiar	49
Figura 27. Porcentaje de posibles presentaciones de huauzontle aceptadas por los entrevistados	49

Figura 28. Porcentaje de personas conocedoras de los beneficios de huauzontle	49
Figura 29. Porcentajes de personas que conocen la producción de huauzontle en su zona (México, Texcoco)	49
Figura 30. Resultado del análisis estadístico de la prueba sensorial aplicado a las dos tipos de barras para textura.....	57
Figura 31. Resultado del análisis estadístico de la prueba sensorial aplicado a las dos tipos de barras para sabor.....	58
Figura 32. Resultado del análisis estadístico de la prueba sensorial aplicado a las dos tipos de barras para aroma.....	59
Figura 33. Resultado de la comparación de las barras de huauzontle & barra comercial	60
Figura 34. Barras con mayor nivel de aceptación sensorialmente y aplicadas al análisis químico proximal.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutritivo de los cereales.....	10
Tabla 2. Composición química aproximada de los granos de cereales (g/100g de porción comestible).....	10
Tabla 3. Principales alimentos no convencionales.....	13
Tabla 4. Taxonomía de huauzontle.....	17
Tabla 5. Producción de Huauzontle por estado en México.....	20
Tabla 6. Contenido proximal de nutrientes en 4 especies de importancia alimenticia (100g peso seco).....	21
Tabla 7. Contenido de saponinas en semillas y germinados en cuatro especies.....	23
Tabla 8. Concentraciones de minerales en cinco especies de hortalizas consumidas ancestralmente en México.....	25
Tabla 9. Contenido proximal de semillas y germinados en cuatro especies cultivadas (g 100/g peso seco).....	25
Tabla 10. Comparación de diferentes barras comerciales.....	33
Tabla 11. Diseño experimental de los tratamientos.....	36
Tabla 12. Presencia de Huauzontle en las barras.....	41
Tabla 13. Escala Hedónica verbal numérica.....	47
Tabla 14. Resultado de Análisis químico proximal de Huauzontle en base seca (<i>Chenopodium berlandieri Spp. nuttalliae</i>) (g/100).....	51
Tabla 15. Grupo de metabolitos secundarios presentes en granos de <i>Chenopodium berlandieri spp. nuttalliae</i>	52
Tabla 16. Grupos de metabolitos secundarios presentes en corteza de tallos y hojas en <i>Chenopodium berlandieri spp. nuttalliae</i>	54
Tabla 17. Pruebas de los extractos acuosas de fruto/grano y tallo y hojas de Huauzontle (<i>Chenopodium Berlandieri Spp. Nuttalliae</i>).....	55
Tabla 18. Resultado de desviación estándar y ANOVA para cada barra.....	57
Tabla 19. Resultado de desviación estándar y ANOVA para cada barra.....	58
Tabla 20. Resultado de desviación estándar y ANOVA para cada barra.....	59

Tabla 21. Resultado de Análisis químico proximal a barra con cobertura y relleno de mermelada de Huauzontle (g/100).	61
Tabla 22. Información nutricional por porción de barras con huauzontle	62

INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos inocuos y nutritivos es cada vez mayor en todo el mundo, y comer una dieta balanceada es la forma correcta para prevenir o corregir los problemas de salud, tales como la obesidad, la diabetes, la malnutrición y otros que se originan en gran parte en errores dietéticos. Las barras de cereales responden a esta tendencia y lo que sobre sale es una masa de cereal sabor dulce y agradable, con vitaminas, minerales, fibra y proteínas. México depende de un número reducido de especies cultivadas para satisfacer las necesidades alimentarias. Con el paso de los años, los cultivos económicamente más importantes han remplazado muchas variedades tradicionales y razas locales de cultivos menores; por lo que la producción agrícola actual asciende a 21 901 600.26 hectáreas sembradas (SIAP, 2013), de las cuales el 91.4 % (20 018 523.68) son dedicadas a la explotación de algunas leguminosas (frijol, garbanzo, soya, alfalfa y pastos), frutales (naranja, mango, limón y aguacate), cereales (avena, cebada, sorgo, trigo, maíz), entre otros cultivos. Desaprovechándose una amplia gama de cultivos de alto valor nutritivo y con un interesante potencial agronómico, donde destacan el amaranto y huauzontle; pseudocereales que cuentan con una superficie de 3 336.80 y 303.70 hectáreas respectivamente (Delgado, 2009).

El huauzontle (*Chenopodium berlandieri* spp. *nuttalliae*) es considerado un pseudocereal, ya que las hojas de la planta son anchas, y aunque no son de la familia de los cereales reciben este nombre por sus usos y propiedades tan similares a las de éstos. Los derivados de los pseudocereales son aptos para celíacos, ya que están libres de gluten. Otro de los valores añadidos de este tipo de cultivos, tal y como destaca la FAO, es que supone la recuperación de los llamados “cultivos olvidados” que formaban parte de la alimentación de las culturas prehispánicas. Es cultivado en pequeña escala en algunas zonas de la ciudad de México, Guerrero, Puebla y Tlaxcala; a nivel internacional se cultiva principalmente en Bolivia, Perú y en algunos lugares de Colombia, Ecuador, Chile y Argentina, pero de forma tradicional (Martínez y Peralta, 2005). El huauzontle tiene alternativas tales como la extracción de aminoácidos como la lisina, ácidos grasos insaturados (ácido linolénico u Omega 3, linoleico u Omega 6, ácido oleico u Omega 9) y la producción de almidón de dicha planta. Por lo consiguiente, es necesario desarrollar novedades en cuanto a su aprovechamiento integral y métodos para generar alimentos

derivados de pseudocereales que pueden ser consumidos, además de tener un alto nivel alimenticio, pues contiene calcio, hierro, y fósforo, tiene el doble de proteína que el maíz, el triple que el trigo y la misma cantidad que la leche, aminoácidos y fibra, vitamina A, B1, B2, B3, C y E. Lo cual lo hace una excelente alternativa para ser consumido (De la Cruz, 2010).

Por lo tanto el propósito de la siguiente investigación fue utilizar el huauzontle debido a su alto valor nutricional atribuido a las proteínas, minerales y fibra principalmente en la elaboración de un producto el cual es consumido cotidianamente por personas que cuidan su salud al ingerir alimentos nutritivos ricos en fibra y de bajo valor calórico, las barras son un alimento de consumo inmediato, fáciles de adquirir y de bajo costo; estas satisfacen el hambre dando una sensación de satisfacción al cuerpo.

Para lograr el propósito de la investigación se elaboraron barras nutritivas en las cuales se adiciono el huauzontle en forma de mermelada como relleno del producto, las mermeladas se elaboraron usando frutos rojos cuyo sabor domino la percepción del huauzontle para lo cual se emplearon frambuesas y fresas. Los productos se analizaron sensorialmente para conocer el grado de aceptación, así mismo la que fue más aceptada se analizó químicamente para determinar su valor nutricional.

Los resultados indican que las barras rellenas con mermelada de huauzontle y cobertura de huauzontle, fueron aceptadas sensorialmente en cuanto a sabor, textura y aroma, presentado un aporte nutricional significativo. Por lo anterior resulta conveniente utilizar el huauzontle para el desarrollo de nuevas tecnologías dándole un valor agregado al uso que actualmente se le da; además se propone dar una alternativa en el consumo de barras nutritivas de origen natural.

JUSTIFICACIÓN

Uno de los productos que mayor crecimiento ha registrado en los últimos años son las “barras de cereal”. Estas son básicamente, una “masa” moldeada en forma de barra, compuesta por cereales de distintos tipos, en algunos casos con algún tratamiento previo, como inflado, tostado, etc. También puede incluir semillas, trozos de fruta, miel, chocolate, yogurt y otros. Las barras de cereales o barritas de cereal se conocieron principalmente gracias a una idea impulsada por el Dr. Howard Bauman, impulsor de las normas APPCC (Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico), creadas por primera vez en los años sesenta al aprovechar la difusión de los programas espaciales, en la tarea de crear un alimento espacial nutritivo, seguro y saludable en los astronautas; fueron promocionadas por la compañía Pillsbury en asociación con la NASA. En México, en un principio, fueron orientadas a deportistas y luego como alternativa para resolver alguna de las comidas del día. Actualmente su composición varía entre las diversas opciones que existen en el mercado (INTI, 2011).

De acuerdo con Dawn Jackson, profesora de medicina dietética en la Ohio State University, las barras son convenientes para tu dieta siempre y cuando te mantengas en actividad constante. Sin embargo, algunas de estas barras cuentan con altas cantidades de grasa saturada y azúcar, como un dulce macizo, por lo que es importante consumirlas con moderación (Viviant, 2006). Una prueba de lo anterior son los tiempos de caducidad, mucho más largos debido a la presencia de conservantes, esto conlleva ingerir aditivos innecesarios y nada sanos para nuestro cuerpo. A menudo se esconden en su interior azúcares añadidos y otros ingredientes artificiales.

Alguno de los aprovechamientos del huauzontle son las tortillas y tostadas artesanales hechas a base de huauzontle, chía y maíz; ricas en proteínas, fibra, omega 3, vitaminas y antioxidantes. El uso del huauzontle con la finalidad de fortificar los productos de panadería y fomentar su consumo debido a su riqueza en vitaminas, minerales, fibra y su alto contenido en proteína, resulta interesante. Las barras que comúnmente son consumidas son elaboradas a partir de harina de trigo, alguna de las marcas comerciales es, Bran Frut® Nutri-Grain®, etc. Sin embargo, ya se ha reportado que se pueden elaborar barras utilizando además de la base que es una harina de trigo convencional, elementos no convencionales, como; cotiledones de algarrobo, maní, huauzontle, entre otros (Olivera, 2009).

Por lo anterior debido a que ya se han elaborado productos con esa gran riqueza proteica que aporta el huauzontle, en este proyecto se propuso, elaborar una barra cuya aportación fue respecto al alto contenido de proteína atribuida del huauzontle como ingrediente principal, utilizando mermelada, a base de frutos como: frambuesas y fresas, para obtener como producto una barra rellena, la cual proporcionan las vitaminas y proteínas necesarias para un adecuado desarrollo corporal e intelectual, que por un componente de tiempo no se alcanza a realizar de manera adecuada, ideales para personas que consumen alimentos prácticos, agradables, nutritivos y saludables, son la opción para sustituir golosinas, puesto a que pueden ser consumidas a cualquier hora del día y entre comidas, resultando así grandes beneficios a la salud.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El consumo de alimentos pobres nutricionalmente hablando, disminuye la capacidad de atención y bajo rendimiento. Actualmente en el mercado existe todo tipo de barras, cada opción resaltando características diferentes para lograr llamar la atención de los consumidores. Es importante analizar la información nutricional y las características que la componen para determinar si es el tipo de barra que promete ser. Por estas razones se desea desarrollar una alternativa de alimentación que compense estas deficiencias nutricionales, que consista en crear un producto en forma de barra, necesario para un balance tanto proteico como nutricional. Las calorías diarias recomendadas por la OMS, en promedio es: 2000 kilocalorías/día. En este caso se tendría que dividir esa cantidad de calorías de la siguiente manera: 2000 calorías: 60% de carbohidratos, 25% lípidos, 15% proteínas, ingeridas en 5 tiempos de comida.

Marcas como Special K Nourish Bars, presentan en sus barras, cuatro tipos diferentes de azúcar agregada en la etiqueta junto con ingredientes más saludables como los arándanos y los cacahuetes, con 170 calorías por barra, Nutri Grain, presenta barras excesivamente procesadas y rellenas de mermelada están repletas de ingredientes artificiales y conservadores (Chicago Tribune Copyright © 2019). Si bien son relativamente bajas en azúcar, proporcionan 139 calorías por cada barra, Chewi Quaker, cada barra en miniatura aporta 100 calorías, pero las calorías no son todo cuando se trata de nutrición, debe haber un balance en el sustento. Nature Valley, la barra es principalmente de avena y azúcar, mezclada con un poco de aceite de canola y otros aditivos, proporcionando 192 calorías; por mencionar algunas.

Por otro lado, algunos de los productos que se han mencionado contienen diversas sustancias como lo son grasas saturadas e hidratos de carbono que perjudican en el desarrollo corporal de las personas, provocando un bajo rendimiento y desórdenes alimenticios (Cruz, 2014). En estas barras en vez de almidón, está aumentada toda la fracción de “otros carbohidratos”, que consisten principalmente en polisacáridos no amiláceos (celulosa, pectinas, gomas, mucílagos). En cuanto a las proteínas de los diferentes cereales, usados en barras, como trigo, chía, avena, amaranto, etc., varían en su composición de aminoácidos. Pocas plantas son capaces de obtener tal concentración de nutrientes (glúcidos, proteínas, vitaminas), y aportar suficiente energía al organismo durante un largo período de tiempo. La mayor virtud de las barritas de

cereal radica en que ayudan a conseguir calorías extras en comidas muy ligeras, lo cual permite comer antes, durante y después sin que la digestión interfiera en el esfuerzo (Olivera *et. al.*, 2009). Este grupo de alimentos aporta hidratos de carbono denominados complejos (almidón y fibra) porque se asimilan lentamente y la energía que proporcionan es por largo tiempo. A diferencia de los azúcares y dulces (hidratos de carbono simples) que se digieren rápidamente y, por lo tanto, aportan energía inmediata; otra diferencia radica en que éstos últimos no van acompañados de nutrientes esenciales para el organismo (se dice que aportan calorías “vacías”) como lo hacen los alimentos que aportan hidratos de carbono complejos.

Considerando la importancia que tiene el cuidar la salud, en el presente proyecto se elaboró una barra con huauzontle destacando su alto contenido nutricional, con el fin de proponer que sea utilizado no sólo como hortaliza, sino como pseudocereales, ya que sus propiedades superan a las del amaranto, lo que habla de su viabilidad alimenticia. Investigaciones demuestran la utilización de pseudocereales, principalmente de *Chenopodium nuttalliae*, conocido como huauzontle, al destacar con 20.85 por ciento en contenido de proteínas, siendo el promedio general de 16.43, mientras el contenido promedio de lípidos y carbohidratos es de 4.25 por ciento y 66 por ciento, respectivamente (UAEM, 2012). Este producto representa una opción saludable, además de ser de bajo costo con alta riqueza nutricional disponible. Es importante resaltar que el huauzontle no es conocido por muchas personas, y esto hace que se conozca poco sobre las excelentes propiedades nutricionales que aportan a nuestra salud.

OBJETIVOS

GENERAL:

Elaborar y evaluar una barra que reúna características nutricionales y sensoriales aptas para su consumo en poblaciones que comúnmente consumen este tipo de alimentos.

ESPECÍFICOS:

Analizar el consumo actual de huauzontle en Texcoco ciudad de México

Determinar la presencia de metabolitos secundarios y propiedades nutricionales el huauzontle (*Chenopodium nuttalliae*)

Utilizar el huauzontle para la elaboración de una mermelada la cual será usada como relleno en la producción de barras horneadas con cobertura de huauzontle.

Elaboración y evaluación sensorial de las barras producidas con huauzontle para determinar su nivel de aceptación y determinar el valor nutricional de la barra que fue más aceptada en la evaluación sensorial

HIPÓTESIS

La barra con huauzontle presentará mayor valor nutricional y será sensorialmente aceptada comparada con un producto comercial

MARCO TEÓRICO

CEREALES

Siguiendo la Norma Oficial Mexicana NOM-043 y como se muestra (Figura 1), los cereales se sitúan como suficientes en el plato del bien comer, por su fuente de energía que el organismo utiliza para realizar sus actividades diarias, por lo que su consumo es fundamental para el buen funcionamiento del organismo.

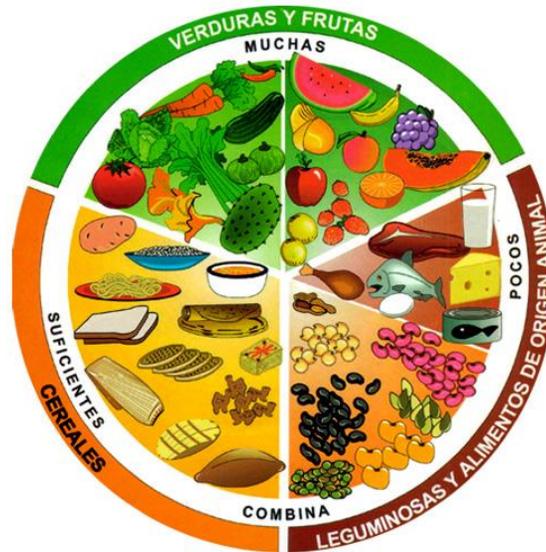


Figura 1. Plato del bien comer.

Los cereales son semillas de las gramíneas, en las que se incluyen el. Maíz, trigo, arroz, cebada, avena y centeno. La semilla del amaranto, que se incluye en este grupo debido al uso similar que se le da. Aunque la forma y el tamaño de las semillas son diferentes, todos los granos de cereales tienen un valor nutritivo similar (Figura 2).



Figura 2. Semillas de cereales.

Aportan alrededor de 300 a 350 kilocalorías por cada 100 gramos, por lo que se consideran como una fuente importante de energía de la dieta (Tabla 1) (Bedca, 2004).

Tabla 1. Valor nutritivo de los cereales.

Nutriente	Porcentaje (%)
Carbohidratos	58 – 72
Proteínas	8 – 13
Grasas	2 – 5
Fibra no digerible	2 – 11
Vitaminas y minerales	Trazas

(SENC, 2004)

En su estado seco los cereales carecen completamente de vitamina C y no contienen carotenos.

Tabla 2. Composición química aproximada de los granos de cereales (g/100g de porción comestible).

Cereal	Humedad	Hidratos de carbono	Proteínas	Lípidos	Minerales	Fibra
	g				Mg	g
Trigo	14	56.9	12.7	2.2	1.6	1.6
Arroz	11.8	74.3	6.4	2.4	1.6	3.5
Maiz	12	62.4	8.7	4.3	1.6	11
Avena	8.9	60.1	12.4	6.4	1.9	10.3
Centeno	15	58.9	8.2	1.5	1.8	14.6
Cebada	11.7	56.1	10.6	1.6	2.7	17.3

Sorgo	14	69.3	8.3	3.1	1.5	13.8
Mijo	13.3	66.3	5.8	4.6	1.5	8.5

(FEN, 2012)

Los cereales contienen proteína, pero esta es deficiente en cereales como el arroz, el centeno y el maíz en uno o más aminoácidos esenciales y por esto es de menor cantidad (Tabla 2).

Pseudocereales

Existen multitud de pseudocereales en el mundo, siendo América Latina el principal punto de producción. Los más conocidos y consumidos son la Quinoa y el Amaranto. Tanto la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como la Organización Mundial de la Salud (OMS) califican ambos pseudocereales como únicos por su altísimo valor nutricional, ya que tienen la cualidad de poder sustituir las proteínas de origen animal por ser muy ricos en nutrientes (Figura 3). Ambas asociaciones coinciden en resaltar que los pseudocereales, son alimentos perfectos para el ser humano, y es por esto que muchas veces reciben la denominación de súper cereales (Yufero, 2001).



Figura 3. Pseudocereales (Quinoa, chía y amaranto).

El cultivo de pseudocereales está cobrando cada vez mayor importancia en el mundo ya que éstos cubren las necesidades alimenticias y nutricionales de la población y, además, su zona y forma de cultivo es muy similar a la de los cereales. Además, Otro de los valores añadidos de este tipo de cultivos, tal y como destaca la FAO, es que supone la recuperación de los llamados “cultivos olvidados” que formaban parte de la alimentación de las culturas prehispánicas. A lo largo de 2013 la NASA también ha mostrado su interés por los pseudocereales ya que ambos están incluidos en su lista de alimentos del futuro, ya que además de tener un alto valor

nutricional no se descomponen en los viajes espaciales lo que sugiere que sería un tipo de alimentación ideal para los astronautas con misiones prolongadas en el tiempo.

Los pseudocereales son plantas de hoja ancha, dicotiledoneas, por tanto, no gramíneas como los cereales, que se pueden utilizar de la misma forma, ya que sus semillas se pueden moler para hacer harina. Poseen un gran valor nutritivo, con la ventaja añadida de que no tienen gluten, por lo que son aptos para celíacos. Contienen compuestos bioactivos como antioxidantes y fructooligosacáridos que influyen y mejoran la actividad celular"(Enide, 2011).

El huauzontle es denominado pseudocereal por sus semillas, las cuales poseen alto contenido harinoso apto para la panificación; sin embargo, la diferencia con los verdaderos cereales (maíz, trigo y arroz) es que éstos pertenecen a las monocotiledóneas, mientras que los pseudocereales a las dicotiledóneas (De la Cruz y García, 2011). Villanueva y Amao en 2007, confirman que actualmente la producción y el consumo del amaranto y huauzontle disminuyen considerablemente debido a la influencia de los hábitos alimenticios de países desarrollados, considerando estos cultivos como “alimento para la gente pobre” (figura 4); dejando de lado su valor nutritivo y gran rusticidad, lo que hace que constituyan una importante alternativa de cultivo (Goncalves, 2009)



Figura 4. Cosecha de Pseudocereales

ALIMENTOS NO CONVENCIONALES

Existen marcadas diferencias entre los alimentos convencionales y no convencionales desde el punto de vista biológico, físico y químico. En los últimos años investigaciones como “Alimentación no convencional: una nueva forma de comer saludable” desarrollada por Adolfo Chávez en 2014, han demostrado que con algunos alimentos no convencionales se logran resultados de comportamiento comparables a los obtenidos con la alimentación convencional. No obstante esta última puede definirse como aquellos productos que provienen fundamentalmente de granos de cereales, leguminosas y harinas de origen animal, los cuales han sido ampliamente estudiados y su valor nutritivo es de reconocida calidad (Tabla 3).

Por otro lado los alimentos no convencionales están constituidos por una amplia gama de productos y subproductos que existen en el área tropical. Estos alimentos varían ampliamente en su composición química y pueden presentarse en forma líquida, semi-líquida y sólida; pero además para ser utilizados requieren de algún procesamiento que viabilice su empleo como secado por métodos artificiales o naturales para fabricar harinas, ensilajes, preservación o simplemente molinaje para incrementar el consumo y aprovechamiento digestivo. En algunos caso también llamados alimentos transgénicos y son todos aquellos que contienen ingredientes o que fueron producidos a partir de un organismo modificado genéticamente. Proviene en su mayor parte de plantas transgénicas como el maíz o la soja (Chávez, 2014).

Tabla 3. Principales alimentos no convencionales

Industria azucarera	Productos y subproductos agrícolas	Productos y subproductos industriales
Mieles y caña (rica en Vitamina A, B Y C) Azúcar cruda Guarapo Sirope off Cachaza Saccharina	Subproductos del arroz (Cabecilla y polvo) Tubérculos y raíces Fruto de arboles Forraje de gramíneas y leguminosas Residuos de cosecha	Levadura torula y saccharomyces Residuos de la industria cervecera y alcohólica de matadero Otros subproductos industriales

(Ledesma, 2009)

Desde muchos puntos de vista, los alimentos no convencionales son alimentos que no consumimos normalmente (Figura 5) y sin embargo son ricos en nutrientes, algunos ejemplos de alimentos no convencionales son la quínoa, el huauzontle, el tofu, el aceite de coco, las bayas de goji o las semillas, insectos, generalmente conocidos por pocas personas y utilizados gastronómicamente en platillos tradicionales, donde su consumo si forma parte de la dieta convencional.



Figura 5. Porcentaje de alimentos desaprovechados (FAO, 2017).

HUAUZONTLE (*CHENOPODIUM BERLANDIERI SPP. NUTTALLIAE*)

El huauzontle (del Náhuatl huautzontli, literalmente traducido: 'bledo como cabello', de huautli 'bledo' y tzontli 'cabello'.) significa buena vida o vida fuerte. Otros nombres comunes son huauzontle, huauzontle y guausoncle. Es un grupo de plantas comestibles nativas de México y Norteamérica, conocido también como el quelite de manteca, se desarrolla en regiones templadas y se distribuye por buena parte del continente americano (Figura 6).



Figura 6. Huauzontle (*Chenopodium berlandieri* spp. *nuttalliae*).

En la época de Moctezuma el huauzontle era el cuarto cultivo en importancia junto con el amaranto, después del maíz, el frijol y la chía. Diversos pueblos pagaban tributo al imperio azteca en forma de huauzontle. Después de la conquista española su cultivo y consumo quedó prohibido, sobreviviendo en zonas muy apartadas. El huauzontle como el amaranto, es muy tolerante al clima frío y seco, y crece en suelos pobres. Tiene un alto valor nutritivo, lo que puede ser una excelente alternativa de producción para regiones con limitantes en la siembra de otro tipo de cereales.

Normalmente se consumen las hojas, las ramas, las flores y las semillas del huauzontle. Aunque como platillo se consume en todo México, es más común en el centro del país, especialmente en los estados de Tlaxcala, Estado de México, el sur del Distrito Federal y Puebla. (Bastioli, 2005).

Origen y distribución geográfica

El *Chenopodium* es una planta de origen Norte americana, distribuida desde el sur de Canadá hasta Guatemala, en México es una planta nativa común en los estados de Baja California Norte, Campeche, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Nuevo León, Oaxaca, Sonora, Veracruz y Puebla (Barbosa, 1993). El estado de Puebla es el principal productor de huauzontle (Figura 7).

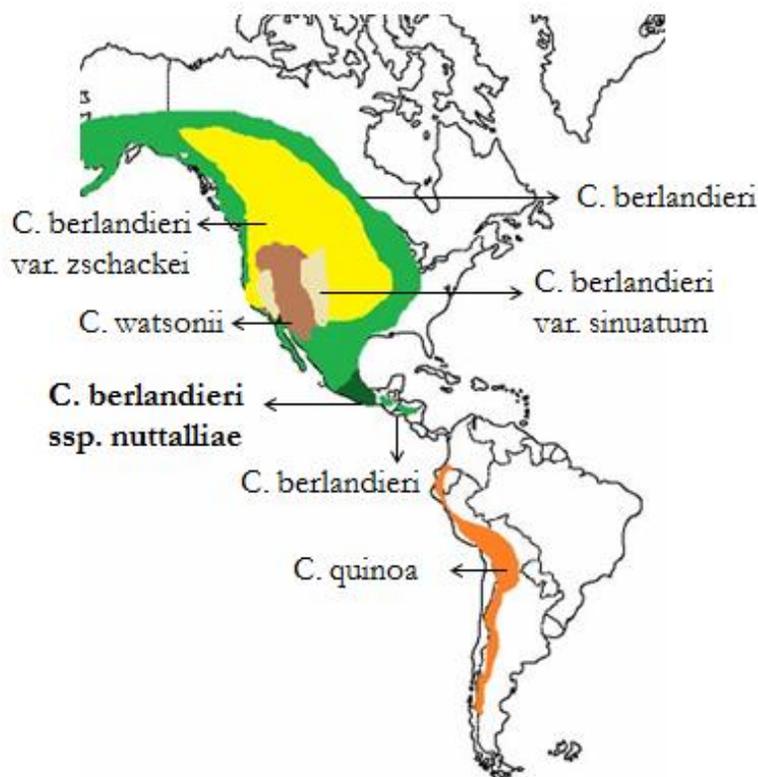


Figura 7. Distribución del cultivo del género *Chenopodium* (Xingú, 2010)

Hábitat

Soporta temperaturas bajo 0°C por periodos cortos, su temperatura mínima mensual de crecimiento es de 5°C. La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de importancia económica, debido a que la mayor demanda como verdura coincide con el periodo de Semana Santa. Es una especie exigente en suelo, prefiere terrenos fértiles, ligeramente húmedos, profundos, de buena estructura física y de reacción química equilibrada, bien drenado, de consistencia media, ligeramente suelto, rico en materia orgánica y nitrógeno (Bhargava, 2006; Mujica, 2001). (Figura 8).

En suelos ácidos con pH inferior a 6.5 no desarrolla, con pH ligeramente alcalino se produce el enrojecimiento del peciolo y en pH elevado es muy susceptible a la clorosis (SIAP, 2012).

La recolección consiste en cortar las inflorescencias más desarrolladas, dando aproximadamente 5 ó 6 pasadas a un cultivo, cuando se comercializa la planta entera, se corta cada planta por debajo de la roseta de vainas a 10 cm sobre la tierra, en este caso se dará solo una pasada (SIAP, 2012). Se ha reportado la siguiente composición para la semilla de

huauzontle: 42.2% de carbohidratos totales, 1% de azúcares, 15% de cenizas, 4% de grasa y 5.6% de humedad.



Figura 8. Siembra de huauzontle.

Clasificación botánica

El Huauzontle pertenece al reino Plantae, clase Magnoliophyta, orden Caryophyllales, familia Amaranthaceae, género *Chenopodium*; la especie *berlandieri* incluye la subespecie *nuttalliae* y las variedades: *berlandieri*, *boscianum*, *bushianum*, *macrocalycium*, *sinuatum*, *zschackii*. Es una especie variable, taxonómicamente complicada, según varios autores existen más de una docena de entidades subespecíficas (Flores, 2012). El género *Chenopodium* tiene amplia distribución mundial cerca de 250 especies (Tabla 4)

Tabla 4. Taxonomía de huauzontle

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Tipo	Embryophyta siphonogama
Subtipo	Angiosperma
Clase	Dicotiledoneae
Subclase	Archyclamidae

Orden	Centrospermales
Familia	Chenopodiaceae
Genero	Chenopodium
Sección	Chenopodia
Serie	Foveosa
Especie	C. Berlandieri
Subespecie	Nuttalliae

(Banks, 1986)

Morfología

La planta de huauzontle es anual, de rápido crecimiento, erecta, considerada como maleza, con una altura de 100 a 105 cm; hojas de forma variable, normalmente triangulares, alternas, astadas, onduladas, pecioladas, de 1.2 a 12 cm (raramente de 15 cm) de largo y 0.5 a 7 cm (raramente de 9 cm) de ancho (Figura 9).



Figura 9. Planta de huauzontle.

- Raíz: Fasciculada y muy fibrosa.
- Tallo: Cilíndrico y a la madurez se vuelve anguloso.
- Hojas: De la base son romboides y las superiores alrededor de la inflorescencia son lanceoladas.
- Inflorescencia: Panoja típica, puede ser laxa (Amarantiforme) o compacta (glomerulada).
- Flor: Cuenta con perigonio sepaloide, con cinco sépalos, androceo con estambres y filamentos cortos y un gineceo con estigma central y plumoso, ovario elipsoidal súpero.

- Fruto: Es un aquenio con un perigonio que se desprende fácilmente y dos capas internas: episperma exterior y perisperma interior que difícilmente se separan del fruto (Tropa, 2010).
- Semilla: Forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, partes bien definidas (episperma, embrión y perisperma).

La planta está cubierta por una especie de polvillo amarillento, tiene una raíz muy ramificada y tallo surcado; las flores se reúnen en espigas terminales con cinco sépalos de color verdoso; el fruto comprimido contiene semillas reniformes con abundante albumen y alcanza el medio metro de altura (Mujica, 2001)

Ciclo fenológico y cultivo

El ciclo fenológico de la planta de huauzontle varía de 120 a 240 días, adaptándose a diferentes condiciones del medio. Las fases fenológicas son: emergencia, 2 hojas verdaderas, 4 hojas verdaderas, 6 hojas verdaderas, ramificación, inicio de formación de panoja, plena formación de panoja, inicio de floración, floración o antesis, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica (Tropa, 2010).

El ciclo fenológico va de los 90 a los 120 días y en algunos casos hasta 170 días dependiendo principalmente de las condiciones ambientales y la calidad del suelo, llegando a medir hasta 3.8 m de altura (De la Cruz *et al.*, 2010). La emergencia dura de 2 a 13 días, caracterizada porque cerca del 50% de las plántulas presentan los cotiledones plenamente extendidos. La fase vegetativa comprende el desarrollo de las 2, 4 y 6 hojas verdaderas y el comienzo de la ramificación, fase que puede presentarse de los 10 a los 45 días. La fase reproductiva comprende el inicio del desarrollo de la panoja (55-60 días) hasta el comienzo de la floración (antesis) presentándose entre los 100 a los 145 días o antes (81-82), el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas (Bhargava, 2007; Mujica *et al.*, 2006). La fase de fructificación es determinada por el fin de la floración y senescencia de las flores para comenzar a formar el fruto, etapa comprende la formación del grano lechoso (100 a 130 días) y la formación del grano pastoso, puede presentarse de los 130 a los 160 días. La madurez fisiológica es determinada por el cambio en la coloración de la panoja, generalmente cambia a tonos cafés y amarillos, además de que la semilla es dura y comienza a caer de la panoja, puede presentarse desde los 129 o hasta los 175-195 días. El huauzontle se siembra en pequeñas superficies, generalmente a la orilla de otros cultivos como maíz, haba, frijol y calabaza (García

y De la Cruz, 2011), cultivado en siembra directa o trasplante. En siembra directa los surcos deben estar a 92 cm de distancia y 50 cm entre plantas, colocando entre 4-5 semillas por golpe y a 2 cm de profundidad, la semilla debe quedar cubierta por tierra fina para facilitar la germinación (Xingú, 2010), cuando se siembra a chorrillo, se utilizan entre 3 y 4 kg de semilla/hectárea y cuando se siembra por trasplante las plantas se siembran a los 25 días después de la germinación. La época de siembra coincide con la época lluviosa (marzo- abril). Entre las plagas más comunes se tiene a los pulgones (*Aphis spp.*), *Pegomya 30 hernandezii* y *Peronospora fasinosa* F. (Xingú, 2010). La cosecha se realiza entre octubre y noviembre y es adaptable a bajas temperaturas y altos niveles de salinidad.

Producción nacional de huauzontle

En nuestro país, la producción registrada de huauzontle es de 304.2 hectáreas sembradas (Tabla 5), lo que representa un valor de la producción de \$7,376.49 miles de pesos, de los cuales Puebla participa con 90%, resultado de 284.2 hectáreas sembradas, una producción de 3,379.8 toneladas y rendimiento de 12 t/ha, la producción restante es aportada por los estados de Guerrero y Tlaxcala.

Tabla 5. Producción de Huauzontle por estado en México.

Estado	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Valor de la Producción (Miles de pesos)
Guerrero	5.00	9.00	76.50
Puebla	284.00	3,379.80	6,635.86
Tlaxcala	15.00	179.50	664.14
Total	304.00	3,568.30	7,376.49

(SIAP-SAGARPA, 2012).

El huauzontle es cultivado en algunas comunidades del Valle de Toluca (San Cristóbal Huichochitlán, San Andrés Cuexcontitlan, San Pablo Autopan y San Mateo Otzacatipan) bajo el sistema de agricultura tradicional asociado con calabaza, maíz y cempasúchil en pequeñas parcelas. Este producto se consume como verdura y es mínimo el consumo de la semilla, paradójicamente la semilla presenta la mayor cantidad de proteínas (De la Cruz *et al.*, 2010; Martínez, 2005).

Composición química

La gran diversidad genética del huauzontle se evidencia mostrando variabilidad en la coloración de la planta, inflorescencia y semillas (encontrando color blanco, rojo y amarillo), así como también en el contenido de proteínas, saponinas, betacianinas y cristales de oxalato de calcio en las hojas (Tropa, 2010).

Valor nutricional

El huauzontle posee un alto valor nutritivo en comparación con algunos cereales (maíz y trigo). Presenta altos niveles de aminoácidos como la lisina (Delgado, 2009) y rico en ácidos grasos insaturados (ácido linolénico u Omega 3, 12.28 %, ácido linoleico u Omega 6, 52.82 % y ácido oleico u Omega 9, 23.79 %) (Gil, 2001), siendo valores similares a los de la quinua (*C. quinoa Willd.*) y a los obtenidos por De la Cruz y col., en el 2010, en su análisis bromatológico en semillas de huauzontle, Chía roja y Chía blanca, propiedades por las que se considera de mayor importancia alimenticia entre los pueblos (encontraron en el amaranto y huauzontle porcentajes de proteínas semejantes a los de la canola (Tabla 6). Sus niveles de saponinas no presentan toxicidad al consumirlos (5.280g/100g en base seca de huauzontle), los taninos e inhibidores de tripsina pueden ser removidos fácilmente con lavados a base de agua (Huepalo, 2013). Además por la ausencia de gluten es recomendado junto con el amaranto como alimento alternativo para enfermos celíacos.

Tabla 6. Contenido proximal de nutrientes en 4 especies de importancia alimenticia (100g peso seco)

Cultivo	Humedad (g)	Ceniza (g)	Proteína (g)	Exr. Etereo (g)	Fibra cruda (g)	Carbohidratos (g)	E (Kcal) (g)
Canola	8.21	4.87	17.38	28.42	24.37	49.33	522.64
Amaranto	11.25	2.72	16.73	7.03	4.40	73.21	424.29
Huauzontle	9.71	4.97	17.83	6.21	6.59	71.0	411.18
Quinua	13.17	3.5	11.41	7.15	1.33	63.	-

(Gil, 2010)

Usos alimenticios del huauzontle

A diferencia de otros cultivos, no existen referencias sobre el uso en productos alimenticios del huauzontle, considerando los limitados registros históricos y etnográficos. El follaje es rico en calcio y vitamina A, comparable a las espinacas. No hay estudios nutricionales para semillas de tipo salvaje del huauzontle, pero estudios de quínoa indican que es comparable al trigo en energía y superior en proteína ya que contiene más lisina y una serie balanceada de aminoácidos. Carece de gluten, un alérgeno común que se encuentra en el trigo. También es superior en calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, cobre, manganeso y zinc a cualquiera de los cereales (arroz, trigo, cebada, avena o maíz) (Delgado, 2009; Martínez y Peralta, 2005).



Figura 10. Usos y subproductos potenciales de las diferentes partes vegetativas de la planta de huauzontle (Martínez y Peralta, 2005).

Hay estudios realizados en donde queda demostrado que el huauzontle tiene alto potencial para su uso en la producción pecuaria en México (Figura 10) (Gutiérrez, 2004).

El huauzontle es un cultivo de elevadas cualidades nutricionales, que al igual que el maíz, el amaranto, el frijol, la papa y muchos otros cultivos nativos, constituye históricamente uno de los alimentos principales del hombre. Martínez y Peralta (2005) mencionan que la calidad nutricional del grano es considerable por su contenido y cantidad proteínica, siendo rico en aminoácidos, lisina y azufrados, mientras que, por el contrario, los cereales son deficientes en estos aminoácidos; por ello en la actualidad se presenta como una opción alimentaria importante, especialmente en la nutrición de la población infantil (Delgado, 2009). A pesar de

la inmensa posibilidad del género de *Chenopodium* como alimento no se han hecho esfuerzos por su mejora genética (Bhargava, 2006).

Se han desarrollado materiales con bajos contenidos de saponinas y con variabilidad evidenciada en porte, coloración, ramificación y ciclo de vida, que sirven de base para programas de mejoramiento por selección, en busca de líneas precoces para lograr óptimas condiciones en el establecimiento de monocultivo con altas densidades de población. Para complementar los métodos convencionales de mejoramiento genético que permitan obtener genotipos con características deseables (materiales con alto rendimiento, libre de saponinas, grano grande, resistencia a plagas y enfermedades, plantas uniformes, erectas y cortas, de panoja única terminal grande y compacta, atributos que harían más productivo y manejable el cultivo) se ha considerado el uso de inducción de mutaciones, las cuales incluyen el uso de agentes físicos como los rayos gamma y agentes mutagenos químicos como azida de sodio (De la Cruz, 2010; Delgado, 2009; Tropa, 2010).

ANTECEDENTES

Propiedades químicas del Huauzontle

Estudio de saponinas

Cabe destacar que el huauzontle contiene saponinas, que son sustancias químicas que le dan a éste y otros alimentos que las contienen un sabor ligeramente amargo. Las saponinas pueden ser tóxicas, el germinado de huauzontle presenta la mayor cantidad de saponinas (5,280.57 y 2,873mg por cada 100g materia seca, respectivamente) (Tabla 7); sin embargo, el valor es inferior al descrito para alcanzar la dosis letal (6,000 mg por cada kilogramo de peso corporal) (Cheeke, 2000). Adicionalmente, Cheeke (2000) señala que la toxicidad, los efectos fisiológicos y las propiedades farmacológicas están íntimamente relacionados con la estructura química de las saponinas. Actualmente, la literatura señala un bajo valor antinutricional de estos metabolitos. Las saponinas son comunes en muchos alimentos como los frijoles, la cáscara de la uva, las aceitunas, la soya, la mandioca o yuca y los espárragos.

Tabla 7. Contenido de saponinas en semillas y germinados en cuatro especies.

Especies	Contenido total de saponinas (mg 100/g peso seco)		Potencial toxico (mg 100/g peso seco)	
	Semilla	Germinado	Semilla	Germinado

Huauzontle	5,280.57 a ²	2,873.23 b	719.42	3,126.76
Calabacita	0.00 e	155.40 cd	6,000	5,844.59
Canola	35.77 de	429.81 c	5,964.22	5,570.18
Amaranto	42.84 de	491.45 c	5,957.15	5,508.54

(Ortega, 2010) Promedios seguidos por la misma letra, dentro de cada columna, son iguales, según la prueba de Tukey.

Minerales

El huauzontle es rico en diversos minerales, como calcio, fósforo y hierro (Ortega, 2011). El calcio es el mineral más abundante en nuestro organismo y supone algo más de 1 kilogramo de nuestro peso. La mayor parte (99%) se encuentra formando parte de huesos y dientes, el 1% en los tejidos blandos y el 0.1% en el líquido extracelular, donde intervienen en la contracción muscular, (los latidos del corazón incluidos) la coagulación sanguínea o la transmisión nerviosa. Se obtiene de los alimentos y se absorbe sobre todo en la primera porción del intestino delgado (duodeno y yeyuno proximal), donde la vitamina D3 estimula la captación de este calcio. Pero solo se absorbe el 30%-40% del calcio ingerido, eliminándose el resto por las heces (Tabla 8). Esta absorción además es muy variable y depende de varios factores como los alimentos que ingerimos (García, 2015).

El fósforo es el segundo mineral más abundante del organismo (1%), y está relacionado con el calcio, pues al igual que este, la mayor parte del fósforo se encuentra en el hueso, ambos minerales se encuentran unidos a la hidroxiapatita del hueso, formando su estructura inorgánica. El fósforo se encuentra sobre todo en alimentos proteicos, como la carne o forma parte de las proteínas de la leche, concretamente de la caseína de la leche. También se encuentra en cereales integrales.

El hierro (Fe) es un micromineral importante para la vida, aunque se encuentre en muy poca proporción en el cuerpo humano. Es primordial en el transporte de oxígeno, junto con el proceso de respiración celular. Es uno de los minerales que mayores carencias provoca, especialmente entre mujeres en edad fértil, por ello, las necesidades son mayores en mujeres, y es que la carencia de hierro provoca un tipo de anemia concreto (García, 2015).

Tabla 8. Concentraciones de minerales en cinco especies de hortalizas consumidas ancestralmente en México.

Hortalizas	Concentración (mg 100/g peso fresco)								
	P	Mg	k	Ca	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
Huauzontle	240.9c	463.8d	1862.3 ^a	504.8b	37.3d	7.1b	3.1b	0.6b	1.5a
Quelite	260.3b	748.4b	1202.1b	383.4c	2760.3b	6.2b	1.5c	0.6b	1.6c
Quintoniles	329.7a	1094.5a	1191.1b	951.8a	53.2d	9.3a	1.4c	0.8b	2.2b
Romeritos	141.8d	661.1c	279.0c	225.5d	3363.5a	3.3c	0.7d	0.4b	0.5d
Verdolaga	329.5a	1121.5a	1230.7b	512.7b	158.9c	9.3a	3.8a	1.2a	3.3a

(García, 2015) Nota: P: Fosforo Mg: Magnesio K: Potasio Ca: Calcio Na: Sodio Fe: Hierro Mn: Manganeso Cu: Cobre Zn: Zinc.

Fibra soluble

La fibra es un nutriente básico, fundamental para regular el tránsito, la función intestinal y mantener el ecosistema de la flora bacteriana. Las fibras fermentables comprenden las gomas, las sustancias pécticas y algunas hemicelulosas. Estas fibras son solubles y se encuentran fundamentalmente en frutas, legumbres y cereales (Tabla 9). Su solubilidad en agua condiciona la formación de geles viscosos en el intestino. Su alta viscosidad es importante. Desde el punto de vista de funcionalidad intestinal, estas fibras retrasan el vaciamiento gástrico y ralentizan el ritmo intestinal.

Tabla 9. Contenido proximal de semillas y germinados en cuatro especies cultivadas (g 100/g peso seco).

Componentes		Huauzontle	Calabacita	Canola	Amaranto
Proteína (g)	Semilla	17.83c ²	31.56 a ²	17.38 c	16.73 c
	Germinado	21.19 bc	34.4 a	27.81 ab	20.43 bc
Extracto Etéreo (g)	Semilla	6.21c	18.75 b	28.42 a	7.03 c
	Germinado	2.26 d	29.24 a	8.47 c	3.19 d

Cenizas (g)	Semilla	4.97 c	6.77 ab	4.87 c	2.72 d
	Germinado	5.22 c	7.45 a	5.78 bc	4.38 c
Fibra cruda (g)	Semilla	6.59 cd	22.66 a	24.37 a	4.40 d
	Germinado	10.77 c	9.89 c	15.82 b	9.67 c
Humedad (g)	Semilla	9.71 e	7.91 f	8.21 f	11.25 c
	Germinado	12.78 a	6.22 g	10.67 d	11.81 b
Carbohidratos (g)	Semilla	71.0 a	42.91 c	49.33 bc	73.51 a
	Germinado	71.32 a	28.90 d	57.95 b	72.00a
Energía (calorías)	Semilla	411.18 cd	466.68 b	522.64 a	424.29 c
	Germinado	390.45 e	516.40 a	419.22 c	398.43 de

(García, 2015) Nota: Letras iguales significa que no existen diferencias significativas estadísticas entre los productos analizados.

Es importante mencionar que el consumo de fibra disminuye los niveles de colesterol y de azúcar en la sangre (aunque el mecanismo de acción aún no está totalmente elucidado), regula la mecánica digestiva, también se le atribuyen efectos benéficos en la prevención de algunos padecimientos degenerativos como cardiovasculares y diabetes (Martino *et al.*, 2012). Algunos metabolitos como los ácidos biliares, el colesterol, las hormonas esteroideas y los compuestos tóxicos son absorbidos por la fibra dietética y se le ha relacionado nutricionalmente con la absorción de minerales y metales pesados y con la absorción de fluidos y electrolitos en el lumen del intestino, por lo que su ingesta mediante hortalizas ricas en fibra ofrece beneficios a la salud (Singh *et al.*, 2015).

Antecedentes sobre investigaciones que relacionan del uso del huauzontle en la alimentación humana

Caracterización reológica, térmica, funcional y fisicoquímica del almidón de semillas de huauzontle (*chenopodium berlandieri* spp. *nuttalliae*)

El hecho de que el almidón del huauzontle pueda extraerse lo hace disponible para aplicaciones alimentarias; sin embargo, su potencial industrial permanece sin aprovechar y es importante entender las características estructurales de los almidones para sugerir más aplicaciones. El almidón está organizado en gránulos discretos en la mayoría de los tejidos

vegetales, pero es muy abundante en los órganos de almacenamiento, incluyendo raíces/tubérculos, tallos, semillas/granos y frutos (Copeland et al., 2009). La complejidad de la biosíntesis del almidón produce variabilidad en las moléculas de amilosa y amilopectina, que se refleja en la diversidad de morfología del gránulo.

Bustillos en el 2014 extrajo y caracterizó el almidón contenido en las semillas de huauzontle mediante técnicas químicas y físicas. Los resultados mostraron un 50 % de rendimiento de extracción y un 72.5 % de pureza de almidón, de humedad un 5.32 %, de ceniza 1.09 %, 0.083 % de grasa, 11.4 % de nitrógeno total y 4.13% de fibra cruda. El contenido de amilosa que obtuvo fue de 10.5 %, lo cual sugiere que los geles del almidón de huauzontle podrían tener una tendencia baja a retrogradar. El hinchamiento y solubilidad fueron similares a los valores reportados para el maíz, menores que para papa y mayores que los almidones de quinua. La temperatura máxima de gelatinización fue 68 °C.

Valor nutricional y contenido de saponinas en germinados de huauzontle (Chenopodium nuttalliae Saff.), calabacita (Cucurbita pepo L.), canola (Brassica napus L.) Y amaranto (Amaranthus leucocarpus s. Watson syn. Hypochondriacus L.)

El propósito del estudio fue evaluar el efecto de la germinación en la composición nutricional y contenido total de saponinas en germinados de huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.), calabacita (*Cucurbita pepo* L.), canola (*Brassica napus* L.) y amaranto (*Amaranthus leucocarpus* S. Watson syn. *hypochondriacus* L.). Se realizó un análisis proximal y la cuantificación de saponinas en semillas y germinados de las cuatro especies. El contenido de proteína fue más alto en los germinados de canola que en las semillas, pero en huauzontle, calabacita y amaranto no varió. El contenido de lípidos en las semillas de canola, huauzontle y amaranto disminuyó en sus germinados, pero se incrementó en calabacita. El contenido de saponinas en los germinados fue de 2,873.23 en huauzontle, 155.40 en calabacita, 429.81 en canola, y 491.45 mg 100·g⁻¹ de peso seco en amaranto. El contenido de saponinas en semillas fue de 5280.57, 0.00, 35.77 y 42.84 mg 100·g⁻¹ en peso seco, respectivamente. Los niveles del contenido de saponinas en semillas y germinados para las cuatro especies estudiadas no representan toxicidad para humanos. El valor nutricional fue mejor en el germinado de canola que en el de huauzontle, calabacita y amaranto. El sabor de los germinados de huauzontle y amaranto fue mejor que en los de canola y calabacita (Barron, 2009).

Uso de huauzontle en el desarrollo de nuevos productos

Panahuitos

Por el alto valor nutritivo del huauzontle, estudiantes del Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud (CICS), Unidad Milpa Alta, del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Proponen el consumo de Huauzontle en panquecitos. Al utilizarlo para fortificar un producto de panadería y fomentar el consumo de esta planta prehispánica, rica en vitaminas, minerales, fibra y su alto contenido en proteína.

Ariadna Estefanía Calleja Arévalo y Lisset Aylin Contreras Molotla, del tercer semestre de la licenciatura en Nutrición, elaboraron los Panahuitos bajo la Norma Oficial Mexicana 247-SSA1-2008 que se refiere al uso y elaboración de cereales, harina de cereal, sémolas, derivados, y productos de panificación en general, además de estrictas disposiciones de higiene para la producción de alimentos.

El producto fue desarrollado bajo la asesoría del profesor Carlos Augusto López Bartolo, titular de la materia de conservación de alimentos, que como parte de un proyecto académico, les pidió elaborar un producto innovador que favoreciera la salud (figura 11).



Figura 11. Estudiantes del Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud.

Panahuitos es el nombre que las politécnicas dieron al panquecito elaborado en los laboratorios de la escuela con 80 por ciento de harina de huauzontle (previamente deshidratado) con el propósito de conservar todas sus propiedades y lograr que el producto tenga un tiempo de anaquel de una semana, dado que la idea es no aplicar conservadores (figura 12).

A través del estudio de las propiedades nutritivas del huauzontle, consideraron la posibilidad de utilizar esta planta no sólo como hortaliza para guisados tradicionales, sino también en la panificación para aprovechar sus múltiples propiedades como pseudocereal.



Figura 12. Panquecitos de Huauzontle.

Por los beneficios que pudiera recibir la población con este panquecito, las politécnicas no descartan la posibilidad de registrar su marca y crear una microempresa para comercializar panes y galletas artesanales fortificadas con harina de huauzontle bajo el nombre de Panhaua (Machorro, 2016).

Nutrillas® y tostadillas®

Tortillas y tostadas artesanales hechas a base de huauzontle, chí y maíz; ricas en proteínas (equivalente a un bistec), fibra, omega 3, vitaminas y antioxidantes (Campo Agrícola Huepalo, 2013).

Tostadillas

Tostadas de huauzontle, chí y maíz, han sido creadas pensadas en nuestra salud, ofreciendo un producto con un rico sabor pero también rico en vitaminas, proteínas y antioxidantes.

Tostadillas son elaboradas con insumos 100% naturales y libres de agroquímicos: huauzontle, chí y maíz. Son ricas en proteínas, vitaminas y omega 3, atributos propios de sus insumos, los cuales se conservan y disfrutan en cada tostada (figura 13) (Campo agrícola huepalo, 2017).



Figura 13. Productos derivados de Huauzontle.

BARRAS NUTRITIVAS

Las barras nutricionales son productos especialmente diseñados para contribuir a optimizar el rendimiento físico y proporcionar energía (Álvarez, 2015). En nuestro país, las barras de cereales o barras de cereal se conocieron aproximadamente en el año 2000 (figura 14). En un principio, orientadas a deportistas y luego como alternativa para resolver alguna de las comidas del día. Actualmente su composición varía entre las diversas opciones que existen en el mercado y su consumo se ha promovido, por medio de publicidades, como alternativas saludables y nutritivas de alimentación.



Figura 14. Barra nutritiva.

Según la Norma oficial mexicana 147-SSA1-1996, establece las disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales que deben cumplir las harinas de cereales, sémolas o semolinas, los alimentos preparados a base de cereales, de semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas y los productos de panificación. Hace referencia de Adicionar, a añadir uno o más componentes, tanto si están o no contenidos normalmente en el producto, lo que hace referencia a lo que comprende una barra.

Barras de cereales

Hoy en día la mayoría de productos llevan algún proceso, se producen a mayor escala alimentos naturales, saludables y se regresa a las raíces con la introducción de alimentos tradicionales. Entre los insumos tradicionales empleados en mayor proporción para la elaboración de los alimentos de la nueva era, los más importantes son los cereales y frutas. Las barras nutricionales son productos especialmente diseñados para contribuir a optimizar el rendimiento físico y proporcionar energía.



Figura 15. Tipos de barras

Los cereales pre cocidos diseñados para ser consumidos en el desayuno son considerados como alimentos funcionales. De este tipo de alimentos se encuentran en el mercado un sin número de variedades, desde su forma natural hasta enriquecidos y fortificados. Como alternativa de consumo de cereales “listos para comer” nacen las barras. Este tipo de cereales saludables entraron a los mercados apoyados a las tendencias y hábitos de consumo de

productos más sanos y más nutritivos (Harold, 2013). Para incentivar el consumo de esta variedad de cereales pre cocidos, surgen las barras diseñadas para niños incorporándolas en la dieta; especialmente a las meriendas escolares. Durante el periodo del 2003- 2004 el incremento en ventas de barras nutricionales fue de 14%. Una barra de cereales está compuesta típicamente de avena, trigo entero o combinaciones de varios cereales, miel, aceite (maíz, soya o palma), suero deslactosado y saborizantes (Figura 15). También se usan cereales expandidos con masas azucaradas que favorecen al ligamento de las partículas. En general las barras de cereales proporcionan entre 110 y 154 kilocalorías (25-30 g). Las barras nutricionales contribuyen a optimizar el rendimiento por su composición nutritiva, son muy prácticas, pesan poco, caben en cualquier bolsillo, son resistentes a altas temperaturas y al frío sin necesidad de un aislante térmico, se deshacen en la boca casi sin esfuerzo y se digieren fácilmente. Los hidratos de carbono, en forma de glucosa y fructosa, son el ingrediente principal de estos productos permitiendo recargar rápidamente los depósitos de glucógeno, además contienen minerales y vitaminas esenciales para el organismo. Las vitaminas B1, B2 y B6, favorecen la asimilación de los hidratos de carbono para liberar energía; la vitamina C, además de su efecto antioxidante (evita la oxidación de los radicales libres), mejora la recuperación y la absorción de hierro (mineral indispensable para el transporte de oxígeno, desde los pulmones a todos los tejidos) (Davila, 2007). Se considera que la tercera parte de nutrientes recomendados por día deben ser consumidos en el desayuno. En general, las barras de cereales contribuyen de 20 a 33% del consumo de proteínas que se recomienda para la primera comida. Los cereales en barra presentan una actividad de agua de 0.4 a 0.8 (21°C), y niveles de humedad de 5 a 13%. El porcentaje de proteínas en las barras comúnmente varía entre 3 - 6% (Paiva, 2008).

Uno de los productos que mayor crecimiento ha registrado en los últimos años son las “barras de cereal”. Estas son básicamente, una “masa” moldeada en forma de barra, compuesta por cereales de distintos tipos, en algunos casos con algún tratamiento previo, como inflado, tostado, etc. También puede incluir semillas, trozos de fruta, miel, chocolate, yogurt y otros. Las hay bajas en calorías, glúcidos y grasas y/o enriquecidas con fibras y proteínas. También en lo que hace a sabores, hay algunas diseñadas para satisfacer el paladar del público adulto y otras diseñadas para los más jóvenes (Alves, 2008).

Barras comerciales

En la actualidad de acuerdo a un estudio de mercado se han encontrado que existen aproximadamente 5 tipos de barras que se manejan en los centros comerciales, en la tabla 10 se muestran las diferentes marcas disponibles según PROFECO y con el fin averiguar qué tanto le suman a la salud y bienestar los alimentos adicionados, se analizó en una tabla los nutrimentos que aportan 5 barras con mayor demanda en el mercado, viendo que All-Bran es una de las que contiene más aporte calórico con 176 Kcal, seguida de Bimbo con 169 Kcal, en cuestión de grasas encontramos nuevamente a Bimbo con 9.4g y en azúcares a All-Bran con 9g.

Tabla 10. Comparación de diferentes barras comerciales.

Marca	Precio (pesos)	Peso Neto (g)	Aporte Calórico (Kcal)	Proteínas (g)	Hidratos de carbono (g)	Azúcares (g)	Grasas (g)
Kellogg's	5.00	21	90	1	16	7	4
All-Bran	6.00	40	176	3	20	9	8
Marínela	8.00	27.5	123	1.1	17.4	7.5	5.4
Quaker	10.00	25	90	2.1	16.5	7	1.7
Bimbo	6.00	34	169	2.6	18.6	6.3	9.4

(PROFECO, 2017)

En la figura 16 se presenta información estadística que da cuenta acerca del consumo de barras de acuerdo a un rango de edades en la población mexicana, se puede observar que la gran mayoría de personas que consumen barras están en un rango de edades entre 16 y 20 años, pero también en edades de 10 y 15 años, seguido de personas que ese encuentran entre 21 y 25 años, tomando en cuenta estos datos encontrados, podemos decir que el rango general del consumo de barras frecuentemente va desde los 10 a 30 años de edad, debido a que hay más actividad física entre estas edades, también el traspaso de comidas entre los tiempos del día hace que las barras de cereales sean una opción rápida para satisfacer el apetito por las diferentes actividades que realizan las personas de estas edades, por otra parte los que menos consumen barras de cereales son las personas mayores de 60 años (Lezcano, 2010).

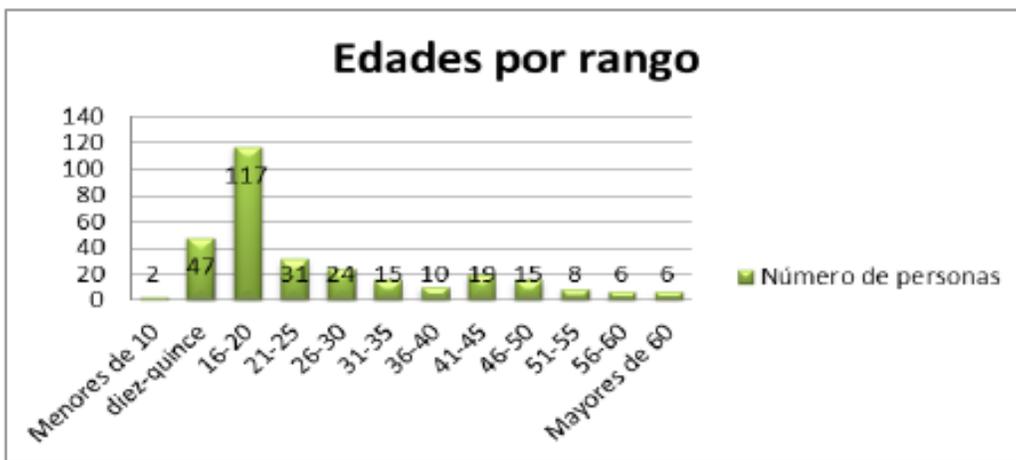


Figura 16. Grafica de edades por rango de personas (Lezcano, 2010).

De acuerdo a un estudio de mercado realizado en 2017 por PROFECO, las marcas All-Bran, Quaquer, Kelloggs y Nuti grain, son de las barras comerciales mas demandadas por los consumidores en México (Figura 17), teniendo como característica específica entre ellas, es que son barras con diferentes tipos de cereales, horneadas, que prometen brindar nutrientes como proteína, fibra, energía, etc. El objetivo de este estudio fue principalmente por la demanda de alimentos nutritivos y de consumo rápido, que comúnmente adquieren estudiantes y trabajadores que tienen diferentes actividades en el día, así también como deportistas que buscan enriquecer la ingesta de nutrientes en su dieta diaria.

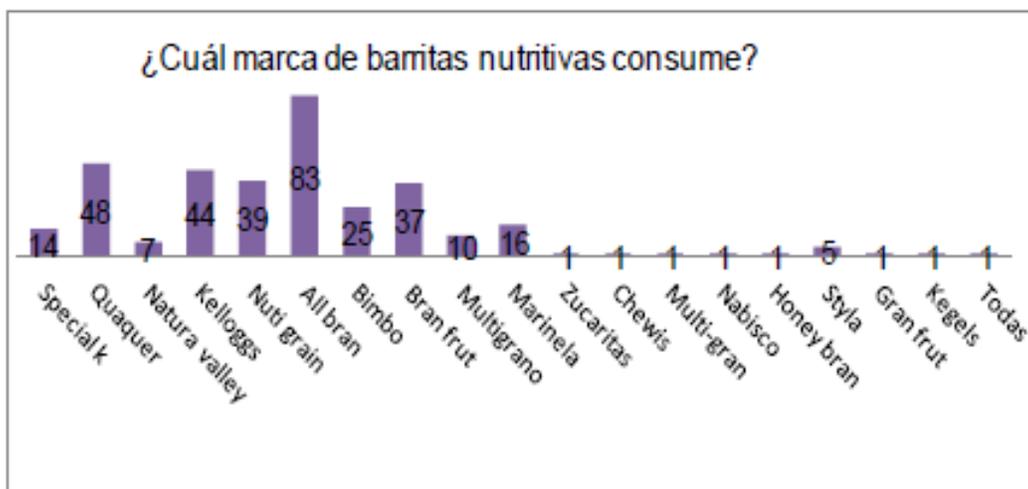


Figura 17. Grafica de marcas de barra de mayor consumo (PROFECO, 2017).

De las barras que comunmente se consumen en México, los ingredientes que destacan en su preparacion son la avena , el trigo y linaza, cereales conevcionales para la utilización de las mismas. Entre otros se encuentran los frutos como fresas, ciruelas pasas, manzana y piña. Como otros ingredientes se encuentran, el chocolate, las mermeladas y la miel (Figura 18), debido a que sensorial y nutricionalmente una barra, debe contener, ingredientes aceptables en cuanto a sabor, textura, aroma y color. Por otra parte la selección de ingredientes va desde el aporte nutricional como proteína o fibra, tratando de tener grasas en menor proporción (Lezcano, 2010).

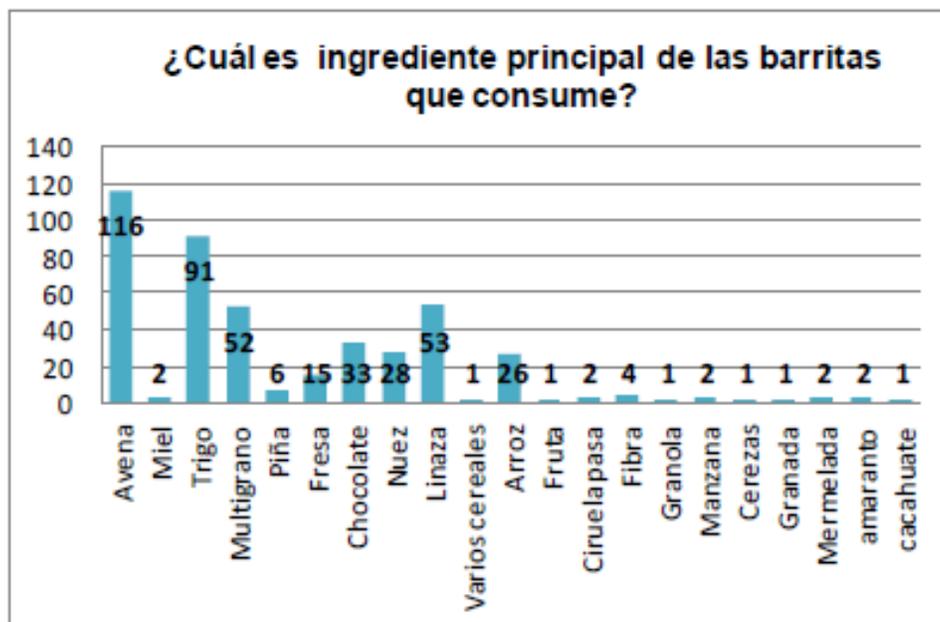


Figura 18. Grafica de ingredientes principales de una barra

METODOLOGÍA

DISEÑO Y TIPOS DE ESTUDIO

Experimental de laboratorio: Se realizaron diferentes tratamientos para el grano de huauzontle, para la obtención de barras y posteriormente se efectuaron pruebas de laboratorio como son: Análisis sensorial, químico proximal, presencia de saponinas y otros metabolitos secundarios presentes en los granos de la planta.

Cualitativo: Se analizaron desde una perspectiva cualitativa el estado actual del huauzontle en lo que respecta a su producción y consumo, para lo cual se aplicaron entrevistas con preguntas semi estructuradas a 50 personas, vendedoras y compradores del mercado municipal de ciudad de México, Texcoco, que comúnmente acuden a este lugar, por ser conocido por vender hortalizas locales del estado de México y ya que el huauzontle se produce en esta zona fue posible esperar conocimiento de este producto en las que se analizó el discurso de las entrevistas.

Cuantitativo: Se realizaron pruebas sensoriales de escala verbal numérica mediante cuestionarios con un panel de jueces no entrenados. Se analizaron estadísticamente los resultados obtenidos para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

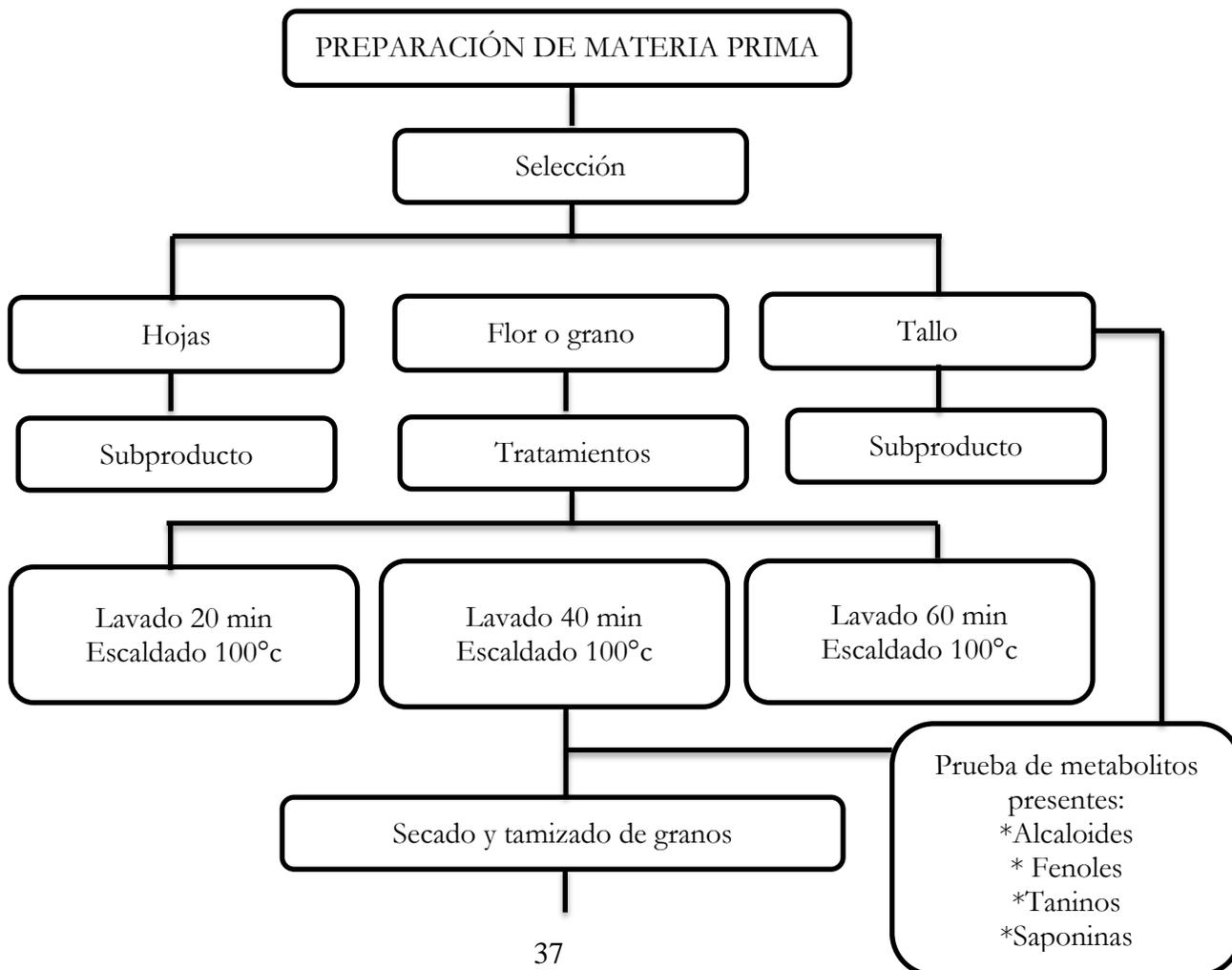
Diseño experimental

Tabla 11. Diseño experimental de los tratamientos.

Variables independientes	Variables dependientes
<p><i>-Primera etapa</i></p> <p>Tratamientos para la eliminación de saponinas y determinación de otros metabolitos presentes.</p> <ul style="list-style-type: none">• Escaldado a 100°C• Lavado manual: 20, 40, 60 min <p><i>-Segunda Etapa</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• Presencia de saponinas y metabolitos secundarios presentes (alcaloides, fenoles y taninos)

<p align="center">Elaboración de las barras</p> <p>Barra 1: Barra rellena con mermelada de frutos rojo (fresa y frambuesa) y huauzontle</p> <p>Barra 2: Barra rellena con mermelada de frutos rojos (fresa y frambuesa) y huauzontle con cobertura de huauzontle.</p> <p align="center"><i>-Tercera Etapa</i></p> <p>Evaluación sensorial de las barras 1 y 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Composición química proximal y valor nutricional de la presentación mejor aceptada sensorialmente • Calificación en la escala verbal numérica de atributos como aroma, sabor y textura.
---	--

Desarrollo de la investigación



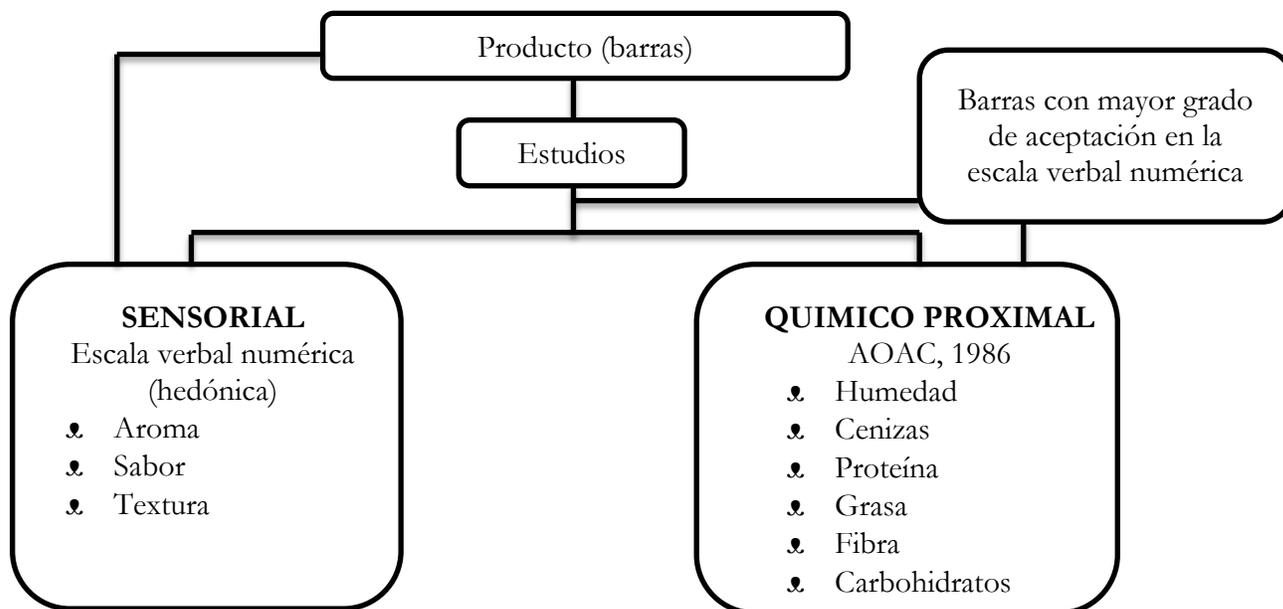


Figura 19. Diagrama de flujo que presenta la estrategia de abordaje de la investigación.

Instrumentos de medición

La elaboración de barras con huauzontle, la evaluación sensorial, el análisis químico proximal, y la determinación de saponinas y otros metabolitos, se realizaron en los laboratorios de análisis I, análisis II, y en el laboratorio de tecnología de los alimentos de la facultad de ciencias de la nutrición y alimentos.

- **Equipos para el análisis proximal:** Estufa de secado (Felisa®, Modelo 292A, México), Horno de Convección (Terlab®, Modelo TE-KLH48M, México) Mufla (Sib Lindberg®, Modelo CTDC-002, México), parrilla de calentamiento (Corning®, Modelo PC-400, México), Extractor Soxhlet (Lab-Line®, Modelo 5000, U.S.A), Equipo de digestión de fibra (Labconco®, Modelo 300010, U.S.A), Digestor Microkjeldahl (Labconco®, 60300-00, México), instrumentos propios de laboratorios de tecnología y análisis de alimentos de la facultad de ciencias de la nutrición de alimentos.
- **Reactivos:** Hexano, Ácido sulfúrico concentrado libre de nitrógeno, Ácido clorhídrico, Sulfato de potasio, Oxido de mercurio rojo, Hidróxido de sodio, Tiosulfato de sodio,

Ácido Bórico al 5%, Tetraborato de sodio (Bórax), Verde Bromocresol, Rojo de metilo, Alcohol Etílico al 95% y al 78%.

- **Reactivos preparados:** Catalizador Micro-kjeldahl, Ácido clorhídrico, Indicador Microkjeldahl, Solución Sosa-Tiosulfato de Sodio, Buffer de Fosfatos.
- **Equipos para la determinación de saponinas y otros metabolitos (Alcaloides, Rosenthaler, Triterpenos, Taninos y Flavonoides):** Horno de secado (Terlab®, Modelo TEFH45M, México), campana de extracción.
- **Reactivos:** Cloruro mercurio, Yoduro de potasio, Ácido Clorhídrico, Yodo, Nitrato de Bismuto, Ácido Nítrico, Éter etílico, Etanol, Cloruro férrico, Alcohol Metílico.
- **Equipos para la elaboración de barras:** Horno de secado (Terlab®, Modelo TEFH45M, México), Horno de convección (Terlab®, Modelo TE-KLH48M, México), Batidora (Oster®, Modelo SA-MNL50, México), Bascula electrónica (L-EG®), Granataria (Ohaus®, U.S.A), Balanza analítica (Denver®, Modelo APX 200, U.S.A) y utensilios propios del laboratorio de dietética de la facultad de ciencias de la nutrición y alimentos.
- **Utensilios para la evaluación sensorial:** Vasos PET (Marca Bosco®), Servilletas (Maraca Suavel®).
- **Formato para el cuestionario inicial de la evaluación sensorial:** Selección de jueces no entrenado

Material biológico

Huauzontle:

Se recolectó en la ciudad de México, Texcoco, se transportó a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, en una caja de cartón, envuelta con una bolsa plástica previamente cerrada a temperatura ambiente. Se seleccionó los granos adecuados para el estudio, eliminando los que presentaran algún tipo de plaga. Estas fueron sujetas a diversos procesos en el laboratorio de análisis de alimentos de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Ingredientes para la elaboración de los productos

Masa de hojaldre:

Es obtenida en el supermercado bodega Aurrera MR, ubicado en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Harina de trigo:

La harina de trigo de la marca SAN ANTONIO (extrafina) es obtenida en el supermercado bodega Aurrera, ubicado en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Frambuesas y Fresas:

Estos frutos rojos fueron obtenidos del mercado municipal de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Huevo, Azúcar:

Estos ingredientes son obtenidos del supermercado bodega Aurrera, ubicado en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Agua

Descripción del proceso

*Acondicionamiento de huauzontle *Chenopodium berlandieri* spp. *nutalliae**

Tratamiento 1: La planta de huauzontle llevo un proceso de separación en hojas, tallos y flor/grano, se continuo con un lavado y desinfectado con microdin[®], en 1 litro de agua 500gr de huauzontle por 10 minutos, para después ser colocadas en un recipiente, con agua suficiente, para escaldar a 100°C por 15 minutos a fuego lento.

Tratamiento 2: La planta de huauzontle llevo un proceso de separación en hojas, tallos y flor/grano, se continuo con un lavado y desinfectado con microdin[®], en 1 litro de agua 500gr de huauzontle por 20 minutos, para después ser colocadas en un recipiente, con agua suficiente, para escaldar a 100°C por 30 minutos a fuego lento.

Tratamiento 3: La planta de huauzontle llevo un proceso de separación en hojas, tallos y flor/grano, se continuo con un lavado y desinfectado con microdin[®], en 1 litro de agua 500gr de huauzontle por 30 minutos, para después ser colocadas en un recipiente, con agua suficiente, para escaldar a 100°C por 45 minutos a fuego lento.

Secado: Las semillas de huauzontle que se lavaron, posteriormente se sometieron a un proceso de deshidratación utilizando un secador de bandeja, a una temperatura de 60°C, con un tiempo de 24 horas aproximadamente. al termino de este, se retiró las semillas deshidratadas, se tamizaron y se guardaron en bolsas ziploc selladas para evitar su contaminación e hidratación, posteriormente se usó para la elaboración del producto (barra).

Elaboración de los productos

Se propuso el siguiente diseño compuesto por porcentajes que relacionan la mezcla de ingredientes, a dos barras las cuales contendrán: fresa, frambuesa, masa de hojaldre y huauzontle. Se utilizaron las siguientes operaciones unitarias: Mezclado, moldeado y empaquetado. Para ambas presentaciones se siguió el mismo procedimiento.

Para la elaboración de las barras se utilizaron diferentes porcentajes que relaciona la mezcla de huauzontle con otros ingredientes, se tomaron estas porciones para ver el contenido nutricional que presente cada presentación, a continuación se presenta la tabla que indica la diferencia que tendrá cada barra en cuanto a cobertura y huauzontle utilizado (Tabla 12).

Tabla 12. Presencia de Huauzontle en las barras.

PRESENTACIONES: Barras elaboradas de masa hojaldrada de harina de trigo	RELLENO	COBERTURA DE HUAZONTLE
1	Mermelada de	SIN
2	Fresa/Frambuesa/Huauzontle 49:49:2 Nota: el porcentaje de huauzontle es en base seca	CON

Descripción del proceso (Figura 19)

Mermelada

Lavado y desinfectado: Se lavaron y desinfectaron correctamente los frutos.

Pesado de ingredientes: Se pesaron todos los ingredientes utilizados para la elaboración de la mermelada (fresas, frambuesas, huauzontle, azúcar, pectina).

Troceado y licuado: Con los pesos determinados se procedió a licuar la fruta en 2 partes iguales utilizando el 10% de agua por pulpa, reservando la mitad de fruta para trocearla.

Calentamiento: Se calentó la fruta a una temperatura de 80°C por 10 minutos. Se agregó azúcar mezclada con pectina, se mezcló muy bien y se continuó agitando por 10 minutos, pasado los 10 minutos se agregó el azúcar restante. Se continuó agitando por 5 minutos, hasta obtener la consistencia de una mermelada y llegando a 65°Brix.

Elaboración de la barra

Amasado: Se colocó la masa de hojaldre en una mesa de acero inoxidable con harina espolvoreada, esto para que la masa se pueda moldear sin quedar adherida a la mesa. Se estiro la masa con un rodillo de manera uniforme, dejando de grosor 1 cm.

Cortado y moldeado: Se tomó un cortador de 10 cm de largo y 5 cm de ancho para hacer cortes en forma rectangular y con ayuda de un cuchillo se moldearon y perfilaron la base de la barra.

Relleno y sellado: Se colocó en uno de los extremos aproximadamente 10 g de mermelada de huauzontle, y se prosiguió a aplicar por todas las orillas y con ayuda de una brocha clara de huevo, esto para sellar la barra.

Abrillantado: Después de haber sellado y moldeado la masa en forma de barra, con ayuda de una brocha nuevamente se aplicó una capa de clara de huevo por toda la superficie, esto para darle un color brillante.

Cobertura: Se tomó aproximadamente 1g de huauzontle ya triturado y tamizado, para cada barrita, colocando una capa de huauzontle adhiriéndose a la cobertura de huevo antes aplicada.

Horneado: Se colocaron todas las barras en charolas de aluminio y se introdujeron al horno aproximadamente 45 minutos a una temperatura de 120°C.

Enfriado: Se dejan enfriar a temperatura ambiente.

Envasar: Se envasan en bolsa de polipropileno y se cierran con selladora.

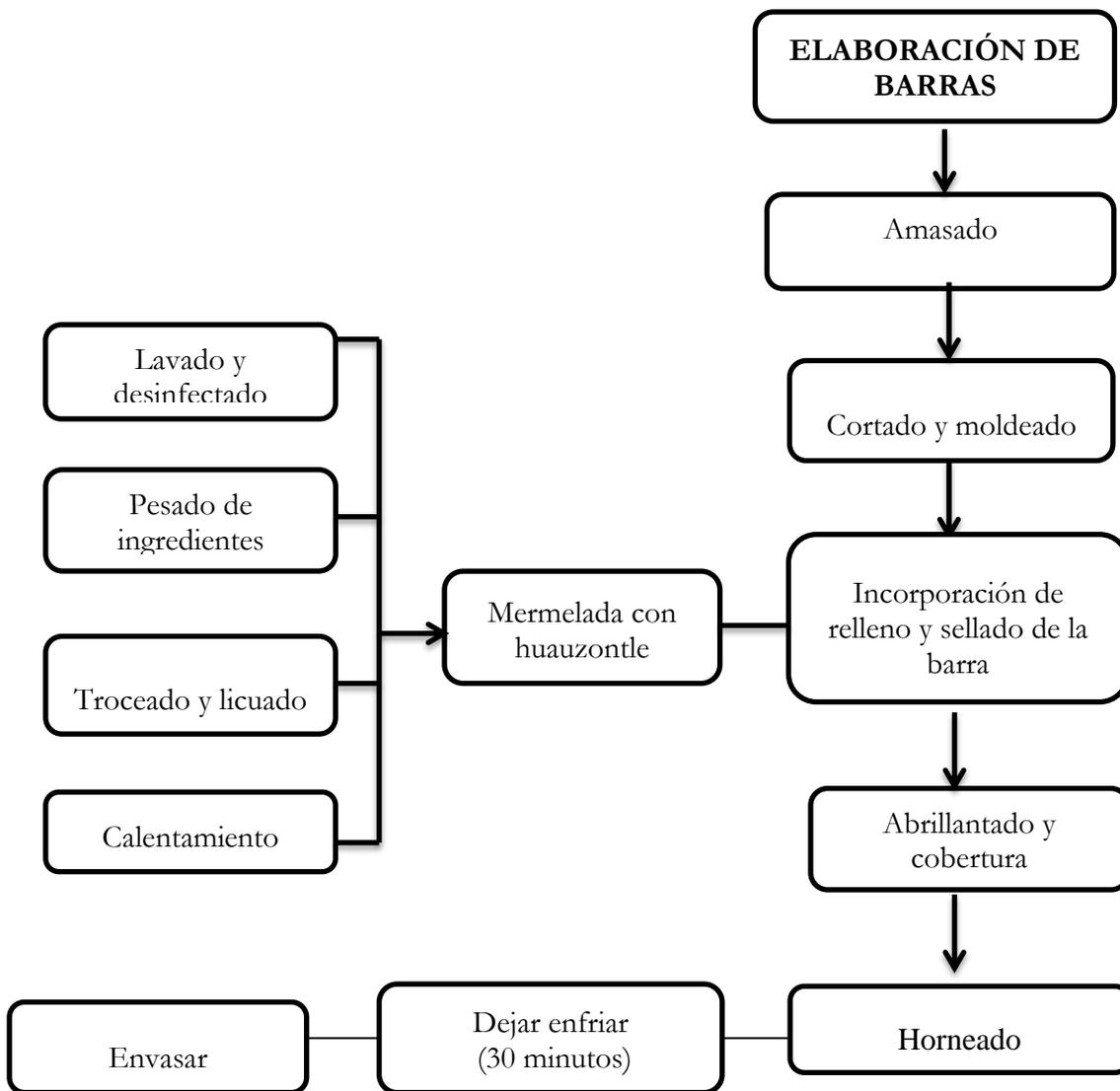


Figura 20. Diagrama de flujo para la elaboración de barra de huauzontle.

Descripción de las técnicas analíticas

Identificación de grupos de metabolitos secundarios

Se preparó una solución madre de cada extracto utilizando 50 mg de cada uno de ellos, estos se diluyeron en 10 mL del disolvente con el que se extrajeron, (concentración final 5 mg/mL). Para disolver algunos extractos fue necesario el empleo de una mezcla de disolventes.

A continuación, se distribuyó 1 mL de la solución anterior en 8 tubos de ensayo, se dejó evaporar el disolvente a temperatura ambiente. Las pruebas se realizaron por duplicado y los

resultados se anotaron mediante un sistema de cruces para especificar la presencia o ausencia de los grupos de metabolitos siguiendo los criterios de: abundante (+++), media (++), ligera (+) y ausencia (-) (Figura 21).

Alcaloides: Prueba con reactivo de Dragendorff

A un tubo de ensayo con 5 mg de extracto seco, se añadieron 1 mL HCL al 10%, y dos gotas de reactivo de Dragendorff. Un precipitado marrón indico presencia de este metabolito (Domínguez, 1973).

Alcaloides: Reactivo de Waner

En un matraz volumétrico de 100ml, disolver 1.27g de yodo (resublimado) y 2 gotas de yoduro de potasio en 20ml de agua; aforar la solución con 100ml de agua destilada. (idem).

Fenoles: Prueba de Cloruro Férrico

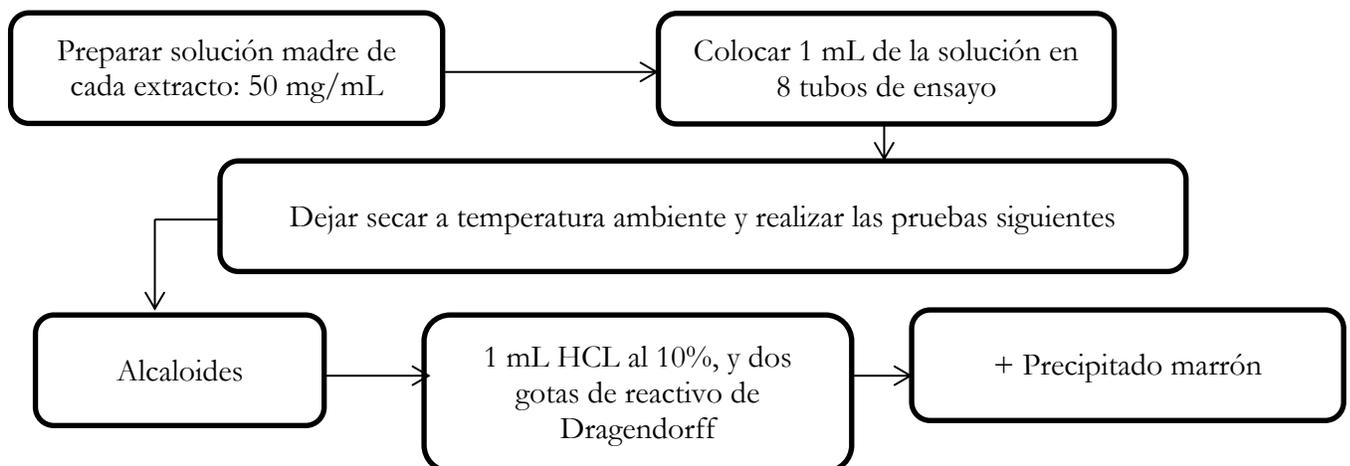
A un tubo de ensayo con 5 mg de extracto seco, se le añadió 1 mL de etanol más tres gotas de $FeCl_3$ al 3% en etanol. La aparición de una coloración verdosa correspondió a una reacción positiva (Idem).

Saponinas: Prueba de espuma

A un tubo de ensayo con 5 mg de extracto seco, se le añadió 1 mL de agua destilada, se tapó y se agito durante 30 segundos, la aparición de espuma durante 2 minutos indico la presencia de saponinas (Domínguez, 1973).

Taninos: Prueba para taninos hidrolizables y condensados

A un tubo de ensayo con 5 mg de extracto seco, se le añadió 1 mL de agua y dos gotas de solución acuosa de $FeCl_3$ al 2%. La aparición de una coloración azul indico que se trataba de taninos hidrolizables y una coloración verde la presencia de tatinos condensados (García, 2005).



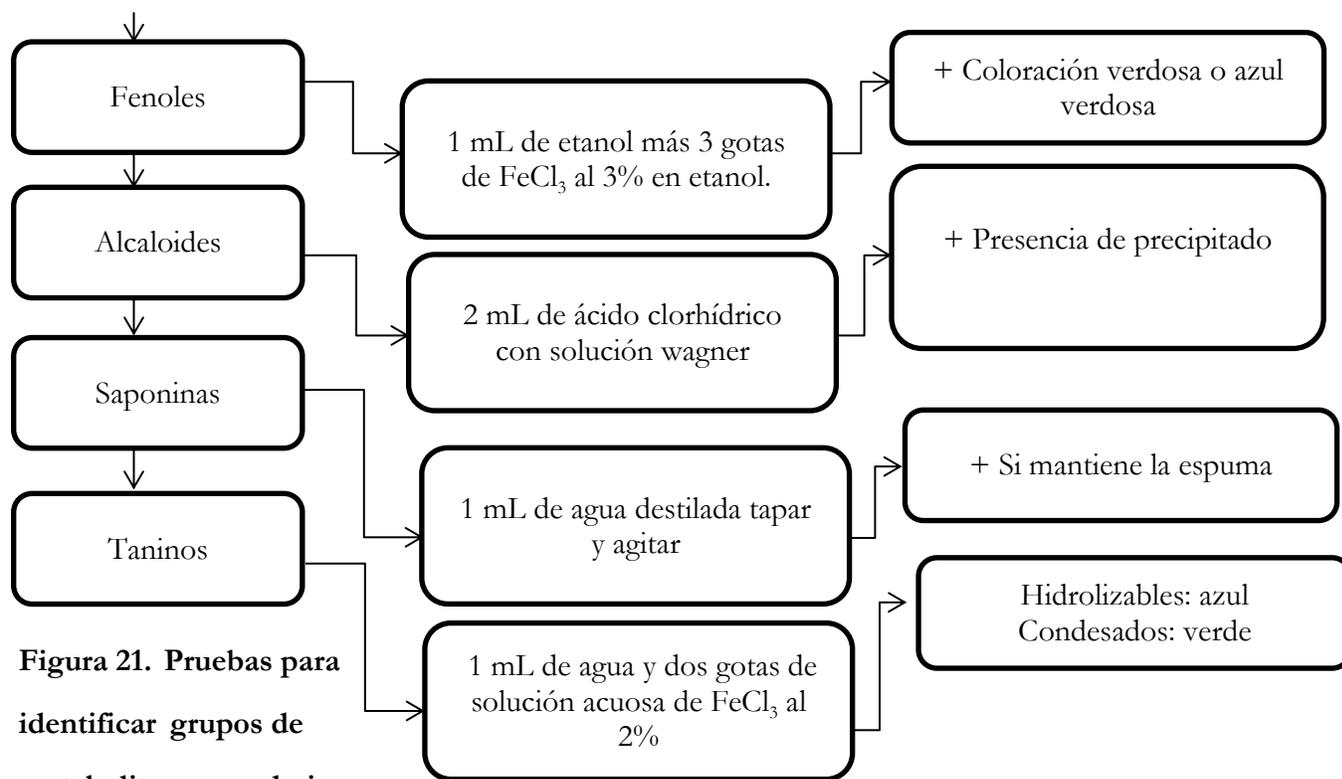


Figura 21. Pruebas para identificar grupos de metabolitos secundarios.

Procedimiento para el análisis químico proximal: técnica basada en AOAC, 1986.

Las determinaciones realizadas en el análisis químico proximal son las que a continuación:

Determinación de humedad: Se determinó por deshidratación utilizando una estufa de secado (Marca Felisa®, Modelo 292A, México), mediante la técnica basada en AOAC, 1986.

Determinación de cenizas: Se determinó por incineración utilizando una parrilla de calentamiento (Marca Corning®, Modelo PC-400 México) y mufla (Marca Sib Lindberg®, Modelo CTDC-002, México), mediante la técnica basada en AOAC, 1986.

Extracto de grasa cruda: Se determinó el contenido de grasa por diferencia de peso con respecto a la grasa extraída utilizando Extractor Soxhlet (Marca Lab-Line®, Modelo 5000 U.S.A) y estufa de secado (Marca Felisa®, Modelo 292A, México), mediante la técnica basada en AOAC, 1986.

Determinación de proteína cruda por el método de microkjeldahl: Se determinó por fórmula el contenido de nitrógeno y el porcentaje de proteína cruda utilizando el digestor micro KJELDAHL (Marca Labconco®, Modelo 60300 México), mediante la técnica basada en AOAC, 1986.

Determinación de fibra cruda: Se determinó el contenido de Fibra Cruda por diferencia de peso utilizando el equipo de digestión de fibra (Marca Labconco®, Modelo 300010 U.S.A), mediante la técnica basada en AOAC, 1986.

Carbohidratos: Esta determinación se hizo por diferencia de peso con respecto al resto de los componentes analizados.

Diseño de estudio para la evaluación sensorial

Muestra

Es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectan datos, que tienen que definirse o delimitarse con precisión, siendo representativo de dicha población (Hernández, 2010). 20 alumnos realizaron las pruebas, siendo esto, que les guste consumir barras y que tengan la disponibilidad de comer plantas que no son muy consumidas.

Criterios de inclusión

- ❖ Alumnos inscritos en la facultad de ciencias de la nutrición y alimentos, que consuman barras.
- ❖ Disponibilidad de comer plantas que no son muy consumidas.
- ❖ Alumnos que oscilan entre la edad de 18 a 25 años.

Criterios de exclusión

- ❖ Personas que no consumen barras.
- ❖ Que no estén dispuestos a participar a degustar un nuevo producto.

Metodología para la evaluación sensorial

1. Método utilizado para la evaluación sensorial por prueba de aceptabilidad.

2. Instrumentos con preguntas de acuerdo a una escala hedónica de 5 puntos (tabla 13): permite conocer el grado de aceptación de un alimento para lo cual se da a degustar el producto (Barra) a los jueces no entrenado de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

❖ **Tabla 13. Escala Hedónica verbal numérica.**

1		No me gusta nada
2		No me gusta
3		Indiferente
4		Me gusta
5		Me gusta mucho

Análisis de los resultados

Los resultados se presentaron mediante estadística descriptiva (tablas y/o figuras), reportando el contenido nutricional, en base a resultados del análisis químico proximal. Los resultados de la evaluación sensorial se analizaron estadísticamente utilizando el software Minitab®, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Resultados de la investigación de campo respecto a las entrevistas realizadas en el mercado municipal de ciudad de México, Texcoco.

Se realizaron encuestas con preguntas de incisos semi estructuradas, con 50 personas, para determinar la situación actual en el consumo de huauzontle, esta consto de ocho preguntas básicas, dividiendo el formato en tres parte; la primera dio a conocer datos generales como nombre, edad y sexo, además de saber si consumen o conocen el huauzontle, la segunda parte principalmente para conocer la aceptación en otra presentación a la natural y el consumo preferente respecto a una galleta, barra o panque, y la tercera se enfocó en saber el uso, los beneficios, la producción y la costumbre de consumir huauzontle.

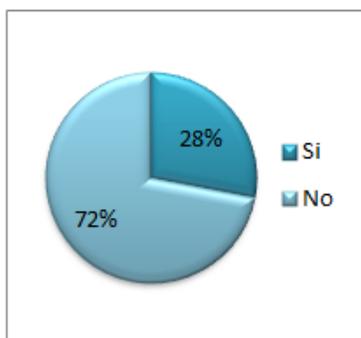


Figura 22. Porcentaje de personas que consumen el huauzontle

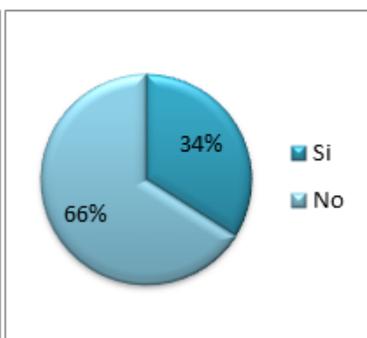


Figura 23. Porcentaje de familias que consumen el huauzontle en sus hogares

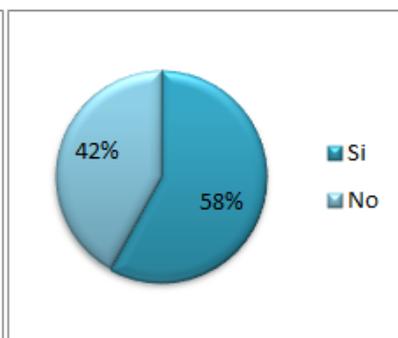


Figura 24. Porcentaje de personas que conocen el huauzontle

En la primera parte de la entrevista (Figura 22), los resultados indican que la mayoría de las personas son mujeres de entre 30 y 50 años de edad, que comprenden vendedoras del mercado y compradoras que acuden cotidianamente al mercado municipal México Texcoco, estas reconocen conocer el Huauzontle (58% de los encuestados lo conoce), sin embargo este porcentaje indica que casi la mitad de los encuestado no lo conoce, no lo consume y no tiene conocimiento de que existe este alimento; este hecho refleja el actuar de la sociedad moderna en la que estamos inmersos, ya que siendo una planta nativa del estado, no todos la conocen. Como se observa en la figura 26, el consumo de huauzontle es realmente bajo pues aunque es conocido por las personas no todas lo consumen y solo el 22% lo utiliza en su alimentación estas indican que es habitual cocinarlo en comidas típicas del estado como baldado con huevo

y acompañado de mole. Las entrevistas indican que se han dejado de consumir plantas o alimentos no convencionales debido a que las familias ya no lo consumen por costumbre familiar.

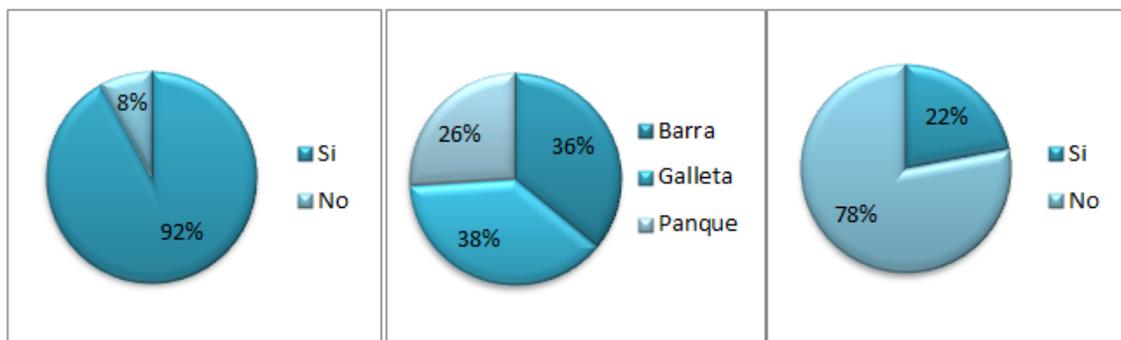


Figura 25. Porcentaje de la probabilidad de consumir huauzontle en otra presentación diferente a la natural y común

Figura 26. Porcentaje de posibles presentaciones de huauzontle aceptadas por los entrevistados

Figura 27. Porcentaje de la cultura de consumir huauzontle por herencia familiar

En la figura 25 refleja que el 92% de las personas probarían el huauzontle de forma distinta a la normal, en este sentido parece conveniente presentar nuevas alternativas las cuales resulten atractivas para incentivar el consumo de plantas nativas como el huauzontle, aprovechando su aporte nutricional. Los que aún no lo conocen, muestran interés por probar nuevas formas de consumo ya que les parece poco apetecible es su estado natural. El 38% de las personas entrevistadas les gustaría una presentación en forma de galletas y el 36% en forma de barra lo que nos permite presentar un producto aceptable en cuanto a la presentación de barra.

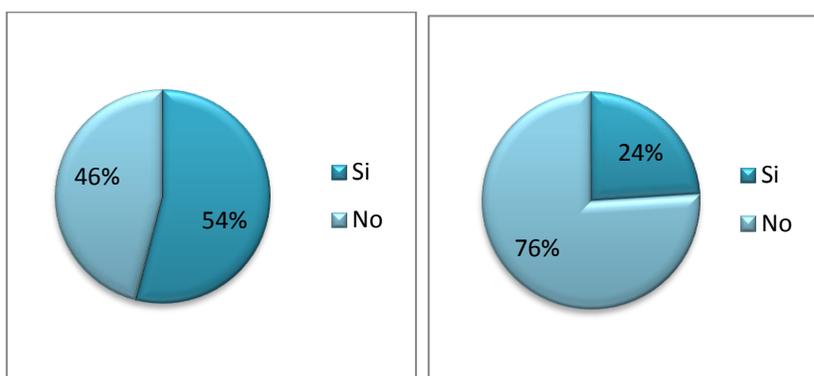


Figura 23. Porcentaje de personas conocedoras de los beneficios de huauzontle

Figura 22. Porcentajes de personas que conocen la producción de huauzontle en su zona (México, Texcoco)

En la figura 28 presenta que solo el 24% de las personas entrevistadas conocen los beneficios que contiene el huauzontle e entre ellas el alto contenido de fibra y proteína. Destacando los minerales que más tienen presencia en huauzontle son el calcio, hierro y fosforo. Ya se ha indicado su riqueza en cuanto a la presencia de vitaminas del complejo B, C y E, estas últimas le confieren propiedades antioxidantes.

Teniendo en cuenta lo poco que se conoce al huauzontle lo cual ha sido manifestado por los entrevistados por este proyecto, es importante darle el valor que merece debido a su riqueza nutricional, los resultados que se muestran a continuación evidencian sus propiedades, el grado de aceptación de una barra elaborada con un relleno de las semillas de la planta, así como también se informa el valor calórico que representa consumirlo.

Resultados de la determinación del valor nutricional del Huauzontle, obtenido a partir su análisis químico proximal

De acuerdo a los resultados del análisis químico proximal realizado al grano de huauzontle (Tabla 14), se encontró que los nutrimentos presentes en mayor cantidad son: cenizas, fibra, proteína y grasas. Con respecto al contenido de cenizas que representan la porción de minerales en el producto se observa una concentración mayor a la que se puede encontrar en granos como el maíz y el trigo, siendo estos de los más conocidos; cabe destacar que los minerales que más tienen presencia en huauzontle son el calcio, hierro y fosforo. A demás de lo anterior ya se ha indicado su riqueza en cuanto a la presencia de vitaminas del complejo B, C y E, estas últimas le confieren propiedades antioxidantes.

Con respecto al contenido de fibra es notario su alto contenido comparado con otros alimentos de origen vegetal, solo por nombrar algunos es superior a frutos como la naranja, plátano y frambuesas, dentro del grupo de leguminosas el frijol y lentejas, así como chí, amaranto y quinoa; en cereales al maíz, trigo y arroz, siendo estos de los más comunes en la alimentación. Destaca de igual manera la presencia de proteína que de acuerdo a los resultados encontrados este contenido es superior al de semillas que comúnmente se consumen como el trigo, maíz, chí, quinoa y amaranto, ya se ha indicado la presencia de aminoácidos esenciales como la lisina en este pseudocereal. Con respecto al contenido de grasa es notable su presencia en huauzontle la cual es mayor en alimentos que son conocidos como ricos en grasa como

semillas (cáhuate, nuez, pistaches), así también es superior al que se encuentra en cereales, sin embargo es superado por el aguacate que contiene el doble del contenido de huauzontle, no se ha encontrado información que dé cuenta sobre el perfil de ácidos sin embargo se pudo observar por su apariencia que predomina la presencia de ácidos grasos insaturados (el estado de la grasa es líquida a temperatura ambiente).

Delgado en su análisis bromatológico en semillas de huauzontle, Chía roja y Chía blanca, señala las propiedades de mayor importancia alimenticia entre los pueblos encontraron en el amaranto y huauzontle porcentajes de proteínas semejantes a los de la canola (2009), Además por la ausencia de gluten es recomendado junto con el amaranto como alimento alternativo para enfermos celíacos. De acuerdo a los datos presentados en la tabla 5, en comparación con la tabla 14 se ve una pequeña variación presentes en el estudio realizado. Se espera que haya una pequeña variación en los resultados de análisis proximal para la barra ya que el contenido de mantequilla de la masa de hojaldre es de un porcentaje alto, sin embargo, el huauzontle sigue aportando las propiedades nutricionales que lo hacen una hortaliza única por su contenido en fibra y proteína, reportado en el artículo científico “características nutricionales y nutraceuticas de hortalizas de uso ancestral en México”, donde reportan una comparación a las cantidades de contenido con respecto al análisis proximal de cuatro especies de hortalizas, incluido el huauzontle (Tabla 8).

Tabla 14. Resultado de Análisis químico proximal de Huauzontle en base seca (*Chenopodium berlandieri Spp. nuttalliae*) (g/100).

PARÁMETROS	CANTIDAD
Humedad	6.723333 ± 0.03
Ceniza	12.59537 ± 1.08
Fibra	12.25513 ± 1.9
Grasa	7.06 ± 0.078
Proteína	18.7426 ± 1.27
Carbohidratos	63.030 ± 0.20

Resultados de la determinación de metabolitos secundarios en granos de huauzontle

Los tipos de metabolitos secundarios presentes en granos de huauzontle (*Chenopodium berlandieri* spp. *nuttalliae*) se identificaron mediante pruebas cualitativas. Los resultados indican la presencia de metabolitos secundarios en los granos de huauzontle, destaca principalmente la saponina, la cuales ya se han reportado su presencia en el género *Chenopodium* sus propiedades son altamente valoradas en el área farmacológica. Sin embargo Cheeke en el 2000, señala que la toxicidad, los efectos fisiológicos y las propiedades farmacológicas están íntimamente relacionados con la estructura química de las saponinas. La muestra testigo que representa los granos de huauzontle en estado natural (sin lavados y desinfección), mostraron la presencia de espuma persistente por más de dos minutos (Ensayo de espuma), los granos que fueron sometidos a tratamiento (lavado y desinfección) no presento formación de espuma durante el ensayo, estos resultados indican que resulta recomendable el acondicionamiento del huauzontle antes de ser usado en la alimentación. La presencia de saponina está relacionada con la percepción de un sabor amargo y astringente en el grano.

Para la determinación de alcaloides (Ensayo de Dragendorff), se mostró una reacción positiva apareciendo en ambos casos opalescencia y turbidez. Para el ensayo de Wagner la muestra tratamiento presento un precipitado marrón. Por último y para la determinación de compuestos fenólicos y/o taninos, se utilizó el ensayo de cloruro Férrico, en donde en ninguna de las dos muestras mostro presencia de alguno (tabla 15).

Tabla 15. Grupo de metabolitos secundarios presentes en granos de *Chenopodium berlandieri* spp. *nuttalliae*

Metabolitos secundarios	Ensayos Cualitativos	Observaciones	
		Testigo (Huauzontle en estado fresco)	Tratamiento (Huauzontle lavado con agua y desinfectado)
Alcaloides	Ensayo de Dragendorff (La presencia de opalescencia, turbidez y precipitado)	Opalescencia: (+++) Turbidez definida: (+++)	Opalescencia: (-) Turbidez definida (++)

	indica un resultado positivo)	Precipitado Marrón: (-)	Precipitado Marrón:(+++)
	Ensayo de Wagner (La presencia de precipitado indica un resultado positivo)	Precipitado Marrón: (++)	Precipitado Marrón: (+++)
Compuestos fenólicos y/o taninos	Ensayo de cloruro Férrico	Compuestos fenólicos (Positivo: coloración a rojo-vino): <i>Negativo</i> Taninos condensados (Positivo: Coloración verde intensa): <i>Negativo</i> Taninos hidrolizables (Positivo: coloración azul): <i>Negativo</i> Precipitado para taninos: <i>Negativo</i>	Compuestos fenólicos: <i>Negativo</i> Taninos condensados: <i>Negativo</i> Taninos hidrolizables: <i>Negativo</i> Precipitado para taninos: <i>Negativo</i>
Saponinas	Ensayo de espuma (Agitación por 5 minutos, positivo: formación de espuma)	Espuma persistente por más de 2 minutos: (+++)	Espuma persistente por más de 2 minutos: (-)

Con intensidad de reacción abundante (+++) y no presente (-).

Presencia de metabolitos secundarios en corteza de tallos y hojas

En las muestras evaluadas de hojas y tallos se identificó la presencia de saponinas con mayor intensidad de reacción y abundancia puesto a que es donde se encuentra la mayor concentración de este metabolito presente en el Huauzontle. En la tabla 16 se observa la presencia de alcaloides en ambas muestras, realizadas mediante el ensayo de Dragendorff, presentando opalescencia y turbidez, para el ensayo de Wagner el precipitado marrón dio positivo para alcaloides. Se utilizó el ensayo de cloruro férrico para la determinación de compuestos fenólicos y/o taninos, donde mostraron en ambos casos una coloración verde intensa y después una turbidez baja, pero dando positivo a menor reacción, y para el ensayo de espuma como respuesta a la presencia de saponinas, la persistencia de espuma duro durante

dos minutos, en donde la espuma mantenía su forma, perdiéndose a los 3 minutos en el caso del testigo y para tratamiento solo 1 minuto perdiéndose a los 2 minutos.

Tabla 16. Grupos de metabolitos secundarios presentes en corteza de tallos y hojas en *Chenopodium berlandieri* spp. *nuttalliae*

Metabolitos secundarios	Ensayos Cualitativos	Observaciones	
		Testigo (Huauzontle en estado fresco)	Tratamiento (Huauzontle lavado con agua y desinfectado)
Alcaloides	Ensayo de Dragendorff (La presencia de opalescencia, turbidez y precipitado indica un resultado positivo)	Opalescencia: (+++) Turbidez definida: (++) Precipitado Marrón: (-)	Opalescencia: (++) Turbidez definida: (+++) Precipitado Marrón. (++)
	Ensayo de Wagner (La presencia de precipitado indica un resultado positivo)	Precipitado Marrón: (++)	Precipitado Marrón: (++)
Compuestos fenólicos y/o taninos	Ensayo de cloruro Férrico	Compuestos fenólicos (Positivo: coloración a rojo-vino): <i>Negativo</i> Taninos condensados (Positivo: Coloración verde intensa): <i>Positivo en menor reacción</i> Taninos hidrolizables (Positivo: coloración azul): <i>Negativo</i> Precipitado para taninos: <i>Negativo</i>	Compuestos fenólicos: <i>Negativo</i> Taninos condensados: <i>Negativo</i> Taninos hidrolizables: <i>Negativo</i> Precipitado para taninos: <i>Positivo a menor reacción</i>

Saponinas	Ensayo de espuma (agitación por 5 minutos)	Espuma persistente por más de 2 minutos. (+++)	Espuma persistente por más de 2 minutos (-)
-----------	---	---	--

Con intensidad de reacción abundante (+++) y no presente (-).

En el género *Chenopodium*, se encuentran presentes las saponinas (Cheeke, 2000), y metabolitos secundarios como alcaloides, el huauzontle constituye a una de las plantas cuyo uso tradicional es un legado gastronómico usado para diferentes tipos de platillos típicos de México, sobre la base de este estudio se puede decir que los granos y tallos de esta especie, obtenidos por métodos convencionales, contienen metabolitos secundarios (Tabla 17) de interés farmacológico, como saponinas presentes en mayor cantidad en tallos y hojas, aun usando tratamientos de lavado extremo, desinfección, escalado y secado, por lo que es conveniente, el cuidado uso y manipulación de esta hortaliza a la hora de preparar alimentos, cabe rescatar que para los granos hubo una eliminación completa seguido de los tratamientos dados a la planta.

Tabla 17. Pruebas de los extractos acuosos de fruto/grano y tallo y hojas de Huauzontle (*Chenopodium Berlandieri Spp. Nuttalliae*)

Ensayos	Metabolitos	Chenopodium Berlandieri Spp. Nuttalliae			
		Fruto/grano		Tallo y hojas	
		Observaciones		Observaciones	
Dragendorff	Alcaloides	+++	Opalescencia	-	Opalescencia
		+++	Turbidez	++	Turbidez
		++	Precipitado	-	Precipitado
Wagner	Alcaloides	+++	Precipitado	+	Precipitado
Cloruro férrico	Taninos o compuestos Fenólicos	-	Verde intenso	+	Verde intenso
		-	Azul intenso	-	Azul intenso
		-	Rojo vino	-	Rojo vino
Espuma	Saponinas	+++	Espuma de 5,5 mm persistente	+++	Espuma de 5,5 mm persistente

Leyenda: (+) Presencia escasa, (++) Presencia relativamente abundante, (+++) Presencia abundante, (-) No detectado.

Resultados de la elaboración de barras hornadas rellenas de mermelada de huauzontle y con cobertura de huauzontle

Para la elaboración de las barras, primeramente, se elaboró una mermelada con huauzontle y frutos rojos, seleccionando las fresas y frambuesas de mejor calidad, seguido del huauzontle antes tratado, la mermelada que se obtuvo presentó como características particulares un color rojo brillante, un aroma dulce agradable proporcionado por los frutos rojos, los granos de huauzontle se mezclaron con las semillas de las frambuesas siendo imperceptible la distinción de ambas, por lo tanto su presencia y sabor no fue representativo. Cabe destacar que esta situación es ideal para el proyecto ya que se temía predominara el sabor a hierva que de manera natural presenta el huauzontle, para lograr lo anterior se realizaron pruebas usando frutos de acompañamiento como naranja, durazno y piña, sin embargo, fue notorio el cambio de coloración y el sabor dominante del huauzontle, por lo que se optó usar frutos rojos. La mermelada al final de la cocción alcanzó los 65°Brix, y solo fue necesario agregar como agente gelificante pectina en una concentración inferior a lo que indica la norma (casi un 50%), este resultado indica que el contenido de sólidos de huauzontle contribuyó a alcanzar la consistencia adecuada sin el uso en demasía de aditivos alimentarios.

Durante y después del horneado de las barras, la consistencia de la mermelada favoreció que la humedad del producto fuera constante, no se observó sequedad del producto después del horneado, permaneció crujiente, esponjoso y con un relleno viscoso.

Resultados de la evaluación sensorial (Prueba hedónica, con escala verbal numérica)

Evaluación de textura

De acuerdo a los resultados que se presentan en la Figura 30, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los dos tipos de barras (barra con relleno de huauzontle & barra con relleno de huauzontle y cobertura de huauzontle) con respecto al atributo de textura, los jueces evaluadores (jueces no entrenados) calificaron con 4.5 en promedio al producto (desviación estándar de ± 0.5) siendo la calificación final 5, que es la máxima en la escala verbal numérica y significa “me gusta mucho”. Sin embargo, comentaron que les gustaría que el color fuera un poco más oscuro, tal como se presentan las barras comerciales (A las cuales se les adiciona caramelo para favorecer su oscurecimiento) y un poco más crujientes.

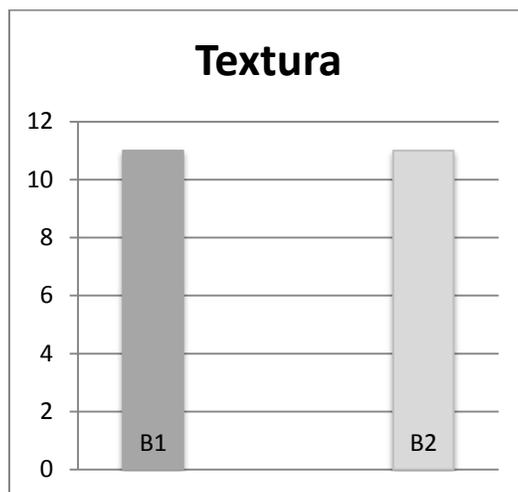


Figura 24. Resultado del análisis estadístico de la prueba sensorial aplicado a las dos tipos de barras para textura

Tabla 18. Resultado de desviación estándar y ANOVA para cada barra

Barra	Calificación promedio de escala verbal numérica	STD	ANOVA
1	4.5	0.6	a
2	4.4	0.68	a

Nota: Letras iguales significa que no existe diferencia estadística significativa (P: 95%)

Evaluación de sabor

De acuerdo a los resultados que se presentaron en la Figura 31, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los dos tipos de barras (barra con relleno de huauzontle & barra con relleno de huauzontle y cobertura de huauzontle), pero si una ligera variación entre el barra 1 con respecto al atributo de sabor, los jueces evaluadores (jueces no entrenados) calificaron con 4.5 en promedio al producto (desviación estándar de ± 0.6) siendo la calificación final 5, que es la máxima en la escala verbal numérica y significa “me gusta mucho”. Sin embargo, comentaron que les gustaría un sabor más tostado, tal como se

presentan las barras comerciales (A las cuales se les somete a temperaturas altas, con un nivel de cocimiento mayor), de la misma forma mencionaron que las barras comerciales tuene un nivel de dulzor mayor referente a la mermelada que utilizan, en este caso el huauzontle y los frutos seleccionados ayudaron a la determinación de sabor, por lo que se obtuvo una mermelada firme, rica y sin sabor a hierva que tenía en un principio el huauzontle en estado seco.

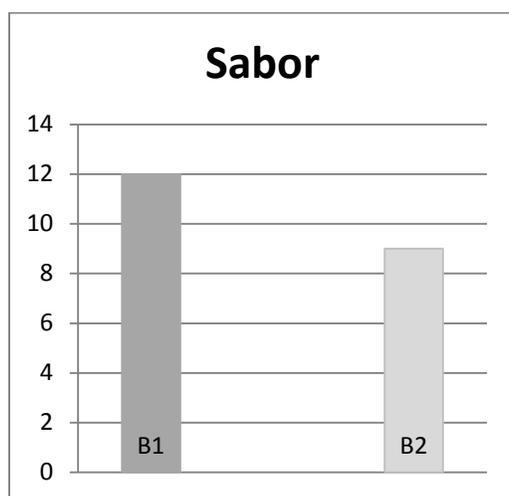


Figura 25. Resultado del análisis estadístico de la prueba sensorial aplicado a las dos tipos de barras para sabor

Tabla 19. Resultado de desviación estándar y ANOVA para cada barra

Barra	Calificación promedio de escala verbal numérica	STD	ANOVA
1	4.5	0.6	α
2	4.3	0.67	α

Nota: Letras iguales significa que no existe diferencia estadística significativa (P: 95%)

Evaluación de aroma

Los resultados presentados en la Figura 32, no presentan diferencias estadísticas significativas entre los dos tipos de barras (barra con relleno de huauzontle & barra con relleno de huauzontle y cobertura de huauzontle), pero si sensorialmente preferencia por la barra 1, con respecto al atributo de aroma, los jueces evaluadores (jueces no entrenados) calificaron con 4.7 en promedio al producto (desviación estándar de ± 0.4) siendo la calificación final 5, que es la máxima en la escala verbal numérica y significa “me gusta mucho”. Los jueces evaluadores

mencionaron el aroma a mantequilla (masa de hojaldre) y el aroma dulce respecto a los frutos rojos seleccionados para la elaboración, diciendo que las barras comerciales tienen el olor característico a cereales y no a mantequilla y en cuestión de frutos un aroma muy ligero, por lo que les agrado la presentación de esta barra.

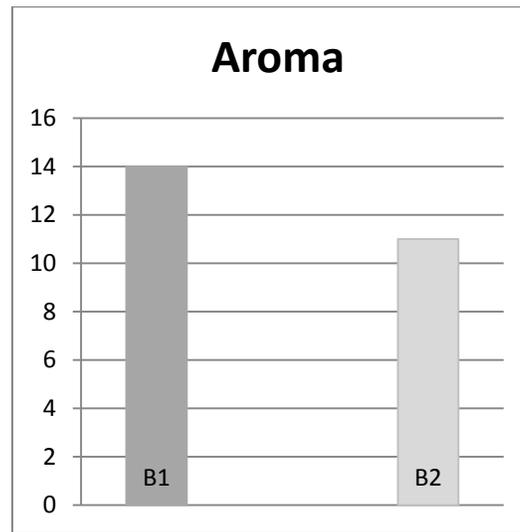
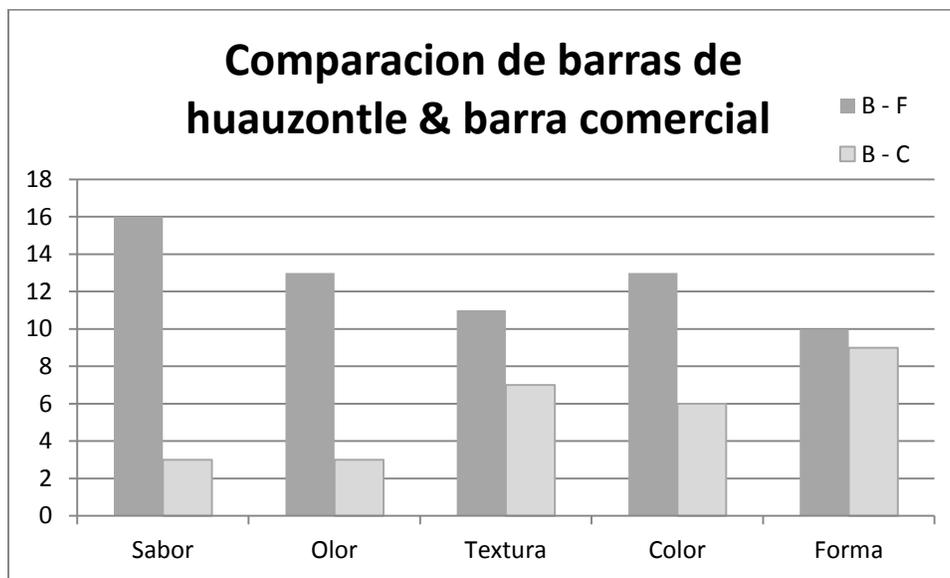


Figura 26. Resultado del análisis estadístico de la prueba sensorial aplicado a las dos tipos de barras para aroma

Tabla 20. Resultado de desviación estándar y ANOVA para cada barra

Barra	Calificación promedio de escala verbal numérica	STD	ANOVA
1	4.7	0.4	α
2	4.45	0.6	α

Nota: Letras iguales significa que no existe diferencia estadística significativa (P: 95%)



B – F: Barra con huauzontle/ B – C: Barra comercial

Figura 27. Resultado de la comparación de las barras de huauzontle & barra comercial

Los evaluadores (jueces no entrenados) para esta prueba de evaluación sensorial por escala verbal hedónica fueron caracterizados con edades entre 22 a 40 años de edad. Se realizó un análisis estadístico (Figura 33) en donde barra F (barra de huauzontle) presento un mayor grado de aceptación comprado con barra C (barra comercial), los atributos evaluados fueron cinco (sabor, olor, textura, color, forma), en donde hay una diferencia significativa por sabor de barra F obteniendo la calificación máxima de 5 que significa “me gusta mucho”, los evaluadores mostraron agrado por el sabor a frutos y sabor a mantequilla por lo que no percibieron el huauzontle, lo cual fue de gran beneficio por ser una planta con sabor ligeramente amargo y astringente. Olor y color presentaron mayor grado de aceptación para barra F, dejando a barra comercial abajo con calificación 3 que significa “indiferente”, ya que la mayoría de barras comerciales presentan olor característico al cereal usado y en este caso se presentó una barra (barra con huauzontle) con olor a mantequilla brindado por la masa (masa de hojaldre). Para el atributo de forma ambas barras fueron presentadas iguales por lo que no hubo una diferencia significativa y ambas fueron aceptadas sensorialmente.

Resultados de la determinación del valor nutricional obtenido a partir del Análisis químico Proximal de la barra con huauzontle.

Para poder determinar el aporte nutricional del producto se realizó análisis químico proximal mediante la evaluación de humedad, proteína, carbohidratos, grasa, fibra, y cenizas mediante la

técnica basada en AOAC, 1986. Analizando se encontró que los nutrimentos presentes en mayor cantidad son: carbohidratos, proteína, grasas y fibra. Resaltando el contenido en proteína de 7.06 y fibra de 5.30. API en 2013 hace referencia al poco contenido de proteína y fibra en estos alimentos, ya que en proteína es de 1 a 2 g y en fibra 1g. En cuanto a carbohidratos se presentan altos por la mantequilla presente en la masa de hojaldre, ya que para este tipo de barras es la más viable para obtener una textura crujiente.

Tabla 21. Resultado de Análisis químico proximal a barra con cobertura y relleno de mermelada de Huauzontle (g/100).

PARÁMETROS	CANTIDAD
Humedad	9.553567 ± 1.1227
Ceniza	3.7116 ± 0.141093
Fibra	5.306533 ± 1.941829
Grasa	18.07593 ± 0.339124
Proteína	7.06 ± 0.07874
Carbohidratos	71.230 ± 0.345204



Figura 28. Barras con mayor nivel de aceptación sensorialmente y aplicadas al análisis químico proximal

Tabla 22. Información nutricional por porción de barras con huauzontle

Componente	Porción de barra con huauzontle 20 g	Porción de barra comercias 20g
Energía	92.46Kcal	87.65Kcal
Proteína	2.83g	1g
Carbohidratos	13.64g	13g
Lípidos	4.53g	1.9g
Fibra	3.77g	0.5g
Humedad	10.47g	-

La barra que se realizó se asemeja en presentación a las que se encuentran en el mercado, la diferencia radica en su calidad nutricional por el aporte dado de un alimento no convencional como el huauzontle, en la tabla 22 se presenta la información nutricional en una presentación de 20g. Se observa que la barra con huauzontle presenta mayor contenido de proteína (2.83g) a la de la barra comercial (1g), también se observa que en cuestión de fibra las barras comerciales carecen de este nutrimento, por lo que en la presentación comercial presento 0.5g y la barra con huauzontle presentada 3.77g. Pasando a las grasas la barra con huauzontle presenta mayor contenido que la barra comercial analizada, debido al tipo de masa utilizada, en el caso de la barra propuesta la utilización de una masa con base de mantequilla que le adiciona un favorable sabor y aroma que llamo la atención de los evaluadores.

CONCLUSIONES

La investigación de campo realizada en el mercado municipal de México, Texcoco, con preguntas de incisos semi estructuradas, permitió saber que los consumidores y conocedores del huauzontle son personas de edad media, sin embargo un porcentaje de las personas entrevistadas no conocen esta planta, no lo consumen y no tienen conocimiento de que exista este alimento. El consumo de huauzontle es realmente bajo pues aunque es conocido por las personas no todas lo consumen y solo un pequeño porcentaje lo utiliza en su alimentación. La encuesta nos permitió conocer que de las personas entrevistadas si estarían dispuestas a consumir el huauzontle en una presentación más atractiva a la natural, que por el sabor ligeramente de esta planta es poco apetecible para ser consumida. Como se sabe el huauzontle contiene un alto contenido en proteína y fibra mayores en comparación a otros pseudocereales, por esto se determinó el valor nutricional del huauzontle a partir de un análisis químico proximal en donde destaco el contenido de proteína y de fibra.

Por otra parte, el análisis cualitativo efectuado, permitió identificar, los metabolitos secundarios presentes en este caso se realizó el ensayo de espuma como prueba cualitativa de la presencia de saponina en el huauzontle, el tratamiento (lavado y desinfección) empleado en este trabajo, reporto una eliminación de saponinas, cabe recalcar que este procesos es muy importante ya que las saponinas pueden ser tóxicas, sin embargo, el valor es inferior al descrito para alcanzar la dosis letal, no dejando de lado la implementación de esta planta correctamente para la cocina gastronómicas. En este trabajo se aplicó el tratamiento antes visto a los granos de huauzontle para después llevar un proceso de secado y así obtener el huauzontle en estado seco para la elaboración de la mermelada y cobertura de la barra.

En cuanto a la evaluación sensorial reporto un grado de aceptación alto con calificación máxima de 5 que significa (me gusta mucha), resaltando sus atributos en cuando un mejor sabor, olor y textura en comparación con una barra comercial. Y si mismo la determinación de nutrimentos dio como resultados que la barra presentada en este trabajo obtuvo mayor contenido de fibra y proteína que una barra comercial, así como el contenido de grasa dado por la masa utilizada (masa de hojaldre). Sin embargo cabe mencionar los beneficios nutricionales que aporta el huauzontle con respecto a la presencia minerales como el calcio, hierro y fosforo. A demás de lo anterior ya se ha indicado su riqueza en cuanto a la presencia de vitaminas del complejo B, C y E, estas últimas le confieren propiedades antioxidantes.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

- ALVAREZ. 2015. Problemas con los cereales. [En línea] Octubre de 2015. [Citado el: 02 de Marzo de 2017.] <https://jcalvarezvalle.wordpress.com/tag/problemas-con-los-cereales/>.
- ALVES. 2008. Elaboración de una barra de cereal con la adición de harina de camote. Brasil. ISSN 16760018.
- ASSAD. Bustillos, Melissa; Ramirez-Gilly, Mariana; Tecante, Alberto Y Chaires-Martinez, Leandro. 2014. Physicochemical, functional, thermal and rheological characterization of starch from huauzontle seeds (*Chenopodium berlandieri spp. nuttalliae*). *Agrociencia*. vol.48, n.8, pp.789-803. ISSN 1405-3195.
- BADUI. 2006. Química de los alimentos. Ed. Pearson Educación. México D. F. pp. 94-104.
- BANKS. 1986. Starch and its components. Halsted Press, Wiley and Sons. New York. In Robles de T. R. R.
- BARBOSA. 1993. Cánovas, G.V., Ibarz, A. y Peleg, M. Propiedades Reológicas de alimentos fluidos. Revisión. *Alimentaria* 2:39-89.
- BARRÓN-Yáñez, M. R.; Villanueva-Verduzco, C.; García-Mateos, M. R.; Colinas-León, M. T. 2009. "Valor nutricional y contenido de saponinas en germinados de Huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.), Calabaciata (*Cucurbita pepo* L.), Canola (*Brassic napus* L.) y Amaranto (*Amaranthus leucocarpus* S. Watson syn. *hypochondriacus* L.)". *Revista Chapingo Serie Horticultura*, vol.15, n.3, pp.237-243. ISSN 2007-4034.
- BASTIOLI. 2005. Starch-Based technology. In: Handbook of biodegradable polymers. Novamont SpA, Italy pp. 258-283.
- BEDCA. 2004. Base de Datos Española de Composición de Alimentos "Guía de la alimentación saludable". Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC).
- BHARGAVA. 2007. Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, pp. 167-173.
- CHEEKE. 2000. Glycosides, pp. 98-140. In: Toxicants of Plant Origin. CHEEKE, P. R. (ed.). CRC Press. Boca Raton, Florida. USA.
- CRUZ. 2014. Estudio de radiosensibilidad de pseudocereales mediante marcadores moleculares y microscopía electrónica (tesis profesional). Universidad Autónoma Del Estado De México, Toluca, México.

- DÁVILA. 2007. Elaboración de una barra alimentaria rica en proteínas, fibra y antioxidantes. México. Formato PDF. [Citado el día 20 de Abril del 2017].
- DE LA CRUZ. 2010 a. Aplicación de la radiación al mejoramiento de los cultivos. En ININ (Edits.), Actividad Científica y tecnológica en el ININ, México, pp. 381-394
- DE LA CRUZ, E. y García, J. M. 2011. La importancia del registro ante el SNICS. Caso: Pseudocereal Opohuira. Contacto nuclear. 60: 38-40
- DELGADO, A., Palacios, J. y Betancourt, C. 2009. Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia). Agronomía colombiana. 27(2): 159-167
- ENIDE. 2011. "Evaluación nutricional de la dieta española sobre datos de la Encuesta Nacional de Ingesta Dietética. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN).
- FAO. Food and Agricultural Organization. 1998. Food Hydrocolloid, 23: 1527-1534. Carbohydrates in human nutrition. Food and Nutrition Papers, Rome, Chap. 1. 129 p
- FEN. 2012. "Valoración Nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario". Fundación Española de la Nutrición.
- FLORES, D. A. 2012. Estudio de radiosensibilidad en colectas sobresalientes de *Chenopodium* y *Amaranthus*. Tesis de Licenciatura de Biología. Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan. Huixquilucan, Estado de México. pp 14-15.
- GARCÍA A. J. M. y De la Cruz T. E. 2011. Las chías de México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Rev. Div. Contacto Nuclear, México pp. 14-18
- GARCÍA. 2008. Apuntes sobre la fibra. Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid. [Citado el 22 de Enero del 2019.] Disponible en URL: www.nestlenutrition.es/archivos/pubs/Apuntesfibrapreview.pdf
- GIL, A. (s.f). 2001. Tratado de nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tomo II, 2ª edición, Madrid: Médica Panamericana, 786 p.
- GONCALVES, S. y Almeida, S. W. 2009. Amaranto (*Amaranthus ssp*) e Quinoa (*Chenopodium quinoa*) alimentos alternativos para doentes celíacos. Ensaio e Ciencia. 13(1): 77-92
- GUTIÉRREZ, A., Soto, M., López, C., Mendoza, G. D., García, A. y Mendoza, Ma. C. 2004. Nitratos, oxalatos y alcaloides en dos etapas fenológicas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en riego y temporal. Revista Fitotecnia Mexicana. 27(004): 313-322.

HAROLD. 2013 La cocina y los alimentos. Enciclopedia de la ciencia y la cultura de la comida. Séptima edición. Editorial Debate.

HUEPALO. Campo Agrícola. 2013. Empresa mexicana. [En línea] [Citado el: 04 de junio de 2018] <http://campoagricolahuepalo.com/wp/tostadillas/>

MACHORRO, Juan Carlos. Panecillos de Huauzontle. [En línea] 16 Agosto 2016. [Citado el: 03 de junio de 2018] <http://www.miambiente.com.mx/vida-sana1/proponen-consumo-de-huauzontle-en-panquecitos/>

MARTÍNEZ, L. y Peralta, J. 2005. Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales. (25): 103-119.

MARTINO H. S. D., S. M. Bigonha, L. M. Cardoso, C. O. B. Rosa, N. M. B. Costa, L. Á. Ramírez C. and S. M R. Ribeiro. 2012. Nutritional and bioactive compounds of bean: benefits to human health. In: Hispanic Foods: Chemistry and Bioactive Compounds. ACS Symposium Series, Vol. 1109. M. H. Tunick and E. González M. (eds.). American Chemical Society. Washington, D. C., USA. pp:233-258, [Citado el 14 de diciembre del 2018]. <https://doi.org/10.1021/bk-2012-1109.fw001>

MUJICA, A., Izquierdo, J. y Marathee, J. P. 2001. Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Oficial Regional de Producción Vegetal. Para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. pp 3.

MUJICA A. y Jacobsen Sven E. 2006. La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y sus parientes silvestres, Botánica Económica de los Andes Centrales, M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (Edits.), pp. 449-457.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-147-SSA1-1996, BIENES Y SERVICIOS. CEREALES Y SUS PRODUCTOS. HARINAS DE CEREALES, SEMOLAS O SEMOLINAS. ALIMENTOS A BASE DE CEREALES, DE SEMILLAS COMESTIBLES, HARINAS, SEMOLAS O SEMOLINAS O SUS MEZCLAS. PRODUCTOS DE PANIFICACION. DISPOSICIONES Y ESPECIFICACIONES SANITARIAS Y NUTRIMENTALES.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-043-SSA2-2005, SERVICIOS BÁSICOS DE SALUD. PROMOCIÓN Y EDUCACIÓN PARA LA SALUD EN MATERIA ALIMENTARIA. CRITERIOS PARA BRINDAR ORIENTACIÓN.

- OLIVERA, Giacomino, s; Pellegrino, n; Sambucetti, m. 2009. Composición y perfil nutricional de barras de cereales comerciales. Universidad de Buenos Aires, Argentina
- ORTEGA-PACZCA, Rafael. 2011. "Investigaciones y acciones sobre saberes campesinos en recursos naturales y agricultura en México", en Saberes colectivos y diálogos de saberes en México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Iberoamericana/Puebla, p. 358.
- PAIVA. 2008. Estudios Tecnológicos, químicos, fisicoquímicos e sensoriales de barras alimenticias elaboradas con subproductos e residuos agroindustrias. Lavras:Universidad Federal de Lavras.
- SIAP. 2013. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Cierre de la producción agrícola por estado y por cultivo. Disponible en línea: <http://www.siap.gob.mx/>
- SINGH G., A. Kumar, B. K. Kumbhar and B. N. Dar. 2015. Optimization of processing parameters and ingredients for development of low-fat fibre-supplemented paneer. Journal of Food Science and Technology 52:709-719, [Citado el 18 de noviembre del 2018] <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1049-0>
- TROPA, S. I. 2010. Inducción de mutaciones en quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y selección de líneas tolerantes a imidazolinonas. Tesis de licenciatura. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. pp. 53.
- VILLANUEVA, O. y Amao, I. 2007. Purificación de una proteína de 35 k Da rica en lisina, de la fracción albúmina de *Amaranthus caudatus* (kiwicha). Anales de la Facultad de Medicina. 68(004): 344-350
- VIVIAN V. 2006. ALIMENTACIÓN SANA. Barritas de cereales. Argentina. [en línea]. <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/barritas.htm>. [Consulta: 15 Septiembre de 2015]
- XINGÚ L. A. 2010. Caracterización del germoplasma de Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*) en el Estado de México mediante técnicas moleculares (SSR), Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México, México, 2010.
- YÚFERA, E. 2001 "Química Agrícola, Volúmen III: Alimentos, 1ra edición, Editorial Alhambra, S.A., España

ANEXOS

Anexo 1 Tabla de decisiones para la presentación de barras de huauzontle

	Huauzontle	Frambuesa	Fresa	Cobertura de Huauzontle
Barra 1	●	●	●	●
Barra 2	●	●	●	

En base a:

*Sabor	>=	Como resultado una barra nutricional agradable
*Contenido de Proteína		
*Contenido de Fibra		
*Color		

Anexo 2 Entrevista realizada en el mercado municipal de México Texcoco



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



El propósito de estas preguntas es saber el uso que se le da al Huauzontle, esto nos ayudara a nuestro tema de tesis “Barra nutritiva de huauzontle (*chenopodium berlandieri* spp. *nuttalliae*)”. Todas las respuestas tienen un fin educativo y no se usara con otro fin. Gracias por su atención.

Nombre de la entrevista	Fecha:	Hora:	Lugar:
-------------------------	--------	-------	--------

Datos Generales

Nombre:	
Edad:	Sexo:
Dirección:	

1. ¿Conoces el Huauzontle?

Si

No

2. ¿Has consumido Huauzontle?

Si

No

3. ¿Tu familia consume Huauzontle?

Si

No

4. ¿Es por herencia familiar la costumbre de comer Huauzontle?

Si

No

5. ¿Te gustaría probar otras formas diferentes a la actual de consumir Huauzontle?

Si No

6. ¿De qué forma te gustaría consumir el Huauzontle?

a) Barra b) Galleta c) Panque

7. ¿Sabes que beneficios proporciona el Huauzontle?

Si No

8. ¿Sabes si todavía se produce Huauzontle en la zona?

Si No

Anexo 3 Prueba de nivel de agrado (aceptabilidad) escala hedónica verbal



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



NOMBRE: _____ FECHA: _____

SEXO: _____ NOMBRE DEL PRODUCTO: _____

Instrucciones: Sírvase a degustar la muestra que se le presenta. Por favor indique con una ✕ la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.

MUESTRA F

MUESTRA R

Muestra de grado de aceptabilidad	TEXTURA	SABOR	AROMA	Muestra de grado de aceptabilidad	TEXTURA	SABOR	AROMA
1 No me gusta nada				1 No me gusta nada			
2 No me gusta				2 No me gusta			
3 Indiferente				3 Indiferente			
4 Me gusta				4 Me gusta			
5 Me gusta mucho				5 Me gusta mucho			

COMENTARIOS

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 4 Resultados de ANOVA aplicado a las barras de huauzontle de dos formulaciones:

One-way Analysis of Variance para textura

Analysis of Variance for textura

Source	DF	SS	MS	F	P
tratamie	1	0,025	0,025	0,06	0,809
Error	38	15,950	0,420		
Total	39	15,975			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----+-----			
1	20	4,5000	0,6070	(------*-----)			
2	20	4,4500	0,6863	(------*-----)			
				-----+-----+-----+-----+-----			
Pooled StDev =		0,6479		4,20	4,40	4,60	4,80

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,86

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

1	
2	-0,3647 0,4647

One-way Analysis of Variance Sabor

Analysis of Variance for sabor

Source	DF	SS	MS	F	P
tratamie	1	0,400	0,400	0,98	0,328
Error	38	15,500	0,408		
Total	39	15,900			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----			
1	20	4,5500	0,6048	(------*-----)			
2	20	4,3500	0,6708	(------*-----)			
				-----+-----+-----+-----			
Pooled StDev =		0,6387		4,25	4,50	4,75	

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,86

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

1
2 -0,2089
0,6089

One-way Analysis of Variance aroma

Analysis of Variance for aroma

Source	DF	SS	MS	F	P
tratamie	1	0,625	0,625	1,81	0,187
Error	38	13,150	0,346		
Total	39	13,775			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	---+-----+-----+-----+---					
1	20	4,7000	0,4702	(-----*-----)					
2	20	4,4500	0,6863	(-----*-----)					
Pooled StDev =			0,5883	4,25	4,50	4,75	5,00		

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,86

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

1
2 -0,1266
0,6266

Anexos 5 Técnicas utilizadas para realizar el análisis químico proximal (Pearson).

Procedimiento para el análisis químico proximal

Determinación de Humedad

Se colocan las tapas de cajas petri en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60°C, hasta obtener el peso constante (Po), aproximadamente 12 horas. Al llegar a peso constante se pasaron de la estufa al desecador esperando a que se enfriaran para pesar en la balanza analítica. Posteriormente se distribuye 5g de muestra (Pm) en el interior de las tapas de cajas petri y se extendió en toda la superficie; se introducen en la estufa de secado, dejando eliminar el agua de la muestra a una temperatura entre 50 a 65°C durante 12 a 24 horas (hasta obtener el peso constante). Se retiraron las tapas de cajas petri con la muestra deshidratada de la estufa, se colocaron en el desecador, esperando a que se enfriara la muestra (2 a 3 minutos) y su peso (P1). Se calcula el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra.

Determinación de Ceniza

Se colocan los crisoles a peso constante en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60°C. Al llegar a peso constante se pasaron a la estufa de secado por 10 a 15 minutos, posteriormente se colocan en el desecador, esperando a que se enfriara la muestra (5 a 10 minutos) y se pesó (Po). Se introducen 5g de muestra molida (Pm) en cada crisol. Se carbonizo sobre la parrilla de calentamiento hasta que dejara de liberar humo (se cuida que no se incendia), se toma la muestra carbonizada y se incinero en la mufla a una temperatura entre 500 a 600°C. Se mantuvo la temperatura de la mufla hasta que las cenizas adquirieran un color BLANCO a GRIS-BLANCO (aproximadamente de 2 a 3 horas). Llegado el tiempo indicado se retiraron los crisoles de la mufla colocándolos en la estufa de secado (10 a 15 minutos), se sacó y colocó en el desecador hasta que se enfriaran (5 a 10 minutos) y se pesó (Pf), sin tocarlo con las manos. La determinación de ceniza nos indica el porcentaje de minerales que contiene cualquier tipo de alimento.

Determinación de grasa

La determinación de grasa se realiza por el método de SOXHLET. Se colocan los matraces balón con boquilla esmerilada en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60°C, hasta

llegar al peso constante (Po), aproximadamente 6 a 8 horas. Se pesó 5g de muestra seca (Pm) dentro del cartucho de celulosa colocando un tapón de algodón en la boquilla del cartucho para impedir que se tire la muestra. Posteriormente se coloca en la cámara o trampa del extractor añadiendo de 2 a 3 sifonadas de hexano. Se embono al refrigerante cerciorando que las mangueras de agua estuvieran conectadas correctamente, y así mismo no haya fuga, se abre la llave de agua y se enciende la fuente de calor. Se extrae por 12 a 16 horas la grasa de la muestra. Después de la extracción: se retira el cartucho con la muestra sin grasa de la trampa de extractor y se colocó en la estufa de secado hasta evaporar el hexano (se guardó para ocupar la muestra en las posteriores pruebas). Posteriormente se destila el hexano sucio, sin desmontar el equipo de extracción, terminado este paso, se colocan los matraces de balón con muestra de grasa en la estufa de secado hasta la obtención del peso constante, evaporado el solvente y se pesó (Pf). Esta técnica se aplica a muestras de alimentos para obtener la grasa de un alimento homogeneizado mediante una extracción directa con disolventes en frío.

Determinación de proteína

La proteína de las galletas así como la mezcla de harinas citadas anteriormente y la de harina de moringa oleífera lam fue obtenida por el método de Micro-kjeldahl en tres partes. Parte 1. Digestión de la muestra: se pesa 0.05g de muestra seca y libre de grasa; y se adicionó a un matraz Micro-kjeldahl agregando 2g de catalizador Micro-kjeldahl, 2ml de ácido sulfúrico, perlas de vidrio y se colocó en el digestor de 1 a 1.5 horas (cuando la muestra se vuelve transparente, calentar 1 hora más).

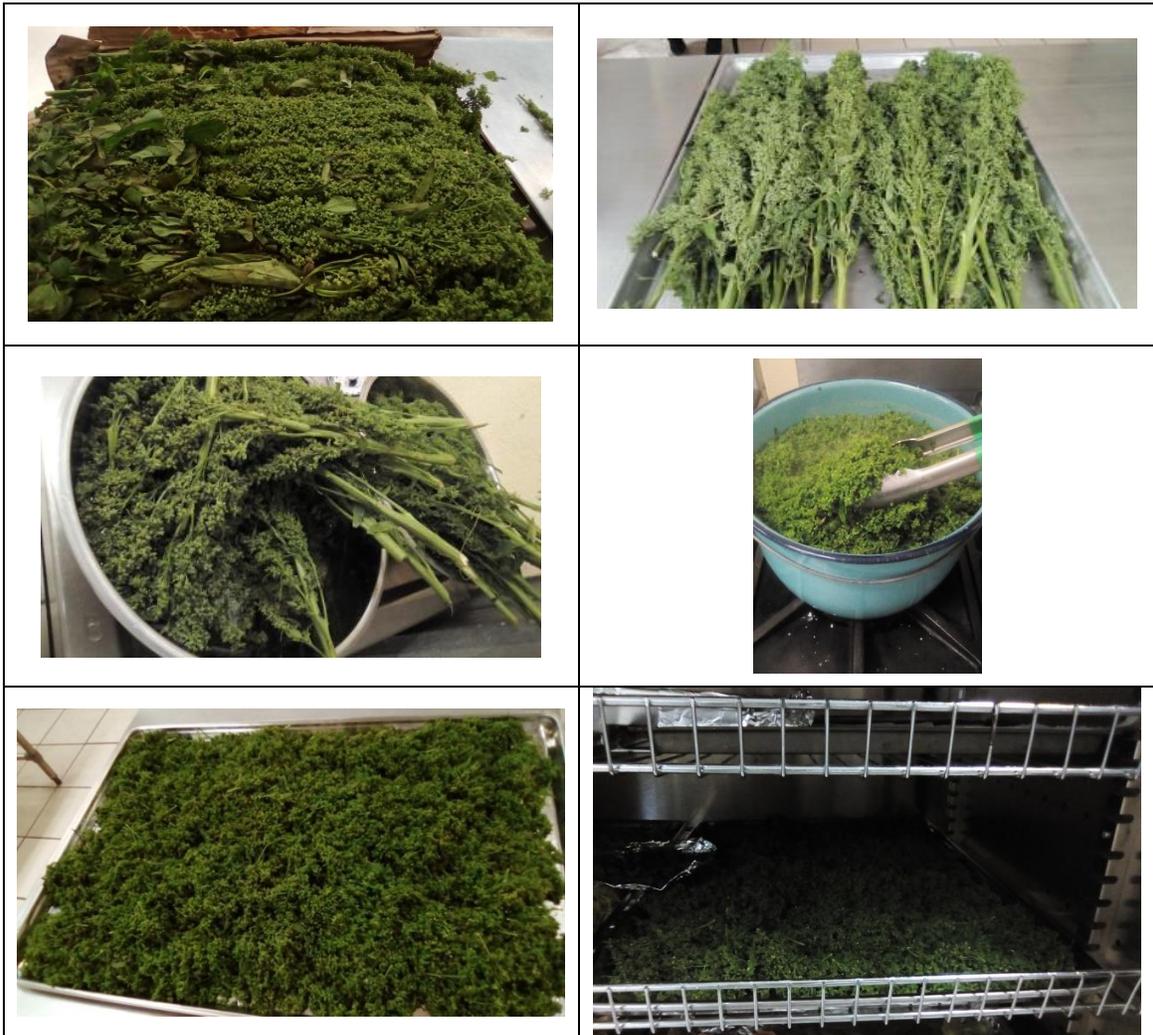
Parte 2. Destilación de la muestra: se transfirió la solución diferida al aparato de digestión lavando el matraz Micro-kjeldahl con agua destilada de 5 a 6 veces con agua destilada, agregando 10ml de la solución Sosa-Tiosulfato. En una probeta se depositó 5ml de ácido bórico al 5% y se adiciono 3 gotas de indicador Micro-kjeldahl, posteriormente se coloca debajo de la salida del refrigerante. Se colectó entre 50 a 60ml de destilado.

Parte 3. Titulación: se titula una alícuota de 50ml del destilado con ácido clorhídrico 0.05 N hasta la aparición de un cambio de color.

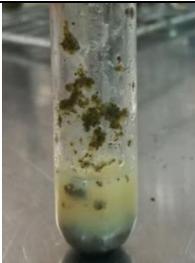
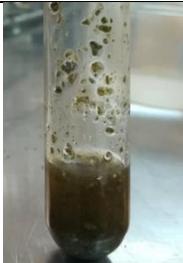
Determinación de Fibra Cruda

Antes de la determinación de fibra cruda se pone peso constante (P_o) el papel filtro. Llegando el peso constante se pesó 1 g de muestra (P_m), transferir al vaso de Berselius y adicionar 30ml del reactivo S-K. Posteriormente se colocó el vaso en el Condensador de Fibra Cruda y se llevó a ebullición (agitar cada 5 minutos), hervir por 30 minutos. Llegado el tiempo se filtró en caliente a través del embudo (utilizando el papel filtro llevado a peso constante). Se lavó el residuo con agua caliente y acetona (hasta obtener la decoloración). Se colocó a peso constante el papel filtro y se pesó (P_1).

Anexo 6 Tratamientos aplicados a la planta huauzontle (*chenopodium berlandieri* spp. *Nuttalliae*)



Anexo 7 Resultados de la prueba con el reactivo Dragendorff para identificar alcaloides

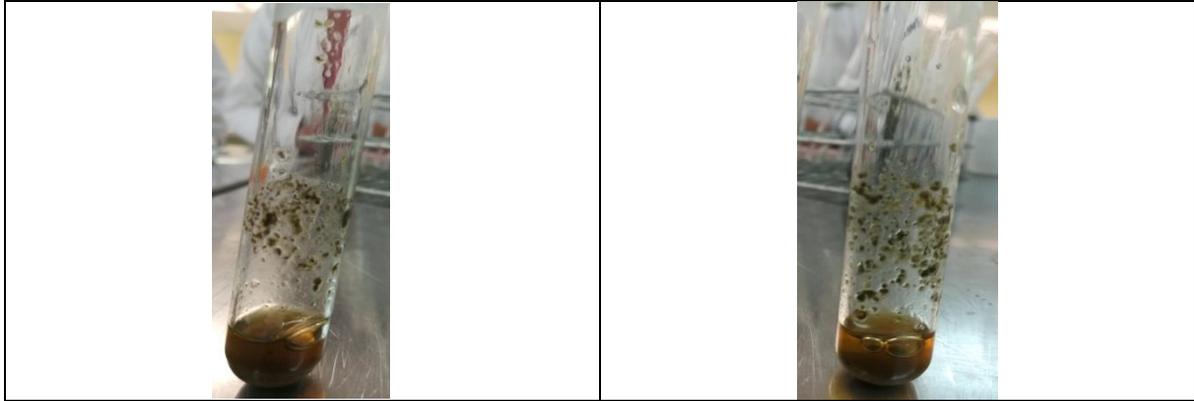
TESTIGO	TRATAMIENTO
	

Anexo 8 Resultados de la prueba con el reactivo Wagner para identificar alcaloides

TESTIGO	TRATAMIENTO
	

Anexo 9 Resultados de la prueba de la prueba de Cloruro Férrico para identificar fenoles y/o taninos.

TESTIGO	TRATAMIENTO
	



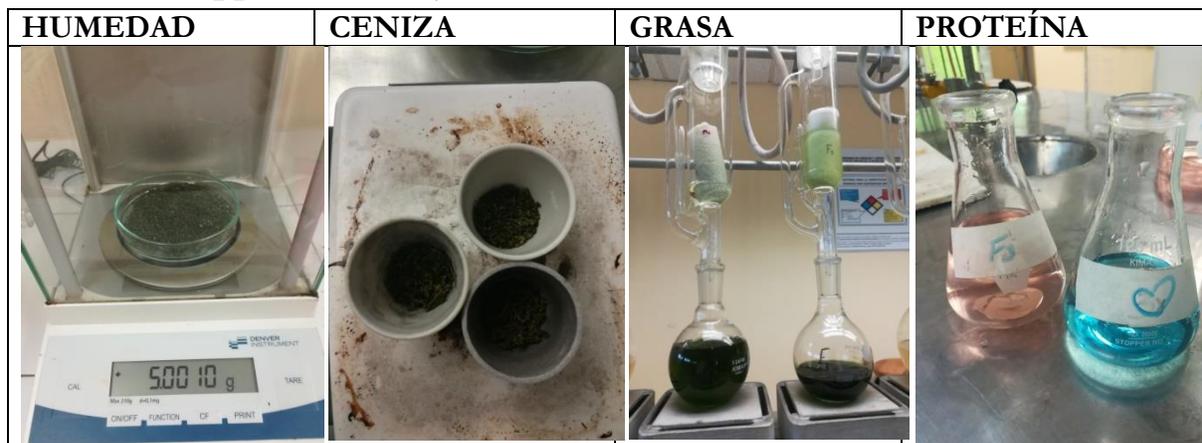
Anexo 10 Resultados de la prueba de espuma para identificar Saponinas

TESTIGO	TRATAMIENTO
	

Anexo 11 Resultados de la prueba para Tatinos hidrolizables y condensados

TESTIGO	TRATAMIENTO
	

Anexo 12 Análisis químico proximal de huauzontle (*chenopodium berlandieri* spp. *Nuttalliae*)



Anexo 13 Elaboración de mermelada de huauzontle



Anexo 14 Elaboración de barra nutritiva con huauzontle



Anexo 15 Evaluación sensorial prueba de nivel de agrado (aceptabilidad) escala hedónica verbal



Anexo 16 Análisis químico proximal de barra nutritiva con huauzontle



