

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



Caracterización Química de Tortilla de Masa de Maíz Nixtamalizado
Adicionada con Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp.
nuttalliae*) para Incrementar su Contenido Nutricional

Por:

ANAHÍ PADILLA VÁZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Caracterización Química de Tortilla de Masa de Maíz Nixtamalizado
Adicionada con Huauzontle (*Chenopodium berlandieri* subsp.
nuttalliae) para Incrementar su Contenido Nutricional

Por:

ANAHÍ PADILLA VÁZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

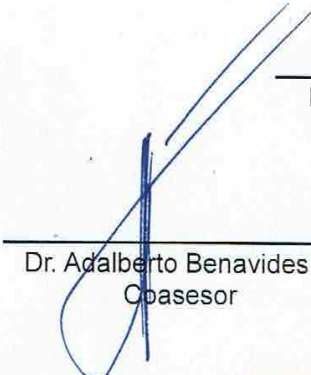
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Aprobada por el Comité de Asesoría:




M.E. Laura Olivia Fuentes Lara

Asesora Principal



Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Coasesor



Dra. Xochitl Ruelas Chacón
Coasesor



Dr. José Duñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México.

Mayo, 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Caracterización Química de Tortilla de Masa de Maíz Nixtamalizado
Adicionada con Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp.*
nuttalliae) para Incrementar su Contenido Nutricional

Por:

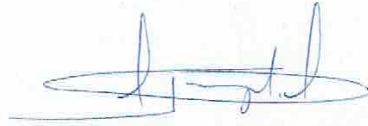
ANAHÍ PADILLA VÁZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Con la participación en la ejecución técnica de esta investigación:



T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo, 2019

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo en lo que me fortalece **DIOS**, por esa segunda oportunidad de vida, por cada uno de los pasajes tanto buenos, pero en mayor medida a los malos que tuve que enfrentar en el caminar de mi vida, porque gracias a ellos hoy estoy aquí. Me demostraste cual grande eres en cada una de las personas que pusiste en mi caminar hasta aquí, sé que siempre fuiste tú quien caminaba a mi lado. Gracias por ser el padre que jamás tuve y por reconfortarme en los peores momentos de mi vida.

A mi Casa de Estudios, **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme abierto las puertas y permitirme culminar esta etapa. Por acogerme y ser cómplice en cada una de las travesías tanto bueno como malas que pase en cada una de tus instalaciones y que se quedarán guardadas en mi memoria por el resto de mis días.

A mi Hijo, **Killian Leonel Sánchez Padilla** por haberme enseñado a dar lo mejor de mí en cada paso que dimos juntos durante mi preparación profesional me acompañaste siempre mi cielo, gracias por ser el motor de cada mañana, por cada una de tus hermosas sonrisas que alegran mis días, porque me recuerdas que debo seguir a pesar de todo con ese ¡Te amo mamá! que emerge de tu dulce voz. Eres el título más grande que pude haber conseguido. Agradezco a Dios por haberte mandado a mi vida en el momento exacto eres y seguirás siendo por siempre mi pequeño gran guerrero mi amor. Te amo Príncipe.

A mi Madre, **Albina Vázquez Aguilar**, por darme el don de la vida y dar la mejor versión de padre y madre que pude tener, te admiro con todo el corazón madre mía por haber sido un pilar y una motivación para seguir adelante. Te Amo

A mi Hermana, **R. Isabel Morales Vázquez**, por el apoyo incondicional que me brindaste a lo largo de mi vida y preparación profesional, por demostrar siempre tu amor hacia mí y estar en las circunstancias más fuertes de mi vida, por tener un hermoso corazón, Dios te bendiga en abundancia, Te Amo.

A mi Esposo, **Rodrigo Sánchez Vildozola** por todo el amor que brindas día a día y que de alguna manera influyó en el logro de esta meta. Por acompañarme en este caminar y por ser mi compañero de viaje en esta vida. Porque a pesar de las duras batallas que hemos pasado sé que Dios tiene un propósito en nosotros. Gracias por darme el fruto más grande que es nuestro hijo. Eres lo que a mi vida le ha dado todo, eres simplemente sensacional.

Te amo.

A la Familia **Espejo Carrillo** por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación profesional, por motivarme y depositar su confianza en mí, pero más aún por abrirme las puertas de lo más sagrado que es su familia, Dios les multiplique todo. Los quiero.

A mi madrina **Dra. Laura Espejo Benítez**, por motivarme a seguir estudiando y brindarme más que su apoyo un lugar en su corazón, por incentivar-me y motivarme en cada uno de mis logros y brindarme su amor como segunda madre. Y más aún por enseñarme a aferrarme y no dejarme caer pese a las circunstancias.

A cada una de las personas que Dios puso en mi camino; Sra. Meli, Sra. Aide, Sra. Bertha, Sra. Alma, Sra. Esmé por ser pieza clave en la culminación de esta meta y brindar un poco de su amor a mi hijo.

A la Jefa **Evelyn** por dejarnos entrar en su familia, por esa confianza y más aún enseñarnos a mantener siempre una hermosa sonrisa en el rostro como usted siempre la tenía, gracias por esas palabras de madre que algún día me dió, nos demostró que las parejas perfectas si existen, quiero que sepa que son junto a su esposo una inspiración en nuestro matrimonio para ser como ustedes.

A mi asesora **MC. Laura Olivia Fuentes Lara**, por todo el apoyo recibido durante la realización de esta investigación, por confiar en mí y motivarme a dar siempre lo mejor. Gracias por ser una maestra no sólo de título sino más de corazón. Siempre la recordaré con mucho respeto y cariño.

A mi tutora la **Dra. Xóchitl Ruelas Chacón**, por haberme brindado su confianza y apoyo. Por esas charlas y consejos en los momentos difíciles que pasé, por brindarme un espacio en su vida y por el apoyo a lo largo de mi

preparación profesional. Quiero que sepa que la aprecio y respeto mucho, y que siempre le guardaré en mi corazón.

A mis maestros, a cada uno que alimentaron el conocimiento que ahora tengo, por su arduo trabajo en el método de la enseñanza, son personas muy importantes para la culminación de esta etapa. Gracias por todo.

A mis amigos; Marcelita RIVERA, Mayeli, Mari Soriano, Anitha Reyes, Alma Yazmín Ramírez, Reyna de Jesús López, Daniel Belleza, Luis Ángel, Sergio Damián Trujillo, por cada uno de los momentos de alegría, tristeza y estrés que vivimos, sé que algunos siguen en mi camino y otros ya no, pero quiero que sepan que a pesar de las circunstancias siempre podrán contar conmigo, los llevaré siempre en mi memoria, gracias infinitas por el amor que le brindaron a mi Killian.

DEDICATORIAS

A MI HIJO

Killian Leonel Sánchez Padilla

A mi padre y madre

Albina Vázquez Aguilar

A mi hermana

R. Isabel Morales Vázquez

A mi esposo

Rodrigo Sánchez Vildozola

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE CUADROS	V
RESUMEN	VI
1. INTRODUCCIÓN	1
1.2 Hipótesis.....	4
1.3 Objetivos	4
2 REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Maíz.....	6
2.2 Nixtamalización	9
2.3 Huauzontle (<i>Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae</i>)	12
3 MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 Materia prima	18
3.3 Obtención del macerado de Huauzontle	19
3.4 Cocción de las tortillas	19
3.5 Caracterización química	20
3.5.5 Determinación de % de proteína cruda por método Kjeldhal	26
3.5.6. Determinación de % Fibra Cruda	28
3.5.7. Determinación de % CHO (extracto libre de nitrógeno).....	30
3.5.8. Determinación de aporte calórico (kcal/100 g)	31
3.5.9. Determinación de fenoles totales por método Folin Ciocalteu	32
3.5.9.1. Preparación de la muestra	32
3.5.10. Determinación de Flavonoides	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 Materia Seca Total (MST).....	38
4.2 Ceniza total (C.T).....	39
4.3. Proteína cruda (P.C)	40
4.4. Extracto Etéreo (E.E)	42
4.5. Fibra Cruda (F.C).....	42

4.6.	Carbohidratos (CHO)	44
4.7.	Polifenoles	45
4.8.	Flavonoides	46
4.9.	Contenido calórico (kcal/100 g)	47
5.	CONCLUSIONES	49
6.	BIBLIOGRAFÍAS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Xilonen, Diosa del maíz tierno o joven.....	6
Figura 2. Diagrama de flujo y variaciones del proceso de Nixtamalización en la comunidad de Ecatlán, Puebla.	10
Figura 3. Huauzontle (<i>Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae</i>).....	12
Figura 4 Distribución del cultivo <i>Chenopodium</i> en el continente americano.....	12
Figura 5. Tortillas con las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionadas.....	19
Figura 6 Crisoles con muestra molida.	21
Figura 7. Pre-incineración de muestras.....	22
Figura 8. Muestra seca contenida en dedales de celulosa.....	23
Figura 9. Muestras en equipo Soxhlet.....	24
Figura 10. Matraz Bola con el EE de cada muestra.....	24
Figura 11. Vire de color a verde claro.....	26
Figura 12. Equipo destilador Kjeldhal.....	26
Figura 13. Equipo de reflujo para determinación de Fibra Cruda.....	28
Figura 14. Curva de Ácida Gálico para la determinación de fenoles totales.....	33
Figura 15. Curva de Catequina para la cuantificación de Flavonoides.....	35
Figura 16. Comparación de medias de ceniza total por concentración de Huauzontle.....	38
Figura 17. Comparación de medias de % Proteína Cruda por concentración de Huauzontle.....	40

Figura 18. Comparación de medias de % Extracto Etéreo por concentración de Huauzontle.....	41
Figura 19. Comparación de medias de % Fibra Cruda por concentración de Huauzontle.....	42
Figura 20. Comparación de medias de % Carbohidratos por concentración de Huauzontle.....	43
Figura 21. Comparación de medias de Polifenoles por concentración de Huauzontle.....	44
Figura 22. Comparación de medias del contenido de Flavonoides por concentración de Huauzontle.	45
Figura 23. Comparación de medias del aporte en kcal por cada 100 g de ingesta por concentración de Huauzontle.	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Alimentos y preparación gastronómica.....	7
Cuadro 2. Clasificación taxonómica del Huauzontle.....	13
Cuadro 3. Etapas del ciclo fenológico del Huauzontle (<i>Chenopodium berlandieri</i> <i>subsp. nuttalliae</i>).....	14
Cuadro 4. Formulación de las tortillas de Maíz.....	17
Cuadro 5. Ajuste de datos en base al % de materia seca total.....	29
Cuadro 6. Conversión de % proteína, % grasa y % carbohidratos a kcal/g.....	30
Cuadro 7. Procedimiento para curva estándar de Ácido Gálico.....	33
Cuadro 8. Comparación de medias por variable de estudio en base a concentración de Huauzontle.....	36
Cuadro 9. % de MST y % Humedad de cada uno de los tratamientos.....	37

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” con el objetivo de formular una tortilla de masa de maíz nixtamalizado enriquecida con Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*) en diferentes concentraciones y evaluar cual enriquece en mayor medida a una tortilla de maíz convencional.

Se elaboraron las tortillas de masa de maíz nixtamalizado adicionándoles las distintas concentraciones de Huauzontle; 0 g, 3 g, 5 g, 7 g, 10 g, 12 g y 15 g.

Se realizó la caracterización química de cada una de las formulaciones por triplicado, donde se determinó; % MST, % Ceniza Total, % Extracto Etéreo (EE), % Proteína Cruda (PC), % Fibra Cruda (FC), Contenido de Flavonoides, Contenido de Polifenoles, % carbohidratos y Aporte calórico (kcal).

Los resultados muestran que las tortillas adicionadas con un 15 % de Huauzontle presentan un incremento en sus componentes nutritivos principalmente el % de Ceniza con un incremento del 3.01 % y de % Proteína Cruda con un incremento del 4.61 %.

Además, el contenido de Flavonoides resaltó con un valor de 1.25 mg por cada gramo de ingesta.

Por su parte el contenido de carbohidratos (CHO) y kilocalorías (kcal) disminuye, en tanto el porcentaje de Huauzontle adicionado a la tortilla de masa de maíz aumenta.

Palabras clave: Tortilla, huauzontle, maíz, nixtamalización, caracterización, flavonoides.

Correo: Anahí Padilla Vázquez.

nita_pv@hotmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Hablar del maíz es hablar de una de las plantas con mayor demanda tanto de consumo como de domesticación, aunque si bien su origen es un misterio lo que se sabe es que es un cereal nativo de América cuya domesticación inicio en Mesoamérica para ser así distribuido después por todo el continente americano (Asturias, 2004).

En México es uno de los tres cultivos con mayor producción mundial (seguido del trigo y el arroz) esto debido a que es un cultivo muy versátil y brinda una alta productividad, ocupa el 20% de la economía activa y el principal uso que se le da es como alimento (Sierra *et al.* 2010).

La versatilidad de su uso lo hace presente en la mayoría de los platillos mexicanos ya sea como uso principal o secundario, esta versatilidad de uso está asociada a los tipos y características del maíz, así como su adaptación a las diferentes regiones agrícolas, aunque empleado para la elaboración de tortillas es de los usos primordiales que se le da ya que la dieta del pueblo mexicano es a base de ésta (Mauricio *et al.* 2004). Se estima que la producción anual de tortilla para consumo mexicano es de 12.3 millones de toneladas, mismas que se dividen en un 64 % elaboradas por el método tradicional partiendo de la obtención de la masa y el 36% elaboradas a través de la industria harinera (Sierra *et al.* 2010). De acuerdo a_(Solano, 2018) el 98.6 % de los mexicanos basan su dieta en el consumo de tortillas, teniendo un consumo per cápita de tortilla es de 196.4 kg, el cual representa un 20.9% dentro del gasto total en alimentos dentro del consumo familiar.

La tortilla de maíz y productos afines son los productos más consumidos por la población, observándose que entre más bajo es el nivel socioeconómico existe una mayor dependencia hacia estos alimentos básicos.

Según indica Denova *et al.* (2010) existe una alta relación entre afecciones de obesidad en México y algunos de los factores de riesgo que se pueden asociar es el consumo excesivo de harinas refinadas, refrescos y tortillas de maíz acompañadas de alimentos ricos en calorías y grasas. Esto a causa de que no existe un balance entre lo que se consume con el gasto de energía que se genera en el organismo, dando paso así a un desbalance nutricional (Denova *et al.* 2010).

Cabe mencionar que, como todo cereal, el maíz presenta deficiencia de proteínas, así como deficiencias en lisina y triptófano, por lo que su dieta exclusiva conlleva a desórdenes nutricios (Cuevas-Martínez *et al.*, 2010).

Por tanto, es se recomienda realizar técnicas que permitan la fortificación y el enriquecimiento de alimentos esto es una manera de mejorar a mediano plazo el estado nutrimental de las poblaciones. Y debido a que las tortillas de maíz tienen una alta demanda de consumo, puede ser un vehículo para disminuir o abatir el problema de malnutrición proteica y de micro nutrimentos en México (Cuevas-Martínez *et al.*, 2010).

El Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*) por su parte es una planta nativa de México considerada pseudocereal, pertenece a las dicotiledóneas que poseen semillas con gran cantidad de endospermo amiláceo además de que son ricas en antioxidantes, proteínas y almidón además que presentan ausencia de gluten lo que la diferencia de los cereales verdaderos (monocotiledóneas) (De la Cruz, 2011). Pertenece a la familia de las *Chenopodiaceae*, se dice que durante las civilizaciones prehispánica tuvo gran importancia económica, alimenticia y religiosa, debido a que fueron la base de la alimentación al igual que el maíz (*Zea maíz* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Sin embargo, a la llegada de los españoles su cultivo y consumo fue prohibido, alejando la domesticación de este hacia las zonas más apartadas de las comunidades (De la Cruz, 2011).

El Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*) resulta ser de bajo aporte calórico y de gran valor nutritivo en comparación con algunos cereales (maíz y trigo). Ya que presenta altos niveles de aminoácidos como la lisina y triptófano (García *et al.*, 2009; Delgado, 2009), es rico en ácidos grasos insaturados (12.28% de ácido linolénico u Omega 3, 52.82% de ácido linoleico u Omega 6 y 23.79% de ácido oleico u Omega 9) (Falcón *et al.*, 2007), el aporte proteico se asemeja al de la canola y presenta propiedades funcionales ya que es rico en antioxidantes. Es recomendado como un alimento alternativo para enfermos celíacos ya que carece de gluten.

1.1 Justificación

Si bien se sabe se está optando por nuevas vías de desarrollo de alimentos que más que saciar sea nutrir y aportar beneficios a la salud cuya idea subyace en “somos lo que comemos”, pero también es cierto que atendiendo la situación de sobrepoblación que a su vez se acompaña de desnutrición es importante ampliar estas vías y darle un plus a aquellos alimentos que son básicos en la dieta humana, es decir existe una alta demanda en el consumo de tortilla de maíz, que mejor que poder optar por una tortilla de maíz de mayor aporte nutricional no dejando de lado el consumo tradicional de la misma. Por otra parte, conocemos el maíz como principal alimento del pueblo mexicano, pero también se conoce de su carencia de proteína.

Hoy en día existe el tabú de optar por dietas cuyo mayor componente sea de origen vegetal pasando por alto que pueden presentar ciertas deficiencias en nutrientes esenciales para mantener un buen estado de salud, lo que nos lleva a revalorizar a los pseudocereales por su alto contenido nutricional como por la carencia de gluten.

Atendiendo esta situación se realiza la presente investigación con el objetivo de desarrollar una tortilla a base de masa de maíz nixtamalizado adicionada con Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*) para mejorar el aporte nutricional que una tortilla de maíz convencional provee al consumidor y que de esta manera sea una alterna de fuente de aminoácidos esenciales como la lisina, el triptófano y flavonoides que actúan como componentes bioactivos lo que la convierte en una tortilla de maíz funcional.

1.2 Hipótesis

La adición de Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*) a una tortilla de masa de maíz nixtamalizado en diferentes concentraciones incrementa las características nutricionales de una tortilla de maíz convencional.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar una tortilla de masa de maíz nixtamalizado adicionada con Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*) en diferentes concentraciones a fin de lograr incrementar el aporte nutricional de una tortilla de maíz de tipo convencional.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar las diferentes formulaciones de Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*) que serán adicionadas a las tortillas.
- Elaborar las tortillas de masa de maíz nixtamalizado.
- Realizar la caracterización química de cada una de las formulaciones.

- Determinar el contenido de componentes bioactivos presentes en cada formulación, en cuanto a Flavonoides y Polifenoles
- Evaluar el incremento nutricional que se presenta en cada una de las diferentes formulaciones para así determinar si existe una diferencia significativa a comparación de las tortillas de masa de maíz nixtamalizado convencional.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Maíz

El maíz (*Zea mays*), es una planta gramínea que proviene del griego *Zea*, que quiere decir vivir y de la palabra *mays*, que significa grano. Fue filtrada por los europeos en el siglo XVI, posterior a la invasión española. Hoy en día su producción en el mundo lleva la delantera seguido del trigo y el arroz. El origen del maíz es localizado por el estadounidense Richard Stockton MacNeish, antropólogo quien descubrió residuos de la planta de maíz con una antigüedad de casi ocho milenios en el municipio de Coxcatlán, en el estado de Puebla (Pliego, 2015).

2.1.1 Historia del Maíz

El comienzo del maíz, ha sido tema de polémica durante más de una centuria. Debido a que existen dos hipótesis fundamentales. La primera se cree que el maíz proviene de un maíz silvestre extinto (debido a que no se han encontrado evidencia alguna); además plantea que el teosinte constituye un producto de la hibridación entre dos gramíneas silvestres: un maíz primitivo y el *Tripsacum*. La segunda, y la que es más aprobada; propone que el maíz tuvo un solo ancestro directo: el teosinte, cultivada hace unos 8000 años en Mesoamérica (Kato, 2005).

El maíz ha sido el cimiento de la alimentación desde nuestros ancestros, incluso tenían dioses conectados para las plantas y sus cultivos. Para la cultura mexicana brindaban tributos a *chicomecoatl* la diosa del maíz maduro y su dualidad *Centéotl* dios del maíz: también existían otros dioses relacionados como *Xilonen* diosa del maíz tierno o joven, este último personaje poseía un anillo en la nariz llamada (nariguera) y unas orejeras de obsidiana muy característico por estos dioses (Figura 1) según Mejía, (2014).



Figura 1. Xilonen, Diosa del maíz tierno o joven.

Fuente: el pueblo del sol. Caso Alfonso.

2.1.2 Importancia del maíz

El maíz es uno de los alimentos con mayor importancia para los humanos tanto económica como en la parte de la dieta del pueblo mexicano, debido a que entorno a él se pueden elaborar gran cantidad de preparaciones, así como una gran variedad de productos (por ejemplo, aceites, harinas tortillas, entre otras) (Bembibre, 2011).

El maíz es uno de los cultivos que ocupa mayor superficie sembrada un poco más del 85% del área inclinada para la agricultura, de lo cual esta superficie ayuda a obtener 22 millones de toneladas. Como dato importante se sabe que hay más de tres millones de campesinos dedicados a la producción de maíz. Los estados que mayor producción tienen a nivel nacional son: Sinaloa, Jalisco, el Estado de México, Michoacán, Tamaulipas, Oaxaca, Chiapas, Veracruz y Guerrero, por lo cual la producción depende del periodo en que se produzca (Hidro Environment, 2017).

2.1.3 Usos del maíz

El maíz es el único entre los cereales que presenta mayor variabilidad en cuanto a formas de consumo, tal como se describe en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Alimentos y preparación gastronómica

Formas de preparación	Ejemplos de alimentos y preparación gastronómica.
Tortillas, antojitos, botanas y similares.	Gorditas , molotes, peneques, sopes, tlacoyos o tlatloyos, salbutes , palomitas , totopos , nachos, frituras , tortillas , totopos istmeños, tlayudas , chilaquiles, enchiladas, enfrijoladas, entomatadas, tacos, tostadas, quesadillas, garapaches, panuchos , papatzules, enjococadas, chopas de perico, chalupas, entre otros.
Sopas y elotes	Elote, esquites , pozoles , menudos , cuitlacoche, huachales, chochoyotes, chacales, chicales, sopas , entre otros.
Tamales y semejantes	Tamal, dulces y salados, de elote y de nixtamal. De cazuela. Joroch. Nacatamales, kehil hua, buulil hua, zacahuil, pibipollo, tobi holoch, colados, chanchamitos, picles de elote, uchepos , corundas , agrios, colados, con frijoles, de garbanzo, de cacahuate, de tortilla, de tismiche, de ceniza, de chaya, de juacane, de chipilín, de frutas (piña, coco, naranja, almendra, avellanas, ciruela pasa guayaba). Con o sin relleno, entre otros.

Dulces, repostería y pinoles	Pan de maíz , pan de elote, tortas de maíz, turuletes de maíz, tlaxcales , toqueras de elote, gorditas tradicionales, de cuajada, de piloncillo, de maíz cacahuacintle, gondoques de pabellón, galletas de Zacazonapan, Pinole , tascalate, “alfajores”, batarete yaqui, ponteduro , burritos de maíz , manjar de maíz azul, “maría gorda”, melcocha, memenshas, tepopoztes, pemoles, totopos de huetamo, boronitas, coricos , buñuelos, entre otros.
Atoles	Atole: de frijol, de cacahuate, de avellana, de frutas, de chiles, de pepita, de aguamiel, de coyol, blanco, nuevo, agrio, usua, champurrado, chileatole, cuatole, nicuatole , malarrabia, tanchucúa, nixteme, de pinole, de grano , común de sabores varios (chocolate, vainilla, etc.), entre otros.
Bebidas	Yorique, chicha, chilote, elisquiate, menjengue, piznate, Pozol , chorote, tesgüino (teshuino o tejuino), entre otros.

Elaboración propia a partir de lo reportado por Fernández *et al.*, (2013). Los ejemplos resaltados en negritas corresponden a aquellos usos que fueron reportados en la más reciente colecta nacional de maíces nativos.

2.2. Nixtamalización

2.2.1 Definición

Etimológicamente proveniente del náhuatl *nixtli*; cenizas y *tamalli*; masa.

El nombre Nixtamalización es un tratamiento térmico-alcalino que combina la temperatura, una solución alcalina y lo más importante el tiempo para poderse llevar a cabo la transformación adecuada en los granos de maíz para su empleo en alimentos de uso común. El periodo de cocción es una característica importante durante la Nixtamalización y este puede no ser tan preciso debido a que se determina con criterios que se basan en la experiencia, de manera empírica por medio de variables cualitativas como el desprendimiento de la cascara del maíz con los dedos (Roque *et al* 2016).

2.2.2 Proceso de Nixtamalización

Se considera que esta práctica es muy antigua y es un proceso heredado por nuestros ancestros desde hace 3 500 años, y fueron los aztecas quienes se encargaron de transmitir este procedimiento de generación en generación.

En sus inicios, el maíz nixtamalizado era molido en un metate de piedra para producir la masa que se utilizaba para formar discos de aproximadamente veinte centímetros de diámetro, los que se cocían en comales de barro. El producto resultante era llamado *tlaxcalli* por los aztecas y posteriormente fue bautizado como “tortilla” por los españoles (Cruz-Huerta *et al*, 2007).

Pese al paso de los años, este proceso sólo ha sufrido algunas modificaciones técnicas en su producción, pero en esencia se sigue utilizando el mismo proceso, que involucra como primera etapa un cocimiento térmico alcalino del maíz denominado *nixtama - lización* dicho proceso se resume en la Figura 2.

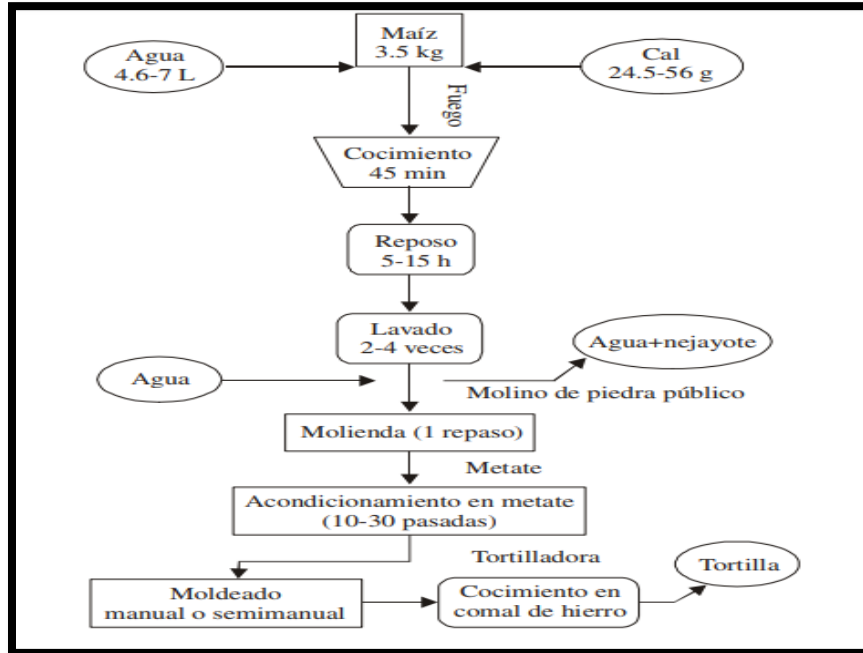


Figura 2. Diagrama de flujo y variaciones del proceso de Nixtamalización en la comunidad de Ecatlán, Puebla (Rangel *et al.*, 2004)

2.2.3 Ventajas del proceso de Nixtamalización

Si bien el proceso de Nixtamalización es un proceso térmico por lo que la estructura de las proteínas del maíz se ve modificadas lo que las vuelve más digeribles por lo que este proceso previo a la elaboración de tortillas de maíz hace que tenga mayor calidad nutricional comparada con una tortilla de harina refinada o a base de maíz crudo. De tal modo que la zeína que es considerada una proteína carente de nutriente reduce su solubilidad, mientras que la glutelina de mayor valor nutricional, incrementa su solubilidad y con ello la disponibilidad de sus aminoácidos esenciales (Cortes *et al.*, 2016).

Aunado a esto el contenido de calcio y almidones resistentes incrementan de manera impresionante debido a su gelatinización parcial durante los procesos de: cocimiento y remojo del maíz (Nixtamalización); molienda del nixtamal y cocimiento o fritura de las tortillas (Cortes *et al.*, 2016).

Sin embargo, sabemos que la Nixtamalización no modifica la capacidad de proteína ni tampoco de minerales, pero lo que si puede modificar este proceso es elevar el contenido de aminoácidos. Estas moléculas ayudan a la fabricación de proteínas, necesarias en muchas funciones de nuestro cuerpo. Al llevarse a cabo el proceso de la Nixtamalización se vuelven disponibles algunas vitaminas por ejemplo la niacina, misma que ayuda en el sistema nervioso, el sistema circulatorio entre otras funciones. Cuando se elabora el cocimiento con cal (hidróxido de calcio) aumenta el contenido de calcio necesario en la dieta humana (Robinson-Fuentes, 2019).

Otra ventaja de la Nixtamalización es que la fibra dietaría soluble se pasa de 0.9% en el maíz a 1.3% en la masa, y en tortilla aumenta a 1.7%. De igual forma se sabe que el almidón retrogradado que es producido en la fermentación de la Nixtamalización produce cantidades mayores de ácido butírico en comparación con la que es producida por la fibra soluble. Este ácido ayuda primordialmente en la energía de los colonocitos, las células que constituyen al colon, por lo cual el almidón resistente ayuda a prevenir el cáncer de colon (López *et al.*, 2009).

2.3 Huauzontle (*Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*)

2.3.1 Definición

El Huauzontle es un pseudocereal originario de la zona central de México. Es de la familia *Chenopodiaceae* (*Chenopodium berlandieri*). Etimológicamente deriva Del náhuatl *huautzontli* de *huau* 'bledo' y *tzontli* 'cabello'. Su comercialización es como una verdura del tipo del brócoli (Figura 3) en varios estados (Assad-Bustillos *et al.*, 2014).



Figura 3. Huauzontle (*Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*).

Fuente: CONABIO

En tiempos prehispánicos era junto con el amaranto, el cuarto cultivo en importancia, después del maíz, el frijol y el chile. Antiguamente diversos pueblos lo utilizaban como moneda de pago al imperio azteca.

Su extensión es común en el centro del país (Figura 4), especialmente en los estados de Tlaxcala, México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca y el sur del Distrito federal y tiene potencial de constituirse en cultivo de alternativa, pues forma parte de la dieta alimentaria en Mesoamérica realizándose su producción a nivel de traspatio (De la Cruz *et al.*, 2014).

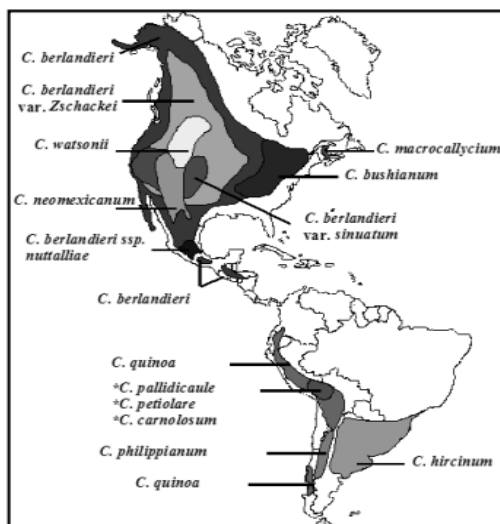


Figura 4. Distribución del cultivo *Chenopodium* en el continente americano

Fuente: Allende, L. (2014)

La parte comestible de la planta es la inflorescencia, pero sus semillas, que se usan para la producción de plántulas, presentan propiedades funcionales para la industria alimentaria debido a la presencia de antioxidantes, proteínas y almidón, como en otros pseudocereales (Assad-Bustillos, M *et al.*, 2014).

2.3.2. Morfología

Las plantas de Huauzontle presentan crecimiento herbáceo, con un porte de la planta erecto, tallo principal prominente y cilíndrico, con diversidad de color entre verde, púrpura y amarillo, detectándose variación respecto a intensidad de color del tallo Allende, L. (2014).

2.3.3 Taxonomía

Pertenece a la familia Chenopodiaceae que comprende 100 géneros y 1400 especies aproximadamente. Recibiendo dicho nombre en 1918 en homenaje a Zelia Nuttall quién fuese su descubridora (Fuentes *et al.*, 2009). El Cuadro 2 hace alusión a la descripción taxonómica del Huauzontle (*Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*).

Cuadro 2. Clasificación taxonómica del Huauzontle de acuerdo a German, (2009)

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Chenopodiaceae
Subfamilia	Chenopodioideae
Género	Chenopodium
Sección	Chenopodium
Subsección	Cellulata
Especie	<i>Chenopodium berlandieri</i>
Subespecie	<i>Chenopodium berlandieri</i> subsp. <i>nuttalliae</i>

2.3.4 Ciclo fenológico

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, las etapas que suceden durante el ciclo del Huauzontle se describen en el Cuadro 3 (De la Cruz *et al.*, 2014).

Cuadro 3. Etapas del ciclo fenológico del Huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*)

Etapas del ciclo	Inicio (días)	Descripción
Emergencia	2- 4	La plántula sale del suelo y extiende las primeras dos hojas susceptibles al ataque de aves.
Vegetativa	10 a los 45	Se observa el desarrollo de tres pares de hojas verdaderas extendidas y el comienzo de la ramificación. Las hojas cotiledóneas se tornan de color amarillento.
Reproductiva	55- 60	Comprende el inicio del desarrollo de la panoja conocida como la inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas.
Floración	100- 145 81- 82	Es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas. La planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente.
Fructificación	85-100	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.

Formación del grano lechoso	100-130	El estado de grano lechoso es cuando los frutos al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso.
Formación del grano pastoso	130-160	El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco.
Madurez fisiológica	129 o hasta los 175-195	Madurez fisiológica es cuando al ser presionado el fruto con las uñas, presenta resistencia a la penetración. Tiempo de cosecha.

Elaboración propia a partir de lo reportado por Allende, L. (2014)

El Huauzontle se siembra en pequeñas superficies, generalmente a la orilla de otros cultivos como maíz, haba, frijol y calabaza, 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 (Allende, L. 2014).

2.3.5 Valor nutricional

El Huauzontle es considerado como una planta con gran contenido nutricional, debido a que es rico en vitaminas como; E, C, B3, B2, B1, B y A, de la misma forma posee calcio, hierro y fósforo. Esta planta es un manjar mexicano que en estado vegetativo se le conoce con el nombre de quelite. La forma en que puede ser cocinado, en caldo, con huevo, en pizza, en tortitas, en tacos, en pay, rellenos con queso, en mole o en caldillo, su origen es mexicano y ha beneficiado al mundo medicinal y nutricionalmente (Hernández, 2018).

De acuerdo a investigaciones de la UNAM por parte de Irma Romero científica del departamento de bioquímica y su equipo de colaboradores han descubierto que todas las especies de quelites presentan un potencial medicinal, ya que “inhiben a la bacteria *Helicobacter pylori* causante de afecciones gástricas, incluso mejor que los antibióticos y antiparasitarios; pero no sólo detiene su crecimiento, sino que también la matan; es decir, hay un efecto bactericida en los extractos de las tres plantas” Romero Á, I. (2019).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en El Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento del mismo nombre, con ubicación en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en la Ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

Las determinaciones de los análisis se realizaron de acuerdo con el manual de técnicas utilizadas por la A.O.A.C. (1983).

3.1 Materia prima

Se empleó Huauzontle, en estado fresco, procedente del centro comercial “Al SUPER” localizado en Saltillo Coahuila. Se realizó una selección visual mediante uniformidad de color y sin evidencias de enfermedades. También se empleó masa de maíz nixtamalizado procedente de un molino de Saltillo Coahuila.

3.2 Formulación con las diferentes concentraciones

Se desarrollaron 7 tratamientos diferentes en base al porcentaje de Huauzontle adicionado a la masa de maíz nixtamalizado, estas concentraciones se describen a continuación en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Formulación de las tortillas de Maíz

<i>Tratamientos</i>	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
<i>Huauzontle (%)</i>	0	3	5	7	10	12	15
<i>Masa de Maíz</i>	100	97	95	93	90	88	85
<i>Nixtamalizado (%)</i>							

3.3 Obtención del macerado de Huauzontle

Primero se procedió a la desinfección del Huauzontle con una solución de hipoclorito de sodio (0.5%) durante 10 minutos. Después fue enjuagado con agua potable tres veces y escurrido en colador. Con ayuda de unas tijeras previamente desinfectadas se retiró el tallo dejando solo las florescencia y hojas, posteriormente se cortaron a 1 cm de largo para pasarlas a una licuadora y así obtener la pasta. Posteriormente la pasta obtenida se colocó en una bolsa ziploc y se sometió a vapor durante 10 minutos (5 minutos de cada lado) con el objetivo de disminuir el contenido de saponinas presentes. La pasta resultante fue colocada en un recipiente de plástico previamente lavado y secado e identificado.

3.4 Cocción de las tortillas

Para la elaboración de las tortillas se partió de una muestra control (testigo) la cual lleva 0 g de Huauzontle, y para cada uno de nuestros tratamientos se verificó el gramaje que debía llevar de Huauzontle en relación a la cantidad de masa tal como lo describe el Cuadro 4, de tal manera que se obtuvieron al final un testigo y 6 tratamientos con distintas concentraciones de Huauzontle (0 g, 3 g, 5 g, 7g, 10 g, 12 g y 15 g respectivamente).

Una vez adicionado el Huauzontle a la cantidad de masa acorde a cada tratamiento se mezclaron homogéneamente y se continuó con el peso de cada testal (17 g), posteriormente con ayuda de una aplastadora manual y con un poco de presión se pudo obtener la tortilla. Posteriormente con la ayuda de un comal previamente calentado se colocaron las tortillas en él por aproximadamente 01.50 minutos obteniendo así las tortillas con sus respectivas concentraciones tal como se muestra en la Figura 5. Este proceso fue repetido para cada uno de los diferentes tratamientos.

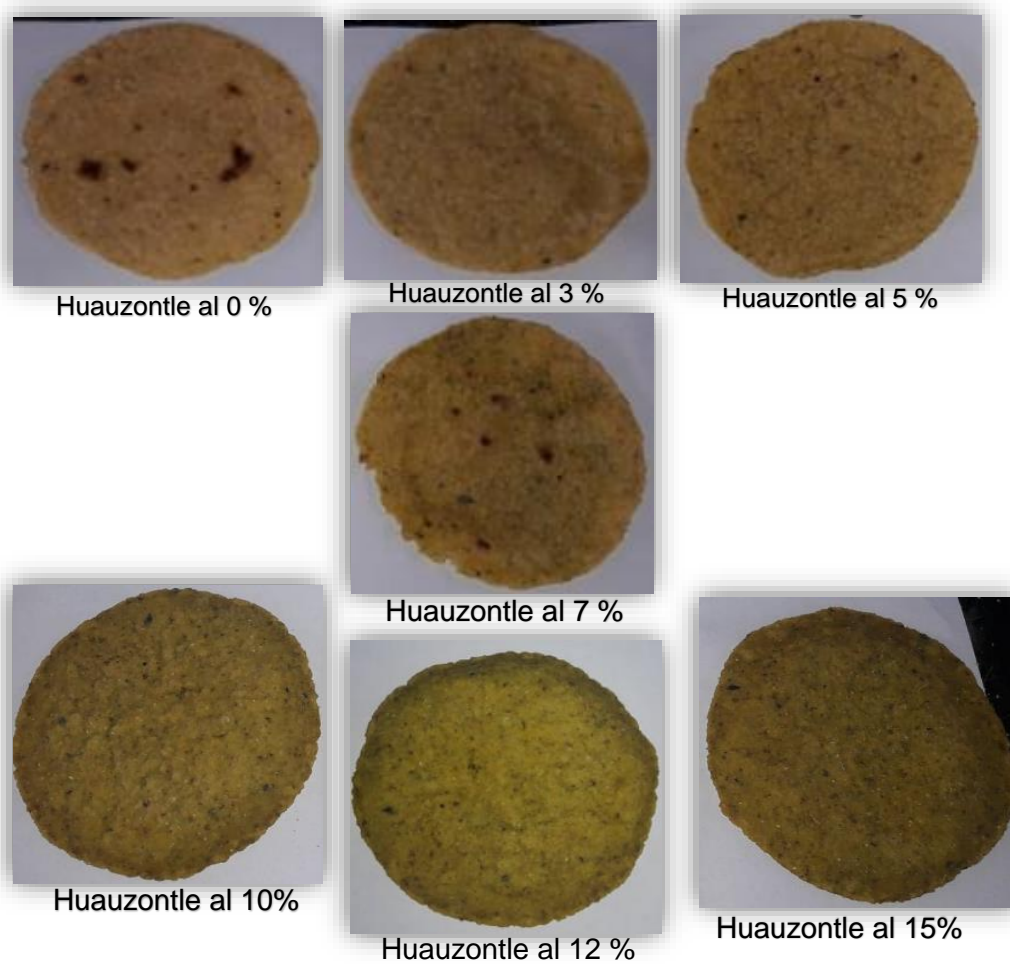


Figura 5. Tortillas con las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionadas

3.5 Caracterización química

Para la caracterización de la tortilla se analizó por triplicado cada uno de los diferentes tratamientos a los cuales se les determinó % materia seca total, % Materia Seca Parcial, % Cenizas Totales, % Proteína Cruda, % Grasa o Extracto Etéreo, % fibra cruda, Flavonoides y Polifenoles.

3.5.1 Preparación de la muestra

Las tortillas de cada tratamiento fueron cortadas en trozos pequeños y pesadas en una báscula de 200 g de capacidad, luego fueron colocadas en charolas previamente pesadas e identificadas con cada concentración. Después fueron colocadas en la estufa (Robertshaw) con circulación de aire caliente donde se mantuvieron por 24 horas a una temperatura constante de 55°C - 60°C para proceder al secado de las mismas. Pasadas las 24 horas se retiraron de la estufa y se atemperaron para después volver a pesarlas.

Por último, se molieron en vaso de licuadora (Óster) y la molienda se colocó en frascos de vidrio previamente esterilizados y se identificaron con la concentración correspondiente para su posterior análisis.

3.5.2 Análisis de % materia seca total (MST)

Inicialmente se seleccionaron los crisoles necesarios registrando el número de cada uno posteriormente se colocaron en la estufa de secado con circulación de aire (Thelco) por un tiempo de 24 horas, dicha estufa debe mantenerse a una temperatura de entre 100-103 °C, con el objetivo de mantener los crisoles a peso constante.

Pasadas las 24 horas con ayuda de unas pinzas para crisol se colocaron en un desecador (empleado para atemperar muestras) por 15 minutos; nuevamente con ayuda de unas pinzas para crisol se pesa uno a uno en una balanza analítica (OHAUS; Modelo Explorer) registrando el gramaje de cada uno, posteriormente se tara la balanza y se adiciona 2 g de la muestra previamente preparada repitiendo esto con cada uno de los tratamientos (Figura 6). Una vez registrados todos los datos se colocaron nuevamente en la estufa de secado con circulación de aire (Thelco) por un tiempo de 24 horas a una temperatura de entre 100-103 °C.

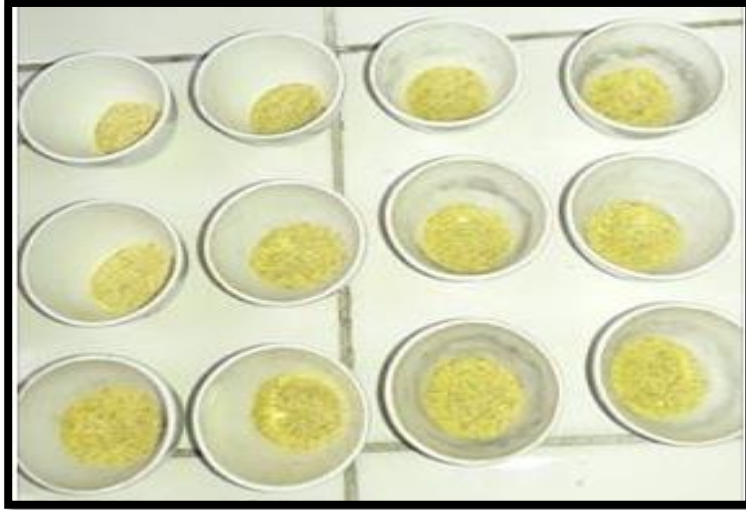


Figura 6 Crisoles con muestra molida

Pasado el tiempo se colocaron en el desecador con ayuda de unas pinzas para crisol y se dejaron por 15 minutos. Después se pesaron en una balanza analítica (OHAUS; Modelo Explorer) y se registró el gramaje de cada uno de los crisoles ahora con materia seca y con esto realizar los cálculos de %MST correspondiente con ayuda de a siguiente fórmula:

$$\% \text{ MST} = \frac{\text{peso crisol con muestra seca} - \text{peso crisol solo}}{\text{g de muestra utilizada}}$$

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

Dónde se tiene que:

% MST = Porcentaje de Materia Seca Total.

% H = Porcentaje Humedad.

3.5.3 Análisis de % cenizas totales

La determinación de las cenizas es un método térmico que resulta una vez que la materia orgánica del alimento es llevada a incineración dejando así residuos inorgánicos (Cenizas).

El análisis se realizó partiendo de la determinación de %MST, los crisoles que contenían la materia seca total de cada tratamiento se pre-incineraron en una parrilla eléctrica (LABCONCO) (Figura 7) con tiempo variable en cada una de las repeticiones hasta que dejaran de emitir humo, posteriormente se colocaron en una mufla (Thermo Scientific) durante 3 horas a una temperatura de 600°C.



Figura 7. Pre-incineración de muestras

Pasado el tiempo se apagó la mufla y se dejó transcurrir 3 horas con el objetivo de que la temperatura interna de la mufla descendiera y permitiera retirar los crisoles con ayuda de una pinza para crisol y poder colocarlos en un desecador esperando un tiempo de 15 minutos para que se atemperaran.

Pasado el tiempo con ayuda de una pinza para crisol se pesó en balanza analítica (OHAUS; Modelo Explorer) tarando entre crisol y crisol, el peso de cada uno fue

registrado para proceder a los cálculos de % de Ceniza mediante la siguiente fórmula:

$$\% C = \frac{\text{peso del crisol con ceniza} - \text{peso del crisol solo}}{\text{g de muestra utilizada}} * 100$$

Dónde se tiene que:

% C= Porcentaje de Cenizas.

3.5.4 Determinación de % de Extracto Etéreo por el método Soxhlet

Para esta determinación se utilizaron matraz bola fondo plano, se identificaron 3 por cada tratamiento y se colocaron en la estufa de secado a una temperatura de 100°C -103°C por 24 horas para llevarlos a peso constante. Pasadas las 24 horas con ayuda de unas pinzas para matraz se colocaron en el desecador por 15 minutos para atemperarlos y posteriormente pesar uno a uno en balanza analítica (OHAUS; Modelo Explorer) registrando el peso de cada uno, Después se taro en balanza analítica círculos de papel filtro de aproximadamente 10 cm de diámetro, se adicionaron 4g de muestra seca registrando los mg de variación, se envolvieron y se colocaron en dedales de celulosa identificando las repeticiones de cada tratamiento (Figura 8) y se introdujeron en sifones de vidrio.



Figura 8. Muestra seca contenida en dedales de celulosa

Se adicionó 100 mililitros de Éter de petróleo a cada matraz bola y se conectaron a los sifones de vidrio los cuales a su vez fueron conectados al refrigerante de vidrio del equipo Soxhlet como se muestra en la Figura 9



Figura 9. Muestras en equipo Soxhlet

El proceso de extracción se llevó por un periodo de 8 horas a partir de la ebullición del solvente (éter de petróleo).

Al finalizar el tiempo de extracción se recuperó el solvente que estuvo recirculando en el sifón de vidrio y se colocó en un vaso de precipitado quedando en el matraz bola el EE de cada tratamiento (Figura 10) los cuales fueron colocados dentro de la estufa de secado por un periodo de 12 horas a una temperatura de 100°C -103.



Figura 10. Matraz Bola con el EE de cada muestra

Transcurrido el tiempo se retiraron de la estufa y se colocaron en el desecador por 15 minutos para atemperarlos, después del tiempo se pesó cada uno de los matraz en la balanza analítica (OHAUS; Modelo Explorer) registrando siempre el peso de cada uno y tarando entre matraz y matraz.

Por último, con ayuda de la siguiente fórmula se procedió al cálculo del % de EE:

$$\% \text{ EE} = \frac{\text{peso del matraz con grasa} - \text{peso del matraz solo}}{\text{g de muestra utilizada}} * 100$$

Dónde se tiene que:

%EE = Porcentaje de Extracto Etéreo.

3.5.5 Determinación de % de proteína cruda por método Kjeldhal

A continuación, se describen las etapas del método Kjeldhal.

Digestión

Se pesó en balanza analítica 1 g de muestra en papel filtro registrando el peso de la variación de gramaje se repitió esto para las repeticiones de cada tratamiento, después se dobló el papel de tal forma que no se saliera la muestra del papel filtro y se introdujo en el fondo de un matraz Kjeldhal se adicionaron; 3 perlas de vidrio (para mantener la ebullición constante), una cucharada de catalizador (mezcla reactiva de selenio), 30 mL de Ácido Sulfúrico concentrado (H₂SO₄).

Por último, se conectó al digestor del equipo Kjeldhal, se encendió el extractor de humos y se pasó a encender las parrillas para hacer que el H₂SO₄ entre en ebullición constante hasta que vire a coloración verde claro como se muestra en la Figura 11. Al término de cada una de las repeticiones se apagaron las parrillas y se dejaron enfriar por 1 hora y se desconectaron del equipo Kjeldhal.



Figura 11. Vire de color a verde claro

Destilación

Posterior a la digestión cada matraz Kjeldhal se colocó en la tarja y bajo chorro de agua se le adicionó 300 mL de agua destilada adicionada por la pared del matraz con el fin de evitar la volatización de Nitrógeno. Por separado se prepararon matraz Erlenmeyer de 500 mL con; 50 mL de Ácido Bórico (HBO_4) al 4 %, 5 gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol). Retomamos el matraz Kjeldhal adicionándoles 100 mL de hidróxido de sodio (NaOH) al 45% por las paredes y 3 granallas de zinc cuidando el no agitar el matraz Kjeldhal.

Por último, se conectó al destilador, colocando el matraz Erlenmeyer en la parte inferior introduciéndole la manguera del destilador dentro y el matraz Kjeldhal en la parrilla de la parte inferior del equipo cuidando que el corcho esté bien ajustado con la manguera dentro de la boquilla del matraz (Figura 12) se abrió la llave del agua, se esperó hasta recibir en el matraz Erlenmeyer 250 ml del destilado en forma de amoníaco líquido.



Figura 12. Equipo destilador Kjeldhal

Titulación

Se emplearon los 250 ml del destilado y se titularon con ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 0.10050251 N hasta obtener un vire de color azul a rosa pálido, se registró el gasto de los mililitros gastados del ácido sulfúrico (H_2SO_4) y se cuantificó el % de Nitrógeno con ayuda de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{mL gastados del ácido} - \text{mL del blanco})(\text{N del ácido})(0.014)}{\text{g de muestra utilizada}} * 100$$

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

Dónde se tiene que:

%N = Porcentaje de Nitrógeno.

% PC = Porcentaje de Proteína Cruda.

N del ácido (H_2SO_4) = 0.10050251 N

0.014 = mili equivalente del Nitrógeno.

Factor de conversión de nitrógeno variable según el alimento = 6.25

3.5.6. Determinación de % Fibra Cruda

Se pesaron 2 g de la muestra que se colocó en los sifones de vidrio para extraer el extracto etéreo es decir libre de grasa y se colocaron en vasos Berzelius de 600 mL, luego adicionamos a cada vaso 100 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0.225 N homogenizamos y lo conectamos al aparato de reflujo ajustando con el resorte que la boca del vaso quedara cubierta por la campana superior para evitar evaporación como se muestra en la Figura 13., esto se llevó acabo por 30 minutos a partir del inicio de ebullición manteniendo una temperatura baja.



Figura 13. Equipo de reflujo para determinación de Fibra Cruda.

Por separado se calentó agua destilada a 55 ° C y se colocó en piseta, transcurridos los 30 minutos se procedió a filtrar con ayuda de un embudo y tela de lino el contenido de los vasos enjuagando con el agua destilada (300mL) previamente calentada para generar el arrastre del Ácido Sulfúrico y dejando únicamente la fibra, esto se realizó para cada una de las repeticiones. Una vez que se retuvo sólo ésta con ayuda de una espátula se colocó en un crisol previamente identificado y puesto a peso constante y se llevó nuevamente a la estufa de secado por un lapso de 24 horas, transcurrido el tiempo con ayuda de unas pinzas se colocó en desecador por 15 minutos y se pesó en balanza analítica registrando el peso obtenido como crisol con fibra seca.

Posterior mente se colocaron en la mufla a 600°C por 3 horas, transcurrido el tiempo se apagó la mufla y se dejaron 3 horas para que la temperatura interna de la mufla descendiera para después sacarlos y colocarlos en desecador por 15 minutos y pesarlos nuevamente en la balanza analítica registrando el peso nuevamente como peso de crisol con fibra ceniza.

Por último, se procedió al cálculo del % de Fibra Cruda mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ FC} = \frac{\text{peso crisol con fibra seca} - \text{peso crisol con fibra ceniza}}{\text{g de muestra utilizada}} * 100$$

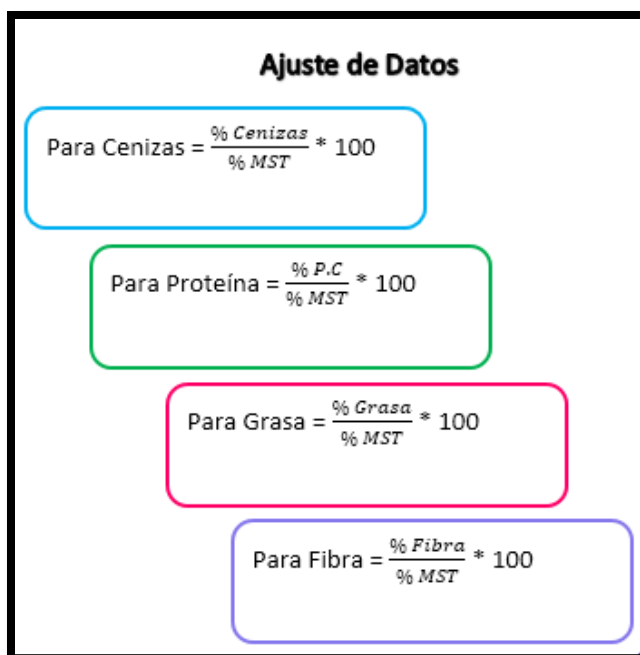
Dónde se tiene que:

% FC = Porcentaje de Fibra Cruda

3.5.7. Determinación de % CHO (extracto libre de nitrógeno)

Para Esta determinación se emplearon los resultados obtenidos de; % Ceniza, % Proteína Cruda, % Extracto Etéreo y % Fibra Cruda previamente ajustados en base al Cuadro 5.

Cuadro 5. Ajuste de datos en base al % de Materia Seca Total.



Una vez ajustados se procede al cálculo del % CHO mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ CHO} = 100 - (\text{A} + \text{B} + \text{C} + \text{D})$$

Donde se tiene que:

A = % Ceniza (ajustado).

B = % Proteína Cruda (ajustado).

C = % Extracto Etéreo (ajustado).

D = % Fibra Cruda (ajustado).

3.5.8. Determinación de aporte calórico (kcal/100 g)

Para esta determinación se utilizaron los resultados obtenidos de % Proteína Cruda (PC), % Extracto Etéreo (EE), % Carbohidratos (CHO) y se realizó la conversión de estos a su equivalencia en kcal por gramo en base al aporte calórico por cada gramo de Proteína, Grasa y Carbohidratos como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Conversión de % proteína, % grasa y % carbohidratos a kcal/g

Proteína	Grasa	Carbohidratos
1gr ----- 4 kcal/gr	1gr ----- 9 kcal/gr	1gr ----- 4 kcal/gr
4 kcal/gr ----- 100%	9 kcal/gr ----- 100%	4 kcal/gr ----- 100%
X ----- % P.C	X ----- % Grasa	X ----- % CHO

Los datos de cada uno de los tratamientos convertidos se emplearon para la determinación de kcal/100 g en la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{kcal}}{100 \text{ g}} = \left(\text{PC} \frac{\text{kcal}}{\text{g}} + \text{EE} \frac{\text{kcal}}{\text{g}} + \text{CHO} \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) * 100$$

Dónde se tiene que:

PC = Proteína Cruda

EE = Extracto Etéreo

CHO = Carbohidratos

3.5.9. Determinación de fenoles totales por método Folin Ciocalteu

3.5.9.1. Preparación de la muestra

Primero se pesó en una balanza analítica 1 g de muestra seca sobre un papel filtro tarando el papel antes de colocar el gramo de muestra, se colocó la muestra en un tubo de ensaye con rosca y se adicionaron 10 mL de solución acetona y agua (70:30).

Se agitó la muestra en un Vórtex automático (BenchMixer) hasta homogenizar, se cubrieron con papel aluminio para protegerlos de la luz, dejando reposar durante 24 horas dentro del refrigerador a una temperatura de 5 °C. Se realizó este procedimiento con cada una de las muestras.

3.5.9.2. Obtención de fenoles

Transcurrido el tiempo de reposo, se sacaron los tubos del refrigerador y se llevaron a centrifugar a 3000 r.p.m. por 20 minutos.

Después se retiraron de la centrifuga cuidando que no se agitaran y se tomaron 400 μL del líquido sobrenadante de cada muestra y se colocaron en un tubo de ensaye identificados por repeticiones al cual se le adicionaron 400 μL de reactivo Folin Ciocalteu y se agitaron en el Vórtex automático 15 segundos (BenchMixer) hasta homogenizar, se dejó reposar por 5 minutos y después se le adicionó 400 μL de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 0.01 M, agitando nuevamente en el Vórtex automático por 15 segundos (BenchMixer) hasta homogenizar nuevamente, se dejó reposar por 5 minutos y por último se le adicionaron 2 mL de agua destilada al mismo tubo. De esta solución se tomó 1 mL y se pasó a una celdilla para leer inmediatamente en espectrofotómetro a 725 nm repitiendo esto por tratamiento y registrando la lectura obtenida para la realización de la curva.

3.5.9.3. Elaboración de la curva estándar para fenoles totales

Para la elaboración de la curva, se utilizó una solución estándar de ácido gálico (protegiéndola de la luz) a una concentración de 500 ppm.

En el Cuadro 7 se describe el procedimiento para la realización de la curva estándar.

Cuadro 7. Procedimiento para curva estándar de ácido gálico

Tubos	0	1	2	3	4	5
Sol. Madre de ácido gálico (µL)	0	100	200	300	400	500
Agua destilada (µL)	400	400	300	200	100	0
Reactivo Folin Ciocalteu (µL)	400	400	400	400	400	400
Agitar tubos en Vórtex automático (BenchMixer) hasta homogenizar						
Carbonato de calcio (µL)	400	400	400	400	400	400
Reposar por 5 minutos						
Agua destilada (mL)	2	2	2	2	2	2

En base a las lecturas de ABS leídas en espectrofotómetro se realizó la curva patrón (Figura 14).

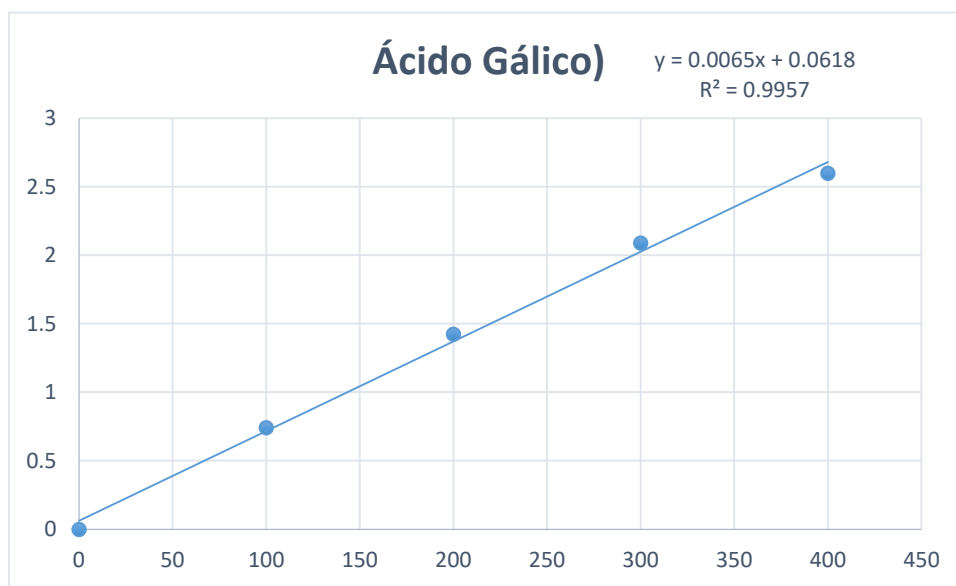


Figura 14. Curva de Ácida Gálico para la determinación de fenoles totales

3.5.10. Determinación de Flavonoides

3.5.10.1 Preparación de reactivos

Reactivo férrico: Se agregan 20 mL de HCL concentrado, aforar a 100 mL con agua destilada, posteriormente adicionar 2 g de reactivo sulfato férrico de amonio y se almacena en frasco ámbar y en refrigeración (4°C) hasta su utilización.

HCL- Butanol (10%): Se agregan 10 mL de HCL al 37% y se afora a 100 mL con terbutanol.

Catequina (500 mg/L): Diluir 500 mg de Catequina en agua y aforar a 1000 mL, almacenar en frasco ámbar en refrigeración (4°C) hasta su utilización.

3.5.10.2 Preparación de la muestra

Se pesó en una balanza analítica 1 g de muestra seca sobre un papel filtro tarando el papel antes de colocar el gramo de muestra, se colocó la muestra en un tubo de ensaye con rosca y se adicionaron 10 mL de agua destilada calentada a 60°C realizando esto por triplicado, después se colocaron en gradilla para tubos de ensaye y se llevaron a la estufa (Robertshaw) con circulación de aire caliente a una temperatura de 55-60° C por 60 minutos dividido en 4 secciones de 15 minutos cada una agitando en Vortex automático(BenchMixer) por 15 segundos entre cada sección.

Trascurridas las 4 secciones de 15 minutos se vaciaron en tubos de plástico y se centrifugó a 3000 RPM durante 10 minutos. El sobrenadante obtenido se colocó en tubos de ensaye de rosca identificados previamente y se cubrieron con aluminio, se colocaron en gradilla de tubos de ensaye y se almacenaron en refrigeración a 5°C hasta su obtención (24 horas).

3.5.10.3. Obtención de flavonoides

Se retiraron los tubos del refrigerador y se tomaron 500 μL del extracto acuoso de cada tubo y se pasó a otro tubo de ensaye con tapa, se adicionaron 3000 μL de HCl-Terbutanol y 100 μL de reactivo férrico y se cerraron herméticamente para ser colocados a baño maría por 1 hora, ajustando la tapa de cada tubo cada 10 minutos para evitar su evaporación.

Trascurrido el tiempo se dejó enfriar a temperatura ambiente y se vació cada uno en celdillas y se leyó la ABS a 460nm, utilizando un blanco donde se sustituye los 500 μL de extracto acuoso por agua destilada.

3.5.10.4. Elaboración de curva estándar para flavonoides

Para la elaboración de la curva, se utilizó una solución estándar de Catequina a una concentración de 1000 ppm (0.05 g aforado a 50 mL) y en base a las lecturas de ABS se realizó la curva estándar (Figura 15).

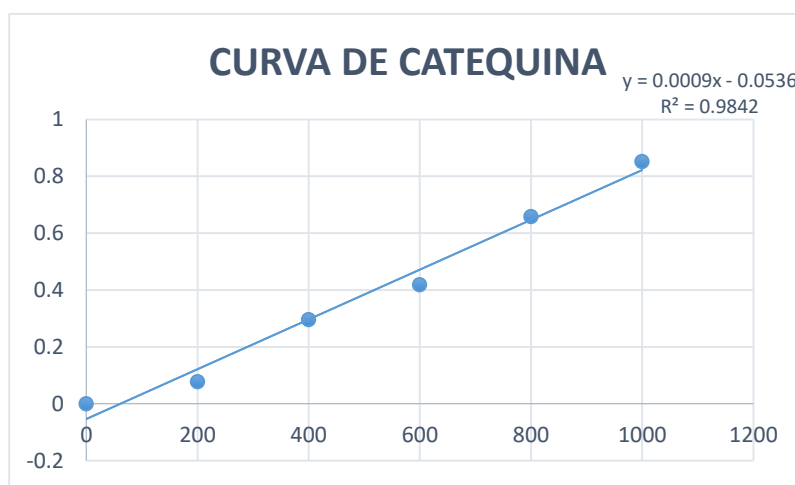


Figura 15. Curva de Catequina para la cuantificación de Flavonoides

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación se analizaron con el programa Stat Plus: mac Pro versión 6.7.1.0 mediante un diseño experimental completamente al azar, realizando una prueba de medias de Fisher ($\alpha \leq 0.05$).

Las variables que se evaluaron fueron; % MST, % Ceniza Total, % Extracto Etéreo (EE), % Proteína Cruda (PC), % Fibra Cruda (FC), Contenido de Flavonoides, Contenido de Polifenoles % Carbohidratos totales, Aporte calórico (kcal). Se realizaron 3 repeticiones para cada tratamiento, donde: T₀ testigo; 0 g de Huauzontle, T₁; 3 g de Huauzontle, T₂; 5 g de Huauzontle, T₃; 7 g de Huauzontle, T₄; 10 g de Huauzontle, T₅; 12 g de Huauzontle y T₆; 15 g de Huauzontle.

Los resultados que se obtuvieron de cada una de las variables de estudio se describen en el Cuadro 8. Pudiendo apreciar que las variables; % Ceniza total, % Proteína Cruda, % Fibra Cruda, % CHO, mg/g de Flavonoides y kcal mostraron diferencia significativa según Fisher ($\alpha \leq 0.05$).

Cuadro 8. Comparación de medias por variable de estudio en base a concentración de Huauzontle

Conc.	% Ceniza T.	% P.C	% E.E	% F.C	% CHO	Polifenoles(mg/g)	Flavonoides (mg/g)	Kcal /100g
0	3.60 b	9.06 b	2.03 a	1.46 bc	83.85 a	0.21 a	1.00 c	389.89 ab
3	3.65 b	9.12 b	2.11 a	1.33 c	83.78 a	0.22 a	1.15 a	390.62 a
5	3.66 b	9.74 ab	2.11 a	1.60 b	82.88 ab	0.21 a	1.19 b	389.47 ab
7	3.73 a	9.96 a	2.19 a	1.65 b	82.47 b	0.18 a	1.12 abc	389.46 ab
10	3.58 b	9.79 ab	1.84 a	1.78 ab	83.01 ab	0.16 a	1.25 a	387.76 b
12	3.78 a	9.77 ab	1.98 a	2.04 a	82.43 b	0.18 a	0.96 c	386.60 c
15	3.81 a	10.01 a	2.17 a	2.02 a	82.00 b	0.16 a	1.22 a	387.50 bc

* Los valores promedio seguidos de la misma literal son estadísticamente iguales según Fisher ($\alpha \leq 0.05$)

4.1 Materia Seca Total (MST)

En el cuadro 11 se describen los resultados de MST y por deducción el contenido de humedad promedio de cada uno de los análisis.

Cuadro 9. % de MST y % Humedad de cada uno de los tratamientos

Tratamiento	% MST	% HUM
T1 (0 g Huauzontle)	95.60	4.40
T2 (3 g Huauzontle)	95.94	4.06
T3 (5 g Huauzontle)	96.59	4.31
T4 (7 g Huauzontle)	96.47	3.53
T5 (10 g Huauzontle)	96.10	3.90
T6 (12 g Huauzontle)	95.99	4.01
T7 (15 g Huauzontle)	96.00	4.00

El % MST se obtuvo de la diferencia entre el peso total del alimento y el contenido de humedad. Como se puede observar no hubo diferencia entre tratamientos, cabe resaltar que el % obtenido es en base a materia seca total. De acuerdo con Almeida-Domínguez *et al* (1997) las tortillas que se elaboran con masa de maíz obtenida por un método tradicional de Nixtamalización presentan una mayor humedad en relación con la humedad de las elaboradas a partir de harinas.

En relación con lo que dice Iturbe *et al* (1996) la diferencia de humedad entre una tortilla de masa convencional y una tortilla de harina es que la masa de maíz requiere más humedad para hacerla suave y laminable además de que después de su cocción necesita retener suficiente agua para poder recalentarse y mantenerse flexible.

4.2 Ceniza total (C.T)

Los resultados de las medias de % Ceniza Total obtenidos en base a las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionado a las tortillas de maíz (0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15%) se describen en la Figura 16, donde según Fisher ($\alpha \leq 0.05$) hubo diferencia significativa entre tratamientos por lo que al menos una de las concentraciones al ser adicionadas a la tortilla de maíz Nixtamalizado brinda mayor contenido de minerales a diferencia de una tortilla de maíz convencional.

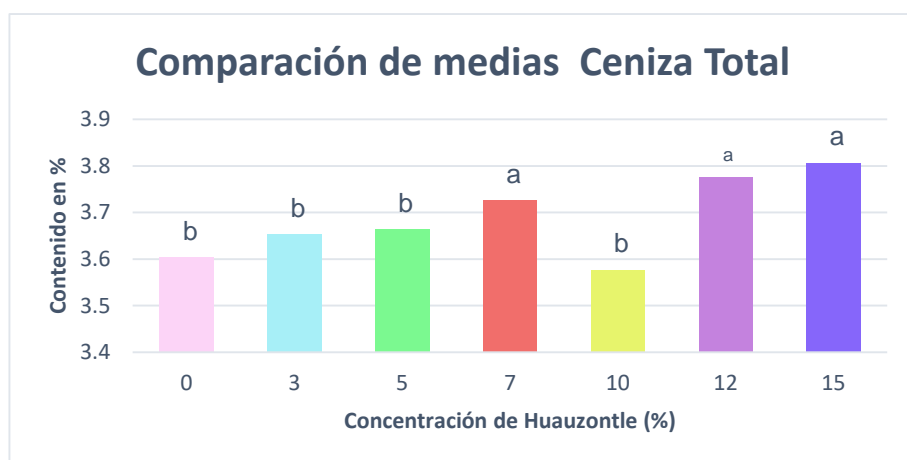


Figura 16. Comparación de medias de ceniza total por concentración de Huauzontle

Las tortillas que fueron adicionadas con 7, 12 y 15% de Huauzontle estadísticamente aportan el mismo % de minerales, seguido por el resto de las formulaciones incluido el testigo quienes se mostraron iguales entre sí.

Comparando el porcentaje obtenido en el tratamiento que mostró mayor diferencia significativa (15 % Huauzontle; 3.81 % Ceniza) con el porcentaje contenido en una tortilla de maíz convencional reportado por la FAO (0.8 %) se mostró un incremento del 3.01 % en el contenido de minerales.

De la Cruz (2010) obtuvo en un estudio en el que se buscaba alternativas para la autosuficiencia alimentaria retomando los pseudocereales como alimentos de gran valor nutricional se evaluaron cinco colectas de Huauzontle de diferente procedencia un aporte de cenizas totales de 3.1 % a 4.2 % existiendo esa variabilidad en el contenido debido a la variante de procedencia geográfica.

4.3. Proteína cruda (P.C)

Los resultados de las medias de % proteína cruda obtenidos en base a las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionado a las tortillas de maíz (0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15%) se describen en la Figura 17, donde según Fisher ($\alpha \leq 0.05$) hubo diferencia significativa entre tratamientos por lo que al menos una de las concentraciones al ser adicionadas a la tortilla de maíz Nixtamalizado brinda mayor contenido de Proteína Cruda a diferencia de una tortilla de maíz convencional.

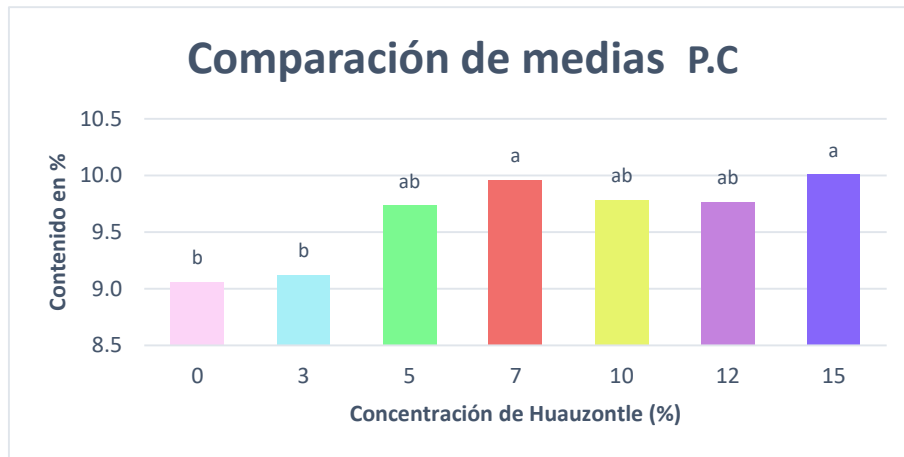


Figura 17. Comparación de medias de % Proteína Cruda por concentración de Huauzontle

De acuerdo con el porcentaje de Proteína Cruda por concentración de Huauzontle se obtuvo que la tortilla a la que se le adicionó 7 y 15 % contiene mayor porcentaje de proteína cruda de entre 9.96 y 10.01% respectivamente seguido del testigo y la concentración del 3% donde se presentó un 9.06 y 9.12 % respectivamente quienes se mostraron estadísticamente iguales.

Tomando en cuenta los tratamientos que mostraron mayor diferencia significativa (12 y 45 %) y comparados con el porcentaje contenido en una tortilla convencional reportado por la FAO (5.4 %) se mostró un incremento del 4.61 % de PC en la formulación del 15 % de Huauzontle adicionado.

Según Barrón *et al* (2009) y Miranda *et al* (2012) en un estudio bromatológico de Huauzontle (base seca) obtuvieron un 17.83% de proteína cruda por cada 100g de producto en base seca.

4.4. Extracto Etéreo (E.E)

Los resultados de las medias de % Extracto etéreo obtenidos en base a las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionado a las tortillas de maíz (0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15%) se describen en la Figura 18, donde según Fisher ($\alpha \leq 0.05$) no hubo diferencia significativa, es decir que independientemente de la concentración de Huauzontle que sea adicionada a la tortilla de maíz nixtamalizado comparada con una tortilla de maíz convencional aporta el mismo contenido de Grasa total o Extracto Etéreo.

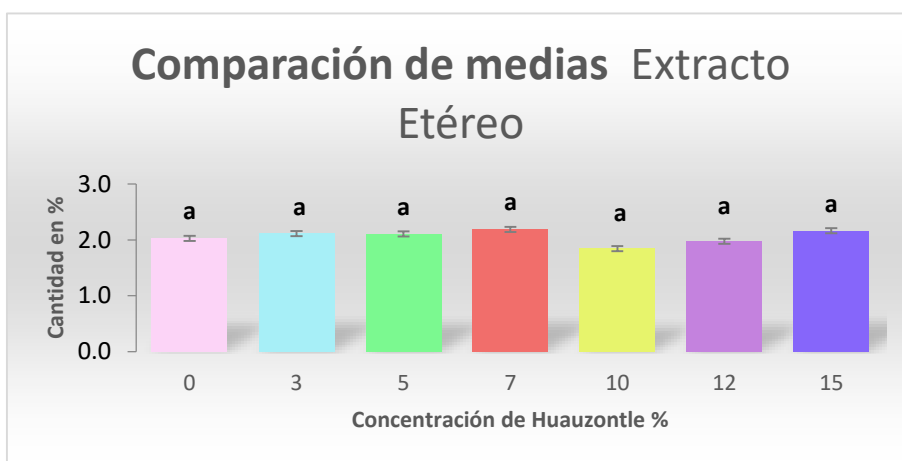


Figura 18. Comparación de medias de % Extracto Etéreo por concentración de Huauzontle

4.5. Fibra Cruda (F.C)

Los resultados de % de Fibra Cruda obtenidos en base a las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionado a las tortillas de maíz (0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15%) se describen en la Figura 19, donde según Fisher ($\alpha \leq 0.05$) existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que al menos una de las formulaciones contiene mayor porcentaje de Fibra Cruda.

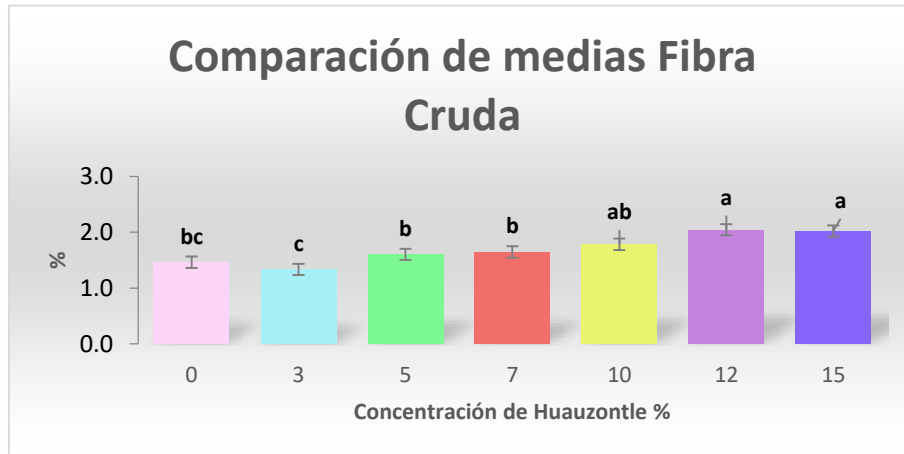


Figura 19. Comparación de medias de % Fibra Cruda por concentración de Huauzontle

Para esta variable se obtuvo que las formulaciones con el 12 y 15 % de Huauzontle brindaron mayor contenido de Fibra Cruda (2.04 y 2.02 %, respectivamente), ya que estadísticamente son tratamientos iguales seguidos de las formulaciones con 5 y 7 % de Huauzontle las cuales brindaron un aporte de 1.6 y 1.65 % respectivamente.

El porcentaje de Fibra Cruda de los tratamientos que mostraron diferencia significativa (12 y 15 %) presentaron un aumento del 1.44 % en relación con lo reportado por la FAO, donde se obtuvo 0.6 % de FC en una tortilla convencional.

De acuerdo a De la cruz (2010), el contenido de FC en Huauzontle (base seca) varía dependiendo la procedencia geográfica del Huauzontle el contenido puede oscilar entre 0.9 % y 7.3 % de F.C., esta variabilidad no sólo se da en el contenido de Fibra Cruda, sino que los demás componentes nutricionales del mismo también se ven afectados por esta determinante.

4.6. Carbohidratos (CHO)

Los resultados de % Carbohidratos obtenidos en base a las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionado a las tortillas de maíz (0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15%) se describen en la Figura 20, donde según Fisher ($\alpha \leq 0.05$) existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que al menos una de las formulaciones aporta mayor porcentaje de Carbohidratos.

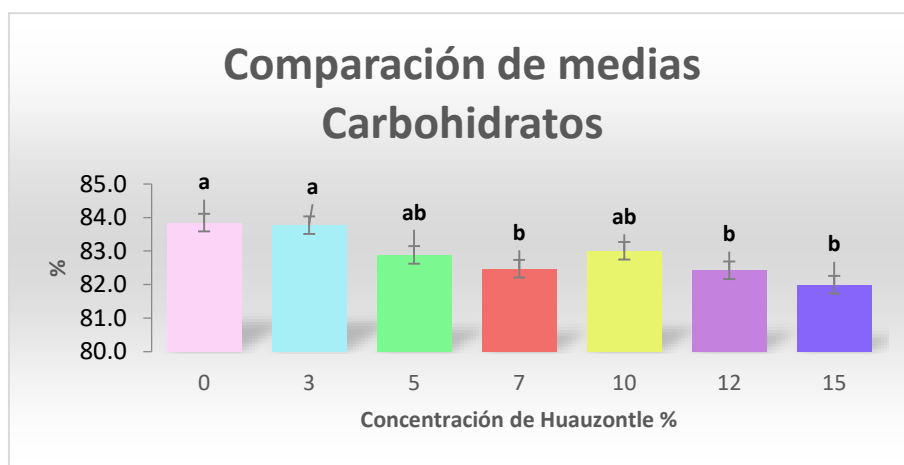


Figura 20. Comparación de medias de % Carbohidratos por concentración de Huauzontle

En base a los resultados obtenidos para la variable % de Carbohidratos que aporta cada una de las formulaciones se tuvo que el testigo y la concentración del 3% fueron los que mostraron mayor diferencia significativa para esta variable y en medida que se incrementa la concentración de Huauzontle estos disminuyen como se puede observar en la concentración de 12 y 15 % donde se obtuvo un 82.43 y 82 % contenido de Carbohidratos notándose un decremento del 1.43 % del contenido. Por lo que cualquier formulación contiene menor cantidad de CHO con respecto al testigo.

De acuerdo con la FAO el porcentaje de Carbohidratos obtenidos en su investigación resultan inferiores (44.5 %) en comparación a lo que nosotros obtuvimos (83.85 %), esto puede deberse a la exactitud de la variedad y tipo de

maíz con el que se haya generado cada una de las masas para la elaboración de las tortillas.

4.7. Polifenoles

Los resultados de las medias de Polifenoles obtenidos en base a las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionado a las tortillas de maíz (0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15%) se describen en la Figura 21, donde según Fisher ($\alpha \leq 0.05$) no hubo diferencia significativa, es decir que independientemente de la concentración de Huauzontle que sea adicionada a la tortilla de maíz nixtamalizado comparada con una tortilla de maíz convencional aporta el mismo contenido de Polifenoles.

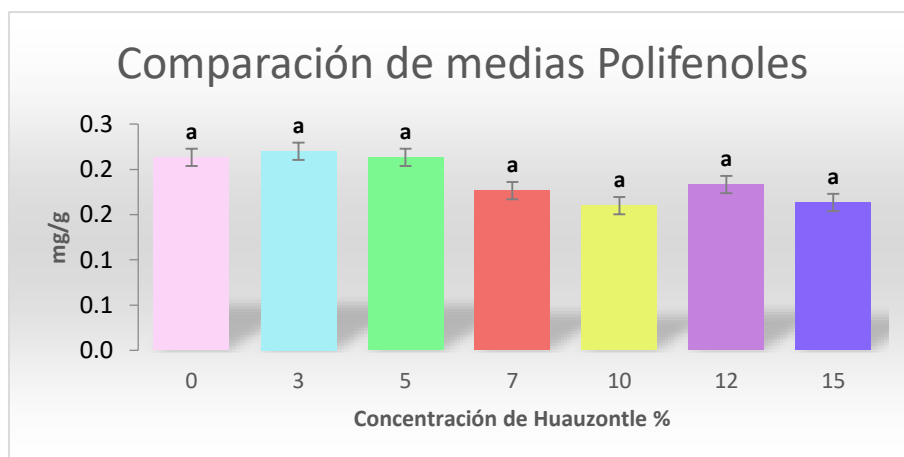


Figura 21. Comparación de medias de Polifenoles por concentración de Huauzontle

4.8. Flavonoides

Para la variable contenido de Flavonoides se realizó una prueba de medias de en base a las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionado a las tortillas de maíz (0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15%) se describen en la Figura 22, donde según Fisher ($\alpha \leq 0.05$) existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que al menos una de las formulaciones aporta mayor cantidad de Flavonoides.

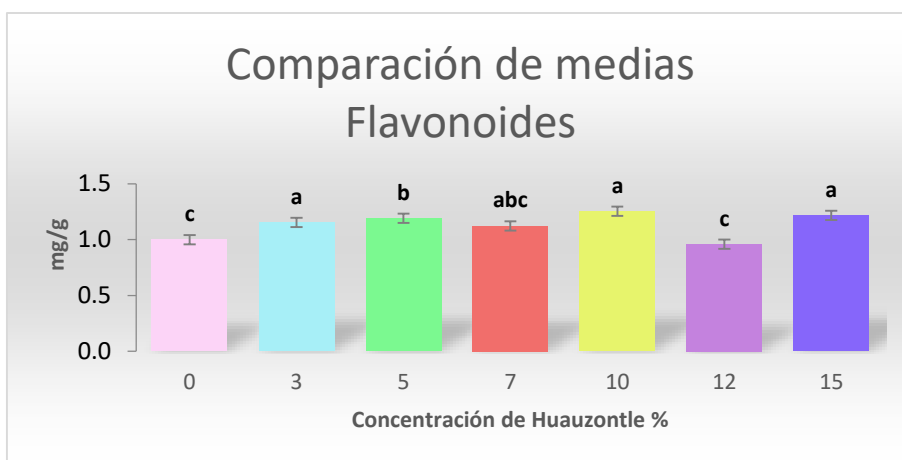


Figura 22. Comparación de medias del contenido de Flavonoides por concentración de Huauzontle

Estadísticamente las concentraciones de 3 %, 10 % y 15 % fueron las que presentaron diferencia significativa según Fisher ($\alpha \leq 0.05$), donde se mostraron iguales entre ellos, es decir independientemente de la concentración de Huauzontle que se le adicione a la masa generará el mismo resultado en contenido de Flavonoides. De acuerdo con la revista de fitotecnia (Román-Cortés, N., 2018) en la que se realizó análisis de distintas variedades de quelites, el Huauzontle presentó el mayor contenido de flavonoides (135.30 mg /100 g producto fresco).

4.9. Contenido calórico (kcal/100 g)

Los resultados que se obtuvieron para la variable kcal por cada 100 g de ingesta de tortilla de Maíz Nixtamalizado adicionado con Huauzontle se analizaron con una prueba de medias de en base a las diferentes concentraciones de Huauzontle adicionado (0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15%) tal como se describen en el Figura 23, donde según Fisher ($\alpha \leq 0.05$) existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que al menos una de las formulaciones aporta mayor cantidad de kcal.

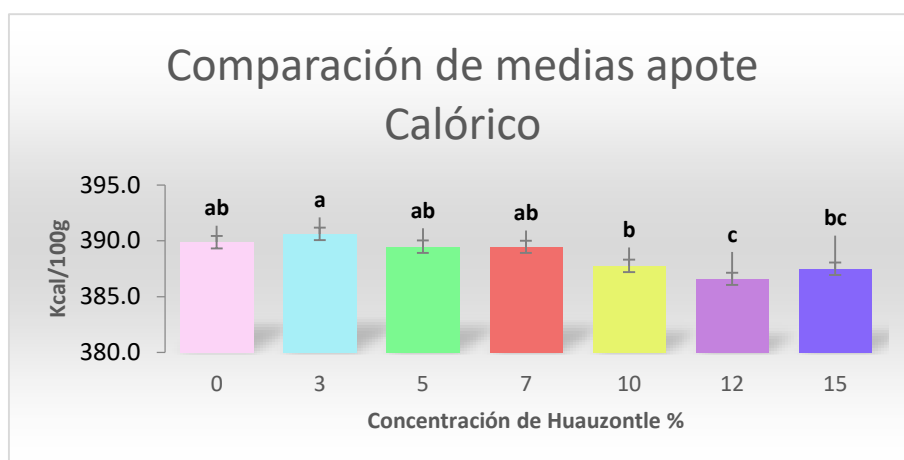


Figura 23. Comparación de medias del aporte en kcal por cada 100 g de ingesta por concentración de Huauzontle

En base a la prueba de medias se obtuvo que la concentración de 3% de Huauzontle incrementó el contenido de kcal hasta 390.62 kcal por cada 100 g de tortilla. De la misma manera se obtuvo que entre mayor sea la concentración de Huauzontle adicionada menor será el aporte de kcal.

Aunque según lo obtenido por Bressani (1958) en un estudio bromatológico de una tortilla de maíz convencional el contenido calórico que obtuvo fue de unas 212 kcal/ 100 g de ingesta, valor que resulta ser inferior al que se obtuvo incluso comparado con el propio testigo.

5. CONCLUSIONES

- Se elaboraron las tortillas de masa de maíz nixtamalizado adicionadas con Huauzontle en diferentes concentraciones (masa /Huauzontle) y como resultado se obtuvo un incremento en las propiedades nutrimentales en comparación con una tortilla de maíz convencional, además de que el contenido de humedad no se ve afectado lo que es favorable porque no se ve condicionada la vida de anaquel de la misma.
- Se realizaron las diferentes formulaciones (masa /Huauzontle) para la elaboración de las tortillas (T1:0 %, T2:3 %, T3:5 g, T4:7 g, T5:10 g, T6:12 g y T7:15 g).
- Se realizó la caracterización química de cada una de las formulaciones por triplicado.
- De acuerdo a la prueba de medias de Fisher ($\alpha \leq 0.05$) se evaluó el incremento nutricional de cada uno de los tratamientos y se determinó que existe diferencia significativa en comparación de una tortilla de maíz convencional, resultando el tratamiento 7 (15 % de Huauzontle) ser la más favorable para las variantes: % Ceniza Total con un incremento del 3.01 % vs el 0.8 % contenido en una tortilla de maíz convencional, % Proteína Cruda con un incremento del 4.61 % vs el 5.41 % contenido en una tortilla de maíz convencional, % Fibra Cruda con un incremento del 1.44 % vs el 0.6 % contenido en una tortilla de maíz convencional, además de que su adición causó una disminución considerable de la variable % Carbohidratos (CHO) del 1.85 % en el contenido final al adicionar esta concentración de Huauzontle a la tortilla de maíz. Para la variable de aporte calórico se obtuvo que adicionando una concentración del 12 % de Huauzontle se logra disminuir el contenido de kcal (386.60 kcal/100 g) esto en relación con el

propio testigo del cual se obtuvo mayor contenido de kcal (389.89 kcal/100 g). Para las variables % Extracto Etéreo no se obtuvo diferencia significativa en ninguno de los tratamientos por lo que su adición no incrementa ni disminuye estos componentes.

- Se determinó el contenido de Flavonoides y Fenoles Totales en cada una de los tratamientos encontrando diferencia significativa sólo en flavonoides para la concentración del 10 % (1.25 mg/g) seguida de la del 15 % (1.22 mg/g).

6. BIBLIOGRAFÍAS

- A.O.A.C (1980), Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis, 16 th ed. Association of Analytical Chemists, Washington, D.C. pp. 1141.
- Allende, L. (2014). Estudio de radiosensibilidad de pseudocereales mediante marcadores moleculares y microscopía electrónica (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca México.
- Assad-Bustillos, M., Ramírez-Gilly, M., Tecante, A., Chaires-Martínez, L. (2014). PHYSICOCHEMICAL, FUNCTIONAL, THERMAL AND RHEOLOGICAL CHARACTERIZATION OF STARCH FROM HUAUZONTLE SEEDS (*Chenopodium berlandieri* spp. *nuttalliae*). *Agrociencia*, 48 (8), 789-803 pp. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30232982003>
- Austurias, Miguel, A., (2004), Maiz de alimento sagrado a negocio del hambre. Recuperado de http://www.estudiosecologistas.org/documentos/publicaciones/otros/maiz_alimentosagrado.pdf
- Bembibre, C. 2011. Importancia del maíz. Importancia una guía de ayuda. Disponible: <https://www.importancia.org/maiz.php>.
- Bezold, J., Moori, S. (2017). Patrones alimentarios y prevalencia del síndrome metabólico en adultos confesionales. *Revista de Investigación Apuntes Universitario*, 7, 64-83pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.17162/au.v7i2.172>
- Cortes Soriano, I., Buendía González, M., Palacios Rojas, N., Martínez Cruz, E., Villaseñor Mir, H., Hortelano Santa Rosa, R. (2016). Evaluación de la calidad de tortilla de maíz adicionada con harina de avena (*Avena Sativa* L.) nixtamalizada. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (7), 1715-1725 pp. Disponible en : <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263149504018>

Cruz-Huerta, E., Verdalet-Guzmán, I. (2007). Tortillas de maíz: una tradición muy nutritiva. La ciencia y el hombre. Recuperado el 13 de mayo del 2019 del sitioweb: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol20num3/articulos/tradicion/>

Cuevas-Martínez, D., Moreno-Ramos, C., Martínez-Manrique, E., Moreno-Martínez, E., Méndez-Albores, A. (2010). NUTRITION AND TEXTURE EVALUATION OF MAIZE-WHITE COMMON BEAN NIXTAMALIZED TORTILLAS. *Interciencia*, 35 (11), 828-832 pp. DOI: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33915598007>

De la Cruz, E., Xingu López, A., García Andrade, J, M., Germán Vilchis, I., Germán Vilchis, G. (2008) Aplicación de técnicas moleculares en el estudio del huauzontle, cultivo prehispánico alternativo para zonas agrícolas, 16-21 PP. Disponible en <http://inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/55%20Aplicacion%20de%20tecnicas.pdf>

De la Cruz, T.E, Xingú L. A., García A. J. M, Germán V. I. y Germán V. G. (2010). Aplicación de técnicas moleculares en el estudio del huauzontle, cultivo prehispánico alternativo para zonas agrícolas, Rev. Div. Contacto Nuclear ININ, No. 55, pp. 16- 21.

Delgado P., Adriana I., Palaciones C., Jaime H. y Betancourt G. C. (2009). Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (*Chenopodium quinua Willd.*). Colombia, Agronomía Colombiana Vol. 27, Núm. 2, pp. 159-167

Falcón B. T., Vázquez A. O., Luna G. M. A., De la Cruz T. E. Luna C. P. y García A. J. M., (2007). Ácidos Grasos en semillas de *Chenopodium berlandieri* ssp. *nuttalliae* raza 160 local Huauzontle, ININ-SUTIN (Edits.), Congreso técnico científico Dr. Carlos Veléz Orónn(Resúmenes), pp. 93.

- Fernández, R., L. A. Morales., A. Gálvez. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. Revista fitotecnia mexicana. Vol. 36 Supl. 3-A: 275 – 283 pp. Disponible: <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/36-supl-3-A/1a.pdf>.
- Fuentes F. F., Maugham P. J. y Jellen E. R. (2009). Diversidad genética y recursos genético para el mejoramiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Rev.Geogr. Valpaso, No 42, Chile, 20-33 pp disponible en http://www.pucv.cl/uuaa/site/artic/20180316/asocfile/20180316172222/42_3.pdf.
- García A. J. M., De la Cruz T. E. (2011). Las chías de México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Rev. Div. Contacto Nuclear, México pp. 14-18
- García A. J. M., De la Cruz, T. E y Cristina M. S., (2009). Cultivo de chías *Chenopodium* y *Amaranthus* en la meseta purépecha conservando el germoplasma y promoviendo la sustentabilidad, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Contacto Nuclear.
- Hernández S. 2018. Huauzontle, planta mexicana nutritiva y curativa, pero poco valorada. Contacto hoy. Disponible: <https://contactohoy.com.mx/huauzontle-planta-mexicana-nutritiva-y-curativa-pero-poco-valorada/>.
- Hidro Evironment. 2017. Hidroponia.com. ¿Por qué es importante el cultivo de maíz?. Disponible: <http://hidroponia.mx/por-que-es-importante-el-cultivo-de-maiz-en-mexico/>.
- Kato, A. 2005. Cómo y dónde se originó el maíz. Investigación y Ciencia. N.375. Disponible: <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/muerte-aparente-preventiva-403/cmo-y-dnde-se-origin-el-maz-4494>.
- López P., F. Guevara., L. A. Bello. 2009. La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. Ciencias 92. 60- 70 pp. Disponible: <http://www.revistaciencias.unam.mx/en/41-revistas/revista-ciencias-92-93/205-la-nixtamalizacion-y-el-valor-nutritivo-del-maiz-05.html>

- Mauricio Sánchez, R., Figueroa Cárdenas, J., Taba, S., Reyes Vega, M., Rincón Sánchez, F., Mendoza Galván, A. (2004). Caracterización de accesiones de maíz por calidad de grano y tortilla. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27 (3), 213-222pp. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/610/61027301.pdf>
- Mejía, J. 2014. Maíz: Alimento fundamental en las tradiciones y costumbres mexicanas. *Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*. vol. 12, núm. 2. 425-432 pp. Disponible: <http://www.redalyc.org/pdf/881/88130205002.pdf>.
- Pliego, E. 2015. El maíz: su origen, historia y expansión. *Panorama cultural*. Com.co. El periódico cultural de la costa Caribe. Disponible: https://panoramacultural.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=3678:el-maiz-su-origen-historia-y-expansion&catid=17&Itemid=142.
- Rangel, E., A. Muñoz., G. Vázquez., J. Cuevas., J. Merino., S. Miranda. 2004. Nixtamalización, elaboración y calidad de tortilla de maíces de ecatlán, Puebla, México. *Agrociencia*, vol. 38, núm. 1. pp. 53-61. Disponible: <http://www.redalyc.org/pdf/302/30238106.pdf>.
- Robinson-Fuentes, V, A (s.f). Para cuantas cosas nos sirve la nixtamalización. *Revista de divulgación*. Morelia, Michoacán. Disponible: <https://saberma.s.umich.mx/secciones/articulos/166-ipara-cuantas-cosas-nos-sirve-la-nixtamalizacion.html>.
- Romero Á, I. (2019) Boletín UNAM-DGCS-113 Ciudad Universitaria. EL QUELITE, ÚTIL EN EL TRATAMIENTO CONTRA LA GASTRITIS: ESTUDIO DE LA UNAM. Recuperado el 15 de mayo del 2019 del sitio web http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2019_113.html
- Roque L., G. Arámbula., M. López., H. Ortiz., A. Carballo., J. A. Herrera. 2016. Nixtamalización de cinco variedades de maíz con diferente dureza de grano: impacto en consumo de combustible y cambios fisicoquímicos. *SciELO*. Vol. 50. N.6. 727- 745 pp. Disponible:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n6/1405-3195-agro-50-06-00727-en.pdf>.

Sierra Macías, M., Palafox-Caballero, A., Vázquez-Carrillo, G., Rodríguez-Montalvo, F., Espinosa-Calderón, A. (2010). Caracterización agronómica, calidad industrial y nutricional de maíz para el trópico mexicano. *Agronomía Mesoamericana*, 21. 21-29. Disponible en file:///C:/Users/Acer/Downloads/art%C3%ADculo_redalyc_43713870003.pdf

Solano J. R. (2018), Grupo financiero monex. GRUMA: inicio de cobertura. Recuperado el 13 de mayo del 2019 del sitio web: [https://www.monex.com.mx/portal/download/reportes/Inicio%20de%20Cobertura%20de%20Gruma%20\(Septiembre%202018\).pdf](https://www.monex.com.mx/portal/download/reportes/Inicio%20de%20Cobertura%20de%20Gruma%20(Septiembre%202018).pdf)