

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS



**DESARROLLO DE UN MOLE GOURMET EN PASTA A BASE DE HARINA DE
HUITLACOCHÉ (*Ustilago maydis*) Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES DE
CALIDAD**

Por:

MARÍA FERNANDA PARRA ALONSO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2019

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

**DESARROLLO DE UN MOLE EN PASTA GOURMET A BASE DE HARINA DE
HUITLACOCHÉ (*Ustilago maydis*) Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES DE
CALIDAD**

Por:

MARÍA FERNANDA PARRA ALONSO

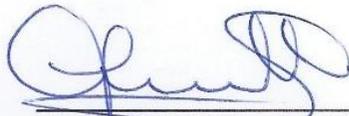
TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

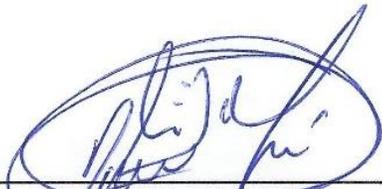
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:

COMITÉ ASESOR



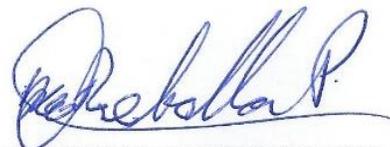
Dra. Xochitl Ruelas Chacón
Asesor principal



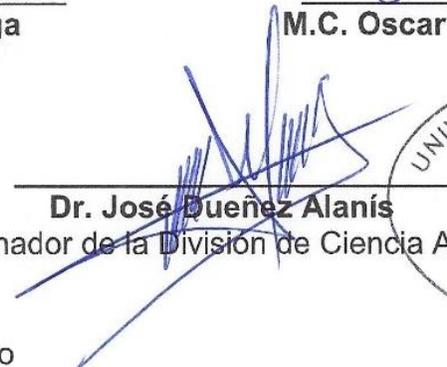
Dr. Alonso Méndez López
Coasesor



Dra. Miriam Sánchez Vega
Coasesor externo



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla
Coasesor



Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

**DESARROLLO DE UN MOLE EN PASTA GOURMET A BASE DE HARINA DE
HUITLACOCHÉ (*Ustilago maydis*) Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES DE
CALIDAD**

Por:

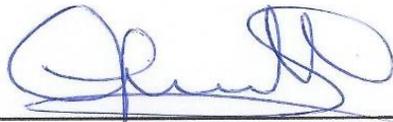
MARÍA FERNANDA PARRA ALONSO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

JURADO CALIFICADOR



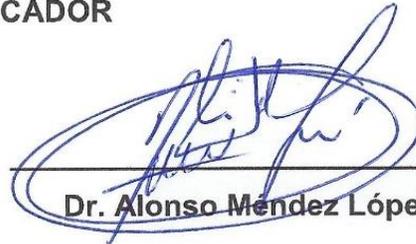
Dra. Xochitl Ruelas Chacón

Presidente



Dra. Miriam Sánchez Vega

Vocal



Dr. Alonso Méndez López

Vocal



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Vocal

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a **Dios** por darme salud, sabiduría y paciencia del día a día de mi vida y trayectoria en este sueño. Ha sido una pieza fundamental en mi vida, del cual estaré agradecida infinitamente. Sé que las bendiciones recibidas no fueron coincidencia, pues él ya las tenía planeadas para mí y mantengo mi fe y esperanza en él, de las cosas que están por venir.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por hacer mi sueño realidad de pertenecer a esta grandiosa institución. Por enseñarme y darme todos sus conocimientos para lograr mis metas, por cobijarme y darme las herramientas necesarias para salir adelante. Mi Alma Terra Mater, quedas guardada en mi corazón por siempre.

A **mi familia** por estar conmigo siempre, apoyándome tanto emocional como económicamente y dándome consejos para resistir y estar de pie frente a los problemas y afrontarlos.

A la **Dra. Xochitl Ruelas Chacón** por ser una pieza importante en el desarrollo de mi formación, por apoyarme a resolver mis dudas, dándome sus consejos y proporcionándome sus conocimientos. Una persona del cual solo me queda expresarme con mucho respeto y admiración.

Al **Dr. Alonso Méndez López**, a la **Dra. Miriam Sánchez Vega** y al **M.C Oscar Noé Reboloso Padilla** por gran su apoyo y colaboración para haber culminado con éxito este trabajo, agradeciendo de antemano el tiempo dedicado; mis respetos para todos, fue un honor haber colaborado con ustedes.

A **mi amigo José María Zamora González** ya que con él conocí lo que es la verdadera amistad y que, a pesar de casi no convivir mucho, estaba presente cuando más necesitaba para darme ánimo y apoyarme en mis momentos más difíciles, siempre sacándome una sonrisa.

DEDICATORIA

El presente trabajo tiene una especial dedicatoria para mi ser supremo y omnipotente, con estas palabras me quedo corta; ya que sin la sabiduría, paciencia y estabilidad emocional que me brindaba todos los días cuando era tan difícil poder salir adelante frente a las dificultades, él me sostuvo como un roble; porque él nunca dará una carga que no puedas llevar, él sabe hasta dónde tus fuerzas llegaran.

Para alcanzar un sueño y hacerlo realidad sabemos que no es fácil, y menos sin un apoyo incondicional de la familia, es por eso que siempre que a pesar de los problemas ella es un factor clave para no rendirse.

A mi madre:

Getzabel Alonso Ruíz, por su apoyo en todos los momentos vividos, por darme sus consejos cuando no encontraba una salida a los problemas; ella siempre tenía la solución para todo; la mejor persona que Dios me pudo dar. Te amo y te admiro mamá por ser una mujer fuerte y sacar adelante a mi hermano y a mí, eres mi ejemplo a seguir y toda mi vida eres y serás mi mayor inspiración.

Eres como una canción eterna de amor, alivio y ternura; a veces olvido la letra, pero siempre recuerdo su música.

A la memoria de mis abuelos:

Arcadio Parra Cervantes y Juan Alonso Báez, siempre los tengo presente en mi mente y en mi corazón y aunque ya no pudieron estar conmigo en este gran sueño, sé que desde el cielo ustedes están felices y mandándome todas sus bendiciones.

Sé que cada vez que miro al cielo ustedes también lo hacen, reconfortando todo mi ser.

A mi padre:

Arcadio Parra Díaz por darme esas fuerzas para no rendirme, por escucharme y preocuparse tanto por mí. Te doy gracias papá, por darme la vida y aunque sé que

hubo momentos muy difíciles entre nosotros, estoy orgullosa de ti porque te diste cuenta a tiempo de tus errores, y lo sé, nadie en esta vida es perfecto, pero agradezco tanto a Dios porque te haya hecho cambiar, me haces muy feliz. Gracias por ser mi coraje cuando el miedo me superaba. Te amo papá.

A memoria de mi tío:

Alejandro Alonso Ruíz por siempre animarme a seguir adelante y enseñarme el valor del momento con la familia.

A mi abuela paterna:

Luz María Díaz Menéndez es un pilar importante en mi formación profesional, gracia a usted, estoy donde estoy; sin su apoyo no habría logrado tanto. Estoy más que agradecida con Dios por permitir que esté en este momento tan anhelado por mí, y sé que desde el fondo de su corazón usted también lo está.

A mi abuela materna:

Francisca Ruíz Cuevas por siempre impulsarme y enseñarme a salir adelante a pesar de los altibajos que se nos presentan, sé que es un dolor irreparable lo que vivió toda la familia, pero Dios nos dio la fortaleza para seguir adelante.

A mi hermano:

Alexis Eduardo Parra Alonso, sé que a veces éramos terribles y nos comportábamos como si no nos quisiéramos, pero es todo lo contrario; te quiero mucho y siempre te voy a apoyar en lo que necesites, no te dejare solo a ti y a tu familia, estoy muy contenta de que hayas traído un angelito a nuestras vidas para alegrarla.

Siempre voy a procurarlo, pues lo considero un hijo para mí.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
INDICE DE FIGURAS	vii
ÌNDICE DE CUADROS	xi
RESUMEN	1
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	2
1.1. OBJETIVOS	5
1.1.1. Objetivo general	5
1.1.2. Objetivo específico	5
1.2. HIPÓTESIS	5
1.3. JUSTIFICACIÓN	6
CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1. HONGOS COMESTIBLES	7
2.1.1. El huitlacoche	8
2.1.2. Orígenes	9
2.1.3. Factores para el crecimiento del hongo	10
2.1.4. Ciclo de vida	10
2.1.5. Consumo en México del huitlacoche	11
2.1.6. Usos del huitlacoche	12
2.1.7. Gastronomía	15
2.1.8. Valor nutritivo	16
2.2. MOLE	22
2.2.1. Definición	22
2.2.2. Orígenes	23
2.2.3. Costumbres y cultura	24
2.2.4. Un alimento gourmet	26
2.3. VARIANTES DEL MOLE	27
2.3.1. Los manchamanteles	27
2.3.2. Los clemoles	28
2.3.3. Los pipianes	28
2.4. PRINCIPALES INGREDIENTES BOTÁNICOS EN LA PREPARACIÓN DE LOS MOLES	29

2.4.1. Calidad de la materia prima.....	30
2.5. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL MOLE	43
2.5.1. Consistencia.....	43
2.5.2. Color	43
2.5.3. Olor	43
2.5.4. Sabor.....	43
2.6. ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS.....	43
2.7. COMPARACIÓN Y COMPOSICIÓN DE MOLES COMERCIALES POR LA PROFECO.....	44
2.8.1. Tipos de panelistas	48
2.8.2. Tipos de pruebas sensoriales.....	49
2.9. PAQUETES ESTADÍSTICOS PARA ANALIZAR LOS DATOS	50
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	52
3.1. EQUIPO Y MATERIALES DE LABORATORIO	52
3.2. INGREDIENTES PARA PREPARACIÓN DE MOLE.....	53
3.3. MATERIAL DE LABORATORIO	53
3.4. REACTIVOS.....	54
3.5. ETAPA 1.- SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA: CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE HUITLACOCHÉ	55
3.6. ETAPA 2.- PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	56
3.7. ETAPA 3.- ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS	60
3.7.1. Determinación de pH.....	60
3.7.2. Determinación de °Brix.....	60
3.7.3. Determinación de color.....	60
3.8. ETAPA 4.- ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS FORMULACIONES	61
3.8.1. Humedad.....	61
3.8.2. Materia Seca	62
3.8.3. Proteína Cruda.....	62
3.8.4. Extracto etéreo.....	63
3.8.5. Cenizas	64
3.8.6. Fibra Cruda.....	65
3.8.7. Determinación del extracto libre de nitrógeno (ELN) o carbohidratos totales.	66
3.8.8. Determinación del contenido calórico (kcal)	66
3.9. ETAPA 5.- EVALUACIÓN SENSORIAL.....	67

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
4.1 PARÁMETROS FÍSICOS EVALUADOS	70
4.1.2 pH.....	71
4.1.3 Color	72
4.2. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	75
4.2.1. Materia seca total	75
4.2.2. Cenizas	76
4.2.3. Proteína.....	77
4.2.4. Extracto etéreo.....	78
4.2.5. Fibra.....	78
4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL	79
4.3.1 Apariencia global	80
4.3.2. Color	80
4.3.3. Olor	81
4.2.3.4. Sabor.....	82
4.2.5. Textura	82
4.3.6. Aceptación global	83
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Hongos comestibles.....	8
Figura 2	Huitlacoche.....	9
Figura 3	Ciclo de vida del <i>Ustilago maydis</i>	11
Figura 4	Quesadilla de huitlacoche.....	16
Figura 5	Composición nutrimental del huitlacoche.....	18
Figura 6	Caracterización y cuantificación de carotenoides del huitlacoche por HPLC-MS.....	20
Figura 7	Caracterización y cuantificación de fitoesteroles del huitlacoche por HPLC-MS.....	20
Figura 8	Mole poblano.....	22
Figura 9	Manchamanteles.....	27
Figura 10	Clemole de Guerrero.....	28
Figura 11	Pipián.....	29
Figura 12	Chile guajillo.....	31
Figura 13	Chile pasilla.....	31
Figura 14	Azúcar estándar.....	32
Figura 15	Chocolate comercial.....	33
Figura 16	Color de la almendra.....	34
Figura 17	Cacahuate crudo.....	35
Figura 18	Uva pasa.....	36
Figura 19	Semilla de sésamo.....	38
Figura 20	Anís estrellado.....	38
Figura 21	Plátano macho.....	40
Figura 22	Especias aromáticas.....	42
Figura 23	Escala pictórica de 7 puntos.....	50
Figura 24	Ingredientes para la preparación del mole.....	55
Figura 25	Chile mulato comercial.....	56
Figura 26	Chile pasilla comercial.....	56
Figura 27	Tortilla de maíz y uvas pasas comerciales.....	56
Figura 28	Eliminación de la semilla de los chiles pasilla y mulato.....	58
Figura 29	Freído de chiles, uvas pasa, plátano macho y tortilla.....	58

Figura 30	Tostado de ajonjolí y cebolla.....	58
Figura 31	Nutribullet Magic.....	59
Figura 32	Pasta homogénea de la pasta.....	59
Figura 33	Pasta de mole envasada de las 3 formulaciones.....	59
Figura 34	Medición de grados brix de la pasta.....	60
Figura 35	Determinación de color en colorímetro Konica Minolta.....	61
Figura 36	Materia seca parcial de las formulaciones.....	62
Figura 37	Determinación de proteína cruda por Kjendhal.....	63
Figura 38	Determinación de grasa por aparato Soxhlet.....	64
Figura 39	Determinación de cenizas de la pasta de moles.....	65
Figura 40	Muestra desengrasada de pasta de mole.....	65
Figura 41	Comportamiento del parámetro grados Brix.....	71
Figura 42	Comportamiento del parámetro grados pH.....	72
Figura 43	Color real de las tres formulaciones.....	73
Figura 44	Comportamiento del parámetro color valor *L.....	73
Figura 45	Comportamiento del parámetro color valor *a.....	74
Figura 46	Comportamiento del parámetro color valor *b.....	74
Figura 47	Comportamiento del parámetro materia seca total.....	76
Figura 48	Comportamiento del parámetro ceniza.....	77
Figura 49	Comportamiento del parámetro proteína.....	77
Figura 50	Comportamiento del parámetro extracto etéreo.....	78
Figura 51	Comportamiento del parámetro fibra.....	79
Figura 52	Comportamiento del parámetro apariencia global.....	80
Figura 53	Comportamiento del parámetro color.....	81
Figura 54	Comportamiento del parámetro olor.....	81
Figura 55	Comportamiento del parámetro sabor.....	82
Figura 56	Comportamiento del parámetro textura.....	83
Figura 57	Comportamiento del parámetro aceptación global.....	83
Figura 58	Análisis de varianza grado Brix.....	95
Figura 59	Análisis de varianza pH.....	95
Figura 60	Análisis de varianza color L*.....	96

Figura 61	Análisis de varianza color a*	96
Figura 62	Análisis de varianza color b*	97
Figura 63	Análisis de varianza % materia seca total.....	97
Figura 64	Análisis de varianza % cenizas.....	98
Figura 65	Análisis de varianza % proteína.....	98
Figura 66	Análisis de varianza % extracto etéreo.....	99
Figura 67	Análisis de varianza % fibra.....	99
Figura 68	Análisis de varianza de atributo apariencia global.....	100
Figura 69	Análisis de varianza de atributo color.....	100
Figura 70	Análisis de varianza de atributo olor.....	101
Figura 71	Análisis de varianza de atributo sabor.....	101
Figura 72	Análisis de varianza de atributo textura.....	102
Figura 73	Análisis de varianza de atributo aceptación global.....	102
Figura 74	Información nutrimental del chile.....	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Usos terapéuticos tradicionales del huitlacoche en diversas zonas rurales del centro (estados de Hidalgo, México y Tlaxcala) y sur (estado de Chiapas) de México.....	12
Cuadro 2. Actividad antioxidante de diferentes técnicas de extractos de huitlacoche crudo y cocido	19
Cuadro 3. Especificaciones fisicoquímicas del tipo de mole (NMX-F-422-1982	43
Cuadro 4. Prueba de comparación de medias para siete caracteres en pastas de mole negro	47
Cuadro 5. Concentraciones de harina de huitlacoche en cada tratamiento.....	57
Cuadro 6. Formulaciones para los tratamientos.	57
Cuadro 7. Análisis general de los parámetros evaluados en el estudio bromatológico.	70
Cuadro 8. Comparación de moles en pasta comercializados en México	103
Cuadro 9. Comparación de moles en pasta comercializados en México	104
Cuadro 10. Comparación de moles listos para servir comercializados en México	104
Cuadro 11. Análisis de varianza general de los atributos sensoriales de la pasta de mole.	105
Cuadro 12. Análisis físicos de los parámetros evaluados de las tres formulaciones (°Brix, pH y color)	105

RESUMEN

El mole uno de los alimentos más conocidos casi en toda la república pues es un platillo ancestral presente en muchas celebraciones. Con este platillo se pretende hacer una combinación con un hongo comestible huitlacoche que si bien es sabido este es un alimento con un sabor exquisito y que además tiene muchas propiedades nutrimentales esperado que el nuevo producto a desarrollar las conserve y que mantenga o aumente la calidad nutricional de la mole convencional. El objetivo principal de esta investigación es desarrollar una nueva formulación de un mole con enriquecido con harina de huitlacoche. Se desarrollaron tres formulaciones: la primera es el control sin añadir la harina de huitlacoche, la segunda formulación se le añadió 50% de harina de huitlacoche y la tercera con 75% de harina de huitlacoche. En la primera etapa experimental se elaboraron las tres muestras. En la segunda etapa se hizo la evaluación sensorial de las muestras y la evaluación de los parámetros químicos como acidez titulable, pH y color. El análisis de resultados se realizó con un diseño completamente al azar con tres formulaciones y tres repeticiones. Los resultados indican que el uso de la harina de huitlacoche ayudó a dar una mejor consistencia a la mole, a disminuir el picor e intensificar el color. Del análisis proximal no hubo diferencias significativas en cuanto al porcentaje de proteína y fibra, y si hubo diferencias significativas en el porcentaje de extracto etéreo, materia seca total y de cenizas siendo la formulación de 50% con menor cantidad de grasa. En cuanto a los parámetros físicos se obtuvo que existen diferencias significativas en los ° brix (75%,) pH (50%) y en color (muestra control). El análisis sensorial permitió corroborar que no existen diferencias significativas en las tres muestras analizando los atributos de apariencia global, sabor, olor, color y aceptación global.

Palabras clave: ***mole, huitlacoche, harina, análisis nutrimental, proteína, disminución de grasa.***

Correo electrónico: marifer-31296@hotmail.com , xruelas@uaaan.edu.mx (asesora de tesis)

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

México es un país con una amplia diversidad de culturas y, por lo tanto, con una gastronomía exquisita, cuenta con muchas plantas, semillas, vegetales y frutas que dentro de la misma república que no toda su población conoce.

Como sabemos, la exigencia de los alimentos es cada vez es mayor debido al crecimiento de la población, y es triste saber que no todos los mexicanos se alimentan correctamente debido al desabasto de alimentos y las toneladas de “desperdicios” de comida en las centrales de abasto, como en la Cd. de México por citar un ejemplo.

Debido a esta problemática social, se han buscado nuevas alternativas de alimentos que se puedan obtener más fácilmente y que además sean generados en la región ya que esto favorecería a una baja de costos al momento de su producción.

El huitlacoche conocido como como *Ustilago maydis* (DC) Corda, (Ustilaginomycetes), es un hongo biotrófico patógeno del maíz. Es conocido usualmente como carbón o tizón del maíz y el cual tiene una semejanza lejana con otros hongos comestibles como los champiñones (Mota & García, 2019).

Tiene orígenes prehispánicos, sin embargo, alguna literatura menciona que fue hasta la etapa colonial cuando el huitlacoche fue reconocido como un alimento; ya que anteriormente se consideraba una plaga o enfermedad en el maíz que originaba importantes pérdidas.

Es un alimento muy conocido principalmente en la región centro-sur de la república mexicana y es muy poco consumido en la región norte del país. Actualmente, el huitlacoche se está volviendo muy popular en la cocina mexicana y francesa, pues se considera una exquisitez culinaria, además de que las investigaciones realizadas han confirmado su alto valor nutricional y los beneficios que aporta al cuerpo humano.

Este alimento se ha introducido a las cocinas gourmet de diversos países en los que se le ha nombrado como: “Caviar Azteca”, “Trufa Mexicana” o “Maizteca”. Ha sido el tema de periódicos y revistas como: New York Magazine, Play Boy, Food Arts, Country Living, Science News, Bon Appetit, Vogue.

Gracias al desarrollo de la tecnología se ha podido lograr una producción intensiva de este apetecible hongo; debido a las exigencias del mercado mexicano y extranjero desarrollando productos de valor agregado y generando un beneficio para el productor: obteniendo más ganancias.

México fue el primer país que dio la pauta para consumir el huitlacoche, y hace poco tiempo se empezó sembrar y exportar a otros países del mundo entre los cuales se menciona a Japón, Canadá, Estados Unidos y países europeos donde es considerado un delicioso manjar debido a su textura, sabor y valor nutricional. En nuestro país es utilizado para hacer diversos platillos típicos como los tacos, quesadillas, empanadas, tamales rellenos, salsas, bebidas, chiles rellenos, sopas entre otras (Intagri, 2017).

También se ha incursionado este hongo a la industria cosmética y medicinal.

Gracias a la ciencia y tecnología de alimentos ahora podemos disfrutar de este exquisito alimento todo el año y por lo tanto es posible aprovecharlo.

Generalmente este producto se vende en mercados y centrales de abasto, en fresco y es solo en algunos establecimientos comerciales de las ciudades es donde podemos encontrarlo enlatado.

Vale la pena destacar algunos aspectos relacionados a su valor nutritivo: alto contenido de aminoácidos esenciales, principalmente lisina (de la cual el maíz es deficiente), ácidos grasos esenciales (oleico y linoleico que son fuentes de Omega 3 y Omega 6 respectivamente), azúcares de fácil digestión, sustancias con propiedades antitumorales, inmunoestimulantes y antioxidantes, bajo contenido lipídico y alto contenido en fibra dietética, que en conjunto, lo hacen un importante alimento a degustar (Mota & García, 2019).

Por su gran valor nutritivo y su origen azteca se consideró al huitlacoche para hacer una combinación con un platillo muy mexicano también con orígenes prehispánicos: el mole, y generar una receta enriquecida.

El mole es un alimento muy versátil, está definido como un alimento de color y apariencia cambiante según su composición, por las cantidades de ingredientes con el cual se elabora; este tiene como principales materias primas: chiles, agua potable, aceites vegetales y/o grasas comestibles, harinas, féculas, almidón, especias y otros ingredientes opcionales dependiendo de la persona que lo elabora que pueden ser: chocolate, anís, tortilla, galleta, pan francés, plátano macho, uvas pasas, etc.

El mole, es un platillo que combina muchos ingredientes y especias; que al unirse en la cocina generan en el paladar una sensación inexplicable; pues se percibe un delicado aroma e intenso sabor. Es un verdadero y complejo platillo del cual ningún mexicano se resiste.

La zona centro-sur de México, este platillo es el que marca la pauta para una celebración como bodas, bautizos, XV años, funerales, fiestas patronales, y el día de muertos, y por qué no, en un día casual que se antoje comer acompañado con arroz y tortillas hechas a mano.

El mole más conocido es el poblano y el oaxaqueño pues se dice que fue allí donde se originó este platillo tan succulento. Este platillo se ha convertido en un icono de la comida mexicana y que ha hecho que personas conocedoras del tema formen congresos para hablar sobre los orígenes de este alimento.

Existen un gran número formas de hacer el mole en la actualidad lo que enriquece aún más a la gastronomía de México. Los estados que más destacan por sus diversas preparaciones de platillo son Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

En el caso particular de esta investigación, la elaboración de mole de huitlacoche es una idea que surge en primer momento para aprovechar el recurso mexicano al cual no se le ha dado un uso comercial en la industria alimentaria, pero que es un producto con corta vida de anaquel; con esta combinación se pretende tener un alimento delicioso y con propiedades funcionales aportadas por el *Ustilago maydis* que como

se mencionó anteriormente es buena fuente de aminoácidos esenciales y es bajo en grasa para aquellas personas que desean cuidar su salud y mantener una vida saludable.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- ✚ Desarrollar un mole gourmet a base de harina de huitlacoche y evaluar los parámetros de calidad de este.

1.1.2. Objetivo específico

1. Preparar la harina de huitlacoche y mantenerla en las condiciones adecuadas para evitar se humedezca.
2. Elaborar las formulaciones del mole a diferentes porcentajes de harina de huitlacoche (50% y 75%).
3. Realizar el análisis bromatológico y físico de las formulaciones.
4. Evaluar la aceptación de los tres moles por medio de un estudio de análisis sensorial con un panel semientrenado (prueba hedónica).

1.2. HIPÓTESIS

La adición de la harina de huitlacoche puede ser una alternativa para disminuir los niveles de grasa en el mole y aumentar en niveles de proteína beneficiando el valor nutrimental de dicho producto.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El estilo de vida ha cambiado a lo largo del tiempo, y muchas mujeres han pasado de estar en una cocina a una oficina, viviendo una vida acelerada lo que ha provocado que la mayoría de la población padezca obesidad, generando muchas enfermedades cardiovasculares, llevando incluso a la muerte, es por ello que la industria alimentaria debe de generar alimentos que no sean dañinos a la salud y que además del aspecto nutricional aporten un beneficio extra al consumidor como lo son ahora denominados alimentos funcionales.

De acuerdo con las investigaciones realizadas por distintos autores demuestran que el huitlacoche es un hongo consumido principalmente en México y que por sus propiedades nutricionales ahora es una delicia en otros países como un alimento gourmet.

Con la presente investigación se pretende reducir los niveles de grasa en el mole agregando la harina de huitlacoche en vez de agregar tortilla o pan frito (ya que esto aumenta los niveles de aceite en el mole en pasta) y por consecuencia aumentar los niveles de proteína en el mismo, ya que como es sabido este platillo mexicano contiene un porcentaje casi nulo de proteína.

Se utilizó este producto porque actualmente no se conoce mucho sobre alimentos procesados que estén enriquecidos con harina de huitlacoche y que proporcione un valor nutritivo adicional a aquellos platillos de arraigo cultural, del cual con los años no se ha perdido la costumbre de consumirlos. Se presume que al modificar ingredientes de platillos tradicionales probablemente sea más fácil introducir un producto al mercado como en el caso del huitlacoche.

El huitlacoche en fresco tiene un valor económico más elevado que el elote, por lo cual el precio del producto terminado tendría un valor agregado y puede ser más elevado que el de un mole convencional por lo cual se considera que se puede ofertar como un producto gourmet en el mercado.

CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. HONGOS COMESTIBLES

Los hongos integran uno de los reinos más diversos de la naturaleza. Y se calcula que existen cerca de 250,000 especies. Son organismos heterotróficos que viven como parásitos, simbioses o saprófitos; además de ser eucariontes sin clorofila, se reproducen en forma sexual y asexual; son pluricelulares de aspecto filamentoso y sus células se hallan típicamente rodeadas de una pared que contiene quitina y/o celulosa (Alexopoulos *et al.*, 1996).

Los hongos comestibles (Figura 1) han sido muy apreciados como parte de la dieta humana en muchas culturas debido a sus atributos sensoriales y nutricionales. Se consumen principalmente en el sureste de Asia, Europa y Mesoamérica. Actualmente se conocen cerca de 2,000 especies de hongos comestibles; pero sólo aproximadamente veintidós han sido cultivadas comercialmente y sólo diez se producen a escala industrial. Las especies más cultivadas en el mundo son *Agaricus bisporus*, *Lentinus edodes*, *Pleurotus sp.*, *Auricularia sp.* y *Volvariella volvacea*, por otro lado, las trufas (*Tuber melanosporum*) y los hongos del tipo morel (*Monascus esculenta*) (Valdez *et al.*, 2009).

Los hongos comestibles además de poseer valor nutricional son alimentos funcionales, con importantes beneficios fisiológicos. Producen varias clases de metabolitos secundarios con actividad biológica y pueden ser utilizados para el tratamiento de enfermedades como cáncer gastrointestinal, enfermedades cardiovasculares y diabetes, entre otras.

Dentro de los metabolitos secundarios se han reportado: polisacáridos, triterpenoides, polifenoles, nucleótidos, esteroides, esteroides, fibra dietética, péptidos, proteínas, alcoholes y minerales (Salazar *et al.*, 2017d).



Figura 1. Hongos comestibles. Fuente: Agroviz.lavoz.com, 2017

2.1.1. El huitlacoche

El huitlacoche (Figura 2) es el nombre que se le da a las agallas o tumores que se forman en plantas de maíz (*Zea mays ssp. mays*) y teozintle (*Zea mays ssp. parviglumis*) por la acción del hongo *Ustilago maydis*. La producción de este hongo no es planificada para el cultivo, se produce por infecciones naturales y al azar, ya que es considerado un patógeno y puede llegar a ser una enfermedad devastadora para el cultivo de maíz dulce. La infección natural algunas veces no es muy confiable, ya que la aparición del hongo en el maíz depende de las condiciones ambientales que conducen a la infección por el carbón y a la asociación entre la etapa en el desarrollo del hospedante durante el período de infección y el tejido de la planta en el cual se forman las agallas. El huitlacoche aparece en casi todas las regiones productoras de maíz; las condiciones climáticas favorables para su desarrollo son muy variadas: la producción natural de este hongo puede aumentar en ambientes húmedos (humedad relativa de 72 a 80%) y templados (17 a 20 °C); frecuente en áreas cálidas (26 a 34 °C) y moderadamente secas (Aguayo *et al.*, 2016).

La importancia antropocéntrica del huitlacoche se puede concebir desde dos puntos de vista: uno negativo como enfermedad, debido a las pérdidas significativas que puede ocasionar al cultivo del maíz para grano, llegando a ser cercanas a 100% en

algunos campos de maíz dulce y el otro positivo, por la arraigada tradición de uso como alimento humano en la región central de México (Escalante, 2013).



Figura 2. Huitlacoche. Fuente: Cafevillacampa.es, 2019

2.1.2. Orígenes

El especialista del Instituto de Investigaciones Antropológicas (IIA) de la UNAM Raúl Valadez Azúa asegura que en ninguna fuente antigua existe referencia del huitlacoche como alimento especial de reyes prehispánicos y que más bien es un “invento” mexicano reciente (UNAM, 2011).

Huitlacoche o cuitlacoche proviene de la palabra náhuatl (la lengua de los mexicas o aztecas) “cuitlacochin” o “cuitlacuchtli” que significa “maíz degenerado en la mazorca”. En México, estos tumores o agallas designadas como setas maíz, trufas mexicanas, o maizteca setas son un manjar comestible y fue una importante fuente de alimentos en Mesoamérica (Valverde & Paredes, 1993).

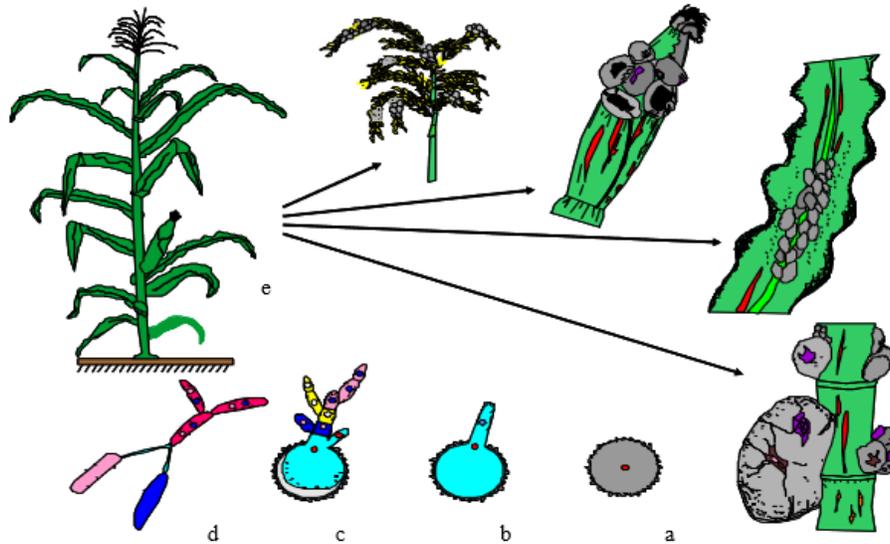
2.1.3. Factores para el crecimiento del hongo

Existen diversos factores que favorecen el desarrollo del hongo *U. maydis*, como la temperatura, la humedad relativa y el material genético. La gran mayoría de las variedades de maíz presentan algún grado de resistencia al ataque del hongo, siendo las variedades de maíz dulce las más susceptibles a esta enfermedad (Pataky *et al.*, 1995).

Los hombres de campo, especialmente en México, han identificado los factores que estimulan la infección de *U. maydis* en el maíz; sin embargo, científicamente no está muy claro. Se sabe que la humedad es necesaria para la germinación de las esporas, lo mismo que para el crecimiento del tubo germinativo antes de que el hongo invada la planta de maíz (Christensen, 1963; Valverde & Paredes, 1993). También es conocido que las temperaturas relativamente altas son favorables, la mayoría de los investigadores coinciden en que el hongo se desarrolla muy bien entre 25-30°C (Valdez *et al.*, 2009).

2.1.4. Ciclo de vida

En el ciclo de vida de *U. maydis* la basidiospora o esporidia germina y produce una hifa que infecta la planta de maíz, las hifas compatibles se fusionan, ocurre la plasmogamia y se forma el micelio dicariótico (dos núcleos) que crece y ataca las zonas meristemáticas de la planta, formándose agallas en cualquier parte aérea de ésta (Christensen, 1963). La fusión nuclear o cariogamia ocurre antes de que se formen las teliosporas que son las esporas de resistencia de color negro que forman las agallas (Figura 3) (Banuett, 1992).



a. Teliospora (2n), b. Teliospora germinando, c. Basidiosporas o esporidias (n), d. Fusión de células compatibles (n + n) y la hifa dicariótica ataca tejidos meristemáticos, e. Agallas formándose en cualquier parte de la planta.

Figura 3. Ciclo de vida del *Ustilago maydis* (Valdez *et al.*, 2009)

2.1.5. Consumo en México del huitlacoche

En México, sobre todo en la región central, el huitlacoche es un alimento muy apreciado, considerado incluso una delicadeza al paladar. Entre los meses de julio a septiembre es común hallarlo en los tianguis y mercados (Mota & García, 2019).

En México, el precio por kilogramo de huitlacoche varía en torno a \$15, en la época de producción natural de julio y agosto; y entre 60 y 120 pesos, fuera de dichos meses; aunque de manera extraordinaria ha llegado a valer hasta \$ 380.00 el kilogramo en el mes de abril (Villanueva, 1997).

El huitlacoche junto con los alimentos orgánicos y la tortilla nixtamalizada de maíz azul, rojo o pinto figura en los menús de los restaurantes más famosos de París, Atenas y Nueva York, a precios increíbles (Martínez *et al.*, 2008).

2.1.6. Usos del huitlacoche

Los hongos se consumen usualmente por sus propiedades saborizantes y son usados en muchas preparaciones culinarias. El huitlacoche, como alimento típico mexicano debe su creciente popularidad a su sabor característico, que por cierto no se parece a ningún otro alimento conocido. En este sentido podemos hablar de sabor de huitlacoche, de igual manera que nos referimos a chocolate, fresa, vainilla, etc. como sabores clásicos (Valdez *et al.*, 2008).

Además de su uso como alimento, es importante señalar, que según investigaciones recientes (Bautista & Moreno 2014a), el huitlacoche es el hongo más importante para la medicina tradicional mexicana, ya que tiene un uso muy generalizado en el centro y sur del país contra diversas afecciones en la salud (Cuadro 1).

Cuadro 1. Usos terapéuticos tradicionales del huitlacoche en diversas zonas rurales del centro (estados de Hidalgo, México y Tlaxcala) y sur (estado de Chiapas) de México. Fuente: Bautista & Moreno 2014b.

PARTES DEL CUERPO	USO ESPECIFICO		FORMULA DE PREPARACIÓN
	Enfermedad o afección	Síntomas	
PIEL	Granos con pus	pus	1. La piel se limpia cuidadosamente con agua tibia e incluso con árnica (<i>Arnica montana</i>) o algunas plantas medicinales regionales de acción antiséptica como la cabezona (<i>Paspalum virgatum</i>), hierba cáncer (<i>Cinnamomum verum</i>) y tepozán (<i>Buddleia cordata</i>).
	Quemaduras	Sale agüita(pus)	
	Ronchas	Pueden ser grandes o chicas, se rompen y salen con agua y pus	
	Rozaduras	X	
	Heridas sangrantes (cortaduras, raspones, etc.)	Sale agüita (pus)	
	Para sanar la herida de la cesárea	X	
	Infección micotica en los pies	X	

Infecciones de la piel	Las heridas se pudren, sale pus	<p>2. El hongo deshidratado se muele se unta suavemente sobre el área afectada con las manos limpias o con un trapo limpio; puede ser de forma directa o remojando el polvo con un poco de agua. Otros prefieren utilizar solo el polvo (esporas).</p> <p>3. Hay quienes amarran un trapo limpio para que no se caiga el polvo y para que no se lastime más la piel.</p> <p>4. El tratamiento debe aplicarse de una a tres veces al día, dependiendo de la gravedad de la afección o hasta que ya no duela y la afección o las heridas se sequen y sanen. Otros indican que debe seguirse el tratamiento durante 6 a 8 días como mínimo.</p> <p>5. Para las quemaduras también se puede batir el hongo con vinagre o agua de nixtamal, hasta que quede bien espesito, el preparado se aplica sobre la zona afectada y después se cubre con un papelito blanco o un trapo a modo de parche o venda.</p>
Granos	X	
Hongos de los pies(tineapedis)	Piel gruesa en los pies y granos con pus	
Lesiones provocadas por contacto con fertilizantes o agroquímicos	Enrojecimiento de la piel, se ve como al rojo vivo, casi sangrado	
Ámpulas	X	
Barros, espinillas y granos en las manos	X	
Ampollas	X	
Fuego labial	X	

			Cualquiera de los tratamientos se aplica dos veces al día hasta que sane la piel.
OMBLIGO DE RECIÉN NACIDO	Para curarlo o cicatrizarlo	Sale agüita (pus) o sangre	Se limpia muy bien el ombligo con algodón antes era con un trapo delgado, hay quienes recomiendan limpiarlo con marrobio hervido, después se aplica el polvito (esporas) del huitlacoche y se tapa con un trapo para que no se caiga ese polvo. Se aplica una o dos veces al día, una en la mañana y otra en la noche, durante 2 o 3 días o hasta que seque y deje de sangrar.
NARIZ	Epistaxis constantes	Hemorragias nasales constantes	Para detener las hemorragias nasales constantes se hierve y se ingiere caliente o frío como agua de tiempo, además se remoja un trapo con ese caldo y después se unta en las fosas nasales.
	Heridas sangrantes, cortaduras, raspones	x	Se inhala el polvo(esporas)
	Granos	x	
	Ampollas	x	
OJOS	X	Carnosidad de los ojos	El polvo (esporas), junto con benzoato de sodio en agua se coloca en los ojos.
APARATO RESPIRATORIO	"Broncomonía" (bronconeumonía), para tratar a los enfermos de los pulmones	Tos, picazón y ardor del pulmón, se siente como chile en los pulmones	El polvo (esporas) se unta en la espalda, en la zona de los pulmones y el

			tratamiento consta de cuatro aplicaciones diarias
APARATO DIGESTIVO	X	Dolor de estomago	Se prepara en caldo y se ingiere medio vaso
		Inflamación estomacal, "se siente calientes las tripas" y falta de apetito	Apetito Se puede comer en quesadillas o frito, pero la mejor forma es en caldo con sal y cebolla; se toma 4 veces (como las lolitas).

2.1.7. Gastronomía

El huitlacoche se ha introducido recientemente en la “nueva cocina” de los restaurantes de lujo, con un éxito notable (Ruiz-Herrera & Martínez-Espinosa *et al.*, 1998). El uso de huitlacoche como alimento se ha extendido hasta el punto de que es actualmente una delicia culinaria de chefs internacionales debido a la mezcla única de componentes que producen su sabor, aroma, y por características organolépticas (Lizárraga-Guerra *et al.*, 1997).

En Estados Unidos y algunas naciones de Europa lo conocen como “trufa mexicana” y se le considera un alimento exquisito y de alta cocina, por lo que chefs de restaurantes exclusivos lo utilizan para preparar platillos muy sofisticados (Paredes, 2007).

No existe evidencias de cómo se preparaba, pero lo más seguro es que fuese de forma sencilla y que consistiera en rebanarlo y asarlo junto con chile y epazote picado. Posteriormente es posible que se unieran a la mezcla anterior la manteca de cerdo o el aceite, así como la cebolla y el ajo picados, complementando su sabor. Con esta combinación no sólo se hacen tacos, sino también relleno de las típicas quesadillas (empanadas) (fritas o asadas sobre el comal) (Figura 4), las cuales forman parte de la cocina de entidades como el Distrito Federal, Morelos, Estado de México, Tlaxcala, Michoacán, Jalisco, Hidalgo y Veracruz. Por ello, se puede decir

que el huitlacoche es uno de los hongos más apreciados por los mexicanos del centro del país, y quizá el más importante. En Tlaxcala, el huitlacoche deshidratado se ocupa en una de las variantes del *mole prieto* (huitlacoche, masa de maíz, chiles chipotle, guajillo, pasilla y ancho). En algunas localidades de Chiapas este hongo se utiliza en el *esmoloc* que es una bebida.

A través del tiempo y con la incorporación de diversos productos traídos del viejo continente, el huitlacoche se convirtió en la base de una variedad de platillos que incluyen sopas, budines, pastas y otras combinaciones que ofrecen gran deleite al paladar. Dentro de la llamada “cocina mexicana de vanguardia” ha tenido un nuevo apogeo utilizándose como relleno de crepas, filetes de pescado o pechugas de pollo; escalopas de cerdo o ternera. También que es ingrediente principal de salsas que acompañan variados platillos (Valadez *et al.*, 2011).



Figura 4. Quesadilla de huitlacoche. Fuente: Muñoz, 2019

2.1.8. Valor nutritivo

El huitlacoche contiene carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas que contribuyen a su valor nutricional. (Valverde *et al.*, 1993), al examinar la composición proximal del huitlacoche colectado en diferentes regiones de México reportaron que el contenido de proteínas varía entre 11.5 y 16.4 g·100g⁻¹ de material seco analizado (Figura 5). Pero desde el punto de vista nutricional y según los patrones establecidos por la FAO/WHO/ONU, 1985, lo que es más interesante es que la proteína del

huitlacoche contiene un balance de aminoácidos esenciales adecuado. Las proteínas del huitlacoche contienen cantidades apropiadas de todos los aminoácidos esenciales para la dieta de un adulto; pero para la dieta de niños es deficiente en isoleucina, leucina, treonina y aminoácidos azufrados. Se puede decir que el huitlacoche tiene proteínas de muy buena calidad, con un extraordinariamente alto contenido de lisina ($6.6 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ proteína); muy elevado en relación a lo que se ha reportado para el maíz y otros vegetales. Aquí vale la pena insistir que las proteínas del maíz son deficientes en lisina, por lo que fue un inteligente acierto nutricional la complementación histórica que hicieron las distintas culturas mexicanas al consumir huitlacoche con tortilla (Paredes *et al.*, 2007).

El contenido de carbohidratos (55.1-66.5%) y fibra (16.0-23.5%) es muy alto y contiene poca grasa (1.6-2.3%); no obstante, tiene gran cantidad de ácido linoleico, esencial para el consumo humano. Por otro lado, se ha reportado que este hongo produce vitaminas del complejo B como: riboflavina, biotina, niacina y ácido fólico, con excepción de la vitamina B_{12} . También se han identificado compuestos fenólicos en altas concentraciones, los cuales poseen propiedades antioxidantes que son muy útiles para prevenir enfermedades como el cáncer y la arteriosclerosis; por lo tanto, se le puede incluir en lo que se conoce actualmente como alimentos nutracéuticos (Valdez *et al.*, 2009).

Hay que hacer notar, sin embargo, que la descripción hecha sobre valor nutrimental corresponde al momento en que el huitlacoche es un cuerpo compacto y de consistencia firme, pues en este momento todo el tejido es altamente nutritivo, pero si se dejan pasar los días y se consume siendo una bolsa con poca consistencia, llena de esporas, su valor nutricional disminuirá enormemente, ya que se trataría de un conjunto de teliosporas, las cuales no son digeribles por el organismo humano, es decir, no hace daño, pero tampoco nutre (Valadez *et al.*, 2014).

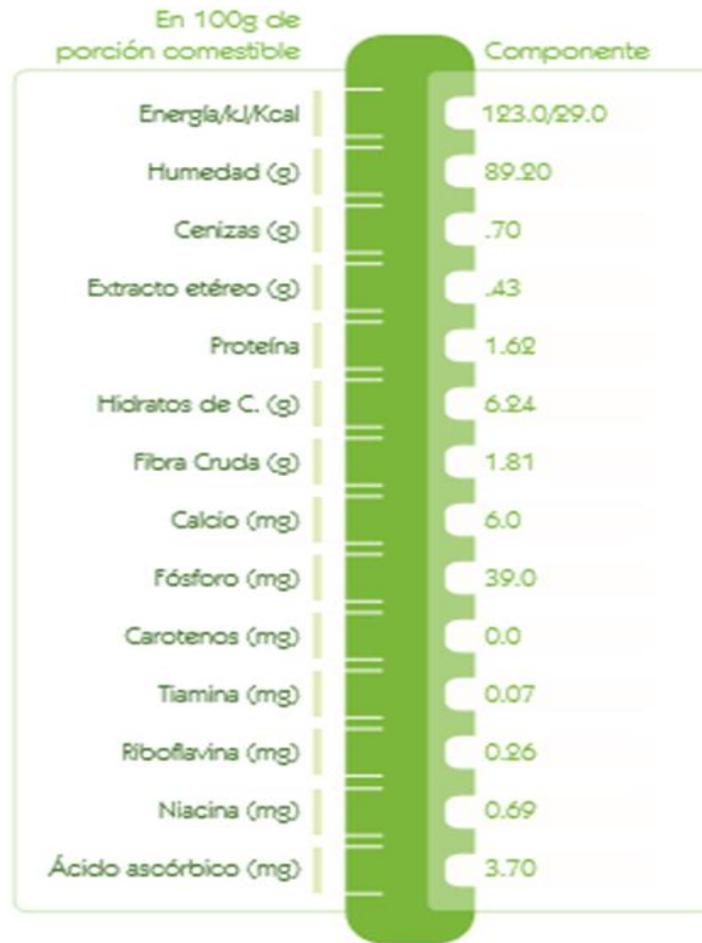


Figura 5. Composición nutrimental del huitlacoche. Fuente: Tablas de composición de alimentos (Valdez et al., 2000)

Se ha encontrado que los altos niveles de fibra dietética y oligosacáridos sugieren que el huitlacoche puede aportar un beneficio importante a la salud, ya que dichos componentes han demostrado estar directamente involucrados en disminuir el riesgo de contraer cáncer de colon. Asimismo, las concentraciones elevadas de compuestos fenólicos de este hongo proporcionan una alta actividad antioxidante; dichos componentes bioactivos están relacionados con la disminución de la incidencia de enfermedades crónicas degenerativas (Aguayo *et al.*, 2016).

Bajo las condiciones experimentales de un estudio llevado a cabo en la Universidad Autónoma de Aguascalientes en el 2017, los resultados muestran que al someter a

un procesamiento térmico el huitlacoche tiene un efecto benéfico para la concentración de compuestos fenólicos y flavonoides totales en extractos etanólicos de huitlacoche crudo y cocido.

El extracto etanólico de huitlacoche cocido beneficia la concentración de flavonoides, con respecto al de huitlacoche crudo, pero no así la de compuestos fenólicos, ya que el extracto etanólico de huitlacoche crudo concentrado presentó mayor concentración que el de huitlacoche cocido (Cuadro 2).

De acuerdo con el citado estudio, el tiempo de cocción típica de preparación de este hongo en México, resultó ser benéfico, aumentando la capacidad antioxidante del extracto etanólico del huitlacoche cocido con respecto al de huitlacoche crudo (Salazar *et al.*, 2017a).

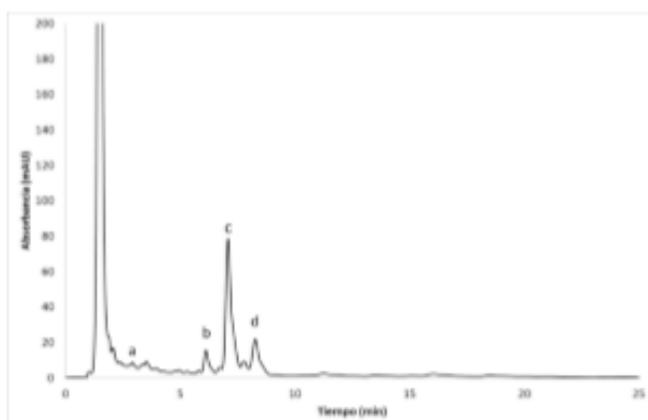
Cuadro 2. Actividad antioxidante de diferentes técnicas de extractos de huitlacoche crudo y cocido (Salazar *et al.*, 2017a).

Actividad antioxidante				
Muestras	nmol eq Trolox/mL de extracto			µg eq Trolox/mL de extracto
	DPPH	ABTS	FRAP	AAPH
Extractos etanólicos no concentrados				
Huitlacoche Crudo	200.1 ± 0.1 d	30.6 ± 3.4 c	117.4 ± 1.6 c	60.1 ± 1.9 a
Huitlacoche Cocido	279.1 ± 0.4 b	41.1 ± 6.7 c	175.9 ± 3.7 b	40.9 ± 0.8 b
Extractos etanólicos concentrados				
Huitlacoche Crudo	247.5 ± 0.5 c	182.9 ± 5.3 a	174.5 ± 2.6 b	58.66 ± 2.3 a
Huitlacoche Cocido	312.8 ± 0.1 a	165.0 ± 4.0 b	215.7 ± 1.5 a	13.42 ± 4.3 c

*eq=equivalentes

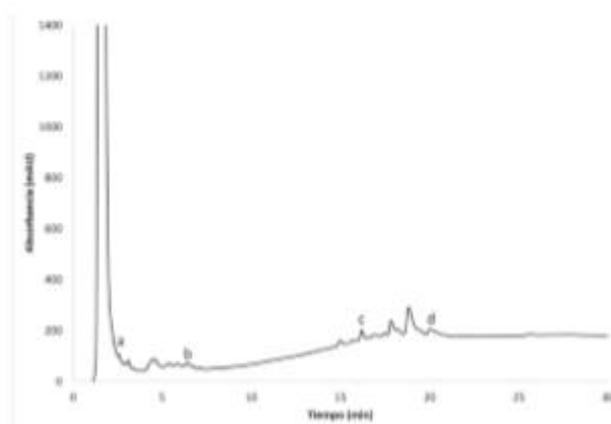
Se muestran medias ± desviación estándar (n = 3). Letras diferentes representan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, prueba de Tukey, $p \leq 0.05$).

El tratamiento térmico en el huitlacoche provocó incremento en la concentración de compuestos fenólicos y flavonoides (Figura 6), además de beneficiar la capacidad antioxidante del mismo. Por otro lado, de acuerdo a la caracterización por HPLC-MS del huitlacoche, se encontraron compuestos tales como el campesteril-3- β -glucopiranosido, Δ 7-avenasterol, Δ 7estigmasterol, ergosterol, α -tocoferol, β -criptoxantina, ácido clorogénico, catequina, metil galato, epicatequina y ácido gálico(Figura 7), los cuales en otros hongos ya han sido comprobadas sus propiedades benéficas para la salud, que van desde agentes hipoglicémicos, hipolipidémicos, antiaterogénicos, y en general potentes antioxidantes que ayudan a reducir el daño generado durante el estrés oxidativo. Por lo tanto, este alimento puede ser utilizado como un alimento funcional (Salazar *et al.*, 2017c).



*Cromatograma del extracto etanólico. a=Luteína; b=Luteoxantina; c=Alfa-tocoferol; d=Beta-criptoxantina.

Figura 6. Caracterización y cuantificación de carotenoides del huitlacoche por HPLC-MS. (Salazar *et al.*, 2017b)



*Cromatograma del extracto etanólico de huitlacoche. a=Ergosterol; b= Δ 7-Estigmasterol; c= Δ 7-Avenasterol; d=Campesteril-3- β -glucopiranosido.

Figura 7. Caracterización y cuantificación de fitoesteroles del huitlacoche por HPLC-MS. (Salazar *et al.*, 2017c)

Paredes 2007, asegura que el huitlacoche es un alimento muy completo por su alto contenido de ácido linoleico, vitaminas, minerales y antioxidantes. El “caviar azteca”, como también se le conoce, es reconocido por su alto contenido nutricional, ya que cuenta con 17 por ciento de proteínas, además de un aminoácido llamado lisina. Las

sustancias antioxidantes del huitlacoche retrasan algunos procesos de envejecimiento en las personas; por lo que puede utilizarse en suplementos alimenticios o para proteger a frutas y verduras de una rápida maduración.

La composición de monosacáridos y alditoles en el huitlacoche es muy diferente a la encontrada en otros hongos comestibles; en el huitlacoche predominan glucosa y fructosa, y en los otros hongos predomina el manitol; esto puede ser fundamental en el sabor característico de este hongo (Lizárraga Guerra, 1995).

Los hongos contienen poco sodio, grasa y colesterol, pero presentan buenas cantidades de proteínas con considerables niveles de lisina y metionina, por lo que son considerados de calidad intermedia entre proteínas vegetales y animales. También presentan buenas cantidades de minerales y vitaminas, por lo que se les considera un buen suplemento alimentario, especialmente para las personas vegetarianas (Hayes, 1978).

Los aminoácidos libres son compuestos no volátiles cruciales involucrados en el sabor general de muchos productos alimenticios. Lisina ($3,21 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso seco) fue el aminoácido más abundante seguido por glicina, valina, leucina y ácido glutámico en huitlacoche. Además de 14 aminoácidos comunes, ácido γ -aminobutírico, ornitina y ácido tricolómico también fueron encontrados. Las concentraciones de todos los aminoácidos estaban en el intervalo de $0,08 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ - $3,21 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (Lizárraga & López., 1996).

El huitlacoche contiene casi todos los aminoácidos esenciales, lisina (6.3 a $7.3 \text{ g}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de proteína) siendo uno de los más abundantes. Otros aminoácidos abundantes incluyen serina, glicina, ácido aspártico y glutámico, que representan colectivamente el 44,3 a 48,9% del total de aminoácidos. Huitlacoche contiene 18 aminoácidos, de los cuales el 37,8% son aminoácidos esenciales.

Se hizo una comparación del contenido de proteínas del huitlacoche con otros hongos comerciales y se pudo observar que el champiñón y el shiitake contienen mucha más proteína que el huitlacoche; sin embargo, éste contiene más proteínas que algunas especies de setas y de *cantarelus*.

2.2. MOLE

2.2.1. Definición

Se define como el producto alimenticio de color y aspecto variable según su composición, que contiene como ingredientes básicos: chiles, agua, aceites y/o grasas comestibles, harinas, féculas, almidones, sal, especias, condimentos, así como otros ingredientes opcionales (cacao, chocolate, cacahuate, nueces, pasas, almendras, avellanas, tortillas, pan, consomé, jitomate y plátano macho) (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).

El mole es el platillo típico mexicano por excelencia, de la enorme variedad de moles, el que más se consume es el mole poblano (Figura 8), que se ha convertido también en un platillo nacional por excelencia, debido a su combinación única de sabores, es por ello, que dicho platillo resume la cocina y cultura mexicanas.

El mole mexicano ha incursionado en diferentes mercados de Estados Unidos principalmente, derivado en ocasiones por la migración de grandes grupos de mexicanos de diferentes regiones de nuestra patria a este y otros países. Por otro lado, el gran sabor de nuestra cocina mexicana ha originado un incremento en demanda de platillos mexicanos; en este caso de mole que es el platillo más mexicano de todos (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).



Figura 8. Mole poblano. Fuente: blog.tacoguru.com, 2018a

En la preparación de este exquisito platillo se debe considerar que es casi imposible copiar un mole (incluso con la receta), pues son numerosos los detalles que cada cocinera resuelve a su modo y al momento. Es decir, el mole es una síntesis individual y particular de la propia inspiración.

El mole es cosa femenina, por lo menos en cuanto a su preparación, aunque los hombres son quienes lo glorifican. Cuando en la cocina se prepara un mole tradicional, se convierte en el escenario de un espectáculo. El amor que se ponga en su preparación es el ingrediente secreto (Bertrán-Lula, 2004).

2.2.2. Orígenes

La cocina mexicana tuvo un emblema a partir de los años veinte “el mole”. Este concepto data del México anterior a la Conquista, la palabra molli que se ha traducido ya como guisado o como salsa; el cual en sus primeros registros se le llamo chimolli después clemole, tiermole y finalmente como se conoce hasta el día de hoy, mole. Por otra parte, la Organización de Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura (UNESCO), declaro a la comida mexicana como patrimonio inmaterial de la humanidad; lo cual dio paso al desarrollo de estudios orientados a la cocina mexicana desde un enfoque histórico, antropológico y costumbrista (Sánchez *et al.*, 2017).

Se ha citado alrededor de cuarenta tipos de mole, ejemplo de algunos de ellos son almendrado, ayomole, chichilo, chilmole, huaxmole, manchamanteles, mole amarillo, mole de caderas, mole de Chilapa, mole de queso, mole de Xico, mole negro, mole mixteco, mole poblano, mole prieto, mole verde, pascal, pipián rojo, tlatonile, entre otros.

Por la ubicación de los estados a los que corresponden permiten afirmar que los moles se ubican sobre todo en el área mesoamericana. Cuando aparecen en el norte

(Chihuahua, Coahuila) pueden tener un antecedente tlaxcalteca o nacer del importante intercambio culinario que se dio con la arriería a fines del siglo XVIII y durante todo el siglo XIX. Es importante mencionar que en la zona maya el equivalente de los moles son salsas hechas siempre con pepita de calabaza como espesante.

Los moles o salsas son la base de un buen número de platos fuertes de la cocina tradicional mexicana.

- Estos moles tienen como base diversos chiles frescos y secos que son su principal especia; se les añade tomate y/o jitomate molidos.
- Los moles tienen en la cocina prehispánica su base y origen.
- En la época prehispánica hubo moles (como ocurre hoy) espesos o caldosos. Cuando se espesaron se utilizó masa de maíz o tortilla tostada, pepita de calabaza tostada y molida, y quizá cacahuate.
- Se condimentaron con epazote, hoja santa, hoja de aguacate y otras hierbas de olor; también les dieron sabor las pepitas tostadas de los mismos chiles y tal vez la pimienta de Tabasco y el cacao.
- A algunas de estas salsas las cocineras fueron añadiendo, desde la época de contacto y a través de un largo proceso, ajo (cebolla ya había aquí), y, según el mole, condimentos orientales como clavo, canela, comino, pimienta negra, anís y semilla de cilantro, hierbas de olor de origen europeo como tomillo, mejorana, el propio cilantro e incluso hojas de lechuga y/o de rábano. Se espesaron con tortilla o masa, pero en ciertos casos se utilizó en su lugar o además de, pan tostado o frito. Las pepitas de calabaza encontraron su equivalente en el ajonjolí principalmente, pero también en las almendras, piñones y nueces (Barros, 2004).

2.2.3. Costumbres y cultura

Molli representa al picor y lo picante de una raza brava, al jugo derivado de la molienda en piedras de basalto, a la salsa succulenta de sazón exuberante, al guiso de verduras, yerbas, carnes o pescado derivado de ella, al recipiente que lo contiene como cazuela apetitosa y nutritiva, a la ofrenda de los dioses, al manjar de los señores y a la comida completa de un festín. Sí, hablar del mole es hablar de historia, de tradiciones y de recuerdos.

La ausencia del cacao en los primeros moles constata algo fundamental: el mole no es como dicen muchos textos, especialmente los extranjeros, una salsa de chocolate, sino un guiso sumamente elaborado, cuyas técnicas requieren una minuciosa elaboración.

Las costumbres españolas del siglo XVI tienen como protocolo comer con las manos. Los primeros moles se disfrutaban con los dedos sumergidos en ellos y empujados solamente por el vaivén de un trozo de tortilla indígena o por el impulso de un torrezno de pan de trigo. Se usan cazuelas de barro o de mayólica de Talavera a partir de 1550, que hace gala de las influencias indígenas, árabes, flamencas y chinas y cuyo clímax se alcanza en calidad y belleza en el siglo XVIII. Surgen los moles de gallina, de res o puerco. De chivo o de “tlalito”, de carne seca como en Tepeaca, o de “chito cháchalo” como los de Tehuacán; en Puebla se hace también de oveja y “quien quiere lo come, si no, lo deja”. Con el recalentado se hacen envueltos, huauzontles, romeritos, enchiladas y otros antojitos. Aparecen los “manchamanteles” clásicos en el siglo XVII, moles cuya degustación tiene como destino salpicar las mesas, sus manteles y sus pañuelos y de paso ensuciar las ropas de los convidados (Monteagudo, 2004).

Sin duda, el platillo mexicano más conocido en el mundo es el mole. Varios estados se disputan la autoría de su receta original, pero lo cierto es que es un invento colectivo que se ha perfeccionado a través de los siglos. Mulli se llamaba a las salsas mezcla de chile, semillas y especias, que ya se servían en las mesas imperiales aztecas; sin embargo, es indudable que la manera en que evolucionó este plato con los ingredientes del Viejo Continente (como batirlo con grasas y caldos, frutos secos, cebolla, ajo, etcétera), en lo que hoy es el mole, lo llevó al nivel de la más alta cocina.

Hoy este platillo sublime puede llevar hasta 70 ingredientes. Independientemente de las vitaminas (A y C) y de la sustancia llamada capsaicina (con propiedades antioxidantes) que puedan aportar los chiles con los que se elabora el mole, estos productos son ricos en grasas, principalmente vegetales, provenientes de los cacahuates y almendras que incluye la receta. La ventaja de poderlo adquirir envasado, listo para su consumo, es evidente: se puede disfrutar cualquier día, y se evitan los complicadísimos afanes de limpiar, tostar y moler los ingredientes que podrían llevar más de un día de trabajo; además, por lo general no necesitan refrigeración (Profeco, 2013).

De esta manera la identidad mexicana del mole, ya fuese indígena, criolla o mestiza no sólo no era puesta en duda, sino que de manera sintética se le reivindicó a partir de entonces, independientemente de sus usos políticos, económicos o culturales, como un factor representativo de la unidad nacional y por lo tanto de la “mexicanidad” (Pérez, 2004).

2.2.4. Un alimento gourmet

La National Association for the Speciality Food Trade (NASFT) define a los alimentos de especialidad o gourmet como “los alimentos, bebidas o confecciones dirigidas al uso humano, con un grado, estilo y/o calidad del mayor nivel en su categoría” (Diccionarioactual.com, 2019).

Su especialidad procede de la combinación de algunas o todas estas características:

- ✓ Carácter exótico
- ✓ Origen único
- ✓ Procesamiento particular
- ✓ Diseño original
- ✓ Oferta limitada
- ✓ Envasado o canal de distribución diferenciado.

Los alimentos de este tipo se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- ✓ Condimentos y salsas
- ✓ Quesos y productos lácteos
- ✓ Carnes
- ✓ Aves y productos de mar
- ✓ Alimentos preparados y sopas
- ✓ Alimentos agrícolas
- ✓ Pastas, granos y legumbres
- ✓ Panadería
- ✓ Snacks y crackers
- ✓ Postres, repostería y confites
- ✓ Bebidas

2.3. VARIANTES DEL MOLE

2.3.1. Los manchamanteles

Se caracterizan por incluir frutas en sus recetas. Sin embargo, en ninguno se incluyen manzanas ni duraznos (como ahora); dos llevan piña, solamente uno tiene pera, uno incluye lima que se agrega en la mesa; otros tienen plátanos (Figura 9) cuyas variedades no se especifican y uno además incluye camote y calabaza de castilla.



Figura 9. Manchamanteles. Fuente: Guzmán, 2017

2.3.2. Los clemoles

Incluyen chile ancho y uno, además, chile pasilla (Figura 10). Para espesar este guiso se usa un pinole hecho a base de maíz tostado y molido. A diferencia de otros moles novohispanos espesados con pan o bizcocho, éste incluye algo más mexicano como el maíz. Es muy importante destacar que ninguno contiene tortilla.



Figura 10. Clemole de Guerrero. Fuente: mediatecaguerrero.gob.mx, 2016

2.3.3. Los pipianes

Los pipianes aparecen en España con ese nombre gracias al poeta sevillano Juan de la Cueva, quien en 1574 visita la Nueva España. Su castellano fue desde entonces pipián, nunca “pepián” como aseguran algunos por alusión a las pepitas. Los pipianes mexicanos son moles o guisos que además de llevar los fundamentales chiles se espesan con frutos secos (principalmente pepitas de calabaza, pero también se llegan a utilizar almendras, nueces, cacahuates y ajonjolí) (Figura 11). Los nombres se llegan a confundir, como en el caso del “mole verde”, que en sentido estricto es un pipián (Monteagudo-Curiel, 2004).



Figura 11. Pipián. Fuente: lossaboresdemexico.com, 2019

Cuando hablamos de mole, esta palabra nos recuerda un platillo de fiesta compuesto de una salsa de chiles, espesa, de diferentes colores, que se acompaña con carne, quelites, tortitas de camarón y otros tantos ingredientes. Tal vez antiguamente la carne más común era el guajolote y actualmente sea pollo, pero sin duda es un platillo para festejar que engalana nuestras mesas en ocasiones especiales (Monteagudo, 2004).

2.4. PRINCIPALES INGREDIENTES BOTÁNICOS EN LA PREPARACIÓN DE LOS MOLES

El mole es un platillo muy empleado en todo el país, de acuerdo con la región donde se prepare. Los ingredientes varían según la disponibilidad de los mismos, el gusto del cocinero y la fiesta de que se trate. Hablar de ingredientes botánicos de los moles nos llevaría a un análisis regional de los mismos, en el cual sin duda los chiles son los principales (Linares *et al.*, 2004).

Las variedades de chile cambian de región a región, algunas presentes desde la época prehispánica. La mayoría de las variedades y cultivos empleados en México pertenecen a la especie más distribuida: el *Capsicum annum* (Linares *et al.*, 2004).

Los ingredientes botánicos de los moles varían de región en región de acuerdo con las preferencias culturales, disponibilidad de los mismos y temporalidad. Un aspecto

importante es que todos estos platillos siempre se están innovando según los gustos personales y la disponibilidad de ingredientes. Como pudimos constatar, los ingredientes más importantes del mole son los chiles, principalmente secos. Todo lo anterior hace que el mole tenga características particulares y sabores que satisfacen todos los gustos y necesidades. Los moles son alimentos típicos mexicanos. Emplean ingredientes de muchas partes del mundo y son ejemplo del mestizaje de nuestra cultura (Linares & Bye, 2004).

2.4.1. Calidad de la materia prima

2.4.1.1. Chiles secos

El chile seco es un ingrediente esencial en la preparación de cualquier mole, por ello, se destacan algunas características relevantes. La producción de chiles secos tiene gran importancia en México; el chile guajillo (Figura 12) (*C. annuum*), es uno de ellos, y se usa principalmente para la elaboración de pastas para moles que se incorporan en diferentes platillos regionales. Los estados donde más se cultiva este tipo de chile son Zacatecas y Durango y, en menor escala, San Luis Potosí, Chihuahua, Aguascalientes y Jalisco (Bravo *et al.*, 2006).

En fresco es chilaca y en seco, pasilla (Figura 13). Se trata de otra de las especies de chile más utilizadas en México. Aunque también se consume fresco, se le prefiere en estado seco. Tiene moderado picor y es uno de los ingredientes básicos de moles y adobos, y además con él se elabora un sinnúmero de salsas. Zonas productoras: Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Zacatecas, San Luis Potosí, Michoacán, Nayarit y Oaxaca (Aguirre & Muñoz, 2015).

Los chiles deben ser:

- De forma, color, sabor y olor característicos de la variedad.
- Bien desarrollados, enteros, sanos, limpios.
- Sin humedad exterior anormal.
- Prácticamente libres de pudrición o descomposición.

- Prácticamente libres de defectos de origen mecánico, entomológico, microbiológico, meteorológico y genético-fisiológico (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).



Figura 12. Chile guajillo. Fuente: blog.tacoguru.com, 2018b



Figura 13. Chile pasilla. Fuente: laranitadelapaz, 2019

2.4.1.2. Azúcar estándar

El azúcar estándar es el producto sólido derivado de la caña de azúcar, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, en una concentración mínima de 99.40% de polarización (Figura 14).

La azúcar refinada se obtiene mediante proceso similar al utilizado para reducir el azúcar crudo (mascabado), aplicando variantes en las etapas de clarificación y centrifugado, el fin de conseguir la calidad del producto deseada. Producto sólido derivado de la caña de azúcar, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, en una concentración mínima de 99.90% de polarización (Cargill, 2014).

El azúcar debe cumplir con las siguientes especificaciones sensoriales:

- Aspecto. Granulado uniforme
- Sabor. Dulce
- Color. Blanco
- Olor. Característico del producto

- Debe estar libre de fragmentos de insectos, pelos o cualquier otra materia extraña, así como libre de contaminantes químicos. No debe contener microorganismos patógenos, toxinas microbianas e inhibidores microbianos.
- El azúcar debe almacenarse en lugares frescos, secos, cerrados y que estén protegidos contra insectos, roedores, etc. (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).



Figura 14. Azúcar estándar. Fuente: gananci.com, 2017

2.4.1.3. *Chocolate*

En la composición del chocolate destaca la elevada cantidad de polifenoles (principalmente flavonoides), en mayor concentración que en otros alimentos como vino tinto, té verde o algunas frutas (manzana). Dietas ricas en flavonoides han sido inversamente correlacionadas con riesgo cardiovascular (Manach *et al.*, 2005).

Los flavonoides del chocolate tienen una significativa actividad antioxidante, pudiendo proteger los tejidos del estrés oxidativo. Los flavonoides del cacao han mostrado tener efecto modulador sobre la función plaquetaria, reduciendo el riesgo de formación de trombos (Gómez *et al.*, 2010).

- Debe tener el color, la textura característica del producto (Figura 15), así como presentar dureza. La envoltura de las tablillas deberá tener propiedades aislantes a la humedad y a los microorganismos. (Papel encerado, aluminio,

etc.). La humedad del chocolate no debe exceder de 6% (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).



Figura 15. Chocolate comercial. Fuente: Flickr.com, 2019

2.4.1.4. Almendras

Es una excelente fuente de calcio, proteínas, hierro y vitamina A, tiene la capacidad de rejuvenecer los tejidos. Su aceite se usa para curar trastornos en la piel. Contiene vitaminas del grupo B, vitamina E, niacina y calcio. El contenido de calcio de las almendras las transforma en un muy buen sustituto de los productos lácteos. Asimismo, contiene fósforo y hierro en abundante cantidad, lo cual las vuelve indispensables si de buena nutrición cerebral se trata. Es muy adecuada en la dieta de madres que amamantan por su alto contenido en calcio (Tennina, 2014).

- Deben estar libres de suciedad y material extraño.
- El olor debe ser el característico del producto.
- El lote recibido debe tener como máximo 5% de daño por insectos, pero las almendras dañadas no podrán utilizarse en el producto.
- No deben presentar rancidez.
- Deben estar enteras.

- Si la almendra se emplea con cáscara, debe ser del color característico (Mexicocalidadsuprema.org, 2005) (Figura 16).



Figura 16. Color de la almendra. Fuente: mylottush.com, 2019

2.4.1.5. Cacahuete

Arachis hypogaea Lineau, el cacahuete común (Figura 17). Esta especie se caracteriza por la producción subterránea de semillas con alto contenido de aceite y proteínas. El contenido en aceite es de aproximadamente 44% a 56% (Ferreyra *et al.*, 2007).

El cacahuete es un alimento con un índice glucémico bajo, lo cual es recomendable para las personas con diabetes. En sí la dieta recomendada para personas con diabetes es parecida a la dieta que se aconseja para la población en general, que consiste en una dieta alta en fibra y baja en azúcar y grasa. El cacahuete cumple con ambas recomendaciones dietéticas. El cacahuete tiene un índice glucémico de 15 en 100 gramos (Peanutsusa.com, 2007).

- Se permite como máximo 0.2% de material extraño.
- Se permite el 2% de otras variedades diferentes.
- Se permite solo el 2.5% de daños y defectos menores tales como decoloración de la piel y el fruto.

- Debe estar libre de daños por hongos, rancidez y libre de insectos y suciedad que afecte su apariencia.

Debe ponerse especial atención en el contenido de aflatoxinas para no rebasar el límite de $15 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$. Para ello deben seguirse técnicas adecuadas de laboratorio para su detección y el muestreo (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).



Figura 17. Cacahuete crudo. Fuente: elbotiquin.mx, 2019

2.4.1.6. Uva pasa

Las uvas pasas son ideales para depurar nuestro organismo, por lo que es un alimento natural muy interesante a la hora de eliminar las diferentes toxinas acumuladas en nuestro cuerpo.

- Alto contenido en fibra.
- Alto contenido en potasio.
- Alto contenido en antioxidantes naturales (alto contenido en bioflavonoides, y que protegen las células y ayudan a prolongar su juventud por un mayor tiempo.
- Excelente fuente de energía (Pérez, 2019).

Para la elaboración del mole se requiere que la uva pasa presente:

- Color y textura de acuerdo al tipo de que se trate (Figura 18).
- Deben carecer de pedúnculos, excepto en la forma de uva pasa en racimo.
- No deben presentar materia extraña, impurezas que afecten la comestibilidad del producto.
- Solo se permite como máximo del 5% de daño en peso.
- No maduras se permite el 4% en peso.
- La humedad debe ser entre 18 y 19% (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).



Figura 18. Uva pasa. Fuente: alimentossaludables.com.ar, 2019

2.4.1.7. Ajonjolí

El sésamo, conocido como ajonjolí, es el fruto desecado de una planta oleaginosa, cuyo nombre científico es *Sésamum indicum* (Figura 19).

La semilla de sésamo posee una cantidad elevada de proteínas (20 % de su peso), encontrándose en ellas unos 15 aminoácidos.

De su contenido lipídico el 80 % pertenece a las grasas poliinsaturadas fundamentalmente ácido linoléico y en menor cantidad alfa-linoléico (omega 6 y 3) respectivamente, que han sido muy valorados por sus beneficios que impiden la acumulación de coágulos en la sangre responsables de muchos accidentes

cardiovasculares. La presencia de estos ácidos grasos esenciales hace posible que por su consumo ocurra la regulación de los niveles de colesterol en sangre.

Contiene fibra soluble y mucílagos, la fibra retiene las toxinas en el intestino para su posterior expulsión al exterior mediante la defecación, por lo que el organismo absorbe menos toxinas que pueden ser las responsables de tumores por su acumulación.

Es fuente de vitaminas del complejo B y E, el niacina junto con otras vitaminas favorecen la transformación de los hidratos de carbono en energía, digieren muy bien las grasas, favorecen el buen funcionamiento del corazón, de los músculos y del aparato digestivo.

Esta importante oleaginosa contiene muchos ingredientes necesarios para una sana alimentación, considerándose como un alimento excepcional. Por sus características nutricionales es utilizado para prevenir varias enfermedades y son numerosos los beneficios que brinda a la salud humana (Hernández *et al*, 2014).

La calidad de las semillas descascaradas es mayor debido a que en la cubierta contiene ácido oxálico y fibra no digerible que son los responsables de cierto amargor, sin embargo, hay otros parámetros a analizar como son el color, tamaño del grano, contenido de proteínas y aceite.

Las características sensoriales con las que debe cumplir son las siguientes:

- Los lotes de granos de ajonjolí deben tener el olor tenue característico de la especie, libre de olores putrefactos o rancidez.
- El color del grano de ajonjolí depende de la variedad en cuestión y puede ser desde el blanco crema al café oscuro y negro.
- El grano no debe estar húmedo.
- Su pureza debe ser del 99% (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).



Figura 19. Semilla de sésamo. Fuente: misremedios.com, 2019

2.4.1.8. Anís

El anís estrellado (Figura 20), en niños y lactantes, se suele utilizar en casos de gastroenteritis y espasmos gástricos e intestinales, sin embargo, también se sabe que, por su alto contenido en anetol, esta esencia puede resultar tóxica y hasta mortal, si se la suministra en dosis elevadas, produciendo delirio, irritación GI y convulsiones (Gurni, 2000).

Debe cumplir con las siguientes especificaciones:

El límite permitido de aceites volátiles y de semillas de otros colores es del 1% (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).



Figura 20. Anís estrellado. Fuente: sportadictos.com, 2015

2.4.1.9. Plátano macho

El plátano es uno de los principales frutos en regiones tropicales y subtropicales a nivel mundial. El estado de Oaxaca es el cuarto productor de plátano macho a nivel nacional, siendo el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec en tener una mayor producción de esta fruta con una producción de 25,200 ton (SIAP-SAGARPA, 2011). La importancia de los probióticos es significativa ya que tienen una aplicación a nivel industrial en la elaboración de productos (como leches fermentadas). Una de las alternativas para el aprovechamiento de esta fruta que es de bajo costo comercial y altamente perecedera es el desarrollo de alimentos funcionales que más allá de su efecto nutritivo, tiene beneficios en las funciones fisiológicas y/o reducen riesgos de enfermedades crónicas en el organismo (Sun-Waterhause, 2011). Uno de estos beneficios es causado por organismos vivos que, al ingerirse en ciertas cantidades, son capaces de mantener un balance en la flora intestinal llamados probióticos (Lee & Salminen, 1995), uno de los principales organismos usados como probióticos son las bifidobacterias.

El plátano debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Estar enteros.
- Ser de consistencia firme.
- Ser de aspecto fresco (pero no lavados).
- Ser sanos; excluyendo todo producto afectado por plagas, pudrición o que esté alterado de tal forma que lo haga impropio para consumo humano (Figura 21).
- Estar limpios, exentos de materia extraña visible (tierra, manchas o residuos de materia orgánica).
- Estar exentos de olor anormal o extraño (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).



Figura 21. Plátano macho. Fuente: eluniversal.com.mx, 2017

2.4.1.10. Aceite vegetal

En México, la denominación “aceites vegetales comestibles” puede ser un término genérico, ya que el producto puede ser elaborado con uno o más aceites provenientes de distintas oleaginosas (vegetales de cuya semilla o fruto puede extraerse aceite).

En general, los aceites vegetales comestibles tienen en su composición ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y saturados en diferentes proporciones, dependiendo del tipo de oleaginosa de donde provengan. Según estudios científicos, los ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados son saludables. Sin embargo, comer demasiada grasa puede llevar a un aumento de peso: cada gramo aporta 9 calorías, casi el doble de los carbohidratos y las proteínas. Los ácidos grasos poliinsaturados pueden incluir los denominados ácidos grasos esenciales (que el cuerpo no puede producir y, por lo tanto, deben incorporarse a través de los alimentos), como el omega 3 y 6. La grasa es útil para nuestro organismo, ya que es fuente de energía e interviene en funciones importantes. Sin embargo, expertos nacionales e internacionales recomiendan reducir la ingesta calórica procedente de las grasas y cambiar las grasas saturadas por las insaturadas. En México se ha

recomendado que la grasa no exceda 27% de las calorías totales para prevenir el aumento de peso (Profeco, 2016).

Debe cumplir con las siguientes especificaciones sensoriales:

- El olor debe ser característico, ligero, no desagradable y peculiar a las semillas de las cuales proceda el aceite, exento de olores extraños o rancios.
- Debe tener la apariencia de un líquido transparente y libre de cuerpos extraños o cualquier contaminante químico.

Las especificaciones fisicoquímicas con las que debe cumplir son las siguientes:

- ✓ El límite permitido de humedad y materia volátil de ser de 0.05%.
- ✓ Índice de peróxido no debe sobrepasar los 2 meq·Kg⁻¹
- ✓ El límite permitido de impurezas debe ser del 0% (Mexicocalidadsuprema.org, 2005).

2.4.1.11. Especias

Las especias en polvo (Figura 22) o enteras que se utilicen tales como pimienta, ajo, cebolla, etc. deben cumplir los siguientes requisitos.

- ✓ El color debe ser el característico del producto.
- ✓ Exentos de microorganismos patógenos.
- ✓ No deberán contener insectos, o contaminación por aves, roedores.
- ✓ Debe estar libre de enmohecimiento o larvas.
- ✓ No deben exceder del 1% de materia extraña.
- ✓ No deben exceder de los niveles máximos de residuos de plaguicidas permitidos.

El almacenamiento de las especias debe ser en un lugar seco y fresco; sobre todo cuando están molidas, pues la lesión de las células, llenas con esencia, que se produce por la molienda favorece su volatilización. Además, el aumento de la superficie que presenta la especia molida la expone a la acción del aire y de la luz

con mayor intensidad. Aquí puede producirse, además de la pérdida de aroma un cambio en el sabor.

Es conveniente que el material de envase sea lo más impenetrable posible a la luz, los gases (aire) y el vapor de agua; que sea inerte, es decir, que no se combine con ningún componente de la especia y que no permita la migración de alguno de los componentes hacia la especia envasada. Debe mantenerse herméticamente cerrados para evitar que absorban humedad.

Así mismo deben inspeccionarse periódicamente para evitar la infestación de insectos. Todos los recipientes donde se almacenen deben mantenerse íntegros y el transporte limpio y seco, impermeable al agua y exentos de toda infestación (NMX-F-422-1982).



Figura 22. Especies aromáticas. Fuente: rouge.perfil.com, 2017

2.4.1.12. Aditivos

Los aditivos deben manejarse como un ingrediente alimenticio y deben estar aprobados para ser utilizados. Deben almacenarse en un lugar seco y en su respectivo envase el cual debe estar etiquetado.

El principal aditivo que se puede utilizar en este producto para su conservación es el benzoato de sodio.

El límite máximo permitido con base a la Comisión del Codex Alimentarius para el benzoato de sodio es de 1000 mg·Kg⁻¹ (NMX-F-422-1982).

2.5. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL MOLE

2.5.1. Consistencia

Tipo I. Polvo seco, granulado, comprimido de fácil suspensión.

Tipo II. Pasta semisólida de suavidad homogénea.

Tipo III. Líquido semifluido o espeso de acuerdo a la variedad.

2.5.2. Color. Característico de acuerdo a la variedad de la que se trate.

2.5.3. Olor. Característico de la variedad de la que se trate, sin presentar signo de rancidez u otro olor extraño.

2.5.4. Sabor. Característico de la variedad de la que se trate y no representar ningún sabor extraño (NMX-F-422-1982).

2.6. ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS

En el cuadro 3 se especifican los porcentajes permitidos (mínimos y máximos) a cumplir de los tipos de mole.

Cuadro 3. Especificaciones fisicoquímicas del tipo de mole (NMX-F-422-1982)

Especificaciones	Tipo I		Tipo II		Tipo III	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Humedad en %	-	8	-	8	-	85
Cenizas en %	-	11	-	11	-	3
Proteínas en %	8	-	5	-	1.2	-
Fibra cruda en %	-	15	-	8	-	3.5
Extracto etéreo en %	10	-	-	4.5	2	-
pH	-	-	6.5		4.5	5.5

El mole genera hoy importantes ingresos económicos en todos los restaurantes donde se ofrece. Pero existen focos rojos que atender: no en todos los lugares en Estados Unidos se produce la comida con el rigor de nuestras cocineras y chefs, ni aplicando las recetas originales. Es necesario realizar campañas de capacitación, como las que se han realizado en casa Puebla en Nueva York, a fin de que se respeten las recetas originales (Riestra, 2004).

2.7. COMPARACIÓN Y COMPOSICIÓN DE MOLES COMERCIALES POR LA PROFECO.

Se llevó a cabo por el laboratorio nacional de protección al consumidor una investigación de análisis de calidad de catorce moles envasados en sus presentaciones rojo y verde, cinco listos para servir y nueve en pasta que se venden en tiendas de autoservicio en territorio nacional basados en la norma oficial mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, *Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados – Información comercial y sanitaria*. El cual consistió en determinar su aporte nutrimental (grasa, proteínas, carbohidratos, así como su aporte calórico, agua y contenido de sodio), veracidad de sus declaraciones (tener o no conservadores, masa drenada y contenido neto), que fueran sanitariamente aptos para su consumo, que la etiqueta demuestre información completa de acuerdo a la norma por la cual se están rigiendo, el costo promedio de 100 gramos (no fue un criterio para evaluar la calidad) y se comprobó la veracidad de las leyendas (“sin conservadores”, “sin grasas trans”).

Las conclusiones al análisis de los moles fueron las siguientes:

- Por su composición, no es un producto que aporte muchas proteínas.
- Se observó que, entre las distintas marcas de moles envasados, ya sea en pasta o listos para servir, presentan diferencias importantes en los contenidos de grasa, carbohidratos y sodio, lo que nos invita como consumidores a revisar las tablas nutrimentales.

- Se encontraron incumplimientos en el contenido neto de las marcas de mole en pasta Soriana, y en las variedades verdes de El Mero Mole y Cocina Mestiza.

El ritmo de vida actual deja cada vez menos espacio para preparar estas laboriosas recetas que diariamente hacían realidad las mujeres de antaño, lo cual ha sido aprovechado por la industria alimentaria, que hoy comercializa estos platillos, listos para servir. Por tratarse de alimentos preparados fuera de casa, es importante conocer su aporte nutrimental y que su etiquetado cumpla con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (Profeco, 2013).

Algunos moles negros elaborados a base de chile huacle que es el ingrediente principal, proveniente de la Región de la Cañada, específicamente del municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca, la cual es la única zona en toda la república mexicana donde se encuentran las condiciones adecuadas para el desarrollo y producción de este chile.

Al ser cada vez más escasa la producción de chile huacle en Cuicatlán, menos agricultores se están dedicando al cultivo de este chile, por lo tanto, el precio es cada vez mayor llegándose a vender en \$400.00 por kilogramo; al comercializarlo en la central de abastos de Oaxaca les quieren pagar a 70 pesos por kilogramo debido a una competencia desleal al entrar chile seco del Estado de Zacatecas el cual hacen pasar como chile huacle. Ante ello los agricultores han optado por producir de manera local sus propias pastas de mole, colocando estos productos en pequeñas tiendas y en mercados locales tanto en el propio municipio como en mercados de la capital del estado, así como en restaurantes del Estado de Oaxaca, Puebla y Distrito Federal.

Las pastas de mole negro de este municipio se han caracterizado, para que los productores tengan certeza de la calidad de su producto y puedan registrarlo en una etiqueta para el proceso de comercialización. Con esto se contribuye a que los productores sean capaces de darle un valor agregado a su producto el cual pueda competir en calidad con las marcas comerciales de mole negro (Mayordomo, Juquilita, Guelaguezta y el Sazón) elaboradas en el estado, especificando que su

elaboración se realiza de manera artesanal. Se llevaron a cabo análisis de las propiedades fisicoquímicas y químico proximal de diferentes pastas de mole negro a base de chile huacle y clasificarlas de acuerdo con la norma mexicana NMX-F-422-1982.

En este estudio se evaluaron cinco tratamientos (pastas de mole negro) como se indica enseguida:

T1: Pasta comercial marca Mayordomo®

T2: Pasta de mole negro de la señora Julia de Cuicatlán

T3: Pasta de mole negro del restaurante de Cuicatlán

T4: Pasta de mole negro del señor Félix de Cuicatlán

T5: Pasta de mole negro de la señora Cristina de Cuicatlán

En el cuadro 4 se muestran los resultados de los análisis físicos y proximal de las muestras de mole negro artesanales y comerciales del estado de Oaxaca. El mayor contenido de proteína correspondió al mole negro marca Mayordomo® con un valor de 4.78%, no existiendo diferencias estadísticas con respecto al mole elaborado de forma artesanal por el señor Félix de Cuicatlán con un valor de 4.55%, mientras que el menor porcentaje de proteína se registró en el mole negro de la señora cristina de Tecomava, cabe hacer mención que todas las muestras de mole negro cumplen con la norma mexicana con respecto al porcentaje mínimo de proteína (1.2%) en la categoría III que corresponde a los moles líquidos. El menor contenido de humedad se tuvo en la muestra de mole negro marca comercial Mayordomo® con 24.78%, seguido del mole negro del restaurante de Cuicatlan con 28.46%, mientras que el valor más alto lo presentó el mole negro de la señora cristina de la comunidad de Tecomavaca con un 59.23%. El contenido de cenizas fue mayor en la marca de mole negro Mayordomo® con un 4.29%, seguido del mole negro del restaurante de

Cuicatlan con 3.35% y el valor más bajo se tuvo en el mole negro elaborado por la señora cristina de Tecomavaca con 1.92%.

El pH tuvo un rango de 4.55 a 4.82 encontrándose dentro del intervalo que estipula la norma mexicana NMX-f-422-1982 que es de 4.5 a 5.5. El contenido de grasa fue mayor en el mole negro marca Mayordomo® (21.85%), seguido del mole del restaurante de Cuicatlán (20.15%), y el menor contenido de grasa se registró en el mole negro de la señora Julia de Cuicatlán (Sánchez *et al.*, 2017).

Comparando los resultados obtenidos en esta investigación con la anterior mencionada se observa que los valores de humedad en las pastas de mole con harina de huitlacoche (Cuadro 7) son menor que en las pastas con chile huacle, pero esto es debido a la diferencia del tipo de mole (mole tipo II Y III de acuerdo con la NMX-F-422-1982).

En cuanto a los valores de proteína los niveles más altos se encuentran en las pastas de mole con chile huacle, mientras tanto las pastas con huitlacoche no cumplen con el porcentaje requerido mínimo.

Cuadro 4. Prueba de comparación de medias para siete caracteres en pastas de mole negro (Universidad de la Cañada, 2017)

Carácter	Media	C.V	DMS	R ²	Tratamientos				
					T1	T2	T3	T4	T5
PRO	3.91	5.53	0.582	0.93	4.78a	3.62b	3.77b	4.55a	2.85b
HUM	40.21	0.61	0.669	0.99	24.78d	44.52b	28.46c	44.06b	59.23a
CEN	3.18	7.66	0.655	0.93	4.29a	3.16b	3.35b	3.19b	1.92c
pH	4.73	0.23	0.029	0.99	4.82a	4.79b	4.71c	4.55d	4.78b
EET	18.62	1.13	0.569	0.99	21.85a	16.48d	20.15b	17.50c	17.12c
Aw	0.72	2.28	0.035	0.96	0.76a	0.72b	0.69b	0.75a	0.70b

PRO = Proteína (%), HUM = Humedad (%), CEN = Cenizas (%), pH = Potencial de hidrógeno, EET= Extracto etéreo (%), Aw = Actividad de agua, C.V = Coeficiente de variación (%), DMS = Diferencia mínima significativa, R² = Coeficiente de determinación, T1 = Mole negro comercial marca Mayordomo (testigo), T2 = Mole negro Sra. Julia de Cuicatlán, T3 = Mole negro de Restaurante de Cuicatlán, T4 = Mole negro Sr. Félix de Cuicatlán, T5 = Mole negro Sra. Cristina de Tecomavaca. Letras iguales dentro de hileras son estadísticamente iguales (P ≤ 0.05).

2.8. EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial es la disciplina científica que permite evocar, medir, analizar, interpretar reacciones a aquellas características de los alimentos y materiales como son percibidas por los sentidos: vista, olfato, gusto, tacto, temperatura, etc. (Pérez *et al.*, 2019).

La evaluación sensorial también nos proporciona información sobre la calidad de los alimentos evaluados y las expectativas de aceptabilidad de parte del consumidor (Liria, 2007).

2.8.1. Tipos de panelistas

2.8.1.1. *Juez experto*

Persona con gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento y que posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para evaluar las características del alimento. Debido a su habilidad y experiencia, en las pruebas que efectúa sólo es necesario contar con su criterio. Su entrenamiento es muy largo y costoso, por lo que sólo intervienen en la evaluación de productos complejos, como por ejemplo el té o trufas de tierra.

2.8.1.2. *Juez entrenado*

Persona con bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial, que ha recibido enseñanza teórica y práctica sobre la evaluación sensorial, sabe lo que debe medir exactamente y realiza pruebas sensoriales con cierta periodicidad. Como los jueces expertos, deben abstenerse de hábitos que alteren su capacidad de percepción.

2.8.1.3. *Juez semientrenado o “de laboratorio”*

Personas con un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero que

generalmente sólo intervienen en pruebas sencillas que no requieren una definición muy precisa de términos o escalas.

2.8.1.4. Juez consumidor

Son personas que no tienen nada que ver con las pruebas, ni han realizado evaluaciones sensoriales periódicas. Es importante que sean consumidores habituales del producto a valorar o, en el caso de un producto nuevo, que sean los consumidores potenciales de dicho producto (Maruxa, 2015).

2.8.2. Tipos de pruebas sensoriales

2.8.2.1. Análisis descriptivo

En análisis sensorial descriptivo puede utilizarse para el control de calidad, la comparación de productos en fase de prueba piloto para comprender la reacción del público consumidor en relación a los atributos sensoriales de dichos productos y para la generación de mapas sensoriales. También puede utilizarse para monitorear los cambios que puedan sufrir los productos con el paso del tiempo y así tener un mejor entendimiento sobre la vida de anaquel del producto, los efectos del empaque sobre el mismo, así como para obtener información sobre los efectos de los ingredientes o las variables del proceso de elaboración sobre la calidad sensorial del producto (Murray *et al.*, 2001).

2.8.2.2. Pruebas discriminativas

Las pruebas discriminativas o de diferencia son métodos analíticos que permiten diferenciar entre dos muestras, y determinar si las muestras son perceptiblemente diferentes o bien, si son suficientemente similares para ser usadas indistintamente, por ello para poder elegir una prueba se debe saber que pregunta se desea contestar y que objetivo se persigue. A partir de los resultados de la prueba, se infiere diferencias basadas en las proporciones de las personas que son capaces de elegir un producto de prueba correctamente de entre un conjunto de productos similares o de control. Existen diversas pruebas discriminativas como la de Comparación por pares, la Triangular, la Dúo-Trío, la A ó no A, Prueba diferente del control, Prueba Secuencial, 2 de 5, Prueba de Comparación Forzada Alternativa (n-AFC), entre

otras, estas pruebas han demostrado ser muy útiles en la práctica y actualmente son de uso generalizado (Lawless & Haymann, 2010).

2.8.2.3. Pruebas afectivas cuantitativas

Las pruebas cuantitativas se refieren a las diferentes formas de cuantificar las respuestas sensoriales. Sirven para unificar los criterios de decisión y cuantificar los juicios. La escala psicológica o pictórica (Fig. 23), que representa la magnitud percibida de un estímulo, está diseñada para que sus valores correspondan a cada valor numérico conocido asignado en el *continuum* físico (Gacula & Singh, 1984).

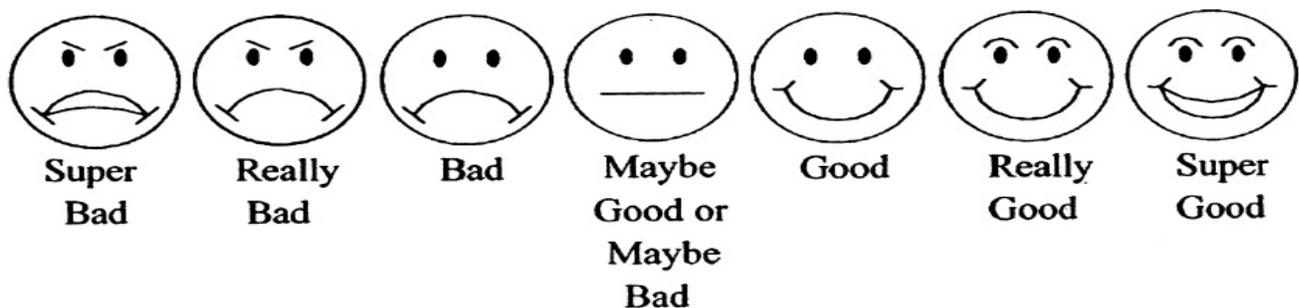


Figura 23. Escala pictórica de 7 puntos. Fuente: Guinard, 2001

2.9. PAQUETES ESTADÍSTICOS PARA ANALIZAR LOS DATOS

Actualmente se emplean paquetes estadísticos que agilizan el trabajo y la consecución de los resultados, para elegir un paquete estadístico, se deben tener en cuenta algunos aspectos como:

- Que sean para capturar datos sensoriales
- Facilidad en su uso
- Usuarios con o sin experiencia
- Costos

Algunos de los paquetes estadísticos que se encuentran en el mercado son:

- ◆ GENSTAT
- ◆ COMPUSENSE
- ◆ MINITAB
- ◆ SAS
- ◆ S-PLUS
- ◆ SPSS
- ◆ SYSTAT
- ◆ STAT-GRAPHICS
- ◆ SENSTAT
- ◆ SENPAK
- ◆ STATISTICA

El SAS es uno de los paquetes estadísticos más sencillos de utilizar y el más completo, la desventaja que tiene es su costo (Apuntescientíficos.org, 2012).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

La fase experimental se llevó a cabo en el campus de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el laboratorio 1 del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Se elaboraron tres muestras de mole en pasta adicionado con la harina de huitlacoche. A las tres muestras se les realizó un análisis físico para determinar los parámetros de pH, SST y color.

El análisis bromatológico se realizó en el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal. Los parámetros analizados fueron materia seca parcial, materia seca total, cenizas, proteína, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y carbohidratos.

También se realizó un análisis sensorial, aplicando la prueba de nivel de satisfacción o hedónica y los parámetros sensoriales que se evaluaron fueron color, apariencia global, aceptación global, textura, sabor, y olor.

Los datos obtenidos fueron analizados con ayuda del programa estadístico Infostat versión 2014, para realizar un análisis de varianza sobre cada atributo evaluado en cada tratamiento con una $p > 0.05$, y en caso de existir diferencias se realizó un estudio de medias de Tukey.

3.1. EQUIPO Y MATERIALES DE LABORATORIO

- Charolas de aluminio de 30 x 20 cm
- Estufa eléctrica Mabe
- Cacerolas
- Cucharas
- Balanza Lee equipment®
- Cuchillo
- Nutribullet Magic

3.2. INGREDIENTES PARA PREPARACIÓN DE MOLE

- Chile guajillo comercial
- Chile pasilla comercial
- Azúcar estándar
- Sal comercial
- Canela a granel
- Uvas pasas
- Agua potable
- Aceite vegetal
- Ajonjolí
- Almendras
- Plátano macho
- Harina de huitlacoche
- Cacahuete
- Anís estrellado
- Cebolla
- Tortilla
- Chocolate comercial

3.3. MATERIAL DE LABORATORIO

- Crisoles
- Pinzas
- Mufla marca Thermolyne®
- Aparato de reflujo marca Labconco® Serial N° 54781
- Desecador
- Balanza analítica Marca Explorer Ohaus y Leex®
- Frascos de plástico herméticos
- Balanza Scout pro Ohaus®
- Refractómetro Pocket Atago®
- Colorímetro marca Konica Minolta®
- Potenciómetro digital marca Hanna Inn Instruments®

- Parrilla de calentamiento
- Etiqueta de identificación
- Estufa desecadora marca Robertshaw®
- Espátula de acero inoxidable
- Vaso de precipitado de 600 mL marca Pyrex®
- Matraz Erlenmeyer 500 mL marca Kimax Kimble® N°25600 STOPPER N°7
- Matraz bola de 250 mL marca Pyrex®

3.4. REACTIVOS

- Amoniaco 0.88%
- Alcohol
- Agua destilada
- Acido benzoico
- Carbonato de sodio
- Colorante mixto
- Éter de petróleo
- HSO (Ácido Sulfúrico)
- Hexano
- HCl al 2 %
- Indicadora de anaranjado de metilo
- Hielo
- Fenol sulfúrico
- Mezcla reactiva de selenio
- Petróleo ligero
- Reactivo Thielmann (0.2 g de 2.6 dicloroindofenol/ litro)
- Sacarosa
- Solución D.N.S
- Estufa de secado Thelco®
- Balanza analítica
- Perlas de zinc
- Matraz bola fondo plano

3.5. ETAPA 1.- SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA: CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE HUITLACOCHÉ

El principal ingrediente y por el cual el motivo de la realización de esta investigación fue adquirido del campo experimental del Departamento de Botánica dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en septiembre del 2018.

El huitlacoche se pesó y se colocó en charolas de aluminio para poner a secar en la estufa a una temperatura de 50-60°C por un día. Posteriormente se procedió a limpiar y eliminar la materia inservible del huitlacoche (piedritas, pelos de elote y hoja de elote). Ya con el huitlacoche seco, se procedió a su molienda hasta formar un polvo homogéneo en color y suave obtenido la harina de huitlacoche. La harina se conservó en frasco de plástico hermético en un lugar fresco y seco.

Los ingredientes utilizados para preparar el mole (Figura 24) fueron, chile mulato (Figura 25), chile pasilla (Figura 26), plátano macho, canela, uva pasa (Figura 27), aceite vegetal, tortilla de maíz (Figura 27), ajo, cebolla, anís, chocolate en barra y cacahuete, adquiridos en el centro comercial.



Figura 24. Ingredientes para la preparación del mole.



Figura 25. Chile mulato comercial



Fig.26. Chile pasilla comercial



Figura 27. Tortilla de maíz y uvas pasas comerciales

El agua potable, ajonjolí, sal refinada y azúcar estándar se adquirieron del laboratorio 2 del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

3.6. ETAPA 2.- PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Para la investigación se definieron tres tratamientos a evaluar y los cuales se muestran en el cuadro 5, donde se indica las proporciones de los ingredientes que fueron modificados.

Cuadro 5. Concentraciones de harina de huitlacoche en cada tratamiento.

Tratamiento	Concentración (%)	Ingrediente
Control: A	100	Tortilla frita
	0	Harina de huitlacoche
Tratamiento 1: B 50:50	50	Tortilla frita
	50	Harina de huitlacoche
Tratamiento 2:C 75:25	25	Tortilla frita
	75	Harina de huitlacoche

Para elaborar la pasta se pesaron todos los ingredientes de acuerdo a las formulaciones previamente establecidas para obtener de rendimiento un aproximado de 100 g de mole (Cuadro 6).

Cuadro 6. Formulaciones para los tratamientos.

Ingredientes	Tratamientos %		
	Control (A)	Tratamiento (T ₁) (B=50%)	Tratamiento (T ₂) (C=75%)
Chile mulato	9.9	9.9	9.9
Chile pasilla	9.9	9.9	9.9
Plátano macho	19.8	19.8	19.8
Tortilla frita	10.5	5.25	2.12
Ajonjolí	4.8	4.8	4.8
Canela	3	3	3
Chocolate	12	12	12
Anís	0.6	0.6	0.6
Aceite	50 mL	50 mL	50 mL
Cebolla	8.7	8.7	8.7
Ajo	1.8	1.8	1.8
Cacahuate	4.8	4.8	4.8
Sal	3	3	3
Azúcar	3	3	3
Almendras	3 u	3 u	3u
Harina de huitlacoche	0	5.25	7.87
Uvas pasas	4.8	4.8	4.8
Agua	50 mL	50 mL	50 mL

Se utilizaron dos tipos de chiles el pasilla y el mulato, a ambos se les retiraron las semillas como se muestra en la figura 28.



Figura 28. Eliminación de la semilla de los chiles pasilla y mulato

Posteriormente se procedió a freír en una cacerola de peltre, junto con las uvas pasas, plátano macho y tortilla evitando que los ingredientes se quemen, aproximadamente un minuto (Figura 29).



Figura 29. Freído de los chiles, uvas pasas, plátano macho y tortilla.

El ajonjolí y la cebolla fueron tostados a fuego lento aproximadamente un minuto (Figura 30).



Figura 30. Tostado de ajonjolí y cebolla

En el Nutribullet Magic (Figura 31) se molieron los ingredientes sólidos y sin freír o tostar como el anís, el chocolate, azúcar, sal y la canela hasta formar un polvo. Después se agregaron todos los ingredientes fritos y tostados; se molieron hasta formar una pasta homogénea (Figura 32) y se agregó un poco de agua en caso de ser necesario.



Figura 31. Nutribullet Magic



Figura 32. Pasta homogénea de la pasta

El procedimiento es el mismo para las tres muestras (Figura 33) cambiando solamente las porciones de tortilla frita y de harina de huitlacoche.



Figura 33. Pasta de mole envasada de las tres formulaciones

3.7. ETAPA 3.- ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS

3.7.1. Determinación de pH

Se utilizó el potenciómetro digital; el método consistió en homogenizar 4.0 g de la muestra en 50 mL de agua destilada, a la solución homogeneizada de la muestra se le introdujo el electrodo y se registró la lectura, la calibración se hizo previamente con un buffer.

3.7.2. Determinación de °Brix

Se agregó una gota de muestra en el refractómetro y se registró la lectura (Figura 34).



Figura 34. Medición de grados brix de la pasta

3.7.3. Determinación de color

El color de las muestras de mole se determinó con un colorímetro (Figura 35) con el cual se obtuvieron los parámetros L^* , a^* y b^* , el instrumento se calibró usando un plato desechable.

Dónde: L^* = Luminosidad, a^* = rojo (-a) y verde (+a), b^* = amarillo (-b) y azul (+b).

ΔL^* (muestra L^* menos estándar L^*) = diferencia en luminosidad u oscuridad (+=más claro, - = más oscuro)

Δa^* (muestra a^* menos estándar a^*) = diferencia en rojo y verde (+ = más rojo, - = más verde=)

Δb^* (muestra b^* menos estándar b^*) = diferencia en amarillo y azul (+ = más amarillo, - = más azul)

ΔE^* = diferencia de color total

Para determinar la diferencia de color total entre las tres coordenadas se usa la siguiente fórmula (Sensing.konicaminolta.com.mx, 2014).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^*2 + \Delta a^*2 + \Delta b^*2}$$



Figura 35. Determinación de color en colorímetro de las formulaciones

3.8. ETAPA 4.- ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS FORMULACIONES

3.8.1. Humedad

Se pusieron 100 gramos de muestra fresca en una estufa desecadora por 24 horas, y de ahí se procedió a pesar en una balanza analítica para posteriormente conservarla en un frasco hermético de plástico previamente identificado.

La determinación de humedad se obtuvo mediante diferencia de peso, se restó la materia seca total del 100% (Figura 36).

%H= 100 - % MST



Figura 36. Materia seca parcial de las formulaciones

3.8.2. Materia Seca

La muestra se molió totalmente y se depositó en crisoles previamente identificados colocándolos en la estufa durante 24 horas para que estos se encuentren a peso constante una vez transcurrido el tiempo se agregaron 2 gramos de cada una de las muestras en cada uno de los crisoles y se introdujeron nuevamente a la estufa durante 12 hora, posteriormente se pesó nuevamente y se hicieron los cálculos correspondientes, por medio de la formula siguiente:

Cálculos:

$$\% \text{ MST} = \frac{\text{peso de crisol} + \text{muestra seca} - \text{peso de crisol vacío}}{\text{g de la muestra}} * 100$$

3.9.3. Proteína Cruda

Se pesó un gramo de la muestra y se colocó en un matraz Kjendhl, al cual se le agregó una cucharada de selenio, de 6 – 7 perlas de vidrio, 30 mL de ácido sulfúrico concentrado, una vez preparado el matraz este se posicionó en una parrilla encendida, dejando la muestra hasta el cambio a un color verde claro, una vez que se tornó de este color se dejó enfriar y se le agregó 300 mL de agua destilada. Mientras tanto se preparó un matraz con 50 mL de ácido bórico, 5 – 6 gotas de indicador mixto colocando la manguera en el destilador Kjendhal dentro del matraz agregando 110 mL de hidróxido de sodio, 6 – 7 granallas de zinc y finalmente se

colocó en el destilador Kjendhal y se colocó nuevamente en la parrilla, finalmente la muestra se tituló (Figura 37).

Cálculos:

$\% N = (ml \text{ gastados de ac. sulfurico} - ml \text{ blanco}) (N \text{ del acido}) (0.014) (100) g \text{ de la muestra}$

Dónde:

N= normalidad del ácido sulfúrico

1.014= mili equivalente de nitrógeno

$\% PC = \% \text{ de N} * 6.25.$



Figura 37. Determinación de proteína cruda por aparato Kjendhal de las formulaciones

3.8.4. Extracto etéreo

Se preparó los matraces bola con tres perlas de vidrio cada uno y se colocó en estufa para obtener su peso constante, mientras que en un papel filtro se colocó 4.0 g de la muestra y se introdujo en un dedal, una vez que el matraz estuvo en peso constante a este se le agrego 250 mL de hexano, y se introdujo el dedal con la muestra en el

sifón Soxhlet junto con el matraz bola de refrigerante, durante seis horas sifoneando (Figura 38).

Cálculos:

$$\% EE = \frac{\text{peso de matras} + \text{grasa} - \text{peso de matraz vacio} \text{ de la muestra}}{\text{peso de matras}} * 100$$

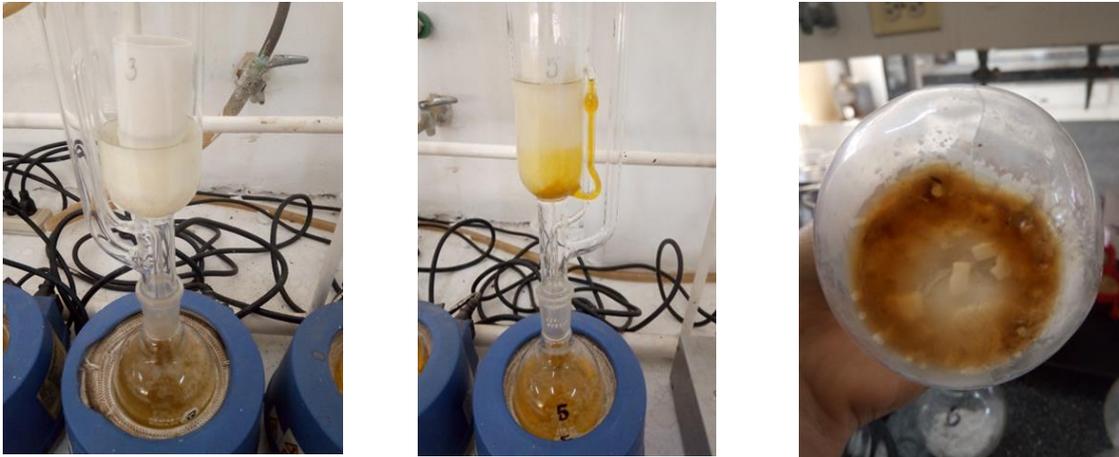


Figura 38. Determinación de grasa por aparato Soxhlet

3.8.5. Cenizas

El contenido de cenizas se determinó a partir de aprox., 1.0 g de muestra, la cual fue pesada dentro de un crisol de porcelana (a peso constante). Se precalcino hasta que el residuo tomo un color blanco-grisáceo y posteriormente se metió en la mufla a 550 °C por 12 horas (Figura 39). Se dejó enfriar dentro de un desecador y se pesó en una balanza analítica. El contenido de cenizas se calculó mediante la siguiente fórmula:

Cálculos:

$$\% \text{ ceniza} = \frac{\text{Peso de crisol} + \text{ceniza} - \text{peso de crisol solo} \text{ de la muestra}}{\text{peso de muestra}} * 100$$



Figura 39. Determinación de cenizas de la pasta de mole

3.8.6. Fibra Cruda

Se pesó dos gramos de la muestra previamente desengrasada (Figura 40) en un vaso de Berzelius, agregando 100 mL de ácido sulfúrico, se colocó los vasos en la parrilla contando 30 minutos a partir de que comenzó a hervir, con agua caliente se filtró la muestra, nuevamente en un vaso limpio se agregó 100 mL de hidróxido de sodio, se tomó el tiempo después de que comenzó a hervir, finalmente se filtró y la muestra se depositó en un crisol, el cual se introdujo en la estufa durante 12 horas.

Cálculos:

$\% FC = \frac{\text{peso de crisol} + \text{muestra seca} - \text{peso de crisol} + \text{ceniza}}{\text{g de muestra desengrasada}}$



Figura 40. Muestra desengrasada de pasta de mole

3.8.7. Determinación del extracto libre de nitrógeno (ELN) o carbohidratos totales.

El ELN corresponde a los azúcares, el almidón y gran parte del material clasificado como hemicelulosa. En realidad, no se determinó por análisis en el laboratorio, sino que se calculó restando de 100 partes de muestra analizada la suma de los resultados del % ceniza, % extracto etéreo, % fibra cruda y % proteína cruda solamente se considera el % de humedad cuando los anteriores resultados no están ajustados en base seca, teniendo esto en cuenta los cálculos para determinar el ELN se realizaron a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ELN} = 100 - (\% \text{ C} + \% \text{ EE} + \% \text{ FC} + \% \text{ PC})$$

Dónde:

ELN = Extracto Libre de Nitrógeno

C = Cenizas

EE = Extracto Etéreo

FC = Fibra Cruda

PC = Proteína Cruda

3.8.8. Determinación del contenido calórico (kcal)

Se utilizó los resultados obtenidos de % proteína cruda, % extracto etéreo y % extracto libre de nitrógeno (carbohidratos), realizando los cálculos correspondientes.

Las kilocalorías aportadas por cada grupo son las siguientes:

Proteína: $5.45 \text{ Kcal}\cdot\text{g}^{-1}$

Grasa: $9.45 \text{ Kcal}\cdot\text{g}^{-1}$

Carbohidrato: $3.75 \text{ Kcal}\cdot\text{g}^{-1}$

3.9. ETAPA 5.- EVALUACIÓN SENSORIAL

El análisis sensorial se llevó a cabo en el laboratorio 1 en el laboratorio de Evaluación Sensorial del Departamento de Ciencia y Tecnología de alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Participaron un grupo de 15 panelistas semientrados, estudiantes de entre 19 y 23 años de la UAAAN. A cada juez se le proporcionaron tres muestras una de cada formulación (control, 50% y 75%).

Para realizar dicho análisis se utilizó el formato de hoja de evaluación sensorial para la prueba hedónica en la cual el juez indicó de una escala de nueve puntos. El juez expuso su nivel de agrado de acuerdo con los atributos de color, apariencia global, aceptación global, textura, sabor y olor, y también se le pidió diera sus comentarios sobre las muestras y su evaluación.

Finalmente se analizaron los datos en el paquete estadístico InfoStat versión 2014. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y en caso de haber diferencias significativas se realizó una comparación de medias por Tukey a una $p < 0.05$.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el propósito de esclarecer si la adición de la harina de huitlacoche mantiene las características de calidad además de reducir los niveles de grasa y aumentar los niveles de proteína en la pasta del mole; por tal motivo en la primera etapa de la investigación se analizaron los parámetros físicos, el análisis proximal (bromatológico) y sensorial.

A los datos obtenido se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar las diferencias estadísticas entre los tratamientos por medio de las variables dependientes (ver anexos).

En cuanto a las formulaciones de mole a base de harina de huitlacoche establecidas, se les realizaron análisis para definir sus características físicas y bromatológicas. En este sentido se destaca que la adición de la harina de huitlacoche favoreció al balance en componentes importantes como son la disminución del contenido de humedad (%), niveles de grasa y cenizas (%) y la energía bruta (Kcal); mostró incrementos en la materia seca (%), proteína cruda (%), niveles de fibra cruda (%) y ELN (%).

Es claro que las formulaciones utilizadas para la elaboración del mole de huitlacoche son diferentes con los moles del estudio de chile huacle (Profeco, 2013; Sánchez, 2017), debido a los ingredientes utilizados y la forma de preparación, además con respecto a la NMX-F-422-1982. Sin embargo, existen semejanzas entre los dos estudios. Una de ellas es que las pastas de mole son preparadas artesanalmente, las coloraciones de estas son parecidas, ya que las pastas del estudio de comparación son preparadas con el chile huacle es el que le brinda ese color oscuro característico (Profeco, 2013), y en el caso de la presente investigación es la harina de huitlacoche la que se está utilizando para que proporcione la coloración oscura.

Por lo anterior, son denominados moles negros, este platillo es sin duda una de las joyas culinarias del estado de Oaxaca y a su vez una de las preparaciones de moles

más elaboradas, complejas y donde se usan la mayor cantidad de ingredientes; no se necesita mucha técnica, pero si requiere de paciencia (Profeco, 2013).

Los porcentajes de grasa difieren entre los dos estudios, encontrándose en menor proporción en las pastas de mole con huitlacoche (25.32% y 27.67% para las formulaciones B=50% y C=75% de harina de huitlacoche, respectivamente) (Cuadro 7). Estos resultados se atribuyen las altas cantidades de aceite utilizadas, la cantidad de ingredientes por porción y el tipo de mole elaborado (Profeco, 2013).

En relación con los porcentajes de ceniza, estos fueron superiores en las pastas de mole con huitlacoche (Cuadro 7), incluso superior los niveles de las pastas de mole con chile huacle, lo cual es normal debido al tipo de mole y la adición de harina de huitlacoche; sin embargo, los dos estudios cumplen con las especificaciones de la NMX-F-122-1892 para la calidad de mole.

Los porcentajes de fibra en el mole también se vieron favorecidos con la adición de la harina de huitlacoche al presentar 6.89% y 5.43% en los tratamientos T1 y T2 respectivamente, en tanto que el Control presentó 4.93.

Respecto a los porcentajes de ELN, los niveles son superiores en las pastas de mole con huitlacoche (Cuadro 7) comparados con las pastas de mole a base de chile huacle, esto es debido a que la cantidad de carbohidratos presentes en el huitlacoche es de $6.24 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Valdez *et al.*, 2000) y en el chile es de $1.6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (mujerdeelite.com, 2019).

En cuanto al aporte calórico, las muestras fueron comparadas con moles comerciales reportados por Profeco (2013): Doña María: mole original y mole verde, Great value: mole estilo poblano, El Mero mole: Mole tipo poblano y tipo verde, La Costeña, Cocina mestiza: mole verde almendrado estilo guerrero y mole rojo almendrado estilo poblano y mole Soriana) observándose una reducción de kilocalorías de aproximadamente 70.83 en las pastas con huitlacoche.

Cuadro 7. Análisis general de los parámetros evaluados en el estudio bromatológico.

Mole a base de harina de huitlacoche (100 g)			
Parámetros evaluados	A-Control	B-50%	C-75%
Humedad%	9.87	7.44	7.87
Materia seca%	90.13	92.56	92.13
Total%	100	100	100
Proteína cruda%	2.43	2.53	2.47
Grasa%	29.37	25.32	27.67
Cenizas%	6.77	6.3	6.46
Fibra cruda%	4.93	6.89	5.43
ELN%	51.72	55.66	54.38
Energía bruta (kcal)	485	462	479

A-Control=Tratamiento control, B-50%= Tratamiento 50% de harina de huitlacoche, C-75%= Tratamiento 75% de harina de huitlacoche.

Aunque se estén analizando formulaciones de pastas casi similares para la elaboración del mole negro, la cantidad y calidad de los ingredientes repercute directamente en el producto final. Otros factores importantes que pueden influir son la cantidad de chiles, la especie y la cantidad de la naturaleza de los espesantes como es el caso de la tortilla, plátano y en este caso la harina de huitlacoche en la elaboración artesanal.

4.1 PARÁMETROS FÍSICOS EVALUADOS

Los parámetros físicos evaluados fueron °Brix, pH y color, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en los gráficos siguientes:

4.1.1 ° Brix

En la figura 41 muestra que hubo diferencia significativa entre la formulación, donde el tratamiento C (75%) presento un nivel superior con 19.5 °Brix, seguido por A (control) y la B (50%) con 17.8 y 16.3 °Brix, respectivamente (Figura 41). Este comportamiento se atribuye a la harina de huitlacoche, ya que esta tiene un

importante aporte de sólidos solubles totales, lo que proporcionó a la pasta un aumento en el dulzor y reducción de sensación picante.



Figura 41. Comportamiento del parámetro grados Brix

4.1.2 pH

El análisis estadístico identificó la existencia de diferencias significativa entre los tratamientos, la formulación B (50%) presentó el valor más alto de pH con 5.05, en tanto que las formulaciones A (control) y C (75%) presentaron valores de pH de 4.96 y 4.91, correspondientemente con la figura 42. Los niveles de pH son muy importantes en la elaboración de los productos alimenticios, ya que sirve como indicador de condiciones higiénicas en el proceso de transformación del producto. Por ello, en ocasiones se elige que un producto tenga un valor bajo de pH lo que permite aumentar su tiempo de conservación (quimicalcdls.blogspot.com, 2015).

Las tres formulaciones presentan un pH ligeramente ácido, pero entre ellas la menos ácida es la formulación B compuesta por 50% de harina de huitlacoche. De acuerdo con la norma oficial mexicana NMX-F-422-1982 el límite permitido para un mole (Tipo II) de pasta semisólida y homogénea es de 6.5, por lo cual estas formulaciones se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

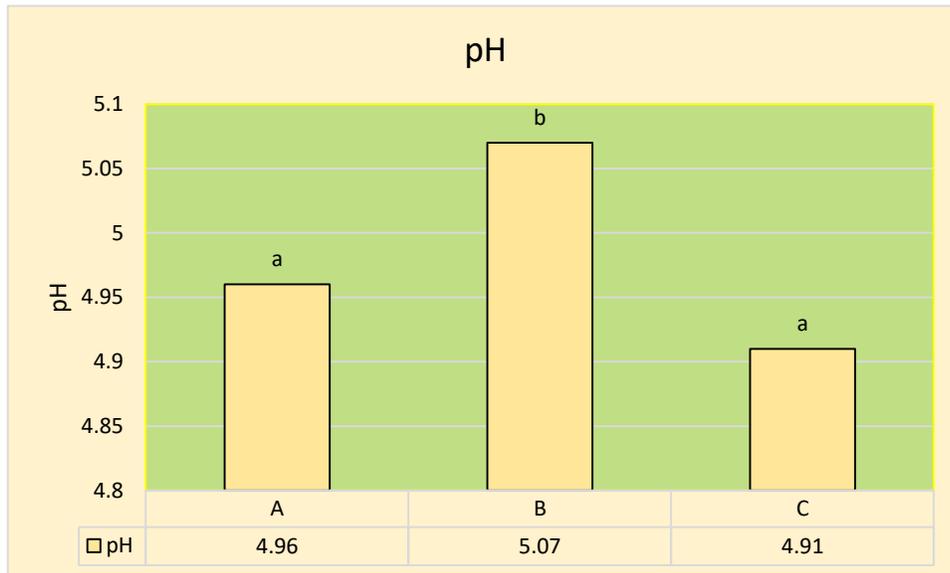


Figura 42. Comportamiento del parámetro pH

4.1.3 Color

El color de la pasta de mole varía de acuerdo con la cantidad y variedad de ingredientes que se le son añadidos.

El análisis estadístico de la colorimetría L, *a y *b arroja que existe diferencia significativa de la formulación A (control) en comparación con la B y C.

La diferencia es debido a la adición de la harina de huitlacoche, ya que por su naturaleza es de color café a negro intenso, y al añadirlo en este caso a el mole, este intensifica su color a más oscuro.

Al realizar los cálculos necesarios para obtener un valor numérico en cuanto la diferencia de color de las muestras evaluadas, de acuerdo con el modelo cromático CIELAB se obtiene lo siguiente:

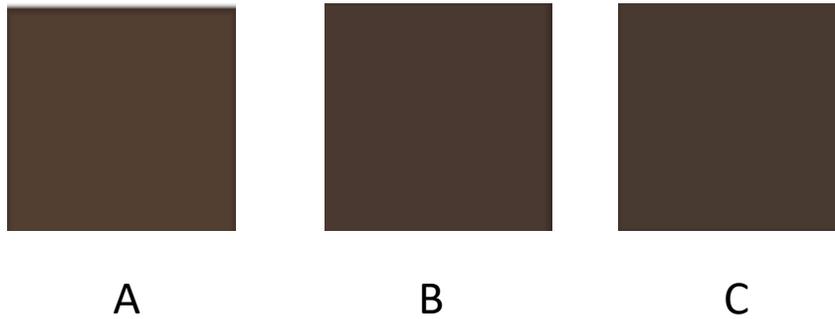


Figura 43. Color real de las tres formulaciones: A (control), B (50% Harina huitlacoche) y C (75% harina de huitlacoche) de acuerdo a parámetros CIELab.

En la figura 44 se observa el comportamiento del parámetro L^* , donde se determina que la muestra A tiene mayor luminosidad o es más clara que las muestras B y C, siendo la muestra C la más oscura.

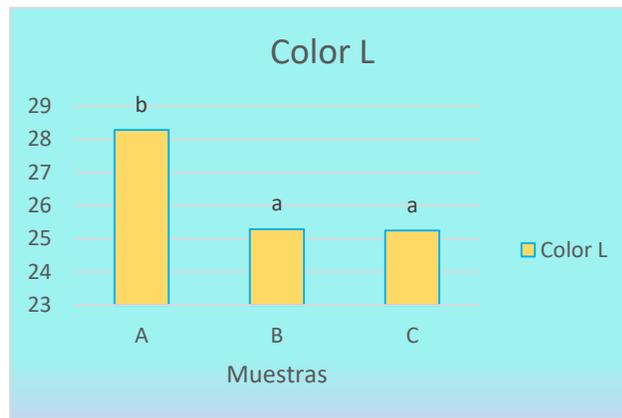


Figura 44. Comportamiento de parámetro color valor L^*

En la figura 45 se observa el comportamiento del parámetro a^* , donde se determina que la muestra A es más roja que las muestras B y C, siendo la muestra C la más verde en términos del modelo cromático CIELab.

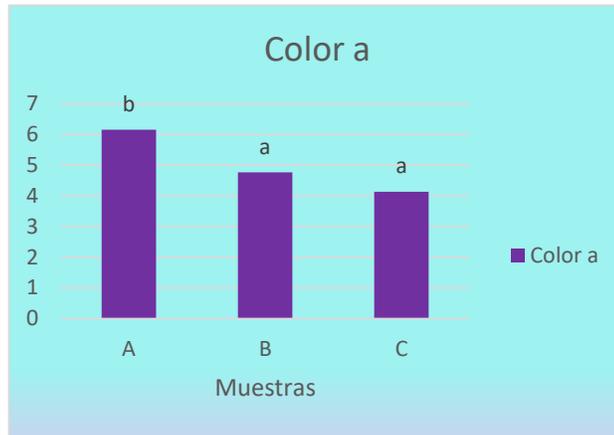


Figura 45. Comportamiento de parámetro color valor a^*

El comportamiento del parámetro b^* , mostró diferencias entre los tratamientos, en este parámetro la muestra A es más amarilla que las muestras B y C, siendo la muestra C la más azul en términos del modelo cromático CIELab (Figura 46).

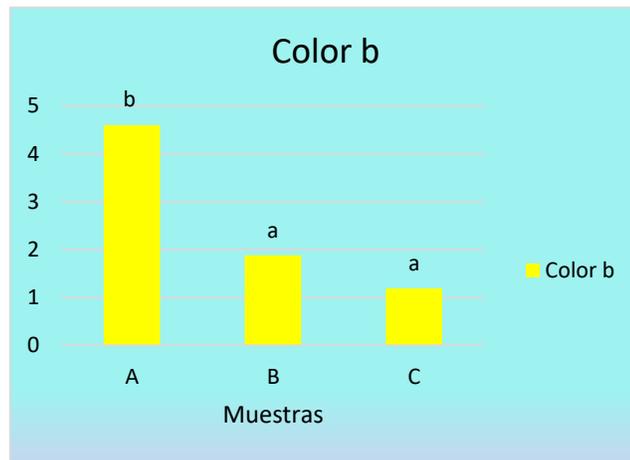


Figura 46. Comportamiento del parámetro color valor b^*

4.2. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

El análisis de varianza permitió identificar la existencia de diferencias entre las formulaciones considerando las variables de estudio de materia seca total, cenizas, proteínas, extracto etéreo y fibra.

El análisis de varianza mostró que no existen diferencias significativas en cuanto al porcentaje de proteína y fibra, sin embargo, si hubo diferencias significativas en el porcentaje de extracto etéreo, materia seca total y de cenizas.

4.2.1. Materia seca total

El parámetro de materia seca total indica que la formulación A tiene el menor porcentaje de materia seca y por lo tanto mayor humedad, aspecto que debe tenerse presente ya que un mal manejo en el almacenaje o de conservación puede ocasionar la proliferación de agentes contaminantes como el desarrollo de hongos, la formulación B es la que tiene mayor cantidad de materia seca y por lo consiguiente menor humedad.

En la figura 47 se muestra que existe diferencia estadística significativa entre la muestra A con respecto a las B y C. los niveles de humedad registrados para la formulación A fueron cercanos al 10%, en tanto que las formulaciones B y C no superaron el 8% de humedad. De acuerdo con la NMX-F-422-1982, la muestra A no cumple con los estándares de calidad en cuanto al porcentaje de humedad, ya que la citada norma establece que el mole no debe sobre sobrepasar del 8% de contenido de humedad.

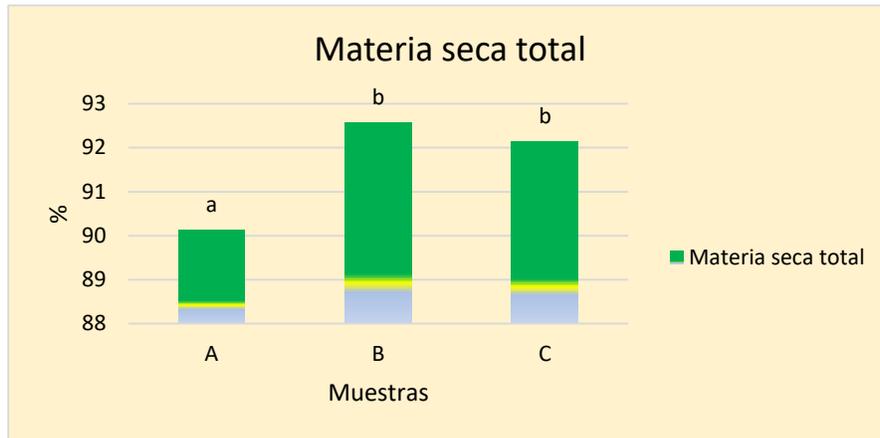


Figura 47. Comportamiento del parámetro materia seca total

4.2.2. Cenizas

En la Figura 48 se puede observar que formulación A con 6.77% es la que tiene mayor cantidad de cenizas, mientras que la formulación B con 6.3% es la que presenta el menor contenido en este parámetro.

Existe diferencia significativa entre la muestra B con la A y C; y esto es de acuerdo con un estudio comparativo realizado entre la tortilla de maíz y la harina de huitlacoche en la cual reporta que la tortilla de maíz tiene 6.5% de cenizas y la harina de huitlacoche 3.599% (Lobato-Salinas *et al*, 2010).

De acuerdo con la NMX-F422-1982, las tres formulaciones cumplen con los estándares de calidad en cuanto al porcentaje de cenizas, pues este no debe de ser mayor a 11%.

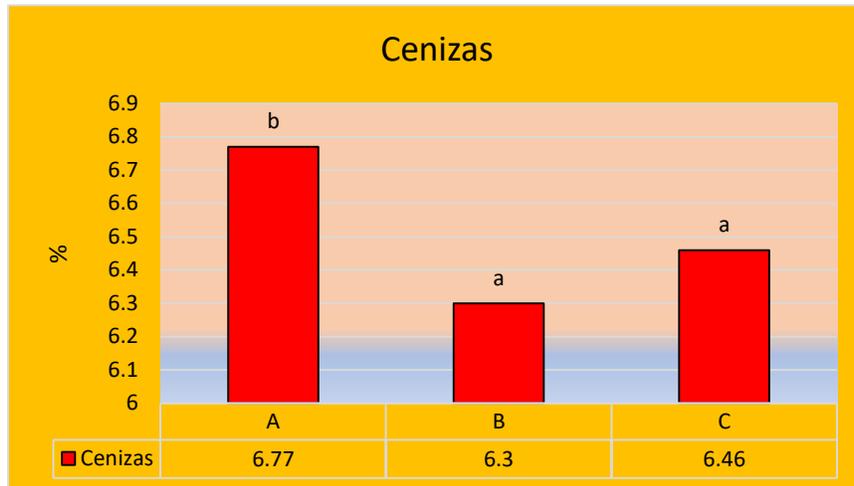


Figura 48. Comportamiento del parámetro cenizas

4.2.3. Proteína

En cuanto al parámetro contenido de Proteína, el análisis estadístico no encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, la tendencia es que la adición de 50% de harina de huitlacoche incrementa el contenido (Figura 49).

La adición de harina de huitlacoche no promovió el aumento de forma significativa en los niveles de proteína en la pasta de mole. Por lo que, de acuerdo con los establecidos en la NMX-F-422-1982, las formulaciones B y C no cumplen con los porcentajes requeridos de proteína de acuerdo al tipo de mole (II).

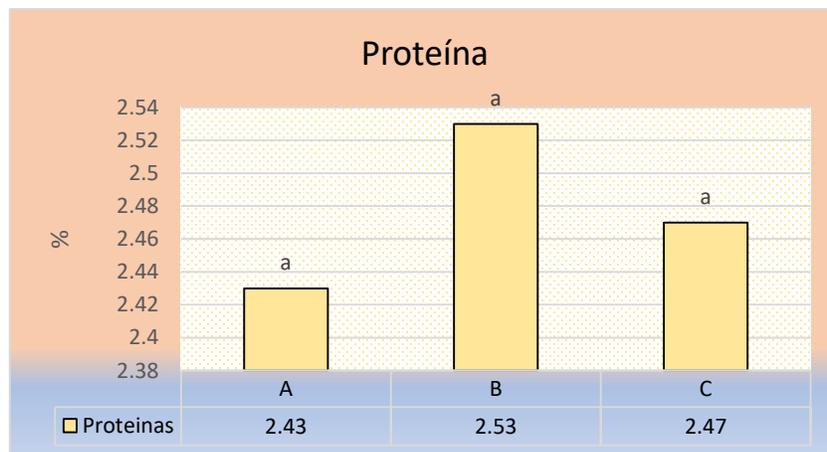


Figura 49. Comportamiento del parámetro proteína

4.2.4. Extracto etéreo

En cuanto al parámetro de extracto etéreo se observa que la formulación A es la que tiene mayor porcentaje de grasa y la formulación B es la que tiene menor porcentaje.

En la figura 50 se puede observar que existe diferencia significativa entre la muestra B comparada con la A y C. De acuerdo con la NMX-F-422-1982 las formulaciones están por debajo del porcentaje permitido del tipo mole II, ya que tiene el máximo de extracto etéreo es de 4.5%.

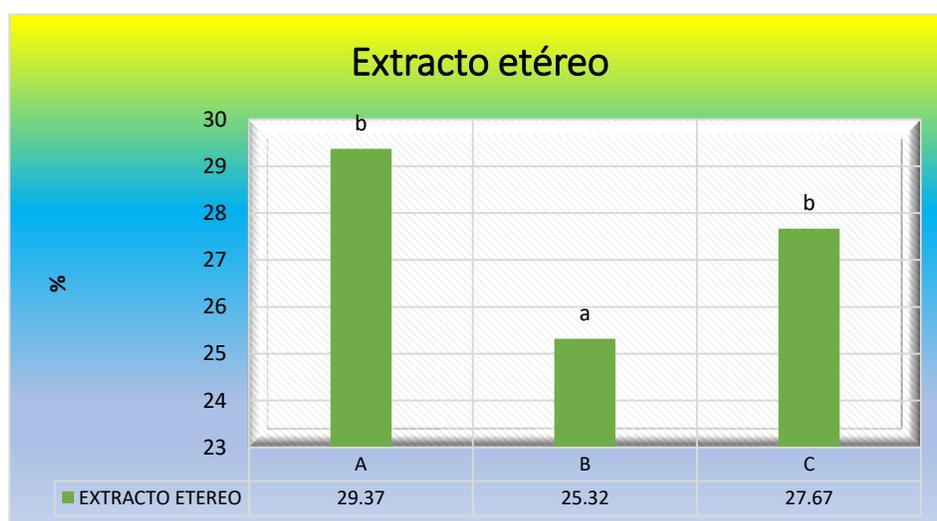


Figura 50. Comportamiento del parámetro extracto etéreo

4.2.5. Fibra

De acuerdo con la figura 51 la formulación B tiene mayor porcentaje de fibra que la formulación A, sin embargo, no existe diferencia significativa entre las muestras.

Lobato-Salinas *et al.* (2010) señala que la harina de huitlacoche tiene un contenido de fibra de 33.70% en 1.0216 g de muestra mientras tanto la FAO (1993) indica que la tortilla de maíz tiene 10.9%, por lo tanto, se puede atribuir que el porcentaje de fibra se puede deber a lo que aportan los ingredientes del mole como la harina de huitlacoche como de la tortilla.

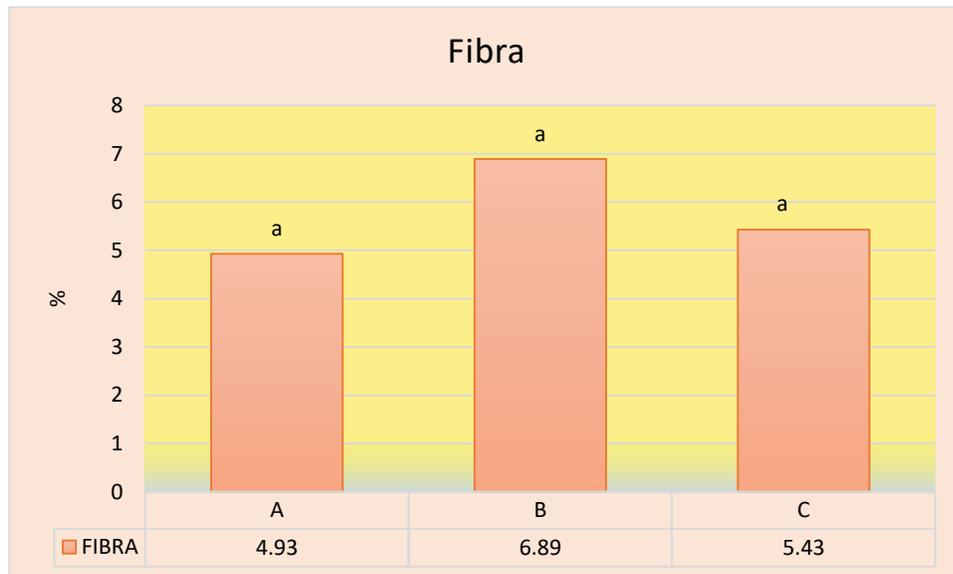


Figura 51. Comportamiento del parámetro fibra

4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

El análisis estadístico de la evaluación sensorial de las pastas de moles demostró que no existe diferencia significativa entre los atributos evaluados, los cuales fueron apariencia global, color, olor, sabor, textura y aceptación global.

Por lo que las tres muestras de mole pueden ser aceptadas por los consumidores.

En la evaluación sensorial de los moles es importante los comentarios de los panelistas, ya que, aunque estadísticamente no existen diferencias significativas algunas características pueden resaltarse y ser importantes. Dentro de los comentarios mencionaron que fue la formulación control (A) dejaba resabio de las especias añadidas, pero en mayor intensidad la canela y anís, la preferían por el color y olor mas no por la textura y casi no se percibía pungencia.

La formulación del 50% (B) se percibía muy picosa, pero tenía un cierto nivel de agrado por los panelistas.

La muestra 75% se percibía más dulce y de un color más oscuro, la textura fue agradable.

4.3.1 Apariencia global

Del análisis de varianza se pudo determinar que no hubo diferencia significativa (Figura 52) a una $p < 0.05$ en cuanto a la apariencia global, sin embargo, por los comentarios expresados por los panelistas hubo una tendencia a preferir la muestra control (A).

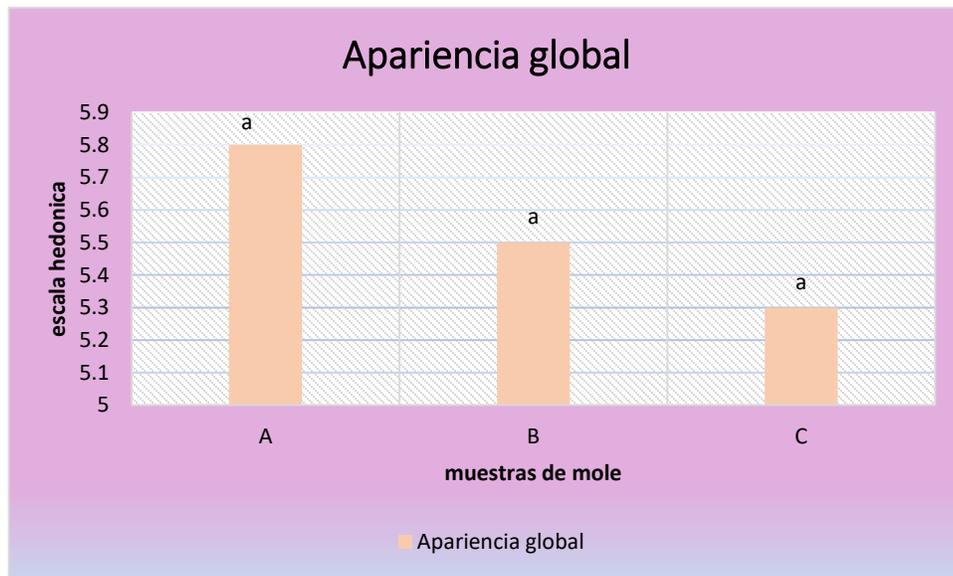


Figura 52. Comportamiento del parámetro apariencia global

4.3.2. Color

De acuerdo con el atributo de color estadísticamente no hubo diferencia significativa a una $p < 0.05$, sin embargo, los panelistas preferían la formulación B (figura 53).

Esta es una información valiosa, ya que con este análisis se muestra que cierta población prefiere una pasta no tan rojiza pero tampoco tan oscura; y esto también depende de la cultura y tradiciones de un lugar.

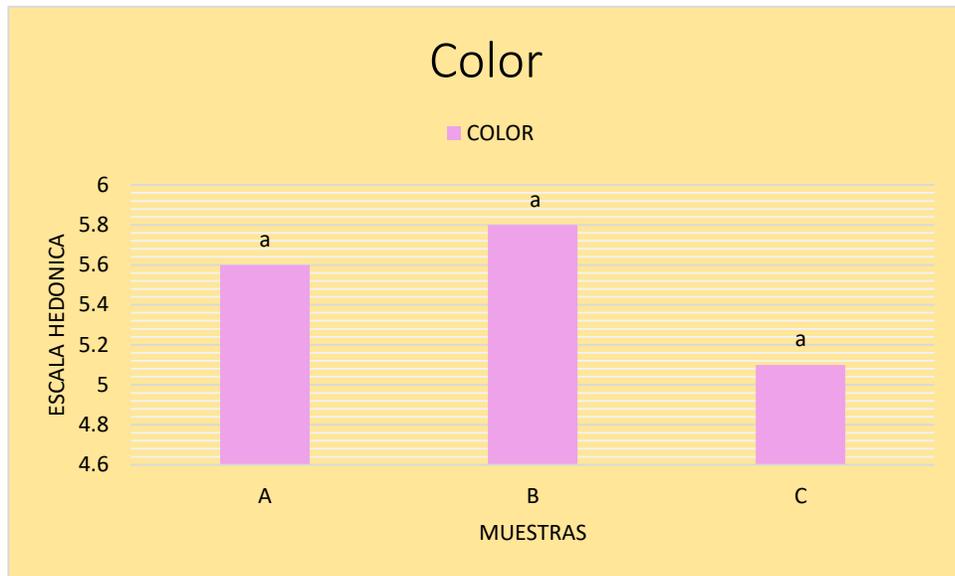


Figura 53. Comportamiento de parámetro color

4.3.3. Olor

En la figura 54 del atributo olor se logra percibir la preferencia de la formulación C, por lo cual el hecho de agregar la harina de huitlacoche se le proporciona características organolépticas agradables. Sin embargo, estadísticamente no hay una diferencia significativa ($p < 0.05$).

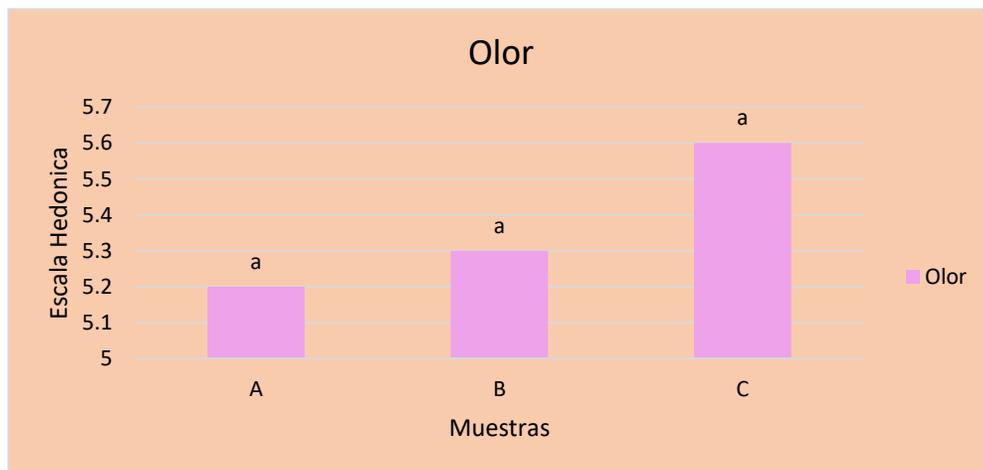


Figura 54. Comportamiento del parámetro olor

4.2.3.4. Sabor

En la variable de sabor estadísticamente no hubo diferencia significativa ($p < 0.05$), como se muestra en la Figura 55. Aún sin que la diferencia fuera significativa los panelistas expresaron una pequeña tendencia hacia la formulación B.

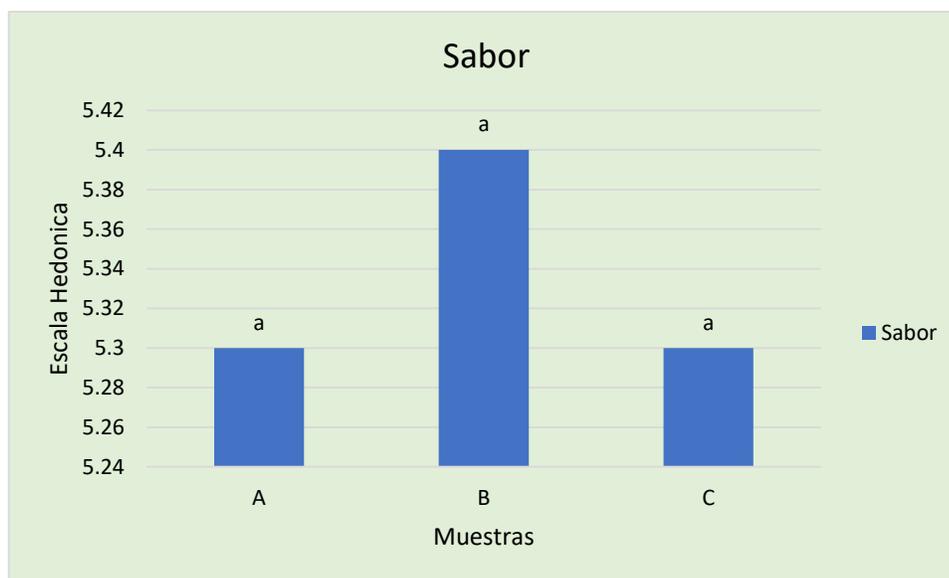


Figura 55. Comportamiento del parámetro sabor

4.2.5. Textura

En la figura 56 se observa que no hubo una diferencia significativa de acuerdo con el atributo de textura, sin embargo, se muestra una ligera tendencia a mayor agrado hacia la formulación B.

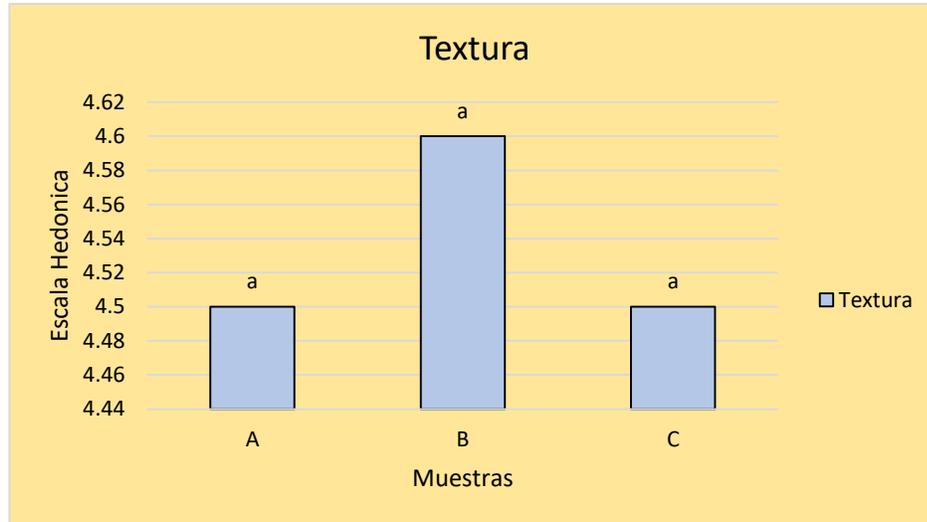


Figura 56. Comportamiento del parámetro textura

4.3.6. Aceptación global

El atributo de aceptación global no mostró diferencia ($p < 0.05$), de acuerdo a los valores otorgados por los panelistas (figura 57).

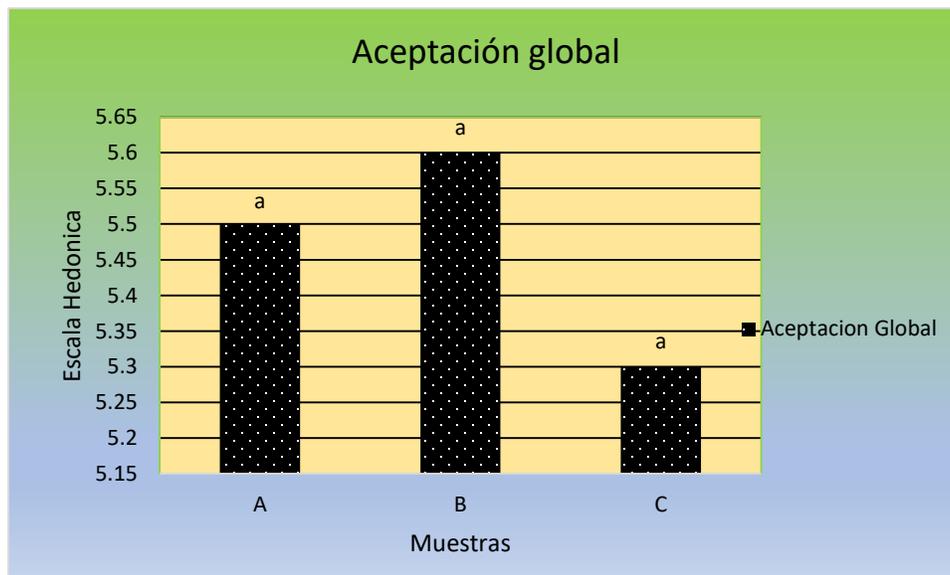


Figura 57. Comportamiento del parámetro aceptación global

CAPITULO V: CONCLUSIONES

Se obtuvo la harina de *Ustilago maydis* por secado.

Los parámetros físicos de pH, color y ° brix tuvieron diferencias significativas en las tres formulaciones; observándose que la variable de color fue la de mayor impacto, puesto que la harina de *Ustilago maydis* provocó un color más oscuro que la formulación control.

Con el análisis proximal se pudo corroborar que existen diferencias significativas en los parámetros de extracto etéreo (se redujo los niveles de grasa en la formulación B un 4.05%) materia seca total y cenizas.

La evaluación sensorial corroboró que los tres moles tuvieron buena aceptación por los consumidores.

Los comentarios de los panelistas permitieron conocer a fondo las formulaciones, puesto que detectaron en la primera formulación A, deja un resabio intenso a especias (canela y anís), agradable por su color y olor, además que no se provocó pungencia.

La formulación B fue la más agradable para los panelistas, se detectó con una pungencia intensa.

La formulación C fue preferida por su textura, se perciba un sabor más dulce y un color muy oscuro, llegando a una tonalidad casi negra.

La caracterización de las muestras de pasta de mole con harina de huitlacoche difiere con respecto a los moles comerciales en el contenido calórico, siendo los comerciales los más elevados.

Los preparados artesanalmente en específico de los evaluados a base de chile huacle de la región de Cuicatlán, Oaxaca difieren en todas las variables, puesto son diferentes tipos de moles (Tipo II). Pasta semisólida de suavidad homogénea y tipo III. Líquido semifluido o espeso de acuerdo con la variedad con base en la norma mexicana NMX-f-422-1982.

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA

- Agrovoy.lavoz.com. 2017. Hongos comestibles, en el radar de emprendedores [Figura 1]. Recuperado en: <http://agrovoy.lavoz.com.ar/actualidad/hongos-comestibles-en-el-radar-de-emprendedores>.
- Aguayo, G. D., Acosta, M., Pérez, L., Guevara, F & García, A. 2016. Natural production of corn smut [*Ustilago maydis* (DC) Corda] in the state of Aguascalientes. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, N°7, pp.1044-1046.
- Aguirre H., E., & Muñoz, V. 2015. El chile como alimento. Revista ciencia, https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf, p.20.
- Alexopoulos C. J., Mims C. & Blackwell M. 1996. Introductory mycology. Fourth Edition. USA: Ed. John Wiley & Sons, Inc.
- Alimentosaludables.com.ar. 2019. ¿Pasas uvas en ayunas? [Figura 18]. Recuperado desde: <https://www.alimentosaludables.com.ar/pasas-de-uvas-en-ayunas/>.
- Apuntescientificos.org. 2012. Evaluación sensorial, generalidades y métodos estadísticos, generalidades de las pruebas sensoriales. 2 de julio de 2019, de Apuntes científicos Sitio web: apuntescientificos.org/metodos-estadisticos.html.
- Banuet F. 1992. "*Ustilago maydis*, the delightful blight". Trends in Genetics 5:174-180.
- Barros, C. 2004. El inicio y la historia; Los moles. Aportaciones prehispánicas. En Patrimonio Cultural y turismo. El mole en la ruta de los dioses 6o Congreso sobre Patrimonio Gastronómico y Turismo Cultura. Memorias. (pp.19-27). Puebla: CONACULTA.

- Bautista, J. & Moreno, A. 2014a. Los hongos medicinales de México. En: Moreno, A. y Garibay, R. (Eds.). La Etnomicología en México: Estado del Arte. Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural (Conacyt)-Asociación Etnobiológica mexicana, A.C.-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo- Universidad Nacional Autónoma de México, México (en prensa).
- Bautista, J. & Moreno, A. 2014b. Usos terapéuticos tradicionales del huitlacoche en diversas zonas rurales del centro (estados de Hidalgo, México y Tlaxcala), y sur (estado de Chiapas) de México. [Cuadro 1].
- Bertrán, L. 2004. El impacto económico y social: La íntima relación de cada mexicano con el mole. En Los moles. Aportaciones prehispánicas. En Patrimonio Cultural y turismo. El mole en la ruta de los dioses 6o Congreso sobre Patrimonio Gastronómico y Turismo cultura. Memorias (pp.146-150). Puebla: CONACULTA.
- Blog.tacoguru.com. 2018a. Mole poblano tradicionales. [Figura 8]. Recuperado en: <https://blog.tacoguru.com/mole-poblano-tradicional/>
- Blog.tacoguru.com. 2018b. Tacos de camarón adobado. [Figura 12]. Recuperado en: <https://blog.tacoguru.com/tacos-de-camaron-adobado/>
- Bravo L. A. G.; Galindo G., G.; Amador R., M.D. (Comps.). 2006. Tecnología de Producción de Chile Seco. Libro Técnico #5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. 221 p.
- Cafevillacampa.es. 2019. Qué es el huitlacoche. [Figura 2]. Recuperado en: <https://cafevillacampa.es/que-es-el-huitlacoche/>
- Cargill.com. 2014. Azúcar Estándar y Refinada. Recuperado el 25 de enero 2019, de Cargill Sitio web: https://www.cargill.com.mx/es/doc/1432102684654/sugar-pdf_es.pdf.
- Christensen J. J. 1963. "Corn smut caused by *Ustilago maydis*". Monograph No. 2. The American Phytopathological Society. p: 41.

- Cuetlachtli-xolocotzi.blogspot.com. 2010. El huitlacoche o cuitlacoche. 18 de marzo de 2019, de Los herederos del maíz. Sitio web: <https://cuetlachtli-xolocotzi.blogspot.com/2010/09/el-huitlacoche-o-cuitlacoche.html>.
- Diccionarioactual.com. 2019. ¿Qué es alimentos gourmet? Recuperada el día 30 de febrero del 2019, de Diccionario actual, actualiza tu conocimiento. Sitio web: <https://diccionarioactual.com/alimentos-gourmet/>.
- elbotiquin.mx. 2019. Prevención en salud que mejora que tu vida. Bienestar [Figura 17]. Recuperado en: <https://www.elbotiquin.mx/bienestar/5-beneficios-de-comer-cacahuates>.
- eluniversal.com.mx. 2017. Que tantas variedades de plátanos conoces [Figura 21]. Recuperado en: <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/menu/2017/04/1/que-tantas-variedades-de-platano-conoces>.
- Escalante, P. C. 2013. Estudios de la reacción del maíz al huitlacoche con fines de planificación de la cosecha (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura, México.
- FAO. 1993. Capítulo 2: Composición química y valor nutritivo del maíz. El maíz en la nutrición humana (Código FAO: 86 AGRIS: S01). Roma, Italia: FAO.
- FAO/WHO/UNU. 1985. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. WHO Technical Report Series. No. 724.
- Ferreyra, J., Kuskoski, M., Bordignon, L., Barrera, D., & Fett, R. 2007. Propiedades emulsificantes y espumantes de las proteínas de harina de cacahuate (*Arachis hypogaea* Lineau). Grasas y aceites, Vol.3, p.264.
- Flickr.com. 2019. Photos. [Figura 15]. Recuperado desde: <http://www.flickr.com/photos/lonerock/5976659940/>.
- Gacula, M. C., & Singh, J. 1984. Statistical Methods in Food and Consumer Research. (Ed.) Academic Press, Florida. pp 27-35.

- gananci.com. 2017. 24 oraciones y hechizos para el dinero rápido ¡que no falla!
[Figura 14]. Recuperado desde: <https://gananci.com/24-oraciones-y-hechizos-para-el-dinero-rapido-que-no-fallan/>
- Gómez, J. M.; González, L.; Bravo, L.; Vaquero, P. & Batida, S. 2010. Efectos beneficiosos del chocolate en la salud cardiovascular. *Nutrición hospitalaria*, Vol.2, pp.289-290.
- Guinard, J. X. 2001. Escala pictórica de 7 puntos. *Manual de evaluación sensorial*. Figura [23] p.135
- Gurni A. A. 2000. Las hierbas curativas y un trágico final. De interés general, *Diario Hoy*. Ed. Diario Hoy S.A. La Plata, Buenos Aires, Argentina. p.p.15.
- Guzmán, P. 2017. La cocina de Pily: manchamanteles. [Figura 9]. Recuperado desde:
- Hayes, W. A. 1978. Edible mushrooms. En: *Food and beverage mycology*. Beuchat, L. R. (Ed). AVI Publishing Company, Westport Connecticut 301333.
- Hernández, M.; García, D.; Calle J. & Duarte, C. 2014. Develop of a sweet cookie with toasted sesame and ground. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana. La Habana. Fábrica de galletas dulces Siré. Empresa Nacional de Confeitería y Derivados de la Harina "Confihar". La Habana. Instituto de Investigaciones de la Industria Alimentaria. Ministerio de la Industria Alimentaria. La Habana. Recuperado desde: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v34n3/rtq03314.pdf>.
- INTAGRI. 2017. El Huitlacoche en el Maíz: Organismo Patógeno o Benéfico. Serie Fito sanidad. Núm. 77. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p. Recuperado desde: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/el-huitlacoche-en-el-maiz-organismo-patogeno-o-benefico>.
- laranitadelapaz.com.mx. 2019. Chile pasilla molido chef & hotel. [Figura 13]. Recuperado en: <http://www.laranitadelapaz.com.mx/chile-pasilla-molido-chefhotel>.

- Lawless, H. & Haymann, H. 2010. Sensory Evaluation of Food. Principles and practices, Chapter 4. Discrimination testing. 2nd Edition. (Ed.), Springer, Food Science Texts Series. pp: 79-84
- Lee, Y. J. & Salminen S. 1995. The coming age of probiotic. Trends in Food Science and Technology. 6:241-245.
- Liria, D. M. 2007. Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. Lima: AgroSalud.
- Lizárraga-Guerra R. 1995. Extracción y caracterización de compuestos saborizantes en huitlacoche (*Ustilago maydis*). Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Sinaloa. pp: 30-34, 57-70.
- Lizárraga G., R., & López, M. G.1996. El contenido de aminoácidos libres en Huitlacoche (*Ustilago maydis*). Diario de la química agrícola y alimentaria, 2556-2559. <http://dx.doi.org/10.1021/jf960017u>.
- Lizárraga-Guerra, R., Guth, H., & López, G.M. 1997. Identificación de los más potentes odorantes en huitlacoche (*Ustilago maydis*) y Pilzen Austern (*Pleurotus* sp.) por análisis de aroma extradilución y muestras de espacio de cabeza estático. Diario de la química agrícola y alimentaria, 45 (4), 1329-1332. <http://dx.doi.org/10.1021/jf960650f>.
- Linares, E & Bye R. 2004. Capítulo 1: El inicio y la historia. En: Los moles. Aportaciones prehispánicas. En: Patrimonio Cultural y turismo. El mole en la ruta de los dioses 6o Congreso sobre Patrimonio Gastronómico y Turismo Cultura. Memorias (pp.146-150). Puebla: CONACULTA.
- Lobato-Salinas, V., Martínez-Flores, H., Lucas-Huacuz, S., Ruiz-Corro, R & Vargas-Medina J. 2010. Alternativa tecnológica para el uso del hongo huitlacoche (*Ustilago maydis*). Subdirección de Innovación y apropiación de tecnologías para el desarrollo del centro de investigación y desarrollo del estado de Michoacan. DPN391. pp. 1-10.
- lossaboresdemexico.com. 2019. Receta de pipián verde. [Figura 11]. Recuperado en: <https://lossaboresdemexico.com/receta-pipian-verde/>.

- Manach C.; Williamson G.; Morand C.; Scalbert A. & Rémés C. 2005. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*; 81: 230S-242S.
- Martínez, F. A., Corrales, J., Espinosa, T., García, P., & Villanueva, C. 2008. Cambios postcosecha del hongo comestible huitlacoche (*Ustilago maydis* (D. C.) Corda. *Revista Chapingo Serie de Horticultura*, Vol.3, p.340.
- Maruxa, Q. 2015. Tipos de catadores (o jueces o panelistas). 2 de julio de 2019, de WordPress.com Sitio web: <https://maruxaquioga.com/2015/06/19/tipos-de-catadores-o-jueces-o-panelistas/>
- mediatecaguerrero.gob.mx. 2016. Gastronomía guerrerense. [Figura 10]. Recuperado desde: <http://www.mediatecaguerrero.gob.mx/todo-guerrero/gastronomia-guerrerense/>.
- Mexicocalidadsuprema.org. 2005. PC-020-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en tomate. 5 de abril de 2019, de SAGARPA, BANCOMETEX Y SE Sitio web: mexicocalidadsuprema.org/assets/galería/PC_020_2005_Tomate.pdf.
- misremedios.com. 2019. Sésamo o ajonjolí: Propiedades, beneficios y para qué sirve. [Figura 19]. Recuperado desde: <http://misremedios.com/sustancias/sesamo-o-ajonjoli-sesamum-indicum/>.
- Monteagudo, C. 2004. El inicio y la historia: Construcción y evolución del mole virreinal. *Patrimonio Cultural y Turismo. El mole en la ruta de los dioses 6o Congreso sobre Patrimonio Gastronómico y Turismo Cultura. Memorias* (pp.31, 37,42-44). Puebla: CONACULTA.
- Mota C. S. & García S. R. 2009. El huitlacoche: una delicadeza y alimento nutritivo de la milpa. *Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad*. Recuperado desde: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ usos/maices/huitlacoche.html>.

- mujerdeelite.com. 2019. Información nutricional: chile. Octubre 19, 2019, de Mujer de elite Sitio web: https://www.mujerdeelite.com/guia_de_alimentos/251/chile
- Muñoz, Z. R. 2019. Quesadillas de huitlacoche. [Figura 4]. Recuperado desde: <https://laroussecocina.mx/receta/quesadillas-de-huitlacoche/>.
- Murray, J. M., Delahunty, C. M. & Baxter, I. A. 2001. Descriptive analysis: Past, present and future. *Food Research International* (34). pp. 461–471. Sydney.
- mylottush.com. 2019. Almendras dulces refinados. [Figura 16]. Recuperado desde: <https://mylottush.com/shop/aceites-base-vegetales-mayoreo/aceite-de-almendras-dulces-refinado/>.
- NMX-F-422-1982. Productos alimenticios para uso humano. Alimentos regionales. Mole y sus variedades. Food products for human use. Regional foods. Chili sauce and its varieties. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- NMX-F-422-1982. Productos alimenticios para uso humano. Alimentos regionales. Mole y sus variedades. Food products for human use. Regional foods. Chili sauce and its varieties. Normas mexicanas. Dirección general de normas. Especificaciones fisicoquímicas del tipo de mole. [Cuadro 3].
- Paredes L., O. 2007. Temporada de Huitlacoche en la CEDA. Boletín N°92, p.1.
- Pataky, J. K.; Nankam, C. & Kerns, M. R. 1995. Evaluation of a silkinoculation technique to differentiate reactions of sweet corn hybrids to common smut. *Phytopathology*. 85(10):1323-1328
- Peanutsusa.com. 2007. Boletín del American Peanut Council. Tradición con sabor. 13 de enero de 2019, de Grupo PM Sitio web: www.peanutsusa.com
- Pérez C., 2019. Natursan. Uvas pasas: beneficios y propiedades. Recuperado en: <https://www.natursan.net/uvas-pasas-alto-contenido-en-hidratos-de-carbono/>

- Pérez M., R. 2004. La representación cultural: El mole como símbolo de la mexicanidad: En Patrimonio Cultural y Turismo. El mole en la ruta de los dioses 6o Congreso sobre Patrimonio Gastronómico y Turismo Cultura. Memorias (pp.71-86). Puebla: CONACULTA.
- Pérez, S., Gómez, D., Méndez, C., Pedrero, D., Gómez, C., Ríos, S., Escamilla, A., & Utrera, M., 2019. Manual de evaluación sensorial.
- PROFECO. 2013. Alimentos mexicanos empaquetados, envasados y enlatados: tradición lista para servir.
- PROFECO, 2016. Revista del consumidor. Estudio de calidad, aceite vegetal comestible con sabor.
- quimicalcdls.blogspot.com. 2015. pH en la industria. Junio 18,2019, de quimicalcdls.blogspot.com Sitio web: https://quimicalcdls.blogspot.com/2015/11/ph-en-la-industria_9.html
- Riestra, M. 2004. El impacto económico y social: El mole poblano y los productos alimenticios mexicanos: En Patrimonio Cultural y Turismo. El mole en la ruta de los dioses 6o Congreso sobre Patrimonio Gastronómico y Turismo Cultura. Memorias (pp.123-130). Puebla: CONACULTA.
- rouge.perfil.com. 2017. Especies que no pueden faltar en la cocina judía de medio oriente. [Figura 22]. Recuperado desde: <http://rouge.perfil.com/2017-09-19-108441-especies-que-no-pueden-faltar-en-la-cocina-judia-de-medio-oriente/>.
- Salazar-López, J.; Martínez Saldaña, M.; Reynoso Camacho, R.; Chávez Morales, R.; Sandoval Cardoso, M. & Guevara Lara, F. 2017a. Actividad antioxidante de diferentes técnicas de extractos de huitlacoche crudo y cocido. [Cuadro 2]. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 48 (3), 37-47.
- Salazar-López, J.; Martínez Saldaña, M.; Reynoso Camacho, R.; Chávez Morales, R.; Sandoval Cardoso, M. & Guevara Lara, F. 2017b. Caracterización y cuantificación de carotenoides del huitlacoche por HPLC-MS. [Figura 6]. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 48 (3), 37-47.

- Salazar-López, J.; Martínez Saldaña, M.; Reynoso Camacho, R.; Chávez Morales, R.; Sandoval Cardoso, M. & Guevara Lara, F. 2017c. Caracterización y cuantificación de fitoesteroles del huitlacoche por HPLC-MS. [Figura 7]. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 48 (3), 37-47.
- Salazar-López, J.; Martínez Saldaña, M.; Reynoso Camacho, R.; Chávez Morales, R.; Sandoval Cardoso, M. & Guevara Lara, F. 2017d. Capacidad antioxidante y caracterización fitoquímica de extractos etanólicos de huitlacoche (*Ustilago maydis-Zea mays*) crudo y cocido. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 48 (3), 37-47.
- Sánchez, C.; Sánchez, M.; González, L. & Vicente A. 2017. Capítulo15: Propiedades fisicoquímicas del mole negro de Oaxaca. En Educando en la transversalidad para un conocimiento multidisciplinario (pp.188-196). Oaxaca: Universidad del Papaloapan.
- Sensing.konicaminolta.com.mx. 2014. Entendiendo el espacio de color CIEL*A*B*. 16 de octubre 2019, de Konica Minolta Sitio web: sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera -Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México (SIAP-SAGARPA). 2011. www.siap.gob.mx/. Consultado el día 13 de enero del 2013.
- sportadictos.com. 2015. Tres razones por las que deberías de consumir anís. [Figura 20]. Recuperado en: <https://sportadictos.com/2015/06/consumir-anis>.
- Sun-Waterhause D. 2011. The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market. *International Journal of Food Science and Technology*. 46:889-920.
- Tennina, L. 2014. En L. Tennina, Alimentación inteligente: Comer para pensar, pensar para comer. Grijalbo.

- UNAM-DGCS-748. Ciudad Universitaria. 2011. El cuitlacoche un invento mexicano. Recuperado en: www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2011_748.html
- Valadez-Azua, R.; Moreno Fuentes, A. & Gómez Álvarez. 2011. Cuitlacoche El cuitlacoche. México: UNAM.
- Valadez Azua, R., Téllez Estrada, M & Moreno Fuentes, A. 2014. El hongo del maíz (*Ustilago maydis*), componente de la milpa y objeto de estudio etnobiológico en México. En BIOMA Naturaleza en tus manos (pp.6-13). Distrito Federal, México: BIOMA.
- Valdez, M.; Valverde, M. & Paredes O. 2008. Producción comercial de huitlacoche de alta calidad. CINVESTAV-IPN, Irapuato.pp.2-6.
- Valdez, M., Valverde, M. & Paredes, O. 2000. Composición nutrimental del huitlacoche. [Figura 4].
- Valdez, M., Valverde, M & Paredes, O. 2009. Ciclo de vida del *Ustilago Maydis* [Figura 3].
- Valdez, M., Valverde, M & Paredes, O. 2009. Procedimiento tecnológico para la producción masiva de huitlacoche, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.
- Valverde, E., & Paredes, O. 1993. Producción y evaluación de algunas propiedades de los alimentos de huitlacoche (*Ustilago maydis*). Biotecnología de los Alimentos, algunas propiedades de los alimentos de huitlacoche (*Ustilago maydis*). Biotecnología de los Alimentos, 7 (3): 207-219. <http://dx.doi.org/10.1080/08905439309549858>.
- Villanueva, C. 1997. Huitlacoche (*Ustilago maydis*) as a food in México. Micología Neotropical Aplicada. 10: 73-81.

CAPITULO VII. ANEXOS

Nueva tabla : 08/06/2019 - 04:13:04 p. m. - [Versión : 01/11/2014]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
grados brix	9	0.77	0.70	4.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.47	2	7.73	10.28	0.0115
Muestra	15.47	2	7.73	10.28	0.0115
Error	4.51	6	0.75		
Total	19.98	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.73279
 Error: 0.7522 gl: 6

Muestra	Medias	n	E.E.
B	16.33	3	0.50 A
A	17.70	3	0.50 A
C	19.53	3	0.50 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 58. Análisis de varianza grados brix

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PH	9	0.88	0.84	0.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.04	2	0.02	21.59	0.0018
MUESTRA	0.04	2	0.02	21.59	0.0018
Error	0.01	6	9.2E-04		
Total	0.05	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.06067
 Error: 0.0009 gl: 6

MUESTRA	Medias	n	E.E.
C	4.91	3	0.02 A
A	4.96	3	0.02 A
B	5.07	3	0.02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 59. Análisis de varianza pH

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR L	9	0.72	0.63	4.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18.14	2	9.07	7.86	0.0211
MUESTRA	18.14	2	9.07	7.86	0.0211
Error	6.93	6	1.15		
Total	25.07	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.14690
 Error: 1.1547 gl: 6

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
C	25.25	3	0.62	A
B	25.29	3	0.62	A
A	28.28	3	0.62	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 60. Análisis de varianza color *L

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR a	9	0.76	0.68	11.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.48	2	3.24	9.57	0.0136
MUESTRA	6.48	2	3.24	9.57	0.0136
Error	2.03	6	0.34		
Total	8.51	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.16224
 Error: 0.3384 gl: 6

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
C	4.13	3	0.34	A
B	4.77	3	0.34	A
A	6.16	3	0.34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 61. Análisis de varianza color *a

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR b	9	0.73	0.64	42.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.45	2	9.72	8.08	0.0198
MUESTRA	19.45	2	9.72	8.08	0.0198
Error	7.22	6	1.20		
Total	26.67	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.19140
 Error: 1.2031 gl: 6

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
C	1.19	3	0.63	A
B	1.88	3	0.63	A
A	4.60	3	0.63	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 62. Análisis de varianza color *b

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MST %	9	0.96	0.95	0.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10.06	2	5.03	74.40	0.0001
MUESTRA	10.06	2	5.03	74.40	0.0001
Error	0.41	6	0.07		
Total	10.47	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.51950
 Error: 0.0676 gl: 6

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
A	90.13	3	0.15	A
C	92.13	3	0.15	B
B	92.56	3	0.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 63. Análisis de varianza % materia seca total

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZAS %	9	0.75	0.67	2.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.35	2	0.18	9.14	0.0151
MUESTRA	0.35	2	0.18	9.14	0.0151
Error	0.12	6	0.02		
Total	0.47	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.27724
 Error: 0.0193 gl: 6

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
B	6.30	3	0.08	A
C	6.46	3	0.08	A
A	6.77	3	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 64. Análisis de varianza % cenizas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PROTEINAS %	9	0.18	0.00	4.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.02	2	0.01	0.66	0.5520
MUESTRA	0.02	2	0.01	0.66	0.5520
Error	0.07	6	0.01		
Total	0.08	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.21487
 Error: 0.0116 gl: 6

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
A	2.43	3	0.06	A
C	2.47	3	0.06	A
B	2.53	3	0.06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 65. Análisis de varianza %proteína

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EX.ETEREO %	9	0.82	0.76	3.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24.81	2	12.40	13.87	0.0056
MUESTRA	24.81	2	12.40	13.87	0.0056
Error	5.37	6	0.89		
Total	30.17	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.88936
 Error: 0.8943 gl: 6

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
B	25.32	3	0.55	A
C	27.67	3	0.55	B
A	29.37	3	0.55	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 66. Análisis de varianza de % de extracto etéreo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FIBRA%	9	0.52	0.36	17.08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.23	2	3.11	3.23	0.1119
MUESTRA	6.23	2	3.11	3.23	0.1119
Error	5.79	6	0.97		
Total	12.02	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.96325
 Error: 0.9656 gl: 6

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
A	4.93	3	0.57	A
C	5.43	3	0.57	A
B	6.89	3	0.57	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 67. Análisis de varianza de % de fibra

APARIENCIA GLOBAL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
APARIENCIA GLOBAL	45	0.05	2.4E-03	17.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.18	2	1.09	1.05	0.3582
MUESTRA	2.18	2	1.09	1.05	0.3582
Error	43.47	42	1.03		
Total	45.64	44			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.90248

Error: 1.0349 gl: 42

MUESTRA Medias n E.E.

871.00	5.67	15	0.26	A
502.00	5.87	15	0.26	A
693.00	6.20	15	0.26	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 68. Análisis de varianza de atributo apariencia global

COLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	45	0.10	0.06	17.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.20	2	2.60	2.39	0.1035
MUESTRA	5.20	2	2.60	2.39	0.1035
Error	45.60	42	1.09		
Total	50.80	44			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.92436

Error: 1.0857 gl: 42

MUESTRA Medias n E.E.

871.00	5.47	15	0.27	A
693.00	6.07	15	0.27	A
502.00	6.27	15	0.27	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 69. Análisis de varianza de atributo color

OLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OLOR	45	0.03	0.00	19.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.38	2	0.69	0.55	0.5830
MUESTRA	1.38	2	0.69	0.55	0.5830
Error	52.93	42	1.26		
Total	54.31	44			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.99592

Error: 1.2603 gl: 42

MUESTRA Medias n E.E.

693.00	5.60	15	0.29	A
502.00	5.67	15	0.29	A
871.00	6.00	15	0.29	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 70. Análisis de varianza de atributo olor

SABOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	45	1.2E-03	0.00	16.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.04	2	0.02	0.02	0.9759
MUESTRA	0.04	2	0.02	0.02	0.9759
Error	38.27	42	0.91		
Total	38.31	44			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.84678

Error: 0.9111 gl: 42

MUESTRA Medias n E.E.

871.00	5.73	15	0.25	A
693.00	5.73	15	0.25	A
502.00	5.80	15	0.25	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 71. Análisis de varianza de atributo sabor

TEXTURA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	45	4.1E-03	0.00	27.54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.31	2	0.16	0.09	0.9179
MUESTRA	0.31	2	0.16	0.09	0.9179
Error	76.13	42	1.81		
Total	76.44	44			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.19439

Error: 1.8127 gl: 42

MUESTRA Medias n E.E.

871.00	4.80	15	0.35	A
693.00	4.87	15	0.35	A
502.00	5.00	15	0.35	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 72. Análisis de varianza de atributo textura

ACEPTACION GLOBAL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ACEPTACION GLOBAL	45	0.01	0.00	16.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.53	2	0.27	0.28	0.7606
MUESTRA	0.53	2	0.27	0.28	0.7606
Error	40.67	42	0.97		
Total	41.20	44			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.87293

Error: 0.9683 gl: 42

MUESTRA Medias n E.E.

871.00	5.73	15	0.25	A
693.00	5.87	15	0.25	A
502.00	6.00	15	0.25	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 73. Análisis de varianza de atributo aceptación global



Figura 74. Información nutrimental del chile (www.mujeerdeelite.com,2019)

Cuadro 8. Comparación de moles en pasta comercializados en México (Profeco, 2013).

Mole en pasta				
Marca	Doña María	Doña María	Great Value	El Mero Mole
Denominación	Mole verde	Mole	Mole estilo poblano (mole en pasta)	Mole tipo poblano
Presentación	230 g / México	235 g / México	235 g / México	240 g / México
País de origen				
Información al consumidor	Completa	Completa	Completa	Completa
Agua g/100g	0.6	0.6	2.5	3.2
Grasa g/100 g	48.7	36.3	30.0	27.0
Proteína g/100 g	17.0	11.7	10.5	10.1
Carbohidratos g/100 g	27.7	46.1	52.4	55.4
Aporte energético kcal / 100g	617	558	522	505
Costo por 100 g	\$ 8.65	\$ 8.04	\$ 8.94	\$ 6.56

Cuadro 9. Comparación de moles en pasta comercializados en México (Profeco, 2013).



La Costeña	Cocina Mestiza	SORIANA	El Mero Mole	Cocina Mestiza
Mole 235 g / México	Mole rojo almendrado estilo poblano 210 g / México	Mole 125 g / México	Mole tipo verde 240 g / México	Mole verde almendrado estilo Guerrero 210 g / México
No indica modo de preparación.	No declara toda la información requerida por la norma de etiquetado.	Tuvo hasta 5.0% menos del contenido neto declarado.	Tuvo hasta 6.3% menos del contenido neto declarado. No declara toda la información requerida por la norma de etiquetado.	Tuvo hasta 7.4% menos del contenido neto declarado. No declara toda la información requerida por la norma de etiquetado.
1.6	3.7	2.8	12.9	4.3
29.2	31.3	27.6	40.4	43.9
10.5	13.1	11.0	18.4	17.9
52.4	48.1	54.6	23.1	29.3
514	527	510	530	584
\$10.00	\$26.86	\$7.62	\$7.15	\$26.86

Cuadro 10. Comparación de moles listos para servir comercializados en México (Profeco, 2013).



Marca	Doña Chonita	Doña Chonita	Doña María	Golden Hills	Aurrera
Denominación	Mole verde	Mole	Mole	Mole rojo	Mole / Listo para servir (mole líquido)
Presentación	Listo para servir (mole líquido)				
Pais de origen	350 g / México	350 g / México	270 g / México	540 g / México	540 g / México
Información al consumidor	Completa	Completa	Completa	Completa	Completa
Agua g/100g	76.2	83.4	77.4	66.3	71.7
Grasa g/100 g	6.5	6.3	7.1	12.3	9.3
Proteína g/100 g	3.9	2.6	2.5	2.3	2.1
Carbohidratos g/100 g	11.6	5.7	11.9	17.8	15.3
Aporte energético kcal /100g	121	89	121	191	153
Costo por 100 g	\$3.50	\$3.77	\$3.33	\$2.50	\$2.76

Cuadro 11. Análisis de varianza general de los atributos sensoriales de la pasta de mole.

MUESTRAS	APARIENCIA GLOBAL	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTACION GLOBAL
693	5.8± 1.7 a	5.6±1.9a	5.2±1.8a	5.3±1.6a	4.5±1.8a	5.5±1.6a
502	5.5± 1.5 a	5.8±1.6a	5.3±1.6a	5.4±1.6a	4.6±1.6a	5.6±1.6a
871	5.3± 1.7 a	5.1±1.6a	5.6±1.6a	5.3±1.7a	4.5±1.7a	5.3±1.6a

Cuadro 12. Análisis físicos de los parámetros evaluados de las tres formulaciones (°Brix, pH y color)

Parámetros evaluados	Control (A)	B	C
Brix°	9.87	7.44	7.87
pH	90.13	92.56	92.13
Color	L*=28.28	L*=25.29	L*=25.25
	a*=6.16	a*=4.77	a*=4.13
	b*=4.60	b*=1.8	b*=1.19