

Physicochemical and protein analysis of grasshopper paste (*Sphenarium purpurascens* Charpentier)

Análisis fisicoquímico y proteínico de la pasta de chapulín (*Sphenarium purpurascens* Charpentier)

Arcos-Estrada, Eliza G.¹; Díaz-Ramírez, Mayra¹; Jiménez-Guzmán, Judith¹; Fabela-Morón, Miriam F.¹; Rayas-Amor, Adolfo A.¹; León-Espinosa, Erika B.¹; García-Garibay, Mariano¹; Cruz-Monterrosa, Rosy G.^{1*}

¹Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma. Av. de las Garzas No. 10, Col. El Panteón, Municipio Lerma de Villada, Estado de México, C.P. 52005.

*Autor para correspondencia: r.cruz@correo.ler.uam.mx

ABSTRACT

Objective: Make grasshopper paste (Gp) and incorporate it into Mole Poblano (MP), evaluating the physicochemical characteristics and protein content of this mixture.

Design/methodology/approach: Grasshoppers were collected and Gp was prepared. Later, the Gp was included in the Mole Poblano paste (MP) in the following treatments: T0=0Gp and 100% MP, T10=10% Gp and 90% MP, T15=15% Gp and 85% MP, T20=20 % Gp and 80% MP, T25=25% Gp and 75% MP and T30=30% Gp and 70% MP. The treatments were subjected to physical-chemical analysis and protein content.

Findings/conclusion: Treatments T0 and T10 had the highest L*. The variable ΔE was clearer for T0 and was different among all the other treatments. The C* saturation index decreased between treatments. Protein content increased with the inclusion of Gp. There were no differences between treatments in pH and water activity. It is concluded that the Gp can be incorporated into the MP to improve its nutritional value and there is no drastic change in the physicochemical variables of the evaluated treatments.

Key words: mole, grasshopper, protein, physicochemical analysis.

RESUMEN

Objetivo: Preparar pasta de chapulín (Pch) e incorporarla al mole poblano (MP), evaluando las características fisicoquímicas y el contenido proteínico del preparado.

Diseño/metodología/aproximación: Se colectaron chapulines y se preparó Pch. Posteriormente la pasta se incluyó en la pasta de MP en los siguientes tratamientos: T0=0Ch y 100% MP, T10=10% Pch y 90% MP, T15=15% Pch y 85% MP, T20=20% Pch y 80% MP, T25=25% Pch y 75% MP y T30=30% Pch y 70% MP. A los tratamientos se le realizó los análisis fisicoquímicos y contenido de proteína.

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 6, junio. 2020. pp: 77-83.

Recibido: noviembre, 2019. **Aceptado:** mayo, 2020.

Hallazgos/conclusión: Los tratamientos T0 y T10 tuvieron la mayor L*. La variable ΔE fue más claro para T0 y fue diferente entre todos los demás tratamientos. El índice de saturación C* descendió entre los tratamientos. El contenido de proteína incrementó con la inclusión de la Pch. No hubo diferencias entre los tratamientos en el pH y la actividad de agua. Se concluye que la Pch se puede incorporar al MP para mejorar su valor nutricional y no existe un cambio drástico en las variables fisicoquímicas de los tratamientos evaluados.

Palabras clave: mole, chapulines, proteína, análisis fisicoquímico.

INTRODUCCIÓN

El mole es un platillo característico de la cultura mexicana con gran historia, comienza en la Nueva España y continúa con la época de la colonia, hasta llegar al tiempo actual, con transformaciones y adaptaciones que se rigen por la región y la forma de cocinar (Soco, 2017). La población rural busca alternativas para poder complementar su dieta, una de las opciones es consumir quelites o insectos comestibles como es el caso de escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr), jumiles (*Euchistus taxcoensis*, *Atizies taxcoensis*, *Edesa* sp.), gusano del nopal (*Metamasius spinolae*), gusano elotero (*Heliothis zea*), hormigas y chapulines (*Sphenarium* sp.) por mencionar algunos, ya que se ha descubierto que tienen alto valor nutritivo por la cantidad de proteína (Ambrosio-Arzate et al., 2010). Esta práctica se lleva a cabo desde tiempos prehispánicos y hasta el día de hoy es parte de una amplia gastronomía como parte de las costumbres y cultura que caracteriza nuestro país (Ramos-Elorduy et al., 1998).

En el caso de los chapulines (*Sphenarium purpuranscen*) (Figura 1), se considera una de las plagas devastadoras en el centro y sur de México. Los estados de Puebla, Tlaxcala, Oaxaca, Hidalgo, México, Querétaro, Michoacán y Guanajuato aportan aproximadamente 350 mil toneladas de chapulines en la temporada de reproducción (Sandoval y Pérez, 2006; Aragón-García et al., 2018). Principalmente, los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.) y frijol (*Phaseolus* sp.) son infestados por esta especie endémica. Se calcula que, si se cosecha 4 t ha^{-1} , con la infestación de chapulines, solo se obtiene una. Para la industrialización y comercialización formal del chapulín, debe convertirse en un producto inocuo, libre de contaminantes, bacterias entéricas y otros componentes que serían dañinos para la salud de las personas. En México la industria de insectos comestibles radica en la informalidad y falta de inocuidad (Ramos et al., 2006). Sin embargo, el uso de insectos en la alimentación humana permite promover la sustentabilidad y seguridad ali-

mentaria, dando un valor agregado a productos alimenticios con bajo contenido de proteína (Ambrosio-Arzate et al., 2010).

El mole es un concepto emblemático de la cocina nacional mexicana, una delicia gastronómica y un platillo festivo, con raíz prehispánica junto al mestizaje cultural. "Mole" significa en la voz nahua mulli y en verbo castellano moler. Las diferentes regiones del país cuentan con gran variedad de moles que se tienen o se han tenido con el paso de siglos, con el toque particular de cada pueblo, además ha recibido varios nombres como el totolmole, el clemole, el ayomole, el chilmole y el huaxmole que surgieron durante el virreinato (Barros y Monteagudo, 2004), algunos de ellos aún conservan sus nombres en algunos pueblos indígenas. Todos coinciden en moler, ya que el mulli se preparaba moliendo ingredientes. A los moles actuales se les ha sumado chiles (*Capsicum* sp.), jitomates (*Solanum lycopersicum*), maíz y otros elementos nativos, así como manteca de cerdo, especias orientales y el trigo (*Triticum aestivum* L.), más tarde apareció el chocolate y azúcar en la composición del mole, sumándole el guajolote (*Meleagris gallopavo*) ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) en recetas coloniales (Barros y Monteagudo, 2004). Los ingredientes que se utilizan en el mole le brindan un olor, color y textura característico que son importantes para evaluar la



Figura 1. Chapulín (*Sphenarium purpuranscen* Charpentier).

calidad del producto, así los tipos de presentación del mole se clasifican en polvo granulado o comprimido, pasta o líquido, así como la definición de este y las especificaciones que deben satisfacer los moles y sus variantes para el consumo humano se encuentran en la norma NMX-F-422-1982. A su vez esta es complementada con otras que mencionan métodos para determinar los valores de las especificaciones que debe cumplir como la norma NMX-F-068-S-1980 y que marca el método para determinar el valor de proteína en alimentos. Al ser un platillo elaborado que puede llevar hasta 70 ingredientes y es un alimento completo en fuente de antioxidantes, vitamina A, C, grasas vegetales, fibra, hierro, potasio, entre otros. Este platillo en presentación comercial es un producto que no cuenta con grandes cantidades de proteína (PRO-FECO, 2013). El propósito del presente estudio fue mejorar el valor proteínico del mole poblano con el aporte de pasta de chapulín milpero (*Sphenarium purpuranscen*) a cinco cantidades de inclusión evaluando las características fisicoquímicas de las pastas preparadas.



Figura 2. Ingredientes del mole poblano.

el fin de lograr que expulsaran los restos de desechos que contenían, posteriormente se limpiaron con agua para eliminar residuos, algunas hojas y otros insectos. Se dejaron escurrir hasta que eliminaran el exceso de agua, se procedió a secarlos en charolas de horno y luego se metieron a la estufa por 8 h a 50 °C. Al terminar el tiempo de secado, se almacenaron en bolsas de papel y se molieron con un molino eléctrico para obtener la pasta de chapulín (Pch) (Aragón-García et al., 2018). Luego se conservaron en congelación para mantenerse en buen estado, mientras se elaboraba la pasta de mole poblano (MP).

El mole se elaboró con la receta del "mole poblano" que se encuentra en El Museo Frida Khalo, "Recuerdos y recetas" (Rivera-Marín, 2005) (Figura 2). La receta se repitió dos veces, una con las cantidades de ingredientes que dice la receta y la última repetición se hizo con la mitad de cada ingrediente que la primera, esto para obtener suficiente mole para que se le sumará la pasta de chapulín a

diferentes porcentajes y distribuir los diferentes tratamientos.

Se plantearon seis tratamientos, Cuadro 1. A todos los tratamientos se le realizaron las mismas pruebas fisicoquímicas.

Análisis de Laboratorio

Fisicoquímico

Color. El color de las muestras de MP se determinó con un Colorímetro Konica Minolta CR-400/410. (Determinación de color Figura 3). El equipo se calibró previamente. Luego el colorímetro se colocó encima de la muestra y se registraron los datos que marcó la pantalla ante cada disparo de acción del equipo. Los datos registrados fueron las coordenadas a^* , b^* , L^* con el sistema CIE XYZ, CIE $L^*a^*b^*$ y CIE $L^*C^*h^*$. Las coordenadas a^* , indica la colorimetría del eje verde al rojo; b^* , la colorimetría del eje azul al amarillo y L^* , la Luminosidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los chapulines se recolectaron en Hidalgo, uno de los estados más afectados por esta plaga, ya que las condiciones del ambiente son idóneas para su desarrollo, pero su población llega a ser un problema en las parcelas, por lo cual se usan diferentes tipos de métodos para su control. La recolecta se realizó entre las 4:00 am y 5:00 am, fueron capturados con ayuda de redes al caminar dentro y en las orillas de las parcelas para atraparlos (Aragón-García et al., 2018). Una vez recolectados se trasladaron a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma en el Estado de México, donde se continuó con la investigación y análisis.

Los chapulines fueron almacenados en bolsas plásticas sin proporcionarles comida ni agua, con

Cuadro 1. Tratamientos con sus respectivos porcentajes de pasta de chapulín (Pch) y pasta de mole poblano (MP).

Tratamiento	Pch (%)	MP (%)
T0 - Testigo	0	100
T10	10	90
T15	15	85
T20	20	80
T25	25	75
T30	30	70

Las variables cromáticas a^* y b^* se utilizaron para determinar las variables de Saturación (C^*) y Tonalidad (h^*). Los índices de saturación (C^*) y ángulo de tonalidad (h^*) se calcularon con las ecuaciones siguientes: $C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{0.5}$ y el índice $h^*=180^\circ \pi.\tan^{-1}(b^*/a^*)$ (Cornejo *et al.*, 2012; Mathias-Rettig y Ah-Hen, 2014).

Las diferencias de color entre la muestra de mole testigo y los demás tratamientos se analizaron con las diferencias en las coordenadas absolutas, conocida como Delta (Δ). Delta E (ΔE^*), siempre es positiva y su cálculo se realizó con la fórmula siguiente:

$$\Delta E^*=\{(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2\}^{0.5}$$

pH. Se tomó una muestra de mole (10 g) y se le adicionó agua destilada (50 mL). Luego se colocó en una parrilla eléctrica y con un agitador magnético se preparó una mezcla homogénea y se introdujo directamente el electrodo del potenciómetro digital portátil (Sánchez-Hernández *et al.*, 2017). Otra prueba paralela fue introducir el mismo electrodo del potenciómetro directamente a la pasta de mole, por lo que no se obtuvo diferencia en los valores y se continuó como esta última prueba para todos los tratamientos.

Actividad de agua. Se tomaron aproximadamente 3 g de muestra y se introdujeron en el medidor de actividad de agua, modelo HBD5 MS2100 Wa. Luego se esperó el tiempo de 10 a 20 min para registrar los datos marcados en la pantalla (Sánchez-Hernández *et al.*, 2017).

Químico

Proteína. Se realizó con el método Kjeldahl de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NMX-F-068-S-1980. Se pesó 0.1 g de muestra en papel no contaminado con nitrógeno, depositándose en el tubo de digestión Kjeldahl. Posteriormente, se adicionó 5 mL de ácido sulfúrico concentrado y se realizó la digestión en el bloque digestor. El tubo se enfrió a temperatura ambiente y se adicionaron 10 mL de agua y 25 mL de NaOH en la unidad de destilación. La solución se transfirió a un frasco de 50 mL, conteniendo 25 mL de ácido bórico (4% p/v) y se realizó la titulación con ácido clorhídrico 0.1N, cuantificando la cantidad de N y calculando la cantidad de proteína con el factor de 6.25.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron con Análisis de Varianza univariado. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey a una significancia de 0.05%. Se utilizó el programa estadístico SPSS Ver. 21 (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 muestra los valores de color registrados. Los tratamientos que tuvieron la mayor L^* fueron el T0 y T10 ($P>0.05$), posteriormente fue decreciendo ($P<0.05$) entre los tratamientos T25 y T30 disminuyeron alrededor de 5.6 unidades ($P<0.05$) con respecto a T0. Un comportamiento similar se observó en ΔE , el color más claro fue el T0 y fue diferente ($P<0.05$) entre todos los demás tratamientos. El índice de saturación C^* mostró descenso



Figura 3. Determinación del color en muestra de mole poblano.

Cuadro 2. Valores promedios de las variables de color en las diferentes cantidades de inclusión de la pasta de chapulín (Pch) (*Sphenarium purpuranscen*) en el mole poblano.

Tratamiento	Pch,%	L^*	ΔE	C^*	h^*
T0	0	32.30±1.11 ^a	37.75±1.01 ^a	19.54±0.90 ^a	40.69±1.11 ^a
T10	10	30.34±1.02 ^a	34.03±1.01 ^b	15.40±0.89 ^b	42.31±1.09 ^{ab}
T15	15	27.70±0.08 ^b	31.19±0.91 ^c	14.33±0.88 ^{bc}	41.96±1.12 ^{ab}
T20	20	27.70±0.09 ^b	30.89±0.89 ^c	13.50±0.91 ^{cd}	42.62±1.03 ^{bc}
T25	25	26.22±0.89 ^{bc}	29.17±0.97 ^{cd}	12.80±0.90 ^{de}	43.11±1.12 ^c
T30	30	25.30±0.88 ^c	27.41±0.96 ^d	10.53±0.88 ^e	43.61±1.09 ^c

± desviación estándar. L^* =luminosidad, ΔE =diferencias de color, C^* =saturación, h^* =tonalidad. ^{a-d}Letras diferentes muestran diferencia significativa, $P<0.05$.

($P < 0.05$) entre tratamientos, y T0 fue diferente con todos los demás tratamientos ($P < 0.05$), dándose la disminución de 7.9 unidades entre T0 y el promedio de T25 y T30. Para h^* no hubo diferencias entre T0, T10 y T15 ($P > 0.05$); el promedio de T25 y T30 incrementó 2.7 unidades ($P < 0.05$) con respecto a T0.

La Figura 4 muestra el valor visual de las muestras. La intensidad cualitativa del color disminuyó cuando se incluyó la mayor cantidad de chapulín al mole.

El Cuadro 3 muestra las cantidades de proteína, los valores de pH y Aw en los tratamientos. El contenido promedio de la Pch fue de 60.03% y la MP de 3.94%. Como era de esperarse las cantidades de proteína incrementaron ($P < 0.05$) debido al porcentaje de inclusión de la Pch. El valor mínimo fue de 3.9 y el máximo de 20.7% de proteína con la inclusión de 30% de la Pch. Los valores de pH y Aw no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

El color es la percepción de un objeto que refleja la luz e integra la imagen al cerebro (Wyszecki y Stiles, 2000). En la ciencia de los alimentos, el color es una variable en la cual se realizan las clasificaciones de los productos y se miden otros parámetros asociados, tales como la actividad y capacidad de retención de agua, oxidación y degradación de los productos (Delmoro et al., 2010). En el caso de la apreciación visual del MP, se notó la diferencia entre el T0 y el de mayor contenido de Pch, T30. Pero en las muestras intermedias, quizás se tenga una

Cuadro 3. Promedios de las variables de proteína, pH y actividad de agua (Aw) en las diferentes cantidades de inclusión de la pasta de chapulín (Pch) (*Sphenarium purpuranscen*) en el mole poblano.

Tratamiento	Pch, %	Proteína	pH	Aw
T0	0	3.94±0.01 ^a	4.3±0.05 ^a	0.93±0.02 ^a
T10	10	9.50±0.03 ^b	4.8±0.18 ^a	0.93±0.02 ^a
T15	15	12.32±0.05 ^{bc}	4.6±0.08 ^a	0.94±0.01 ^a
T20	20	15.14±0.05 ^c	4.8±0.05 ^a	0.93±0.03 ^a
T25	25	17.96±0.06 ^{cd}	4.7±0.11 ^a	0.93±0.02 ^a
T30	30	20.70±0.09 ^d	4.6±0.05 ^a	0.93±0.01 ^a

± desviación estándar. pH=potencial de iones hidrogeno, Aw=actividad de agua. ^{a-d}Letras diferentes muestran diferencia significativa, $P < 0.05$.

percepción subjetiva, y varias personas observan o no diferencias entre éstas; por lo tanto, la expresión verbal del color es difícil.

El método estándar para representar el color a través del colorímetro muestra las diferencias de los colores entre los tratamientos del mole poblano (MP) con la inclusión de la pasta de chapulín. Los resultados fisicoquímicos confirman el grado de color, en este caso los valores obtenidos se ubican en la escala que va de rojo y tiende a combinarse con amarillo (Padrón-Pereira et al., 2012). El MP no tiene un estándar de color definido que influya en los consumidores, la aceptación de un color muy oscuro pudiera causar algo de rechazo, aunque debemos de considerar que el valor sensorial es más importante y este define su aceptación o rechazo; en esta investigación no se llegó a realizar el análisis sensorial.

En referencia a la proteína, la Pch se cataloga como un alimento proteínico con buena aceptación. Lo sugerido en los consumos de alimentos para la población humana es variar las dietas, el chapulín puede recomendarse únicamente en 25 g persona día⁻¹. Además del aporte

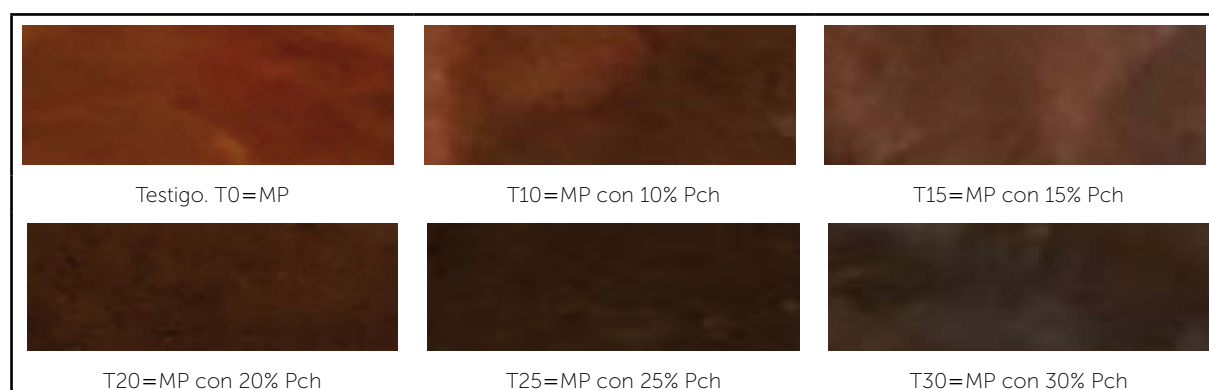


Figura 4. Análisis visual de las muestras de mole poblano (MP) con pasta de chapulín (Pch) (*Sphenarium purpuranscen*).



de proteína, la Pch también contiene vitaminas como las del grupo B, y minerales (Ramos-Elorduy *et al.*, 1998). La proteína determinada en el MP es aportada por los chiles y algunos condimentos con los que se prepara. El MP envasado y comercial indica un contenido de proteína desde 3.98 (Fatsecret, 2020) hasta el 7% (Doña María, 2020). Otros datos en mole negro de Oaxaca, México, indican contenidos de proteína desde 3.6 hasta 4.8% (Sánchez-Hernández *et al.*, 2017).

En referencia al pH obtenido en los diferentes tratamientos se obtuvo el rango de 4.3 a 4.8, coincidiendo con otros estudios publicados (Gutiérrez-Peña *et al.*, 2018; Sánchez-Hernández *et al.*, 2017). De acuerdo con Norma Mexicana el pH no debe de ser mayor de 6.5. Afortunadamente la inclusión de pasta de chapulín no alteró el pH y está dentro del catálogo que exige la norma de PROFECO (2013). Por otro lado, la Aw hace referencia al contenido de agua disponible en los alimentos y que no está unida químicamente a ningún compuesto, pero que pueden aprovechar los microorganismos, en la Aw pura el valor de 1.0 indica el 100% humedad relativa. Los valores que reporta PROFECO (2013) van desde 0.6 hasta 3.7, la amplia variación indica la falta de un control de calidad no establecido. Por lo tanto, a menor cantidad de Aw hay menor posibilidad de crecimiento microbiano. Cantidades de 0.85 Aw o menos, es difícil que algún patógeno pueda crecer. Algunas levaduras y hongos crecen con una Aw de 0.60, ejemplo, *Saccharomyces* spp. con Aw de 0.80, *Staphylococcus aureus* con actividad de agua de 0.87 y *Clostridium* spp. y *Listeria monocytogenes* con valores de actividad de agua de 0.90 (Clayton *et al.*, 2011). En este estudio se obtuvieron valores de alrededor de 0.93, lo que indica que una gran variedad de microorganismos puede crecer. Con valores de Aw mayor a 0.85 y pH menor a 4.6 las muestras de alimentos deben de mantenerse en refrigeración, como si fueran cárnicos, pero, aun así, se limita su vida útil de consumo, por lo cual deben de mantenerse a temperaturas bajas para su conservación.

CONCLUSIONES

El mole es un platillo que se distingue por su particular preparación en cada región del país y tiene una buena aceptación en el consumo. Con referencia a los chapulines, se sabe que el consumo de insectos también es aceptable por la población mexicana. Ambos son parte de la identidad cultural. La inclusión de la pasta de chapulín a la pasta de MP no alteró los valores físicoquímicos y es una alterna-

tiva para mejorar la calidad nutritiva de los alimentos en comunidades rurales de México.

LITERATURA CITADA

- Ambrosio-Arzate, G.A.; Nieto-Hernández, C.; Aguilar-Medel, S. y Espinoza-Ortega, A. (2010). Los insectos comestibles: un recurso para el desarrollo local en el centro de México. Paper prepared for the 116th EAAE Seminar: Spatial dynamics in agri-food systems: Implications for sustainability and consumer welfare. Parma Italy p. 1-6. https://www.researchgate.net/publication/254386616_Los_insectos_comestibles_un_recurso_para_el_desarrollo_local_en_el_centro_de_Mexico [accessed Jun 09 2020].
- Aragón-García, A.; Rodríguez-Lima, D.R.; Pino-Moreno, J.M.; Aragón-Sánchez, M.; Carlos-Ángeles, S. y García-Pérez, A. (2018). Valor nutritivo de la harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens* Charpentier) tostado o natural. *Entomología mexicana*, 5, 106–112. <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2018/BHN/BHN%20106-112.pdf>
- Barros, C. y Monteagudo J.L.C. (2004). El mole. Aportaciones prehispánicas y Construcción y evolución del mole virreinal, en *El mole en la ruta de los dioses*. 6to Congreso sobre Patrimonio Gastronómico y Turismo Cultural (Puebla 2004). Memorias. México, Patrimonio Cultural y Turismo, Cuadernos, no. 12, pp. 11, 21, 34. [en línea], disponible en:
- Clayton, K.; Bush, D. y Keener, K. (2011). *Emprendimientos alimentarios*. Purdue University. Extension. FS-16-S-W. 9-12. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FS/FS-16-S-W.pdf>
- Cornejo, F.; Chuchuca, G.; Dick, A. y Peñafiel, J. (2012). Implementación y validación de una metodología económica para la medición de color aplicada en alimentos. *Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción*, 1-8. <https://pdfs.semanticscholar.org/02f4/b79bcd642c52076a0e233d4aaca401c69b1.pdf>
- Delmoro, J.; Muñoz, D.; Nadal, V.; Clementz, A. y Pranzetti, V. (2010). El color de los alimentos: Determinación de color en mieles. *INVENIO* 13, 145-152. <https://www.redalyc.org/pdf/877/87715116010.pdf>
- Doña María. Mole comercial. (2020). <https://www.myfitnesspal.com/es/food/calories/generic-mole-do-a-maria-208501689>
- Fatsecret. Mole Poblano. Información nutricional. (2020). <https://www.fatsecret.com.mx/Diary.aspx?pa=fjrd&rid=3090&portionid=51770&portionamount=100,000>
- Gutiérrez-Peña, E.; Rendón-Sandoval, L. y Montane-Jiménez, V. (2018). Determinación de parámetros físicoquímicos y microbiológicos de un mole tipo poblano. *Revista de Simulación y Laboratorio*. 5, 1-6. https://patrimonioculturalyturismo.cultura.gob.mx/publi/Cuadernos_19_num/cuaderno12.pdf
- Mathias-Rettig, K. y Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro sur*, 42, 57-66. DOI:10.4206/agrosur.2014.v42n2-07
- Norma NMX-F-068-S-1980. (1980). <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-S-1980.PDF>
- Norma NMX-F-422-1982. (1982). <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-422-1982.PDF>
- Padrón-Pereira, C. A.; León, P.; Marié, G.; Montes Hernández, A. I. y Oropeza González, R. A. (2012). Determinación del color

- en epicarpio de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con sistema de visión computarizada durante la maduración. *Agronomía Costarricense*, 36, 97-111.
- PROFECO. (2013). Ley federal de protección al consumidor. https://www.profeco.gob.mx/juridico/pdf/Ley_fed_protec_consum.pdf
- Ramos E.J.; Pino J.M. y Conconi. M. (2006). Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Sociedad Mexicana de Entomología*. A.C 45, 291-318.
- Ramos-Elorduy, J.; Muñoz, J. y Pino, J. M. (1998). Determinación de minerales en algunos insectos comestibles de México. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 42, 18-33. [fecha de Consulta Abril de 2020]. ISSN: 1870-249X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475/47542104>
- Ramos-Elorduy, J.; Pino J.M. y Cuevas-Correa, S. (1998). Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Annales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 69(1), 65-104. [fecha de Consulta Abril de 2020]. ISSN: 0368-8720. Disponible
- Rivera-Marín, G. (2005) Las fiestas de Frida y Diego. Recuerdos y recetas. Promexa, México, p. 214.
- Sánchez-Hernández, C., Sánchez-Hernández M.A., González-Montiel, L., Vicente-Pinacho, A.J. (2017). Capítulo 15. Propiedades fisicoquímicas del mole negro de Oaxaca. *Educando en la transversalidad para un conocimiento multidisciplinario*. Ed. Universidad del Papaloapan. 206 p.
- Sandoval B. H. N. y Pérez H. R. (2006). Industrialización del chapulín y productos derivados. *La tecnología mexicana al servicio de la industria*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Primera edición 2007. México. 177 p.
- Soco, M. (2017). El mole un platillo tradicional lleno de historia. <https://www.directopaladar.com.mx/ingredientes-y-alimentos/el-mole-un-platillo-tradicional-lleno-de-historia>
- SPSS, Ver.21. (2012) IBM-CORPORATION, SPSS Statistics 21. IBM Corporation, Armonk, NY: IBM, 2012.
- Wyszecki, G. Stiles W.S. (2000). *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*, 2nd Edition. Wiley Series in Pure and Applied Optics. 968 p.

