

## Evaluación Físicoquímica de la calidad en salsas de tomate (Cátsup).

Ramírez-Rosas, J., Gómez-Salazar, JA., Abraham-Juárez, Ma. del R., Cerón-García, A\*

Universidad de Guanajuato, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca. Departamento de Alimentos. Km.9 Carretera Irapuato-Silao, Ex Hacienda El Copal, C.P. 36500, Irapuato, Gto. México. \* [abel.ceron@ugto.mx](mailto:abel.ceron@ugto.mx).

### RESUMEN:

El presente trabajo realizó un análisis físicoquímico y colorimétrico en salsas de tomate cátsup y salsas de tomate tipo cátsup con el fin de asegurar que ambos tipos de muestras comerciales contengan las características de calidad y composición que se espera de ellas. Se analizaron un total de seis muestras, tres salsas de tomate cátsup y tres salsas de tomate tipo cátsup. Según sea la denominación, implicará que la concentración de sólidos y en general, la calidad para cada uno de los productos sea. Respecto a las características físico químicas las muestras variaron de forma significativa ( $p < 0.05$ ) el pH y la acidez titulable. Del total de las muestras el 33.3%, no cumplieron con el contenido mínimo sólidos requeridos por la normatividad vigente. Para evadir estas legislaciones, se sabe que se les añade a su formulación colorantes o espesantes para corregir o solventar defectos de consistencia y percepción. Por lo anterior, en las determinaciones colorimétricas, las muestras presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) respecto a su escala cromática de saturación ( $C^*$ ) y ángulo de matiz (h) en ambos espacios de color abordados en esta investigación. El presente estudio midió y comparó por métodos instrumentales la calidad que presentó cada una de las muestras..

### ABSTRACT:

The present work carried out a physicochemical and colorimetric analysis in ketchup tomato sauces and ketchup tomato sauces in order to ensure that both types of commercial samples contain the characteristics of quality and composition expected of them. A total of six samples, three ketchup tomato sauces and three ketchup tomato sauces were analyzed. Depending on the denomination, it will imply that the concentration of solids and, in general, the quality for each of the products is. Regarding the physical and chemical characteristics, the samples varied significantly ( $p < 0.05$ ) at their pH and titratable acidity. Of the total of the samples, 33.3% did not comply with the minimum solid content required by the current regulations. To evade these legislations, it's know that dyes or thickeners were added to their formulation to correct or solve defects of consistency and perception, therefore, in the colorimetric determinations, the samples presented significant differences ( $p < 0.05$ ) with respect to their chromatic saturation scale ( $C^*$ ) and hue angle (h) in both color spaces addressed in this investigation. The present study measured and compared by instrumental methods the quality presented by each of the samples..

### Palabras clave:

Análisis, Colorimetría, Cátsup, Calidad, Legislación, Color

### Keywords:

Analysis, Colorimetry, Ketchup, Quality, Legislation, Color

Área: Frutas y hortalizas.

## INTRODUCCIÓN

Los análisis de las propiedades físicoquímicas y colorimétricas en los alimentos son de los aspectos principales en el aseguramiento de su calidad. La salsa de tomate cátsup cuyo sabor agridulce, es altamente consumida en la cocina americana y por supuesto la mexicana, es producida a partir de tomates maduros (Zapata *et al.*, 2007). De acuerdo a la Norma Mexicana NMX-F-346-S-1980, establece que la cátsup es un producto elaborado a partir de jugo y pulpa de tomate, adicionado de condimentos y vinagre, y que puede contener, como máximo 24% de azúcar y 4% de sal, los sólidos totales provenientes exclusivamente del tomate deben estar presentes en una proporción no menor al 12%; quedando prohibido el uso de espesantes, colorantes y/o conservadores.

La primera aparición de la salsa cátsup se remonta al año 544 D.C. Esta salsa adquirió fama entre los pescadores del sur de China bajo el nombre de “salsa de pescado”, era utilizada como conservante de sus alimentos y permitía darle una preparación deliciosa a los platillos hechos de carne o pescado En su dialecto chino: “kôe-chiap”. Kôe,

significa pescado; chiap significa salmuera. Así es como por primera vez el nombre kôe-chiap, que se pronuncia ke-chiap o ke-tchup, el más antiguo antecesor de la cátsup que conocemos (Herdez, 2018).

Ya que los principales atributos de calidad en los alimentos son: color, textura y sabor (flavor). Los dos primeros constituyen normalmente las bases de aceptación o rechazo por parte de los consumidores (Zapata, *et al.*, 2007). De esta manera, la importancia del control colorimétrico en alimentos se debe, entre otros, al uso del color como índice de valor económico. Por ejemplo, la madurez óptima de los tomates está asociada con el desarrollo óptimo del color y del sabor. De este modo, puesto que es más fácil medir el color que el sabor, se utiliza el color como medida de este valor (Campos *et al.*, 1997). Por todo lo anterior, el presente análisis se basó en la estimación y comparación de calidad de las salsas de tomate cátsup y salsa de tomate tipo cátsup, verificando así el cumplimiento de los parámetros exigidos por las instancias reguladoras aplicables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

Este estudio considero para el análisis de atributos de calidad en salsas de tomate comerciales seis muestras adquiridas en un centro comercial de la Cd. de Irapuato, Gto. Del total de muestras, tres correspondían a muestras de salsa cátsup (denominadas como C1, C2 y C3), el resto correspondió a salsas tipo cátsup (identificadas como T1, T2 y T3). Independientemente de la denominación, se buscó incluir en cada grupo, muestras de precio bajo, medio y alto. El estudio fue realizado con materiales de laboratorio, equipamiento y reactivos químicos provistos por el laboratorio de Propiedades Físicas de los Alimentos y Laboratorio de Compuestos Bioactivos, ambos de la DICIVA.

### Métodos

#### Preparación de las muestras

Todas las determinaciones se llevaron a cabo a temperatura ambiente y luz tenue. Dependiendo de la determinación realizada, las diferentes muestras fueron diluidas en agua (1:10, v/v).

#### Características fisicoquímicas

Con la finalidad de determinar la calidad de las muestras seleccionadas, se evaluaron las siguientes características fisicoquímicas:

- a) La  $a_w$  correspondiente para cada una de las muestras de salsa de tomate, se determinó en un termohigrómetro digital (AquaLab, modelo CX2, USA) previamente calibrado con agua destilada. Las diferentes muestras (una gota) fueron colocadas en la cápsula de medición y se determinó el valor de  $a_w$  por triplicado (Horwitz, 1982).
- b) Se determinó el potencial de hidrógeno [H+] correspondiente a cada una de las diferentes muestras de salsa de tomate. La determinación se realizó en alicuotas de 10 ml de producto diluido (1:10) y por medio de un potenciómetro (Hanna) previamente calibrado, siguiendo el procedimiento de la NMX-F-102-S-1978. “Determinación de la acidez titulable en Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas”, así como el procedimiento 918.12 de la AOAC (1997).
- c) Por medio de un refractómetro digital (Hanna, USA), previamente calibrado con agua destilada, se evaluó el contenido de sólidos solubles totales presentes en cada una de las muestras, siguiendo la metodología establecida por la NMX-F-103-1982. “Alimentos. Frutas y derivados. Determinación de grados Brix”, así como el método oficial 932.14 AOAC (1997).
- d) De acuerdo a la NMX-F-102-S-1978. “Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas”, se determinó la acidez titulable a partir de 10 ml de cada una de las muestras diluidas, usando una solución de NaOH 0.1N. Los resultados fueron calculados por la siguiente fórmula y expresados en porcentaje de ácido acético como establece la norma antes mencionada.

#### Pruebas colorimétricas

a) Determinación del color: Para cada una de las muestras de salsa de tomate, se determinó el color usando el espacio de color CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) mediante el colorímetro ColorFlex EZ (HunterLab, USA) previamente calibrado con los respectivos estándares de calibración. Las condiciones en las que se llevó a cabo la medición de color fueron en el modo absoluto por medio de un iluminante D65 y un ángulo de observador de  $10^\circ$ , las muestras (20 ml) fueron vaciadas en una cápsula de vidrio y se obstruyó cualquier posible entrada de luz (Pathare *et al.*, 2013); cada determinación se realizó por quintuplicado.

b) Determinación del espectro de reflectancia: Para estimar de manera global el color presentado en cada una de las muestras analizadas, fue necesario evaluar el espectro de reflectancia de cada muestra, dentro del rango del espectro electromagnético correspondiente a la luz visible (400 a 700 nm), mediante el uso del colorímetro ColorFlex EZ (HunterLab, USA). Las condiciones en las que se llevó a cabo la medición de color fueron en modo de reflectancia absoluta por medio de un iluminante D65 y un ángulo de observador de  $10^\circ$ , las muestras (20 ml) fueron vaciadas en una cápsula de vidrio y colocadas las respectivas trampas de luz tomándose tres lecturas por cada muestra para esta determinación.

### Análisis estadísticos de datos.

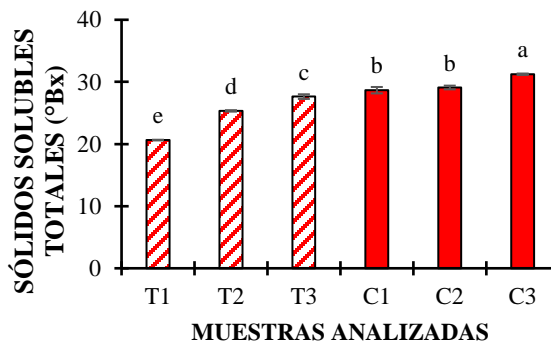
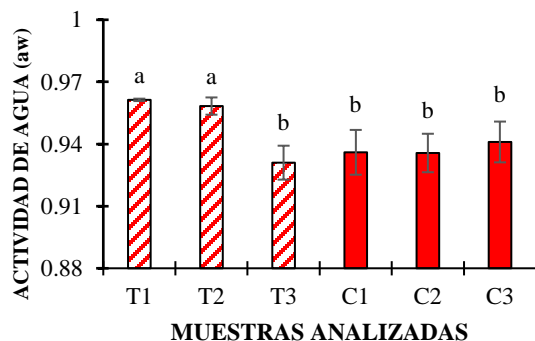
Cada una de las muestras analizadas fue evaluada por triplicado (excepto el color en la escala CIELAB). Posteriormente, los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza ( $p < 0.05$ ), usando el software estadístico Statgraphics Centurion XV (StatPoint Inc, USA). Adicionalmente, se realizó una prueba de comparación de medias para el establecimiento de diferencias significativas entre las diferentes muestras evaluadas, todo mediante una prueba LSD ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Parámetros fisicoquímicos

#### Actividad de agua ( $a_w$ ):

La  $a_w$  o agua libre disponible es capaz de propiciar la estabilidad y la vida útil de un producto Badui (2006), por ello es indispensable su determinación. Dentro de esta investigación (Figura 1), la muestra que presentó la menor  $a_w$  fue la muestra T3 ( $0.931 \pm 0.008$ ), que corresponde a un producto tipo cátsup, mientras que las muestras de salsa cátsup analizadas en este estudio no presentaron diferencia significativa con respecto a esta muestra T3 ( $p > 0.05$ ). Por otro lado, dos de las tres muestras de salsa de tomate tipo cátsup (T1 y T2) presentaron niveles de  $a_w$  mayores respecto al resto de las muestras analizadas ( $0.961 \pm 0.0005$  y  $0.958 \pm 0.004$ , respectivamente). Por lo tanto, si para estas muestras, si estas no poseen un conservador dentro de su formulación, su elevada  $a_w$  favorecerá el crecimiento y proliferación de microorganismos y en consecuencia, una mayor probabilidad de un rápido deterioro del producto.



**Figura 1.** Actividad de agua ( $a_w$ ) presentes en diferentes muestras de salsa de tomate tipo cátsup

**Figura 2.** Determinación de sólidos solubles contenida en productos comerciales en salsa de

(T1, T2 y T3) y salsas de tomate cátsup (C1, C2 y C3) comerciales. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

tomate tipo cátsup (T1, T2 y T3) y salsas de tomate cátsup (C1, C2 y C3) comerciales. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

### **Sólidos solubles totales:**

De acuerdo a la NMX-F-S- 346-1980, “Salsa de tomate cátsup. Cátsup (tomato sauce)”, las salsas de tomate cátsup deben superar el 27% de sólidos solubles totales. Dentro de las seis muestras analizadas, el grupo de salsas de tomate cátsup (C1, C2 y C3) se encuentra dentro de los lineamientos establecidos por la norma antes mencionada, al superar el % mínimo de la cantidad de sólidos solubles totales (Figura 2).

Cabe señalar que, Ishida y Chapmanel (2004) obtuvieron valores porcentuales de contenido de sólidos totales (29.31 a 38.06%) en salsas de tomate, las cuales son similares a las reportadas en la presente investigación. El valor más alto de porcentaje de contenido de sólidos totales respecto a las salsas de tomate cátsup fue de  $31.23 \pm 0.11\%$  para la muestra C3, y el valor menor se reportó  $28.66 \pm 0.51\%$  de la muestra C1. Así mismo, para las muestras de salsa de tomate tipo cátsup, las muestras T1 y T2 ( $20.63 \pm 0.05$  y  $25.33 \pm 0.11\%$ , respectivamente) a diferencia de las salsas de tomate cátsup, reportaron valores por debajo del % mínimo establecido en la norma. La muestra T1 presentó el menor porcentaje de sólidos solubles para esta determinación ( $20.63 \pm 0.05\%$ ), situación que pone en evidencia la baja proporción de concentrado de tomate utilizado para la elaboración de este producto comercial. Lo anterior permite aseverar que entre diferentes muestras de salsa de tomate tipo cátsup y aquellas que son consideradas como salsa cátsup, el contenido de sólidos solubles totales en un indicador que permite diferenciar estas.

Por lo tanto, existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el grupo de salsas de tomate tipo cátsup. Destaca la salsa tipo cátsup T3 ( $27.63 \pm 0.37\%$ ), la cual cumple con el % mínimo requerido por la normatividad aplicable, mientras que en el caso de las muestras del grupo de salsa de tomate cátsup C3, presenta el contenido más alto del % de sólidos solubles totales sobrepasando el porcentaje mínimo requerido de sólidos totales de la norma NMX-F-S-346-1980, Salsa de tomate cátsup. Cátsup (tomato sauce), y haciéndola diferente dentro de su grupo, por lo que dicha muestra se caracteriza como la muestra que posee mayor cantidad de concentrado de tomate empleado para su elaboración, un dato coherente respecto a su precio, puesto que T1 es dos veces menor en costo que C3 (Reporte El consumidor, 2016).

### **Estimación del valor de pH:**

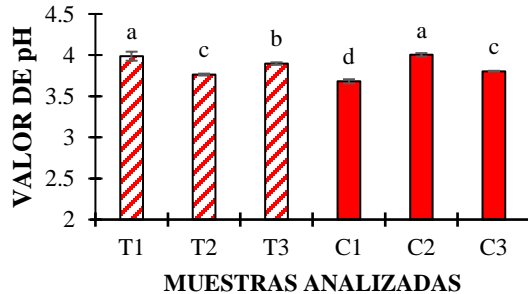
El pH es la medida de acidez o alcalinidad de un alimento, un factor determinante para controlar el crecimiento bacteriano (Chavarrías, 2013). La norma NMX-F-S-346-1980 establece un valor de 4.3 como valor máximo de pH en productos a base de tomate, cifra que se mantiene en cada una de las muestras analizadas (Figura 3).

En general, las diferentes muestras analizadas presentan un valor de pH ácido, característica particular de este tipo de productos, presentando diferencias en cuanto al valor de pH entre los grupos de muestras analizados. Para ambos grupos (salsa de tomate tipo cátsup y salsa de tomate cátsup) existen diferencias significativas dentro de ellas ( $p < 0.05$ ), sin embargo alcanza a contemplarse que entre ambos grupos de producto analizado existen similitudes, tal es el caso de T1 ( $3.98 \pm 0.05$ ) que es una salsa de tomate tipo cátsup, la cual tiene un comportamiento similar al de C2 ( $4.00 \pm 0.005$ ) que es una salsa de tomate cátsup, situación que se repite en las muestras T2 y C3 (Figura 3;  $3.763 \pm 0.011$  y  $3.803 \pm 0.005\%$ , respectivamente). Sin embargo, T3 y C1 son muestras completamente diferentes al resto de las muestras analizadas.

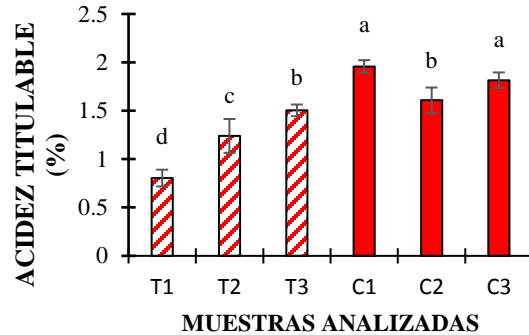
La muestra C1 ( $3.68 \pm 0.02$ ) contiene el valor más bajo contrario a todas las muestras de este tipo ( $p < 0.05$ ), cabe destacar que se trata entonces de un alimento moderadamente ácido y de sabor agrio (EUFIC, 2018), es decir que en este producto la acción conservadora es mayor y, en consecuencia, tiene un bajo riesgo de contaminación por bacterias patógenas (Chavarrías, 2013), contrario a las muestras T1 y C2 ( $3.98 \pm 0.05$  y  $4.00 \pm 0.02$ , respectivamente), que si no poseen un conservador adecuado para su formulación, resultan ser alimentos propensos a la proliferación de bacterias, y por lo tanto, ser un producto de baja calidad.

### **Acidez titulable (%):**

En un alimento, el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres, es decir, el grado en el que un producto o sustancia es ácida (Sandoval, 2009). La acidez en salsa cátsup ha de superar el 0.9% (Alimentación Sana, 2018) sin exceder de un máximo de 2.5% en base al ácido acético, tal como lo establece la norma NMX-F-S-346-1980, “salsa de tomate cátsup; Cátsup (tomato sauce)”. De las seis muestras analizadas, cinco de ellas cumplen ( $p < 0.05$ ) con este requisito normativo (Figura 4), excepto la muestra T1, que está por debajo de este nivel.



**Figura 3.** Concentración de hidrógeno [H<sup>+</sup>] presente en las diferentes salsas de tomate tipo cátsup (T1, T2 y T3) y salsas de tomate cátsup (C1, C2 y C3) comerciales. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).



**Figura 4.** Nivel de acidez titulable (%) en muestras de salsas de tomate tipo cátsup (T1, T2 y T3) y salsas de tomate cátsup (C1, C2 y C3) comerciales. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

En este sentido, las muestras C1 y C3 (salsa cátsup), presentaron los niveles de acidez mayores ( $1.95 \pm 0.06$  y  $1.81 \pm 0.08$ , respectivamente), seguido por la muestra T3 (salsa tipo cátsup), que junto con la muestra C2, presentaron niveles de acidez entre  $1.5 \pm 0.06$  y  $1.6 \pm 0.11$  ( $p < 0.05$ ). Finalmente, dentro del grupo de las salsas de tomate tipo cátsup (T1, T2 y T3) se presentaron los valores más bajos de porcentaje de acidez titulable ( $p < 0.05$ ), evidenciando así el bajo contenido de concentrado de tomate (menor % de sólidos) empleado durante su elaboración. A su vez este tipo de grupo, si no posee un agente conservador dentro de su formulación propiciará un ambiente de propagación de crecimiento microbiano. Dado el pH registrado en las diferentes muestras, independientemente del grupo al que pertenecen, el valor de acidez reportado, reduce de manera importante el crecimiento de microorganismos y que, combinado con temperaturas de refrigeración en las cuales normalmente se conserva el producto, una vez abierto, se tendrá un producto que se conserve en buenas condiciones durante más tiempo (Chavarriás, 2013).

### PRUEBAS COLORIMÉTRICAS

**Determinación de color.** El color es una característica importante de la calidad de los alimentos que, en muchos casos, determina la elección del consumidor (Zapata *et al.*, 2007). En este estudio se utilizó un espacio de color L\*a\*b\* (CIELAB), para correlacionar los valores de cada una de las muestras y expresar los resultados en términos numéricos. Es destacable mencionar que la normatividad vigente considera la determinación colorimétrica para este tipo de productos mediante una comparación mediante escalas de color Munsell, las cuales resultan ser subjetivas dado que debe de compararse con cartas de color.

Se obtuvo que, en cuanto al valor de luminosidad (\*L) registrados en el gráfico de la Figura 5A, cada una de las muestras de los respectivos grupos presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), siendo la muestra T2 (Salsa de tomate tipo cátsup) la muestra que presentó el valor más elevado de luminosidad en esta determinación ( $24.64 \pm 0.04$ ) y contraria al resto de las muestras de este mismo tipo. Mientras que C3 ( $23.20 \pm 0.11$ ) presentó el mayor valor de luminosidad del grupo. Es decir, la muestra T2 ( $24.64 \pm 0.06$ ) respecto a C3 ( $23.20 \pm 0.11$ ) es la muestra más brillante dentro de este parámetro de color analizado. Respecto a la coordenada a\* (Figura 5B) cuyos valores se asocian al color rojo-verde las muestras tuvieron valores más altos comparados con los de luminosidad. Las muestras T1 y T2 (salsas de tomate tipo cátsup;  $28.29 \pm 0.01$  y  $28.36 \pm 0.04$ , respectivamente) tuvieron valores

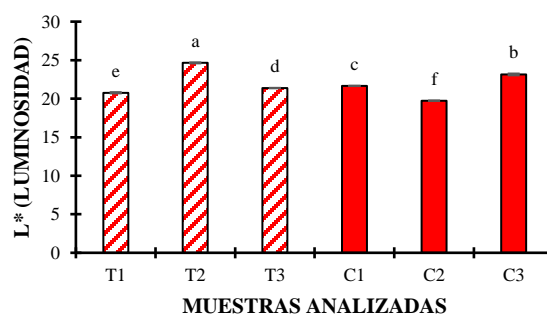
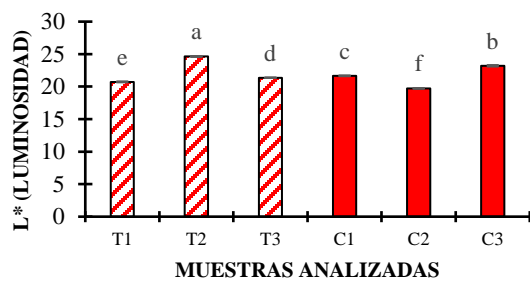
similares dentro del mismo grupo y diferente al resto de las muestras analizadas. Del grupo de salsa de tomate cátsup, presentaron valores diferentes uno de otro ( $p < 0.05$ ). Los valores más altos de la coordenada  $a^*$ , es decir, que presentaron coloraciones más rojizas, los ocuparon la muestra C3 (Salsa de tomate cátsup;  $29.64 \pm 0.23$ ) y las muestras T1 y T2 (salsas de tomate tipo cátsup;  $28.29 \pm 0.01$  y  $28.36 \pm 0.04$ , respectivamente). Sin embargo, al tener una muestra de salsa de tomate cátsup y dos muestras de salsa de tomate tipo cátsup cuyos valores son similares, esto no significa que necesariamente contengan el mayor porcentaje de licopeno (esto asociado al color rojo característico de este alimento) sino la posible adición de colorantes.

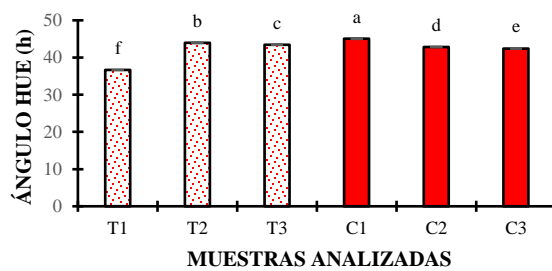
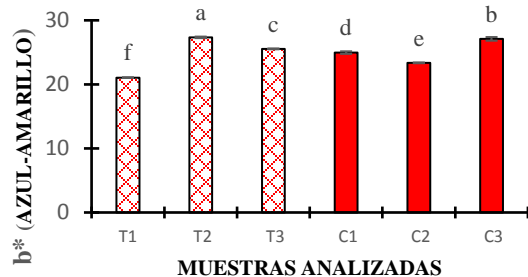
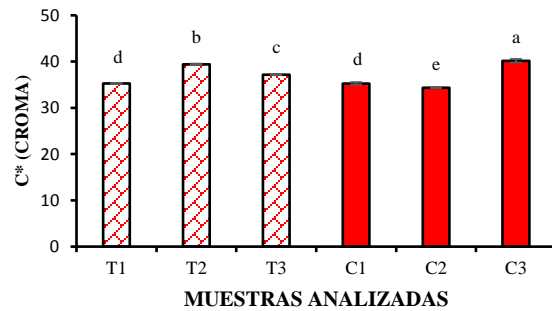
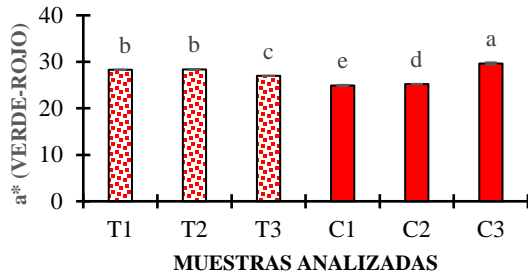
En este sentido, de acuerdo al estudio elaborado por el laboratorio de la PROFECO Revista El Consumidor, (2011), manifestó que las marcas comerciales correspondientes a las muestras T1 y T2 tienen presencia de colorante en su formulación. Así mismo, la marca comercial correspondiente a la muestra T2 en la presente investigación fue analizada años después (febrero de 2016) y coincidió de nueva cuenta la incorporación de colorantes al producto, tal como en el estudio antes citado. De acuerdo a la norma NMX-F-S-346-1980 establece que para productos como la salsa de tomate cátsup queda prohibido el uso de colorantes, situación que ambas muestras (T1 y T2) pasan por alto, contrario a las demás muestras que están sujetas a esta reglamentación. En el caso particular de las muestras de salsa cátsup, resalta la situación que al evaluar el color (escala  $a^*$ ) asociado a las notas rojas en el producto, las muestras C2 y C3, fueron las más bajas, mientras que C3 supero a estas muestras. Si esto lo relacionamos con el contenido de sólidos solubles totales para estas mismas muestras, no se presenta un comportamiento congruente, por lo que puede existir la posibilidad de que la muestra C3 contenga algún colorante añadido (a pesar de que la etiqueta no lo declara).

Para la coordenada  $b^*$  (Figura 5C), los valores de las muestras analizadas presentaron diferencias entre sus grupos y entre las muestras, todas y cada una de las muestras son diferentes ( $p < 0.05$ ). La muestra T2 (salsa de tomate tipo cátsup;  $27.10 \pm 0.11$ ) obtuvo el valor más alto de su grupo y para esta coordenada cromática ( $b^*$ ; amarillo-azulado). Mientras tanto, la muestra T1 (salsa de tomate tipo cátsup;  $21.05 \pm 0.02$ ) obtuvo el valor más bajo para esta coordenada cromática, es decir que presenta las tonalidades menos amarillas. Por lo que siendo una muestra con un valor considerable en la escala cromática  $b^*$  y menor en cuanto al valor de  $L^*$ , podría presentarse como una muestra con apariencia rojiza, lo cual concuerda con los reportes de PROFECO que indica la presencia de colorantes para la marca comercial correspondiente a la muestra T1.

### Espacio de color $L^* C^* h^*$

Para poder relacionar este trabajo y compararlos con los que Intelman *et al.*, (2005), para la identificación de los óptimos de color de la salsa de tomate comercial, fue necesario transformar los valores del espacio de color  $L^*a^*b^*$  al espacio de color  $L^*C^*h^*$ . Este espacio de color utiliza coordenadas cilíndricas en vez de usar coordenadas rectangulares, se correlaciona con la forma en que el ser humano percibe el color. En éste espacio de color,  $L^*$  indica luminosidad,  $C^*$  representa croma o saturación, y  $h^*$  es el ángulo de matiz.





**Figura 5.** Evaluación del color en el espacio CIE L\*a\*b\* en diferentes muestras de salsas de tomate tipo cátsup y salsas de tomate cátsup comerciales. A) Luminosidad, B) escala cromática a\*, y C) escala cromática b\*. Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

**Figura 6.** Evaluación del color en el espacio L\* C\* h en diferentes muestras de salsas de tomate tipo cátsup y salsas de tomate cátsup comerciales. A) Luminosidad, B) escala cromática C\*, y C) escala cromática h\*. Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

El valor de color C\* es la distancia desde el eje de luminosidad (L\*). El ángulo de matiz comienza en el eje +a\* y es expresado en grados ( $0^\circ$  es +a\*, o rojo, y  $90^\circ$  es +b, o amarillo). Utilizando el espacio L\*C\*h, los datos fueron registrados en el gráfico de la Figura 6, los valores obtenidos dentro de este estudio estuvieron por debajo (T2; Salsa de tomate tipo cátsup;  $24.64 \pm 0.04$  y el menor valor C2; salsa de tomate cátsup;  $19.72 \pm 0.01$ ) de los reportados por Intelman *et al.*, (2005). La muestra T2 ( $24.64 \pm 0.06$ ) respecto a C3 ( $23.20 \pm 0.11$ ) es la muestra más brillante dentro de este parámetro de color analizado y ambas muestras son más brillantes respecto a las reportadas por Intelman y colaboradores (2005). En el caso de las muestras de salsa de tomate cátsup, C3 ( $23.20 \pm 0.11$ ) estas presentaron el mayor valor de luminosidad del grupo. Cabe mencionar que cada una de las muestras de los respectivos grupos presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en este espacio de color.

Para la determinación del ángulo de croma C\* el valor más alto lo ocupa la muestra C3 ( $40.16 \pm 0.37$ ), y el menor la muestra C2 ( $40.37 \pm 0.01$ ), es decir, la muestra C3 respecto a la muestra C2 (ambas muestras de salsas de tomate cátsup) se encuentra más lejos del centro del espacio de color y corrobora la determinación de la coordenada a\* al mantener el valor más alto en ambos espacios de color, los datos correspondientes para cada muestra son superiores a los reportados por Intelman *et al.*, (2005), (valor más alto;  $30.18 \pm 0.14$ , valor más bajo;  $18.7 \pm 0.11$ ). Lo anterior puede sugerir que las muestras utilizadas en este estudio poseen croma o saturación mayor, presentando mejor aspecto a las antes citadas.

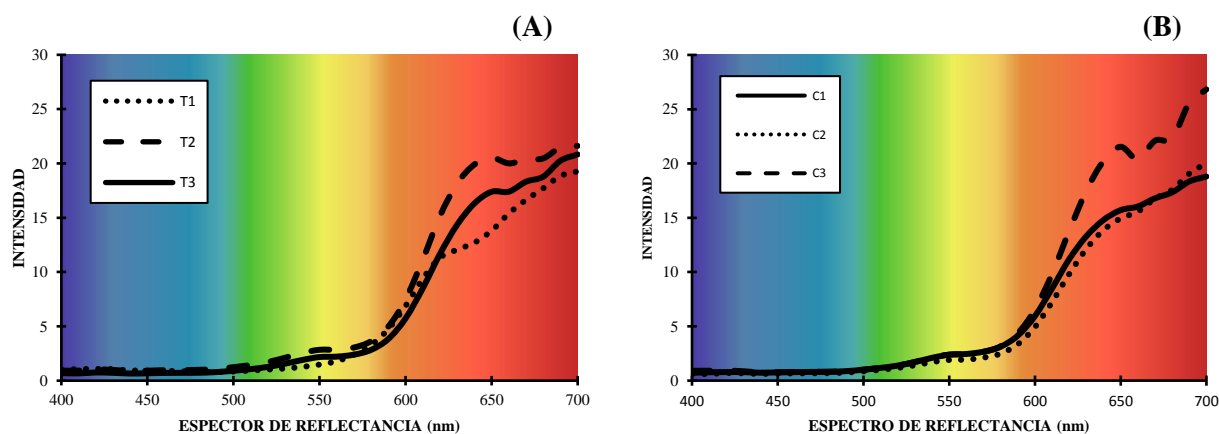
En el ángulo Hue (h) la muestra C1 ( $45.06 \pm 0.13$ ) presenta el valor más alto de matiz dentro de las coordenadas cilíndricas utilizadas para este espacio de color, es decir, sus coordenadas sobresalieron diferenciada al resto de las demás muestras de salsa de tomate, se encuentran más lejos del eje +a\* (tono rojo) y caracterizándose así como la muestra con mayor matiz. T1 ( $36.65 \pm 0.03$ ) presenta los valores más bajos de matiz respecto al eje +a\* (tono rojo) y en este sentido ambos valores, una vez más las muestras empleadas para este estudio presentaron valores altos delante de los reportados por Intelman *et al.*, (2005) (valor mayor;  $39.0 \pm 0.05$ , valor menor;  $32.0 \pm 0.07$ ), demostrando de tal manera que las muestras utilizadas para este estudio comparadas con las del antes citado, tienen



coordenadas bajas de matiz respecto al eje +a\*, suponiendo que las marcas nacionales superan a las nacionales respecto a este parámetro analizado.

**Espectro de reflectancia.** De acuerdo a los resultados obtenidos de espectro de reflectancia correspondiente a las salsas de tomate tipo cátsup y el cual puede apreciarse en la Figura 7 A, dichas muestras presentaron diferencias claras entre ellas. Los valores de reflectancia resultaron menores al 25%, es decir, que presentan tonalidades ligeramente oscuras. El comportamiento gráfico evidentemente para este tipo de producto y cada una de las muestras tienden a ser rojizas, y diferenciándose entre sí por su presencia de tonos amarillos, principalmente y en menor medida, tonalidades como azules y morados. En este sentido se aprecia que las muestras que reflejan una coloración característica son las muestras T2, seguido de T3 y finalizando con la muestra T1. Sin embargo T2, de acuerdo al estudio que fue realizado por la PROFECO (Revista El consumidor, 2011) en la que se indica la presencia de colorante en su formulación (hecho que sin lugar a duda se repite para esta determinación) mientras que para la muestra T3 no se declaró situación similar. Es importante mencionar que la muestra T2 es dos veces más económica que T3, y aunque resulta una muestra más accesible al consumidor (Revista El consumidor, 2011) por su bajo precio, resulta ser un producto fuera de legislación NMX-F-S- 346-1980, salsa de tomate cátsup. Cátsup; tomato sauce).

Para las muestras de salsa de tomate cátsup (Figura 7 B) una de las tres marcas presento el mayor porcentaje de coloración rojiza ( $26.8 \pm 0.37\%$ ) de ésta determinación y respecto a su contraparte (salsa tipo cátsup), esta coloración es característica de este producto debido al contenido a base de pulpa y jugo de tomate para su elaboración. Para la muestra C3, la cual sobresalió de entre las muestras analizadas, presentó la mayor saturación dentro de su grupo y de esta determinación. Este parámetro indicó la veracidad del porcentaje de sólidos totales anteriormente calculados en este estudio. De este mismo modo, las muestras C2 y C1 (presentaron los valores de reflectancia por debajo del 23% de saturación, es decir, presentaron colores más claros respecto a la mayor de este grupo y esta determinación, teniendo entre ellas un comportamiento similar de concentración e identidad de los pigmentos. A pesar de pertenecer al mismo grupo, todas y cada una de las muestras puede ser diferenciada, haciendo evidente el porqué, del precio distinto que estas presentan en el mercado, ya que, este estudio permitió reconocer aquellas muestras que sobresalen por su saturación de color.



**Figura 7.** Espectro de reflectancia en diferentes muestras de salsas de tomate tipo cátsup (A) y salsas de tomate cátsup (B) comerciales.

## CONCLUSIÓN

A través de los datos generados del presente trabajo se sabe que dos de las tres marcas de salsa tipo cátsup se encuentran muy por debajo del porcentaje de sólidos indicados en la NMX-F-346-S-1980, y que, para dar una mejor consistencia les fueron añadidos espesantes, conservadores y colorantes; haciéndose llamar “salsa de tomate tipo catsup” evadiendo así el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma antes mencionada. De las muestras estudiadas cuatro están sujetas a la normativa vigente y cumpliendo con la calidad esperada, sin embargo aunque la



norma mexicana no lo permite, cuatro de las seis muestras de las salsas de tomate cátsup contienen espesantes, conservadores o colorantes.

Del total de las marcas de salsa cátsup evaluadas, independientemente de su denominación, el 33.3%, no cumplieron con el contenido mínimo sólidos requeridos por la normatividad vigente, solo las muestras T3, C1, C2 y C3 cumplen con este requisito. A través de los diferentes parámetros fisicoquímicos evaluados en salsas de tomate fue posible el diferenciar cada una de ellas, además que estas muestras no presentaron una relación en función del precio de venta, por lo que su calidad puede estar sujeta a especulaciones.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alimentación sana. Plataforma electrónica. Salsa Kétchup, <http://www.alimentacionsana.org/informaciones/novedades/ketchup.htm>. Acceso: 28-01-2018.
- AOAC Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of analysis, 1997.
- Badui, S. Ed. Alambra (México) *Química de los Alimentos*. Cuarta Edición. Pearson educación, México, 2006. pp 401-402.
- Campos J; Hita, E; Romero J; Melgosa M; Artigas J. M; Capilla P; Felipe A; Verdú F; Pujol J; Negueruela I y Jiménez Del Barco L; (1997). "Óptica Pura y Aplicada". Vol. 30, pp.1-35, <http://sedo.optica.csic.es/OPA/2.pdf>: Acceso: 21-03-2018.
- Grupo Hérdex (2017). *Del pescado al jitomate: la historia de la cátsup*. Artículo electrónico recuperado de: <https://herdezfoodservice.com.mx/articulos/del-pescado-al-jitomate-la-historia-de-la-catsup/>. Acceso 21-03-2018.
- Horwitz W Washington (1982). Evaluation of analytical methods used for regulation of foods and drugs. Analytical Chemistry, Vol No.1, pp 67 A.
- Ishida, B. K., & Chapman, M. H. (2004). A comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 8017-8020.
- Intelmann, D., Jaros, D., & Rohm, H. (2005). Identification of color optima of commercial tomato catsup. *European Food Research and Technology*, 221(5), 662.
- Chavarrias, M. México, Octubre (2013). *Seguridad alimentaria, sociedad y consumo*. <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2013/09/19/218017.php>. Acceso: 07-02-2018.
- Método AOAC 918.12. Determinación de pH. Revisión 1997.
- Método AOAC 932.14/932.12, Sólidos solubles en frutas y productos de fruta. Revisión 1997
- NMX-F-102-S-1978. Dirección general de normas México, 1978 "Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-102-S-1978.PDF>. Acceso: 07-03-2018.
- NMX-F-103-1982. Dirección general de normas, México 1982 "Alimentos. Frutas y derivados. Determinación de grados Brix". <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-103-1982.PDF>. Acceso: 07-03-2018.
- NMX-F-346-S-1980. Dirección general de normas, México, 1980. "Salsa de tomate catsup. Catsup (tomato sauce)". <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-346-S-1980.PDF>. Acceso: 07-03-2018.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2013). "Color measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology*" Vol. 6(1), pp.36-60.
- Revista el consumidor. *Cátsup y salsas cátsup*. México, Enero 2011. pp.36-39 [https://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est\\_04/catsup\\_oct04.pdf](https://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_04/catsup_oct04.pdf). Acceso 28-01-18.
- Revista el consumidor: *Laboratorio de puré-cátsup*. México, Febrero 2016. pp. 58-64. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100337/RC468\\_052-065-Laboratorio-Pure\\_-Ca\\_tsup\\_\\_1\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100337/RC468_052-065-Laboratorio-Pure_-Ca_tsup__1_.pdf). Acceso: 07-02-2018
- Sandoval R. Lambayaque, (2009) Determinación de pH y acidez titulable en los alimentos pp.2, Versión electrónica, <https://es.scribd.com/doc/69774122/4-DETERMINACION-DE-PH-Y-ACIDEZ-EN-ALIMENTOS>. Acceso: 28-01-18.

## Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

The European food information council (EUFIC): Europa, 2018. *Guide to food safety & quality and health & nutrition for a balanced diet and healthy lifestyle*. <http://www.eufic.org/en/food-production/category/why-do-we-process-food/> Acceso: 07-02-2018.

Zapata, L., Gerard, L., Davies, C., Oliva, L., & Schwab, M. (2007). Correlación matemática de índices de color del tomate con parámetros texturales y concentración de carotenoides. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, (34), 207-226.