

El arte del tostado y su relación con la calidad en el café (*Coffea arabica* L) del Estado de México

Omar Roberto Vargas Flores¹

Martín Rubí Arriaga²

María Dolores Mariezcurrena Berasain²

José Francisco Ramírez Dávila²

Guillermo Asdrúbal Vargas Elías³

Introducción

El café *Coffea sp.* crece como arbusto bajo el entramado de las selvas tropicales. En México es el género más importante de la familia de las rubiáceas y está integrado por numerosas especies, pero solo dos son de importancia económica: *Coffea Arabica* L., conocida como café arábigo, y *Coffea canephora* P., llamada café robusta. Un porcentaje muy pequeño corresponde a otras especies de café (Duicela *et al.*, 2018).

De acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-169-SCFI-2007 un café de altura es aquel que se encuentra a partir de los 1000 msnm, esta tiene un impacto fundamental en el tamaño, sabor y densidad (dureza) del grano.

Además de ser una de las bebidas más consumidas y populares en el mundo, el café tiene propiedades nutraceuticas, ya que contiene biomoléculas o metabolitos secundarios que coadyuvan con la salud. En especial contiene cafeína, que es un estimulante tanto para el cerebro como para el sistema nervioso, hace a las personas más astutas, con energía y también ayuda al cuerpo a eliminar líquidos (Medline plus, 2021)

¹ Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Universitario "El Cerrillo", El Cerrillo, Piedras Blancas. Toluca, Estado de México. Carretera Federal: Toluca-Ixtlahuaca Km. 115. CP. 50200. Tel. 7222965529. E-mail: ovargasf002@alumno.uaemex.mx

² Profesor-Investigador de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Universitario "El Cerrillo", El Cerrillo, Piedras Blancas. Toluca, Estado de México. Carretera Federal: Toluca-Ixtlahuaca Km. 115. CP. 50200. Tel. 7222965529. E-mail: mrubia@uaemex.mx; jframirez@uaemex.mx; mdmariezcurrenab@uaemex.mx

³ Profesor-Investigador en el Centro para investigación en granos y semillas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. guillermovargaselias@ucr.ac.cr

Una vez realizadas las labores anuales de campo del café y ya en estado de madurez corresponde cosechar y beneficiar el mismo, este último paso consiste en seleccionar los granos de calidad, secar, mortear, clasificar, tostar, moler y vender. Todas las fases mencionadas realizadas de manera adecuada generan un café excepcional. Sin embargo, lo antes dicho y sin demeritar ninguna de ellas es de interés para el presente capítulo profundizar en el tema de tostado, ya que este proceso se ha convertido en una práctica fundamental para mejorar la calidad y con ello la comercialización del producto referido.

Tostar café es el arte de cambiar las propiedades fisicoquímicas del grano crudo, es decir, cuando cambia la tonalidad de verde a café, para que se pueda beber, lo que ocurre después de moler. Por lo que el presente capítulo presenta información detallada del impacto del tueste del grano sobre la calidad del café.

El café en el Estado de México

La excelente calidad del café del municipio de Temascaltepec asombró en el año 2018, cuando se obtuvo el segundo lugar en el Certamen Taza de Excelencia (concurso y premio más prestigiosos para cafés de alta calidad en México) y segundo lugar presidencial para la finca (premio más prestigioso para fincas de café de alta calidad), con una puntuación de 90.47 sobre 100, y en 2019 el Estado de México obtuvo el tercer y cuarto lugar con calificaciones de 90.19 y 90.13, del producto proveniente de las fincas La “Teja” en Almoloya de Alquisiras y “La Ilusión” en Temascaltepec respectivamente.

Hablando de cuestiones económicas, la Organización Internacional del café (OIC) en junio de 2021, indicó, que el promedio mensual del precio del café fue de 141.03 centavos de dólar estadounidense por libra, lo que representa un aumento del 33,2% con respecto a los 105.85 centavos de octubre de 2020. Este fue también el promedio mensual más alto desde el de 145.82 centavos de noviembre de 2016. Adicional a esto, en junio se registró también un crecimiento de la actividad del sector especulativo no comercial, lo que apoyó también a la tendencia al alza de los precios (OIC, 2022).

Desde 2012, en México, se ha llevado a cabo el Certamen Taza de Excelencia (Cup of Excellence), mismo que tiene como socio internacional a Alliance for Coffee Excellence (ACE) y como socio local a la Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café (AMECAFÉ A.C.), ambas han permitido que México pueda aprovechar la tendencia

de satisfacer nichos de mercado nacional e internacional, que buscan café de especialidad mexicano de la más alta calidad y que permite a su vez premiar a sus cafecultores. A su vez, identifica a los principales importadores y tostadores internacionales de café de especialidad con sus subastas electrónicas (Taza de Excelencia, 2022).

La importancia de contar con un café de especialidad internacional con estándares de calidad definidos radica en que puede ser pagado hasta diez veces más que un café artesanal, lo que convendría económicamente a los productores del Estado de México.

Derivado de constantes recorridos de campo y entrevistas con productores de café en el Estado de México y en particularmente en Temascaltepec, se sabe ya, que están buscando alternativas sobre las nuevas tendencias de consumo que retribuyan económicamente el precio del producto. Aunado a que conocen también, que la venta de café de especialidad les permite enfocarse a un mercado altamente exigente en cuanto a la cadena de beneficio.

Un punto crítico para obtener un café de especialidad se encuentra en la cosecha, para el municipio de Temascaltepec empieza a finales de febrero y termina en mayo, derivado de la poca producción de la zona y de la necesidad de obtener un café diferenciado esta labor se hace manual y de forma selectiva (solo se cosechan los frutos maduros (rojos)).

Cosecha del café y clasificación

Cabe resaltar que, para cosechar un grano de café de alta calidad, éste debe contar con la mayor cantidad de azúcares en la cereza, con la finalidad de obtener un mejor sabor en taza. Este análisis puede realizarse en campo con un refractómetro manual así lo hace el productor Federico Barrueta dueño de la Finca “La Ilusión” en Temascaltepec en el Estado de México.

Una vez cosechado el café, éste debe ser sometido a una serie de pasos que permitirán al final obtener sus mejores propiedades con lo que se logrará tener un café de especialidad.

Por lo dicho, antes de describir los pasos mencionados, se sugiere definir lo que implica un café de especialidad, y que de acuerdo a la SCA (Specialty Coffee Association), debería ser un producto sin granos defectuosos, sabor especial y cuidado minucioso en la cadena de valor (desde la siembra por el productor hasta la obtención por un barista), entre otras cosas. A continuación, en el Cuadro 1, se mencionan las dos

categorías sobre características físicas que en un café de especialidad se deberían evitar y que son conocidos como defectos.

Cuadro 1. Defectos en los granos de café de especialidad

	Rango
<p>Categoría 1</p> <p>Grano negro, grano agrio o vinagre, cereza seca, hongos, materia extraña y granos con brocados severos</p>	Ausencia total de defectos
<p>Categoría 2</p> <p>Granos de café partidos, inmaduros, arrugados, que floten, con conchas, con pergamino, con cáscara o pulpa, cristalizados, decolorados o veteados, aplastados, o esponjosos.</p>	Se permiten máximo 5* defectos

Fuente: Elaboración propia con datos de la SCA (2019).

Para entender con claridad algunos de los términos utilizados en el mundo del café se tomará la clasificación de café verde de la Asociación de Cafés Especiales (SCA) misma que se describe a continuación. (SCA, 2019).

La clasificación, inicia con un proceso preliminar, que consiste en tomar 100 g de café debidamente descascarillado utilizando las zarandas 14, 15, 16, 17 y 18. Al pasar por las zarandas, se pesa el café que queda arriba o que no paso por cada zaranda y se registra el porcentaje. Luego, los granos de café que si pasaron por las zarandas deben beneficiarse, tostarse, preparar la taza de café y catarse para evaluar las características de la taza.

Una vez sometidos los granos de café a este proceso preliminar (clasificación por zarandas) y de acuerdo al Cuadro 1, los granos pueden clasificarse como se indica a continuación:

1. Grado de especialidad (1): No más de cinco defectos completos en 300 g de café. No se permiten defectos primarios (Cuadro 1). Se tolera un máximo del 5% por encima o por debajo del tamaño de zaranda indicado. Debe poseer al menos un atributo distintivo en el cuerpo, sabor, aroma o acidez. Debe estar libre de defectos y manchas. El contenido de humedad está entre 9-13%.
2. Grado Premium (2): No más de ocho defectos completos en 300 g. Se permiten defectos primarios. Se tolera un máximo del 5% por encima o por debajo del tamaño de pantalla indicado. Debe poseer

- al menos un atributo distintivo en el cuerpo, sabor, aroma o acidez. El contenido de humedad está entre 9-13%.
3. Grado de intercambio (3): Se permiten de nueve a 23 defectos totales en 300 g. Debe tener un 50% en peso por encima del tamaño de zaranda 15 con no más del 5% del tamaño de pantalla por debajo de 14. El contenido de humedad está entre 9-13%.
 4. Por debajo del grado estándar (4): De 24 a 86 defectos en 300 g.
 5. Fuera de Grado (5): Más de 86 defectos en 300 g.

Los defectos de la categoría 2 restan la calidad del café, mismos que se deben principalmente a deficiencias nutricionales, falta de agua, cosecha tardía, enfermedades u hongos, entre otras cosas.

Como ya se ha dicho, una vez que el grano ha sido clasificado y antes de tostarse, éste debe ser sometido a un proceso de beneficio, mismo que se describirá paso a paso.

Beneficio del café

De acuerdo a las necesidades del consumidor, cada productor podría elegir una de tres formas de beneficiar el café, húmeda, semi húmeda y seca. Pese a lo anterior, para todos los casos a diferencia de otros productos agrícolas el café debe ser transformado en campo o *in situ* para su posterior comercialización. Por la vía húmeda o semi húmeda se obtiene el “café pergamino”, y por vía seca “café oro” (Montero *et al.*, 2009). La vía húmeda, que genera el café lavado, es el más costoso y complejo, ya que conserva mejor todas sus propiedades, por tal razón son los cafés más caros o mejor pagados. Pese a ello, todo proceso trae como consecuencia la generación de residuos, en este caso en particular, la pulpa y aguas mieles podrían ocasionar contaminación en el ambiente (FAO, 2022).

A continuación de acuerdo a la clasificación de Hardy (2016) se describirán las características de cada uno de ellos:

1. Café beneficiado por vía húmeda: Cereza (grano) que se despulpa, fermenta y desmucilagina, se lava y se seca. Con este beneficio se obtienen características medias de acidez, dulzura y cuerpo.
2. Café beneficiado por vía semihúmeda: Cereza que se despulpa, fermenta, se lava y se seca. También conocido como Honey. Con este beneficio se genera una taza completa y potente, por los ácidos generados en el mucilago.

3. Café beneficiado por vía seca. Cereza que se seca y las características que genera en taza son dulce, acidez baja y cuerpo ligero.

Una vez beneficiado el café por cualquiera de las tres vías, se somete al proceso de tostado, mismo que se describe en seguida.

Tostado o torrefacción de café

Los granos de café verde tienen sabor y aroma herbal, siendo necesario su procesamiento térmico por tostión para hacerlo apto para el consumo y liberar su aroma y sabor por medio de sustancias químicas como la cafeína, la trigonelina, los ácidos clorogénicos, el ácido cítrico, el ácido acético y el ácido fórmico (De Luca *et al.*, 2016; Nguyen y Byun, 2013). Para obtener tostados uniformes se debe partir de un grano cosechado de buena calidad, con humedad uniforme cercana al 12%, tamaño uniforme (mediante el uso de una criba), color verdoso/amarillo (dependiendo del beneficio) y brillante, característico de un café fresco (FNCC, 2022). El proceso de tostado inicia con la preparación de la cereza, que consiste en el pelado del grano (desprendimiento del pergamino), limpieza de impurezas y clasificación por tamaño, densidad y color, para finalmente ser empacado para exportación o para iniciar el proceso de torrefacción (tostado) (ICAFE, 2022).

El proceso de tostado de café se produce cuando se introducen los granos verdes de café (de acuerdo al beneficio al cual fueron sometidos) en tostadores con temperaturas entre 180 °C y 240 °C con tiempos de ocho a 15 min dependiendo de la densidad, variedad y humedad, principalmente, y por supuesto del grado de tostado al que se quiera llevar (ICO, 2022). Este proceso consiste en la aplicación de calor a los granos de café crudos. Sin embargo, la temperatura que deberá ser controlada para que al llegar a la finalización del proceso se liberen los aromas característicos y se desarrolle una coloración homogénea y adecuada de los granos (Illy y Viani, 2005).

Clarke y Macrae (1987), indican que durante la torrefacción ocurren cambios físicos y químicos en el grano de café verde. Hay una pérdida de materia seca, la cual se da principalmente por las transformaciones en dióxido de carbono y agua (agua de constitución) y los productos volátiles de la pirólisis.

El proceso de tostado se compone en una transferencia de calor y masa combinados superpuestos a reacciones endotérmicas y exotérmicas. Como consecuencia de la aplicación de calor, se generan campos diferenciales de temperatura, variaciones en las presiones internas y

re-distribución de la humedad dependiente del tiempo y posición (Illy y Viani, 2005).

El proceso de torrefacción pasa por cinco etapas que deben ser respetadas en sus tiempos y temperaturas, mismas que se describen a continuación.

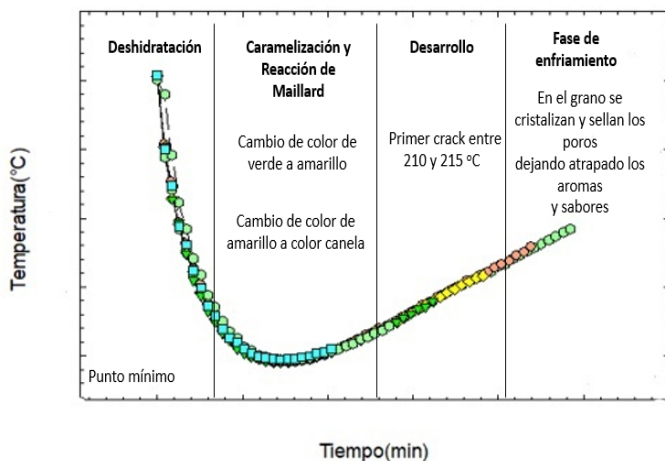
Etapas del tostado:

1. Deshidratación: comienza cuando se vacía el grano verde de café al tostador, la temperatura del tostador desciende a un punto mínimo de temperatura, al final de esta etapa las temperaturas serán similares.
2. Caramelización y Maillard: inicia con un cambio de coloración del grano, que va de verde a amarillo, durante esta etapa se da la caramelización y la reacción de Maillard.
3. Desarrollo: Se da un cambio de color amarillo a canela, en esta etapa se da el primer *crack* (expansión del grano y evaporación de la humedad del mismo, lo que genera alta presión interna y el inicio de la formación de aromas característicos además de esto se da una ruptura, rompimiento y fisura en el grano) que se da en un rango entre los 210 y 215 °C. En este punto del proceso tueste se elige si será claro, medio u oscuro.
4. Enfriamiento: Teniendo el termino de tueste elegido, se procede a enfriar los granos de café y así evitar que se sigan tostando, esta etapa dura entre tres y cinco minutos, termina con el café a temperatura ambiente.
5. Desgasificación: La fundición de los compuestos de azúcar (fructosa 103 °C; la glucosa 146-150 °C y sacarosa 186 °C). Esta última etapa requiere de al menos 24 h luego del tostado para que el café libere el CO₂, no se recomienda empaquetar el café inmediatamente ya que dañaría el empaque.

Según Clarke y Macrae (1987), un café de alta calidad está asociado a la temperatura y velocidad de tueste, características que desarrollan el sabor y el aroma.

Las etapas antes descritas se presentan de manera más explícita en la Gráfica 1, que presenta lo que se conoce como curva de tostado.

Gráfica 1. Curva general de tostado de café



En la Gráfica 1 se ve claramente los primeros cuatro pasos de la trefacción, muy importantes todos, sin embargo, es trascendental profundizar en algunos puntos que se discutirán a continuación. En el paso número dos se introduce el término caramelización y reacción de Maillard, que a continuación se detallan:

Reacción de Maillard

Los pigmentos melanoides que se forman como resultado de la reacción entre el carbohidrato glucosa y el aminoácido glicina produciendo anhídrido carbónico fue lo que publicó en 1912 Louis-Camille Maillard es lo que en la actualidad se conoce como reacción de Maillard (Maillard, 1912a, 1912b). Se ha visto que el contenido de polifenoles se incrementa en la reacción de Maillard (Chung *et al.*, 2011).

En especial en procesos tradicionales como la tostión de café y cocoa, productos horneados de panadería y carnes, concentración de productos lácteos y manufactura de derivados céreos, la reacción de Maillard ha desempeñado un rol fundamental en el estudio de las características fisicoquímicas y sensoriales de los alimentos (Shen *et al.*, 2018; Diaz y Clotet, 1995; Quintas *et al.*, 2007). A pesar de lo dicho, se puede promover la formación de compuestos tóxicos indeseables, como la acrilamida en caso de no garantizarse un correcto control de las condiciones de

pH, tiempo y temperatura en el procesamiento de alimentos proteicos, en especial el aminoácido L-asparagina (Jaeger *et al.*, 2010; Van Boekel, 2006).

Caramelización

La caramelización (o pirólisis), sucede cuando se alcanza el punto de fusión de un carbohidrato sencillo (mono o disacárido) o cuando se calienta éste en presencia de un catalizador y en ausencia de grupo amino, lo que conduce a la formación de compuestos de color pardo con aroma típico a caramelo, mediante un proceso de cocción controlado (Ege, 2004; Quintas *et al.*, 2007) (Kamuf *et al.*, 2003; Vollmuth *et al.*, 2018). Este fenómeno requiere temperaturas superiores a 120 °C y pH ácido (inferior a 3) o alcalino (superiores a 9), y se acelera con la adición de ácidos carboxílicos y algunas sales, sin la intervención de proteínas, aminoácidos ni otros compuestos con grupo amino (Gil, 2010). Se presenta en alimentos tratados térmicamente de manera drástica, tales como derivados de panificación, frituras, dulces a base de leche y tostados, entre otros (Badui, 2006; Berg y Van Boekel, 1994), para producir compuestos aromáticos del tipo furanonas, ciclopentenolona, ciclohexenolona, lactonas, pironas, ésteres y pirazinas (Quintas *et al.*, 2007). El sabor así producido genera cambios desde leve, caramelo propio y dulce, hasta amargo y quemado. En relación al color, el tiempo, la temperatura y el tipo de carbohidrato logran tonos desde amarillo a marrón. La reacción causa la liberación de H⁺, promoviendo la conformación de un medio ácido (Kroh, 1994; Kocadağlı y Gökmen, 2018).

Finalmente, un vehículo que permite que todas las reacciones y procesos ocurran es el agua, en particular para este caso la conocida como actividad de agua, misma que se relata en seguida

Actividad de agua (aw)

Se define como la capacidad de agua que tiene un alimento, con el agua disponible o no ligada al soluto, el tiempo de la vida de un alimento se determina por la cantidad de agua que posee, este entre más agua tenga favorecerá el crecimiento de microorganismos y reducirá el tiempo de vida de anaquel. En la industria alimentaria determina el tiempo y que tipo de conservación llevará. El rango es entre 0 y 1, y cuanto más se aleja de 1 (valor para el agua pura), más difícil es la actividad microbiana y se podría prolongar su vida útil (Cardona, 2019).

Como ya se indicó se producen diferentes sustancias benéficas para el ser humano derivado de un buen tostado a continuación se describirán las más importantes.

El proceso de tostado que se lleva a cabo en Temascaltepec y en la mayoría de la zona se hace sin el conocimiento de las reacciones fisicoquímicas que ocurren en el grano dentro de la tostadora por lo que es frecuente encontrar tuestes que no son uniformes (debido a que no se hace una cosecha selectiva del café), sobre cargar o cargar muy poco la tostadora (tostar una cantidad de café mayor a la que tiene la capacidad la tostadora da como resultado un mal tostado) no llevan control en los defectos de café (por lo que esos defectos desatan sabores indeseados en el lote tostado de café) se debe dar mantenimiento a los equipos y revisar las salidas de gas, ya que con fugas de gas el tueste se tarda mucho en llegar al tueste deseado, al hacer los tuestes deben tener un protocolo de catación para saber que el trabajo de tostado fue bien hecho, otro error es creer que un tipo de tostado se puede aplicar en todas las variedades de café, debido a que hay diferencias en densidad. Para el caso de la finca “La ilusión” el tostado lo hacen personas ya entrenadas en este rubro y han llegado a detectar que el café tiene notas a cítricos y frutos de hueso. Encontramos notas a flores blancas y algunas hierbas aromáticas, las cuales se complementan con las notas dulces a mieles y caña de azúcar (Exploradores de café).

Para el caso que nos ocupa es preciso señalar que el café posee alta cantidad de compuestos polifenólicos. Es importante considerar que su presencia en este cultivo depende de ciertos factores, tal es el caso de la especie, donde arábica contiene más polifenoles que robusta, así también el beneficio húmedo proporciona mayor cantidad que el beneficio seco y de igual forma, la frescura, juega un papel importante en la obtención de estos polifenoles, debido a que con granos frescos se obtienen más que con granos viejos. Y para finalizar no podemos olvidar el grado de tostado, ya que un tostado medio produce una acidez más agradable y balanceada que un tostado oscuro (Puerta, 2011). Así pues, algunos de los más importantes polifenoles en el café de entre 33 ácidos son clorogénico, caféico, ferúlico, quínico, cítrico, acético, málico, fórmico, fosfórico, glicólico, láctico, cumárico (Chaves-Ulate y Esquivel-Rodríguez, 2019).

Conclusiones

El papel que ejerce el tostado sobre la calidad del café (aromas y sabores), hace imprescindible realizarlo correctamente. Para el Estado de México cobra particular relevancia, si se toma en cuenta que por las condiciones edafoclimáticas que combina la principal zona productora brinda granos de café de elevada calidad, por lo que si se fortalece el beneficio, entre ello el tostado, los resultados seguramente mejorarán.

Es indispensable promover la capacitación de los productores de café del Estado de México, además del manejo agronómico, en temas relacionados con el beneficio del grano en apartados como estandarizado del tostado por el impacto sobre la calidad.

Fuentes consultadas

- Badui Degral, S. (2006). Química de los alimentos. PEARSON EDUCACIÓN, (4):736.
- Berg, H. E. y M. A. Van Boekel (1994). Degradation of lactose during heating of milk. 1. Reaction pathways. Netherlands Milk and Dairy Journal. 48 (3):157-175.
- Cardona Serrate, F. (2019). "Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones" Departamento de Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, 7.
- Chaves-Ulate, E., y Esquivel-Rodríguez, P. (2019). Ácidos clorogénicos presentes en el café: capacidad antimicrobiana y antioxidante. Agronomía Mesoamericana, 30 (1):299-311.
- Chung, H. S., Chung, S. K., y Youn, K. S. (2011). Effects of roasting temperature and time on bulk density, soluble solids, browning index and phenolic compounds of corn kernels. Journal of Food Processing and Preservation, 35 (6):832-839.
- Clarke, R.J. y Macrae, R (1987). Coffee: Technology, Elsevier Applied Science. (2):321.
- De Luca, S., M. De Filippis, (2016). Characterization of the effects of different roasting conditions on coffee samples of different geographical origins by HPLC-DAD, NIR and chemometrics, Microchem. J., ISSN: 0026265X, 129, 348-361.
- Díaz, N. y Clotet, R. B. (1995). Cinética de la caramelización en soluciones azucaradas simples. Revista de tecnología e higiene de los alimentos. 259:35-38.

- Duicela Guambi, L.A.; Andrade Moreano, J. y Farfán Talledo, D.S. (2018). Calidad organoléptica, métodos de beneficio y cultivares de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) en la amazonía del Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*.19(2):15.
- Ege, S. (2004). *Química orgánica: estructura y reactividad*. Editorial Reverté, 2(1):720.
- FAO. Análisis de Cadena de Valor del Café con enfoque de Seguridad Alimentaria y Nutricional. <http://www.fao.org/docrep/019/as545s/as545s.pdf>
- FNCC, Comportamiento de la industria Cafetera Colombiana, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia <https://federaciondecafeteros.org>
- Gil, A. (2010). *Tratado de nutrición: Nutrición humana en el estado de la salud*. Editorial Médica Panamericana. 2(3):820.
- Hardy, J. (2016). "Difusión de Resultados de Cafés Especiales". Impreso por Escripio M.P S.A.C.
- ICAFFE. Nuestro Café. <http://www.icafe.go.cr>
- ICO. About Coffee.<http://www.ico.org>
- Illy, A., Y Viani, R. (2005). *Espresso Coffee: The Science of quality*, Second edition, Elsevier Academic Press, 417.
- Jaeger, H. Janositz, A. Y Knorr D. (2010). The Maillard reaction and its control during food processing. The potential of emerging technologies. *Pathologie Biologie*. 58(3):207-213. doi: 10.1016/j.patbio.2009.09.016
- Kamuf, W. Nixon, A. Parker, O. Barnum, G.C. y Williamson, D. D. (2003). Overview of caramel colors. *Cereal foods world*. 48(2):64-69. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.11.048
- Kocadağlı, T. Y Gökmen, V. (2018). Caramelization in Foods: A Food Quality and Safety Perspective. Reference Module in Food Science. Estados Unidos: Elsevier, doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.21630-2
- Kroh, L. W. (1994). Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry*, vol. 51(4):373-379. doi: 10.1016/0308-8146(94)90188-0
- Maillard CL (1912a). Action des acides amines sur les sucres: formation des melanodines par voie methodique. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. 154, 1554-1558.
- Maillard CL (1912b). Formation d'humus et de combustibles minéraux sans intervention de l'oxygene atmospherique, des microorganismes, des hautes temperaturas, ou des fortes pressions. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. 155, 1554-1558.

- Medline plus (2021). Biblioteca Nacional de medicina <https://medlineplus.gov/spanish/caffeine.html#:~:text=La%20cafe%C3%ADna%20tiene%20muchos%20efectos,sal%20extra%20al%20orinar%20m%C3%A1s>.
- Montero Mora, Andrea y José Aurelio Sandí. (2009). La contaminación de las aguas mieles en costa rica: un conflicto de contenido ambiental (1840-1910), Diálogos, Revista Electrónica de Historia. febrero-agosto 10(1):4-15.
- Nguyen, T.N.H. y S.Y. Byun. (2013). Combined changes of process conditions improved aromatic properties of Vietnamese Robusta, *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, ISSN: 1226-8372, 18, 248-256.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-169-SCFI-2007 [http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SE/Normas/Oficiales/2007/26032007\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SE/Normas/Oficiales/2007/26032007(1).pdf)
- Organización Internacional del Café (OIC) Informe del mercado de café. <https://www.ico.org>
- Puerta, G. (2011). Composición química de una taza de café. *Avances técnicos. Cenicafé.* 2(12):12.
- Quintas, M. Brandao, T. Y Silva, C. L. M. (2007). Modelling colour changes during the caramelisation reaction. *Journal of Food Engineering.* 83(4):483-491, doi: 10.1016/j.jfood-eng.2007.03.036
- Shen, Y. Shen G., y Li, Y. (2018). Bread characteristics and antioxidant activities of Maillard reaction products of white pan bread containing various sugars. *LWT-Food Science and Technology.* 95:308-315. doi: 10.1016/j.lwt.2018.05.008
- Specialty Coffee Association (SCA) (2019). El café Arábica lavado Guía de defectos del café verde. Comité de estándares, Centro de investigación de la Specialty Coffee Association, 3:36.
- Taza de Excelencia. <https://www.tazadeexcelenciamexico.org/que-es-taza-de-excelencia/>.
- Van Boekel, M. A. (2006). Formation of flavour compounds in Maillard reaction. *Biotechnology advances.* 24(2):230-233. doi: 10.1016/j.biotechadv.2005.11.004
- Vollmuth, T. A. (2018). Caramel color safety-An update. *Food and Chemical Toxicology.* 111:578-596. doi: 10.1016/j.fct.2017.12.004