

Influencia de la temperatura de tostado de diversas mezclas de café Coffea Arábica y café Coffea Robusta

Influence of the roasting temperature of different blends of Coffea Arabica coffee and Coffea Robusta coffee

Ignacio Sánchez Bazán

Universidad Veracruzana, México

igsanchez@uv.mx

Josué Antonio del Ángel Zumaya

Universidad Veracruzana, México

jodelangel@uv.mx

Omar Juárez Rivera

Universidad Veracruzana, México

ojuarez@uv.mx

Resumen

El café es la bebida que se obtiene a partir de las semillas tostadas y molidas de los frutos de la planta del café, es altamente estimulante por su contenido de cafeína, se sirve habitualmente caliente, pero también se toma frío o con hielo. El café es la segunda bebida sin alcohol más comercializada en el mundo, se estima en 125 millones de personas viven del cultivo del café, incluyendo 25 millones de pequeños productores, cada año se beben 400, 000 millones de tazas de café, por ello, el interés económico y social es extremadamente importante. Es esencial contar con un proceso industrializado, en el cuál, se busca implementar las medidas necesarias para que el producto sea competitivo en el mercado y pueda satisfacer el gusto del consumidor, ya que, presenta muchas cualidades tanto sensoriales como gustativas, pero su sabor depende siempre de los factores que están detrás de su preparación. Se deben identificar los problemas que atañen la preparación de una buena taza de café, pues es indispensable realizar una mezcla adecuada entre las variedades que se disponen para proceder con el tostado idóneo, del cual dependen en gran parte las características finales de nuestro producto, puesto que se le confiere: el sabor, el olor y el color. El presente trabajo surge de la necesidad de establecer un criterio estandarizado en el

tueste del café, debido a que en la industria cafetalera se tienen múltiples problemas en el proceso por su poco estudio. Las variedades elegidas fueron Coffea Arábica y Coffea Robusta, son las más comercializadas mundialmente, cada una de estas variedades de café tiene diferentes características, por lo tanto, un diverso comportamiento en su curva de tueste, además de que cada una de estas confiere propiedades organolépticas distintas al producto final, con lo anterior se obtiene el tueste que permite un balance entre las dos variedades de café, maximizando sus características sensoriales.

Palabras claves: *Influencia de la Temperatura de Tostado, Tostado de Café, Mezclas de café.*

Abstract

Coffee is the drink obtained from the roasted and ground seeds of the fruits of the coffee plant, it is highly stimulating due to its caffeine content, it is usually served hot, but it is also drunk cold or with ice. Coffee is the second most commercialized non-alcoholic beverage in the world, it is estimated that 125 million people live from coffee cultivation, including 25 million small producers, each year 400, 000 million cups of coffee are drunk, therefore, the economic and social interest is extremely important. It is essential to have an industrialized process, in which it is sought to implement the necessary measures so that the product is competitive in the market, and can satisfy the consumer's taste, since it has many sensory and taste qualities, but its flavor depends always of the factors that are behind its preparation. The problems that affect the preparation of a good cup of coffee must be identified, since it is essential to make an adequate mix between the varieties available to proceed with the ideal roasting, on which the final characteristics of our product depend largely, since that is given: the taste, the smell and the color. The present work arises from the need to establish a standardized criterion in coffee roasting, because in the coffee industry there are multiple problems in the process due to its little study. The varieties chosen were Coffea Arabica and Coffea Robusta, they are the most commercialized worldwide, and each of these varieties of coffee has different characteristics, therefore, a different behavior in its roasting curve, in addition to each of these conferring organoleptic properties. Different from the final product, with the above, a roast is obtained that allows a balance between the two varieties of coffee, maximizing its sensory characteristics.

Keywords: *Influence of Roasting Temperature, Coffee Roasting, Coffee blends.*

Introducción

Se sabe que el café se obtiene de infusiones de los granos de café tostados y molidos en un solvente líquidos, el consumo de presenta a cualquier horario del día, aunque también se acostumbra a tomarlo después de las comidas o cenas para charlar o sólo por costumbre.

Hay diversas teorías de su origen, pero la principal lo atribuye a los ancestros de los oromos, ser los primeros en reconocer el efecto energizante del café: habrían mezclado con grasa su grano molido y formado bolitas para usarlas como raciones en expediciones guerreras. Aunque la distribución de los cafetos en África sugiere que la planta crecía en forma silvestre o en cultivos a lo largo del continente desde la Antigüedad, no hay pruebas directas que permitan ubicar estos primeros cultivos ni qué tribus lo usaban como estimulante. Pero de acuerdo a un manuscrito que se conserva en la Biblioteca Real de Londres, el café se consumía en África y Persia mucho tiempo antes, y que aproximadamente en el siglo XV el Muftí de Adén viajó a Persia y a su regreso a Arabia dio a conocer la bebida. (Saint-Arroman, A, 2010)

Debido a que el café es una de las bebidas más consumidas a lo largo del mundo, es esencial contar con un proceso industrializado tanto para su agricultura, dónde deberán seguirse ciertas normas para evitar defectos del grano, tanto para su procesamiento en el cual se buscará implementar las medidas necesarias para que el producto sea competitivo en el mercado y pueda satisfacer así el gusto del consumidor. El café es la segunda mercancía comercializada en el mundo, tras el petróleo. Se estima en 125 millones el número de personas que vive del cultivo del café, incluyendo 25 millones de pequeños productores. Cada año se beben 400.000 millones de tazas de café. Por tanto, en juego hay muchos intereses económicos y sociales extremadamente importantes.

Casi la totalidad de la producción mundial de café es obtenida en zonas tropicales y subtropicales, siendo Colombia el principal productor, en su mayoría países en vías de desarrollo o subdesarrolladas. En muchos casos la exportación de café constituye parte importante de los ingresos del país, y su producción un gran generador de empleo. De la producción del café no sólo depende 25 millones en el mundo de personas, sino también muchos países, Hay zonas, como por ejemplo los grandes lagos de África como: Burundi, Rwanda o Uganda, que a pesar de no ser uno de los principales países en la exportación de café al volumen mundial, su economía depende de un 80% de su exportación.

En los últimos años la competencia por apoderarse del mercado del café ha sido una lucha constante, hay países que producen en grandes cantidades como se muestra en la Figura 2., pero a baja calidad, a si como hay países que producen poco, pero con superior calidad a los que producen a gran escala. Brasil es el primer productor mundial de café, rondando los 20-25 millones de sacos anuales cada uno contiene 60 kg. En este país, 5 millones de personas viven directa o indirectamente del café. Los cafés de Brasil, tratados casi todos por vía seca, son bastante diversos. Los embarcados por el puerto de Santos, sobre todo los *strictly soft*, tradicionalmente han sido considerados como los más suaves. Tienen gran reconocimiento en el mercado mundial los cafés del Sul de Minas, con más cuerpo y perfume más fuerte. Los cafés de Río son muy particulares, con un sabor a yodo que recibe el nombre de “gusto de Río” o “riado”, y un cuerpo marcado.

México es el quinto productor y exportador mundial de café. En el país se cultiva una superficie de 713,000 hectáreas con este grano y tiene un padrón de productores de 282,000 de ellos el 90% poseen parcelas de menos de 5 hectáreas y el 60 % son indígenas con predios que, en su mayoría, no llegan a dos hectáreas (González, 2008). Las regiones cafetaleras se concentran en cuatro zonas: como lo muestra la Figura 3. Las especies de arbusto del cafeto que se cultivan en el país son dos: la arábica, árabe o arábica y la robusta o *Canéphora*. En el ámbito nacional predominan los ejidatarios con 39% de la tierra, seguidos por los pequeños propietarios con 35%, los comuneros con 21% y los tipos de usufructo, arrendatarios y tenencia indefinida con 4%, de la superficie total que poseen los productores de café (CEFP, 2001), Con base en datos del SIAP, se tiene que durante las últimas tres décadas, se han producido en promedio cerca de 1.5 millones de toneladas anuales de café como lo muestra la Tabla 2., en una extensión aproximada de 746 mil hectáreas, lo que representa casi el 4% de la superficie sembrada a nivel nacional. El 61% de la producción de este cultivo durante el periodo 1980-2013 se concentró en dos estados: Chiapas contribuyó con el 37% y Veracruz con el 24%; En el año 2013, el café cereza ocupó el 3% de la superficie sembrada total y generó el 2% del valor de la producción agrícola nacional. El café es una bebida muy completa gracias a sus principales características las cuales se mencionan a continuación:

- a) *Sabor*: los criterios sobre el sabor incluyen términos como cítrico o terroso, caramelizado, afrutado, acidez, amargor, sabor aterciopelado...
- b) *Aroma*: los criterios sobre los olores incluyen términos como suave, delicado, único, exclusivo, intenso.
- c) *Intensidad*: ligero, suave, medio, intenso, equilibrado...

- d) **Cuerpo:** Hace referencia al tacto en el paladar según sea su espesor, densidad, viscosidad o cremosidad.
- e) **Persistencia:** Hace referencia al tiempo que dura en el paladar y se detectan las notas de aroma. Estos dependen del ambiente local donde crecen las plantas de café, su método de proceso, y la subespecie genética o varietal. Así, los cafés presentan un gran abanico de sabores, y las variedades más valoradas y raras alcanzan precios muy elevados.

El café Arábica alcanza cuando crece libremente de 6 a 8 metros, es particularmente sensible a una enfermedad llamada roya, especialmente cuando se siembra en terrenos de baja altitud. Esta es una de las razones para ubicar las plantaciones de Arábica generalmente a una altitud de 900 a 1,800 metros. El grano Arábico es aplanado y alargado, su color verde es muy intenso, y a veces muestra matices azules. Tiene además un surco central sinuoso. Desde el punto de vista químico, el grano Arábico contiene de 1.1 a 1.7% de cafeína, es dulce, aromático, con un amargor y astringencia menor comparado con la robusta y representa los $\frac{3}{4}$ de la producción mundial.

El café robusta o *Coffea canéfora* tiende a ser más alto que el café Arábica alcanzando una altitud de 8 a 10 metros, es resistente a los ataques de los parásitos, a las enfermedades y al calor. El grano Robusta es convexo, abombado, con un surco central rectilíneo, y su color es verde pálido con matices marrones o grises, contiene de 2 a 4.5% de cafeína, la bebida obtenida es fuerte y amarga. (Gastronómadas, 2016)

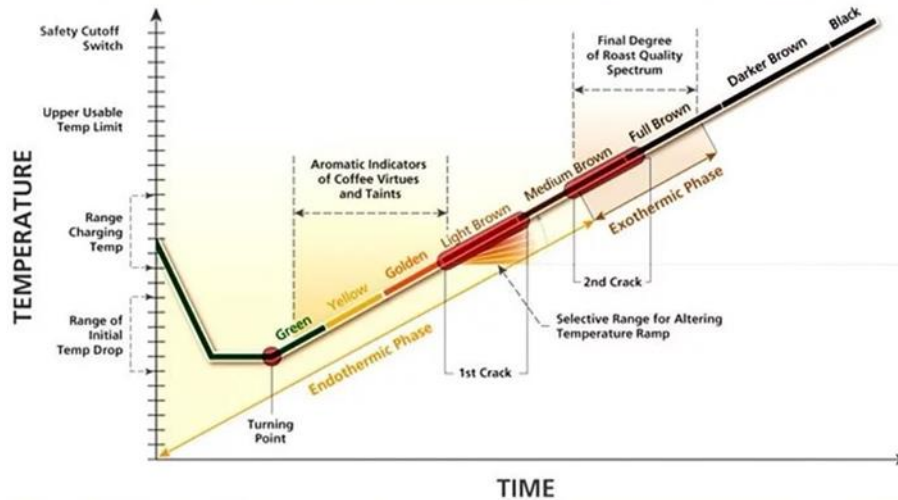
En el tostado de café influyen múltiples factores tales como la variedad, de la cuál dependerá el tiempo que pase el grano en el tostador, así como la humedad la cual influye directamente en la relación temperatura-tiempo. El sabor ligeramente ácido del café tostado se desarrolla durante la pirolisis que es la descomposición térmica del ácido clorogénico en el café verde crea fenoles y la descomposición de otros productos de sabor ácido. Una buena parte de los productos que influyen —ácido acético, ácido málico, ácido cítrico y ácido fosfórico— ya existen en el café verde y sus concentraciones varían en función del tipo de grano y el proceso de la pirolisis repercutiendo directamente en la acidez y aroma del café.

La curva de tueste, las especificaciones concretas dictadas por cada maestro tostador para transformar el café verde en café tostado. Su definición y objetivo es conseguir una calidad específica y una precisión constante característica de marca, la relación tiempo temperatura se muestra en la Figura 1.

Las curvas de tueste tienen aplicaciones industriales en los tostadores a gran escala, puesto que sirven para analizar el comportamiento de temperatura del café en un tiempo

determinado. La primera aplicación se refiere al análisis de la intensidad del calor, donde una primera fase a alta temperatura es necesaria para secar la humedad del café dependiendo de lo que se haya considerado en escala laboratorio; la segunda fase se necesita el uso de temperatura a intensidad media para evitar la caramelización de las azúcares propias del grano de café; por último, la temperatura vuelve a una alta intensidad con el fin de desarrollar las características finales del producto.

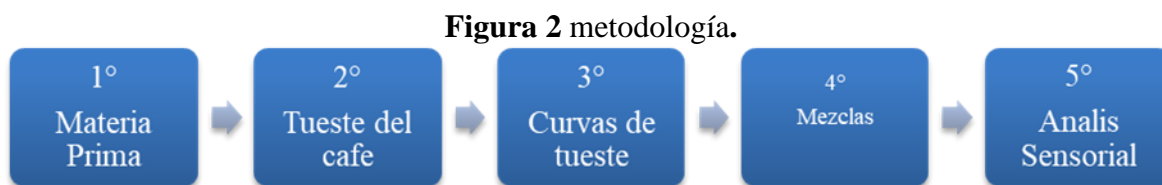
Figura 1 Curva de tueste que muestra la temperatura del tostador y semilla (SCAA 2019).



La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del hombre: desde su infancia y de una forma consciente o inconsciente, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con las sensaciones que experimenta al consumirlos a demás el entorno en el que se encuentra, la Evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto que sale al mercado o en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto, involucrando los sentidos: de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído.

Metodología

La metodología está dividida por cinco etapas tal y como se presentan en la Figura 2, las cuales necesitan una de otra para poder llevar a un resultado conciso; puesto que la base de las etapas es la selección de materia prima, se decidió utilizar un mismo lote tanto de café arábica como de café robusta, para que todas las muestras compartieran las características de humedad y densidad. Se prosigue con la toma de datos experimentales en un tostador Probat, tomando como variables el tiempo transcurrido desde la introducción de la mezcla y posteriormente, cuánto es el tiempo que tarda en alcanzar el tostado completo. El tercer paso es graficar los datos experimentales a una gráfica que mostrará lo que se conoce como curva de tueste, que no es más que el comportamiento del horno en el cual se tuesta la muestra. La selección de la mezcla idónea entre las dos variedades del café, arábica y robusta se basa en las propiedades organolépticas de cada especie. Finalmente, el análisis sensorial estuvo a cargo de dos catadores profesionales quienes decidieron según su experiencia cuál mezcla tenía una mejor calificación en la escala del SCAA.



Fuente: Elaboración propia

Primera etapa: selección y preparación de la materia prima

Debido a que la variedad *Coffea arábica* y *Coffea Robusta* son las más comunes comercialmente, se decidió trabajar con las dos en conjunto, conociendo de antemano las características que cada una de ellas podía aportar al sabor final de la taza. Una buena combinación entre las dos variedades es necesaria debido a que una complementa a la otra. La variedad arábica por lo general posee características ya sea de amargor o acidez muy elevadas, lo cual provoca que el café no pueda desarrollar las cualidades sensoriales adecuadas, ya que tanto el amargor como la acidez pueden hacer que los demás sabores desaparezcan en el café. El objetivo de involucrar el café Robusta en las mezclas es darle el balance correcto a la especie arábica y así poder desarrollar una mezcla con condiciones organolépticas adecuadas y satisfactorias para el paladar de las personas.

Se decidió trabajar con un mismo lote de cada una de las especies para que no se viera involucrada la densidad y humedad las cuales cambian entre los distintos lotes. Para la

experimentación de Coffea arábica se necesitaba una variedad resistente a la temperatura debido que por la naturaleza de este proyecto debía estudiarse una variación entre diferentes tipos de tueste, un café con esta característica permitiría seguir con la experimentación sin verse afectado por la formación de aceites propios de un tostado prolongado del café. Esto se decidió analizando las características visuales del grano, el cual al ser corrugado denotaba un origen de altura, los cuales son conocidos por poseer las cualidades necesarias para la experimentación. Se decidió, por lo tanto, trabajar con la variedad *Catuai*. Las características conferidas por el café arábica que se buscan son amargor, acidez, sabor floral y cuerpo persistente, las cuales son propias de un café de calidad.

Con la variedad Coffea Robusta se buscó una variedad que pudiera brindar un tueste uniforme, el cual no se obtendría con una mezcla con muchos defectos en el grano, lo cual implica que se las características sensoriales desarrolladas se verían modificadas. La variedad que cumplía con las características deseadas fue el Robusta Lavado, En el café robusta, se necesita un sabor neutral, poco amargor y acidez agradable.

Segunda etapa: tueste del café

El tueste del café es esencial para el correcto desarrollo de las características organolépticas. Primero se prepara la muestra que se vaya a tostar, en la preparación de la muestra se debe de medir su humedad y densidad. Para el cálculo de humedad, se debe tomar una muestra de entre 350 y 500 gramos, después introducirla en un medidor digital de humedad Geaka, el cual nos dará el resultado de humedad y densidad. Posteriormente se introduce la muestra en un recipiente en el que se pueda mezclar la muestra, con el objetivo de homogeneizarla. Una vez que la muestra está lista, se pesa con una probeta de 150 ml en una balanza analítica con una capacidad indistinta, esta probeta es de forma ancha y con espacio donde se introduce la muestra.

Dado que no todas las variedades de café tienen la misma humedad y densidad de estos factores depende el peso del café en la probeta. Una vez que la muestra ya está pesada en la probeta se identificara el número de muestra con el propósito de evitar confusiones en las muestras. En la experimentación se utilizan 150 gramos, tanto para la variedad arábica como para la variedad robusta. Después de que ya se tenga la muestra pesada e identificada, se procederá a encender el tostador utilizado en la experimentación, el cuál es un tostador eléctrico que está conformado por un cilindro rotatorio, el cual contiene el café y garantiza un tostado uniforme con el movimiento de rotación, una parrilla que es la que emite el calor

para tostar el café, un termómetro que es el que señala la temperatura de la parrilla, así como un potenciómetro el cual regula la temperatura.

Posee también un sistema de enfriado cuya función es introducir aire a la muestra para que ésta se enfríe de forma rápida y así detener el tostado de la muestra, así como también piezas que no toman relevancia en el tostado tal como son engranes y sistemas mecánicos. Para poder introducir la mezcla al tostador primero se debe de establecer las condiciones de entrada, que en este caso son la temperatura y la intensidad del potenciómetro, el cual está graduado del 0 al 10, donde 10 es el máximo y 0.1 el mínimo; para este caso se coloca el potenciómetro en la intensidad de 6.5 para todas las muestras.

El tostador debe tener un precalentado, previo a la introducción de la muestra, así que primero se coloca en 10 el potenciómetro para que éste pueda alzar la temperatura de 150°C de forma rápida. Una vez que el termómetro haya alcanzado los 150°C, el potenciómetro se coloca en 6.5 y se permite que la temperatura alcance los 175°C. En el momento en el que se alcanza la temperatura deseada, se introduce la muestra al cilindro. Es importante que la muestra no rebasa los 150 gramos, pues es la capacidad máxima del tostador, y si se rebasa puede que el cilindro expulse café en el momento que éste gane volumen.

Al momento de introducir el café al cilindro este comenzará a tostarse y pasará por las diferentes etapas del tostado. Figura 20. Se debe vigilar constantemente que tostador no sufra cambios drásticos de temperatura ya que esto puede provocar que la muestra sea quemada o que el tueste del café sea tan sólo de forma superficial y no por la parte interior del grano, por lo que es esencial monitorear que el tostador tenga un funcionamiento constante que permita que las condiciones no se alteren. Con el propósito de obtener un buen tueste el termómetro no debe de rebasar los 190°C ya que a esa temperatura el café comienza a quemarse, promoviendo la producción de aceites, cambiando así de gran manera el sabor.

Tercera etapa: curvas de tueste

Para poder apreciar el comportamiento tanto de la variedad arábica como el de la variedad robusta, se apoya con las curvas de tueste, esto para poder apreciar la forma en la que se comportan ambas variedades durante el tueste. Durante este proceso se incluye una variable que es la temperatura y una constante que es el tiempo, de estas variables se podrá obtener las curvas de tueste graficando la variable contra la constante. Estas condiciones pueden ser medidas durante el tueste, la temperatura en grados centígrados (°C) y el tiempo es medido en minutos (min).

En menor proporción también como condiciones de operación durante el tueste se considera la presión constante que es manejada mediante la entrada y salida de aire al tostador. Para conseguir las curvas de tueste, primero debe identificarse la variable y la constante, en este caso la variable es la temperatura y la constante es el tiempo, una vez hecho esto se colocan en forma de tabla la constante y la variable. Dado que el tiempo no puede ser menor a cero, y de acuerdo a las normas SCAA tampoco mayor a doce minutos, se toma la temperatura cada minuto, tomando como último dato el minuto al cual se comienza a enfriar. Por último, se procede a graficar los datos obtenidos, colocando en el eje de las ordenadas el tiempo y en el de las abscisas la temperatura.

Cuarta etapa: mezclas a diferentes proporciones

En la etapa de mezclas se forman proporciones diferentes de cada variedad, con el fin analizar sus características sensoriales. Las mezclas se preparan en general, primero pesando la parte proporcional que corresponda de la mezcla tostada a cada una de las porciones propuestas, con un peso total de 50 gramos, prosiguiendo con introducirlas en un recipiente que no contenga otros residuos que puedan contaminarla y finalmente homogeneizarlas en un recipiente.

Porcentajes de las mezclas:

En cada una de las mezclas realizadas se busca aquella que proporcione un balance entre las características organolépticas que nos ofrecen ambas especies. Como se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 1 Proporciones y características deseadas

Número de mezcla	% Arábica	% Robusta	Características buscadas
1	50	50	Sabor adecuado que proporcione un balance entre ambas variedades.
2	60	40	Sabor de robusta complementando las características de la variedad arábica
3	75	25	Comportamiento de la variedad arábica con menor concentración de robusta.
4	80	20	Al igual que en la mezcla 3, se busca el complemento del café arábica, pero con otras proporciones que puedan dar resultados favorables.
5	25	75	Analizar cómo se desarrolla la robusta en proporciones mayores y como afecta a esta variedad la presencia de la variedad arábica.
6	20	80	Conocer el comportamiento de la variedad arábica, analizando si prevalecen aún sus cualidades o si se pierden en la proporción.

Fuente: Elaboración propia

Quinta etapa: análisis sensorial

En el análisis sensorial se analizan las muestras tanto de arábica como de robusta, con el propósito de describir las características sensoriales que se presenten en cada muestra. Una vez transcurridos veinte minutos desde que se ha vertido el agua en las tazas, los catadores se encargan de probar cada muestra, succionando fuertemente el café de la taza, para mantenerlo por pocos segundos en la boca y posteriormente escupirlo en una escupidera. Los resultados obtenidos se anotan en una libreta personal que sólo el catador puede leer, espera a que todos terminen de catar.

Se llega a poner a discusión la calidad, el cuerpo, sabor y de ser encontrados, los defectos que presentó la muestra. La calificación en la taza del café va a depender de una serie de parámetros establecidos de forma interna de tal manera que se tomaran como base el protocolo nacional de catación en un rango como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 Proporciones y características deseadas

Calidad	Intensidad			
	Aroma	Cuerpo	Acidez	Sabor
Óptima	3 – 5	2 – 5	0 – 5	3 – 5
Buena	2 – 5	1 – 5	0 – 5	2 – 5
Aceptable	0 – 5	0 – 5	0 – 5	0 – 5

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Buscando obtener los mejores resultados, se efectúan distintas pruebas previas a las necesarias Para la experimentación. La Tabla 3 hace referencia a las muestras que se analizaron para obtener tiempo óptimo para realizar las mezclas. Se encontró que el adecuado sería para arábica 10.13 minutos, y para el robusta 11.46 minutos. Los resultados fueron decididos en base al análisis sensorial de los catadores.

Tabla 3 Resultados de las pruebas efectuadas antes de las mezclas

Muestra	Especie	Calidad	Temperatura mínima alcanzada(°C)	Temperatura máxima alcanzada (°C)	Tiempo (min)	Color (agtron)
1	Arábica	Catuaí	140	175	10.13	58.2
2	Arábica	Catuaí	145	165	9.13	69.9
3	Arábica	Catuaí	145	180	11.13	51.3
1	Robusta	Robusta L	150	175	10.46	69.4
2	Robusta	Robusta L	150	170	9.46	79.6
3	Robusta	Robusta L	150	180	11.46	56.0

Fuente: Elaboración propia

Muestras de arábica y Robusta a diferentes tiempos y sus cualidades sensoriales desarrolladas

La tabla 4 proporciona las diversas características sensoriales desarrolladas por el tiempo de tostados de café Arábica y café Robusta.

Tabla 4 Características Sensoriales a diversos tiempos de tostado

Muestra	Arábiga	Robusta
1	Con un tiempo de 10 minutos con 13 segundos, se encontró el tueste idóneo ya que sus características y sabor son los correctos, con una buena acidez y amargor, con un afrutado agradable, así mismo un cuerpo correcto.	Con un tiempo de 10 minutos con 46 segundos esta muestra desarrolló características sensoriales regulares, ya que presentó un cuerpo regular, con falta de amargor, no presentó acidez, con retrogusto muy suave y un sabor afrutado con notas de cereal (arroz y trigo).
2	Con un tiempo de 9 minutos con 13 segundos esta muestra desarrollo una acidez elevada sabor herbal con mala extracción de sólidos, con un cuerpo flojo y no posee amargor, así como un retrogusto inexistente ya que no se percibe el sabor en la boca después de un determinado tiempo.	Con un tiempo de 9 minutos con 46 segundos, fue la muestra que presentó notas más suaves y que sólo se pueden percibir en ese tipo de tueste, ya que si se tostara mas perdería esas características tanto positivas como negativas, por lo que en este tiempo no presentó cuerpo ni amargor, con un sabor muy flojo, careció de acidez, se sintió insípida, no presentó extracción herbal que por lo regular se suele encontrar en la especie robusta tostada a un tiempo largo, sin retrogusto y con notas de cereal (maíz, arroz y trigo)
3	Con un tiempo de 11 minutos con 13 segundos, esta muestra fue la más larga en cuanto a tiempo, aunque entre los límites del tiempo permitido, la muestra tres desarrolló notas diferentes a las dos muestras anteriores ya que presentó un amargor elevado con sensación ahumada, un cuerpo muy fuerte y pesado, sabor a caucho, astringente, notas de óxido, incluso se percibió que se encontraba oxidada y con un envejecimiento provocado por el tueste.	Con un tiempo de 11 minutos con 46 segundos, en esta muestra se pudo encontrar el tueste más adecuado en la variedad robusta por poseer las características sensoriales más adecuadas y buscadas en esta variedad. La muestra desarrolló características y sabores idóneos tales como un buen amargor, acidez agradable, con buen cuerpo, un sabor afrutado y herbal, característica principal del café robusta.

Fuente: Elaboración propia

Curvas de tueste de las muestras realizadas para la variedad arábica

Una vez que ya se determinaron mediante el análisis sensorial cual fue la muestra idónea de las dos variedades robusta y arábica, se pudo ver que es lo que se desarrolla tanto antes como después de la muestra considerada idónea en cuestión de tueste, al tener estos datos podemos analizar basándonos en el principio que era encontrar las muestras correctas de cada variedad para poder seguir con las mezclas, así como encontrar la mezcla que del sabor buscado y que se puedan complementar de manera correcta. Por lo que se determinan las condiciones iniciales para todas las muestras arábicas mostradas en la Tabla 5.

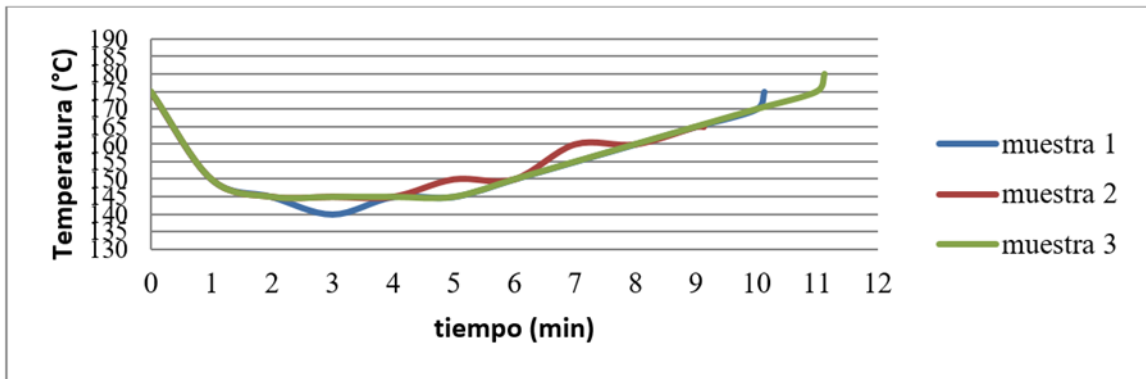
Tabla 5 Condiciones iniciales de tueste para las muestras de arábigo

Muestra	T de entrada (°C)	Potenciómetro (intensidad de calor)	Densidad Kg/L	Humedad % de humedad
1	175	6.4	0.68	12.4
2	175	6.4	0.68	12.4
3	175	6.4	0.68	12.4

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3 se observa la curva de tueste describe el comportamiento del tostador, la muestra tuvo una temperatura de entrada de 175°C con una mínima de 140°C sin reincidencia. A la temperatura mínima se alcanzó una completa deshidratación. Por otra parte, el 0.13 segundos subió cinco grados centígrados, lo cual denota un tueste pasado 0.13 segundos.

Figura 3 Comparación de las curvas de tueste para la variedad arábigo



La muestra 2 entró a 175°C al tostador, la temperatura bajó hasta 145°C en el minuto dos, posteriormente se elevó cinco grados centígrados y se mantuvo así durante dos minutos, para luego subir hasta 165°C en el minuto 9.13; La curva de tueste describe el comportamiento del tostador, la muestra tuvo una temperatura de entrada de 175°C con una mínima de 145°C que se mantuvo durante tres minutos. Posteriormente subió cinco grados centígrados y se mantuvo ahí durante dos minutos, luego subió cinco grados más y nuevamente se mantuvo ahí dos minutos. Finalizó subiendo cinco grados en un minuto. En la muestra 3 se observa que, aunque se tuvo una temperatura inicial de 175°C, el tostado completo terminó diez grados abajo en 165°C. Hubo intermitencias entre las temperaturas, indicando que por partes necesitaba mantenerse a cierta temperatura para completar su caramelización.

La Tabla 6 muestra los distintos parámetros que deben evaluarse al momento de la catación, y las calificaciones asignadas para las muestras de Arábigo

Tabla 6 Resultados en taza de las muestras Arábiga

Muestra	Aroma	Cuerpo	Acidez	Sabor
1	4	4	4	4
2	2	5	5	2
3	3	2	2	4

Fuente: Elaboración propia

Curvas de tueste de las muestras realizadas para la variedad Robusta

Una vez que ya se determinaron mediante el análisis sensorial cual fue la muestra idónea de las dos variedades robusta y arábica, se pudo ver que es lo que se desarrolla tanto antes como después de la muestra considerada idónea en cuestión de tueste, al tener estos datos podemos analizar basándonos en el principio que era encontrar las muestras correctas de cada variedad para poder seguir con las mezclas, así como encontrar la mezcla que del sabor buscado y que se puedan complementar de manera correcta. Por lo que se determinan las condiciones iniciales para todas las muestras Robusta mostradas en la Tabla 7.

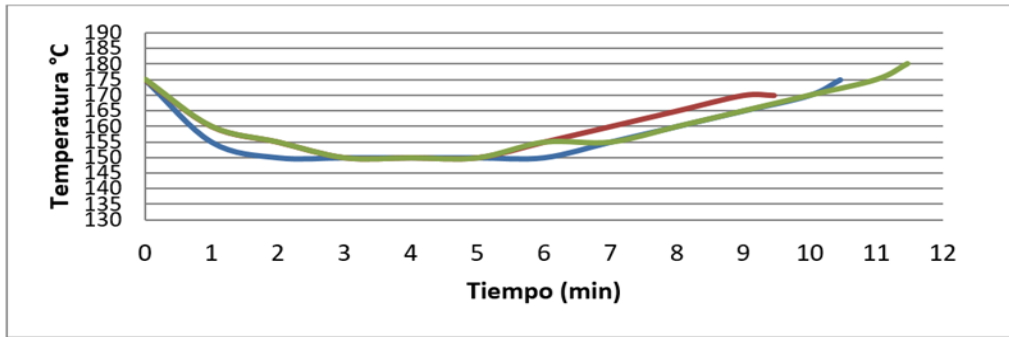
Tabla 7 Condiciones iniciales de tueste para las muestras de Robusta

Muestra	T de entrada (°C)	Potenciómetro (intensidad de calor)	Densidad Kg/L	Humedad % de humedad
1	175	6.4	0.71	13.1
2	175	6.4	0.71	13.1
3	175	6.4	0.71	13.1

Fuente: Elaboración propia

La muestra 1 tuvo una temperatura de entrada de 175°C con una mínima de 150°C que se mantuvo durante cuatro minutos. Posteriormente subió cinco grados centígrados cada minuto hasta la finalización de su tostado. Se puede observar que esta muestra bajó sólo a 150°C, teniendo las mismas condiciones de entrada que las mezclas de la variedad arábica por lo que se puede deducir que la variedad robusta pose más humedad haciendo que sea más difícil que el calor entre en el grano y por lo tanto su comportamiento es diferente. La Muestra 2 tuvo una temperatura de entrada de 175°C con una mínima de 145°C que se mantuvo durante cuatro minutos. Posteriormente subió cinco grados centígrados cada minuto hasta la finalización de su tostado. En la muestra 3 se presenta igual forma un comportamiento gráfico idóneo, pues no hubo variaciones considerables en su tiempo de deshidratación ni en el de caramelizado, sin embargo, en el análisis sensorial no fue la mejor calificada, como se puede observar en la Figura 4.

Figura 4 Comparación grafica de las muestras robusta



La siguiente Tabla 8 muestra los distintos parámetros que deben evaluarse al momento de la catación, y las calificaciones asignadas para las muestras de Robusta

Tabla 8 Resultados en taza de las muestras Robusta

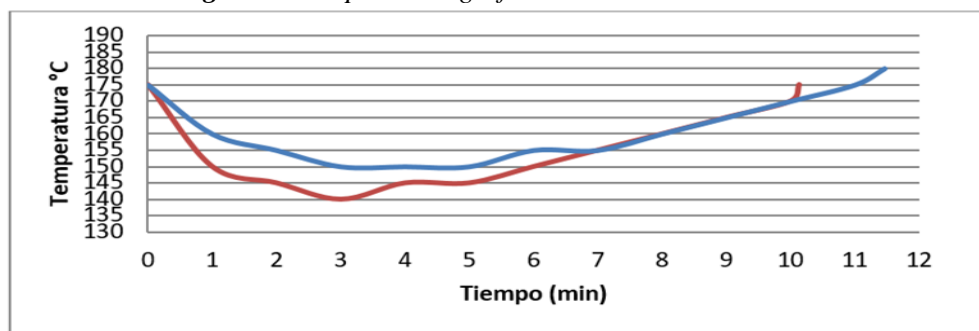
Muestra	Aroma	Cuerpo	Acidez	Sabor
1	2	3	2	2
2	2	4	1	2
3	2	4	1	3

Fuente: Elaboración propia

Comparación entre muestras óptimas de Robusta y Arábica

Se observó que la variedad robusta necesitó menos calor que la Arábica para llegar a la deshidratación completa, pero necesitó más tiempo para el tueste completo. En la Figura 5 de curvas de tueste se puede apreciar una línea de tendencia azul que es la que señala el comportamiento del café durante el tostado, esta línea dependerá de las variaciones de temperatura durante el tiempo transcurrido, Una vez que ya se determinó mediante el análisis sensorial cual fue la muestra idónea, de las dos variedades robusta y arábica, se pudo observar qué es lo que se desarrolla tanto antes como después de la muestra considerada idónea en cuestión de tueste. Al tener estos datos podemos analizar basándonos en el principio que era encontrar las muestras correctas de cada variedad para poder seguir con las mezclas, así como también encontrar la mezcla que dé el sabor buscado y que se puedan complementar de manera correcta.

Figura 5 Comparación grafica de las muestras robusta



Discusión

Se establece que los tiempos de tueste adecuados son para el café Arábica un 13% menor que para el café Robusta, se sabe que las características del café Arábica presentan mayor acidez por lo que predomina su sabor en las mezclas, solo al realizar una mezcla de 50% Arábica y 50% Robusta, el sabor se encuentra en balance y no predomina ninguna de estas variedades. Por las características de las mezclas de café, se tiene una temperatura de entrada de aire caliente del tostador al momento de entrar el café de 175 °C y de salida de aire caliente del tostador es 145 °C durante el tostado de la mezcla de café con mayor proporcionalidad de café Arábica, mientras que para cuando en la mezcla se tiene una mayor proporcionalidad de café Robusta presenta la misma temperatura de entrada, pero la de salida del aire caliente del tostador es de 150°C, esto es debido a la concentración de humedad de este último café es un 10% mayor. Cabe hacer mención que los comportamientos de las diversas mezclas de café se ven afectadas por la densidad, la humedad repercutiendo en el tiempo y la temperatura de tostado.

Conclusiones

En las mezclas que contienen más del 20% de *Coffea Robusta*, las características organolépticas del *Coffea arábica* disminuyen considerablemente, mientras que al agregar menos del 20%, el sabor se modula, ocasionando que la bebida sea agradable. Si la bebida llega a tener acidez o amargor, con esta cantidad de robusta se modula. Es entonces una cantidad menor o igual al 20% de robusta del total en la mezcla lo que conducirá a una bebida con las características deseadas para un buen café.

El comportamiento dentro del tostador no puede ser igual entre diferentes muestras de un mismo lote, las variables que comparten son tiempo y temperatura, pero no así su

comportamiento. La densidad y la humedad juegan un muy importante papel en el proceso del tostado del café, pues entre más húmedo sea el grano, más tiempo tardará en deshidratarse, mientras que cuando es más denso, se llevará más tiempo la caramelización y el tostado completo, debido a que será más difícil introducir calor al grano.

Por medio de las curvas de tueste se pudo comprobar que el comportamiento del café en el tostador, tanto de la variedad arábica como de la robusta, es diferente. Así sean muestras de la misma variedad, el comportamiento en cuanto temperatura se refiera será variable y para poder ajustar a un color o tiempo determinado establecido, el tostador deberá ser calibrado en un lapso de cuatro muestras mínimo, a si la temperatura podrá ser predecible y se podrá ajustar de acuerdo al tiempo y color requeridos, aunque no se consigan las mismas medidas de temperatura durante el tueste si se podrá replicar el tiempo y color en diferentes muestras de la misma variedad.

ara replicar las condiciones de tueste en variables diferentes es prácticamente imposible ya que las características físicas de cada una son diferentes, por lo que los parámetros de color y tiempo no pueden ser replicados ya que el punto de tueste de las variedades es diferente y al tratar de igualarlos provocaría que las muestras desarrollen características negativas en las distintas variedades.

Referencias

- Albert Sola. (2018). Tostado y molido del Café. 2018, infocafes.
- Alvarado (2007); M. Monroig; guía práctica de plagas y enfermedades en café; servicio de extensión agrícola, colegio de ciencias agrícolas, recinto universitario de Mayagüez; Mayagüez, puerto rico.
- Bedri café. (2018). El café en el mundo, Bedri Café, Colombia.
- Beristáin (1994), C.; Mendoza, R.; García, H. y Vázquez, a. 1994. cocrystallization of Jamaica (*Hibiscus Sabdarifa L.*) granules.
- CEFP. (2010). El mercado del café en México. Diciembre de 2010, de centro de estudios de las finanzas públicas.
- SCAA (2019), Specialty Coffee Association of America. Estados Unidos.
- Gastronómadas. (2016). Tipos de café y variedades cultivadas en México. 2016, de Gastronómadas.
- Humberto Gonzales. (2008). El comercio internacional alternativo: el café en México. Diciembre, 2008, carta económica regional.
- Josep Giner. (2010). El tueste del café, de Fórum.
- Manuel Rodríguez. (2012). La física y química en el tueste del café, de forumcafe, Barcelona
- Montes (2006), Claudia D. de Paula, Fabián a. ortega; determinación de las condiciones óptimas de encapsulamiento por co-cristalización de jugo de maracuyá (*Passiflora Edulis*); septiembre 9.
- Saint-Arroman, A. (2010). Coffee, tea, and chocolate: their influence upon the health, the intellect, and the moral nature of man [De L'action du café, du théet du chocolat sur la santé, et de leur influence sur l'intelligence et le moral de l'homme] (eningés). Filadelfia. p. 21-29.
- Silvia Calle Aznar. (2011). Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), Volumen I, 17.
- World coffee trade (1963 – 2013). A review of the markets, challenges and opportunities facing the sectors. Organización internacional del café, 2013