



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

ARTÍCULO CIENTÍFICO

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS TIEMPO, TEMPERATURA Y VARIEDAD DE CAFÉ ARÁBICA *Coffea Arábica* CASTILLO Y TÍPICA EN EL PROCESO DE TOSTADO

AUTOR: Jefferson Iván Chugá Chamorro

DIRECTOR: Ing. Luis Armando Manosalvas MSc

ASESORES: Ing. Juan Carlos De la Vega MEng
Ing. Nicolás Pinto Mosquera MSc
Lic. Harold Ceballos MSc

IBARRA - ECUADOR

2018

Lugar de Investigación:

Unidades Edu Productivas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte.

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Chugá Chamorro
NOMBRE: Jefferson Iván
C. CIUDADANÍA: 040134624-2
TELÉFONO CELULAR: 0994412159
CORREO ELECTRÓNICO: jeffernavi_ch18@hotmail.com
DIRECCIÓN: Ibarra, Cdla. La Victoria
AÑO: 2018

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA – UTN

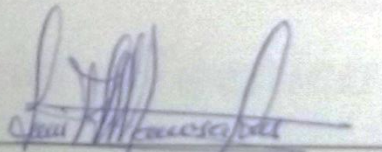
Fecha: 23 de febrero del 2018

CHUGÁ CHAMORRO JEFFERSON IVÁN, EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS TIEMPO, TEMPERATURA Y VARIEDAD DE CAFÉ ARÁBICA *Coffea Arábica* CASTILLO Y TÍPICA EN EL PROCESO DE TOSTADO, - UTN/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Agroindustrias. Ibarra. 2018

DIRECTOR: ING. LUIS ARMANDO MANOSALVAS MSc.

La inocuidad en el procesamiento de los alimentos, es la base fundamental para que la asociación de caficultores "Bosque Nublado Golondrinas" ofrezca un producto de calidad con características favorables que cubra las necesidades y exigencias del consumidor.

La carencia de conocimiento de los parámetros adecuados en el proceso de tostado de café por parte de los caficultores, genera una limitación para un adecuado desarrollo y monitoreo de los procesos postcosecha, debido a que desencadenan la generación de riesgos físicos, químicos y sensoriales que provocan que la calidad del producto final vaya en descenso.



Ing. Luis Manosalvas MSc
Director de tesis



Jefferson Iván Chugá Chamorro
Autor

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS TIEMPO, TEMPERATURA Y VARIEDAD DE CAFÉ ARÁBICA *Coffea* *Arábica* CASTILLO Y TÍPICA EN EL PROCESO DE TOSTADO

Chugá Chamorro Jefferson Iván

jeffernavi_ch18@hotmail.com

Ingeniería Agroindustrial/Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales/Universidad Técnica del Norte

RESUMEN

El café ha sido durante décadas, el producto alimentario más comercializado y consumido en el mundo, por su sabor y aroma característico que lo convierten en una bebida única, con casi mil compuestos volátiles generados luego de que los granos de café arábica en las variedades Castillo y Típica fueron sometidos a un proceso de tostado con tiempos y temperaturas diferentes.

A estas variedades de café se les aplicó un beneficiado húmedo tradicional, el cual consiste en los procesos de recolección, boyado, despulpado, fermentado, lavado y secado, obteniendo un café pergamino seco de entre el 10 al 12% de humedad. Posteriormente, los procesos de trillado, selección, tostado y molienda, se los realizó utilizando 1 kg de café, con el fin de obtener un café tostado que corresponda a un perfil de taza.

El propósito principal de esta investigación fue determinar en las dos variedades de café, las transformaciones físico-químicas y sensoriales que se produjeron durante el proceso de tostado, entre ellas, la disminución de la actividad de agua, cambios en la densidad, una variación de color en el grano, una pérdida de peso, cambios en el volumen y transformaciones generadas producto de la reacción de Maillard; utilizando temperaturas de 190 y 210°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) y tiempos de 12 y 18 minutos, los cuales sirvieron para estandarizar un producto de calidad que cubra con las necesidades del cliente y logre una mejor comercialización y posicionamiento en el mercado.

Palabras claves: beneficiado húmedo, café pergamino seco, café almendra, tostado.

SUMMARY

Coffee has been for decades the most commercialized and consumed food product in the world, due to its characteristic flavor and aroma, which makes it a unique drink, with almost a thousand volatile compounds generated after the Arabica coffee beans in the varieties Castillo and Typical were subjected to a roasting process with different times and temperatures.

These varieties of coffee were subjected to a traditional moist beneficiation, which consists of the harvesting, buoyancy, pulping, fermented, washing and drying processes, obtaining a dry parchment coffee of between 10 and 12% moisture. Subsequently, the threshing, selection, roasting and milling processes were performed using 1 kg of coffee, in order to obtain a roasted coffee corresponding to a cup profile.

The main purpose of this research is to determine the physical-chemical and sensorial transformations that occur in the roasting process, including the reduction of water activity, changes in density, a variation of color in the grain, a loss of weight, changes in volume and transformations generated by the Maillard reaction; using temperatures of 190 and 210 ° C ($\pm 2^\circ\text{C}$) and times of 12 and 18 minutes, which will serve to standardize a quality product that meets the needs of the customer and achieve a better marketing and positioning in the market.

Key words: wet processing, dry parchment coffee, almond coffee, roasted.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la situación que atraviesa nuestro país ha dado lugar a fortalecerse en muchas áreas, una de ellas es la caficultura, considerando al café como uno de los principales productos cultivados, procesados, comercializados y consumidos a nivel mundial (Adriana Paola Tabares Arenas, 2016); por esta razón es un producto de gran influencia económica que se caracteriza por un agradable aroma y sabor debido a sus propiedades organolépticas (Amparo Zapata Gómez, 2013).

Es así, como el tema de investigación a desarrollarse se centrará en encontrar los parámetros óptimos para el proceso de tostado de los granos de café arábica, ayudando así, a que la asociación de caficultores de la zona mejore su economía y sobre todo puedan comercializar un café con características organolépticas que satisfagan las necesidades del cliente.

Dichas propiedades resultan sobresalientes debido a que el grano de café contiene diversos componentes (agua, carbohidratos, lípidos, aminoácidos, ácidos alifáticos, cafeína, y minerales) que dan lugar a una serie de reacciones durante el proceso de tuestión (W. Rivera, 2013).

La tuestión es una operación unitaria en la cual, por medio de la aplicación de calor al grano durante un determinado periodo de tiempo, genera una pérdida de agua en el grano; una transformación o degradación de azúcares y polisacáridos; un incremento de lípidos y ácidos orgánicos y una desnaturalización de las proteínas que reaccionan con los carbohidratos generando compuestos volátiles como aroma, fragancia, sabor, acidez y amargor, que son fundamentales al momento de preparar y consumir una buena taza de café (W. Rivera, 2013).

Por ello, el objetivo de esta investigación fue estudiar los cambios en la composición que experimentan los granos de café arábica en las variedades Castillo y Típica a causa de un proceso de tuestión realizado a 190 y 210°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) durante un periodo de tiempo de 12 y 18 minutos, y así poder determinar los parámetros adecuados necesarios para obtener un café que represente una taza de calidad.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta investigación se utilizó las variedades de café Castillo y Típica, de la especie *Coffea Arábica* a un determinado tamaño con el fin de obtener tuestes parejos en etapas posteriores de procesamiento, evaluando posteriormente las propiedades físico-químicas y sensoriales del grano de café verde, tostado y tostado molido a partir de métodos analíticos detallados a continuación:

- Tamaño: se utilizó un método granulométrico guiándose en la norma NMX-F-013-2000 de la Organización Internacional Del Café
- Densidad: se calculó por el método de caída libre explicada en la norma ISO 6669:2013
- Humedad: se aplicó un método gravimétrico detallado en la norma NMX-F-013-2000.
- pH y acidez: procedimiento realizado con un pH-metro
- Polisacáridos: se utilizó el método de Fehling.
- Proteína: realizado por el método de Kjeldahl
- Lípidos: realizado por el método de Soxhlet
- Cenizas: se las realizó mediante un método gravimétrico basado en la NMX-F-013-2000.
- Sólidos totales: determinado por medio de un método gravimétrico
- Azúcares totales/reductores y sacarosa: se les determinó mediante las guías de MAL-53/PEARSON
- Minerales (Ca, P, Mg, Na): se los realizó basándose en el método MO-LSAIA-03
- Cafeína: procedimiento cromatográfico realizado por HPLC
- Color y olor: se lo realizó mediante un examen visual y olfativo guiándose en la en la Speciality Coffee Association, SCAA
- Aroma, sabor, acidez y cuerpo: estos atributos de la bebida del café se los determinó por medio de una evaluación en taza basándose en la Speciality Coffee Association, SCAA.

Análisis estadístico

Para la evaluación de las variedades de café arábica Castillo y Típica en el proceso de tostado, se empleó un diseño experimental DCA (Diseño Completamente al Azar), con arreglo factorial

AxBxC, con dos factores de estudio (tiempo y temperatura de tueste) y tres repeticiones, el cual determinó la influencia sobre las características físicas y sensoriales del grano de café.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las variables que se contemplaron en este estudio fueron: granulometría, humedad, densidad, cenizas, pH, proteínas, lípidos, polisacáridos, sólidos totales, azúcares totales/reductores, sacarosa, minerales (Ca, P,

Na, Mg), cafeína y acidez total. Las medias de los resultados obtenidos en granos de café verde y en granos de café tostado molido se describen en la Tabla 1.

Respecto a la granulometría del grano de café verde, se obtuvo en su mayoría granos con un diámetro de entre 6,30 y 7 mm retenidos en las zarandas con numeración de 16/64 y 18/64 pulgadas, considerándoles como granos medianos y grandes respectivamente.

Tabla 1. Composición fisico-química del grano de café verde y tostado molido

Variables	Variedad de café CASTILLO					Variedad de café TÍPICA				
	Café verde	T1	T2	T3	T4	Café verde	T5	T6	T7	T8
<i>Densidad</i>	1,176	1,281	1,197	1,257	1,129	1,187	1,313	1,129	1,300	1,149
<i>Humedad</i>	11,520	3,937	2,790	2,960	2,387	10,383	3,860	2,733	2,933	1,890
<i>Cenizas</i>	3,265	3,71	3,67	3,50	4,23	3,537	4,36	3,47	3,50	3,56
<i>pH</i>	6,057	6,00	5,77	5,53	5,17	6,127	5,95	5,67	5,48	5,04
<i>Proteínas</i>	10,676	13,14	13,70	14,11	14,45	8,616	12,02	13,51	13,96	11,15
<i>Lípidos</i>	12,487	4,762	5,111	7,791	8,510	11,974	5,144	5,617	5,883	6,912
<i>Polisacáridos</i>	50,759	32,105	33,646	32,894	30,828	53,024	33,784	34,657	32,973	30,755
<i>Sólidos totales</i>	88,480	96,06	97,21	97,04	97,61	89,617	96,14	97,27	97,07	98,11
<i>Azúcares totales</i>	6,890	7,44	3,93	2,40	2,06	6,140	7,29	6,24	5,63	2,62
<i>Azúcares reductores</i>	0,300	0,50	0,59	1,38	0,02	1,690	0,01	0,95	1,52	1,53
<i>Sacarosa</i>	6,261	6,59	3,17	0,97	1,94	4,228	6,92	5,03	3,90	1,04
<i>Minerales</i>										
<i>Fósforo</i>	3,81	3,55	3,65	3,83	3,85	3,75	3,87	3,68	3,76	3,78
<i>Calcio</i>	4,42	2,15	3,95	2,47	5,31	3,28	4,32	3,08	3,33	3,84
<i>Magnesio</i>	0,23	0,16	0,24	0,19	0,19	0,14	0,21	0,19	0,20	0,18
<i>Sodio</i>	0,35	0,46	0,39	0,36	0,31	0,35	0,36	0,47	0,35	0,32
<i>Cafeína</i>	0,830	1,00	1,03	1,09	1,01	0,960	1,01	1,04	1,07	1,11
<i>Acidez</i>	0,246	0,78	1,45	2,66	5,94	0,491	1,27	2,75	3,91	7,19

Respecto a las variables sensoriales del grano de café verde y tostado (Tabla 2), se pudo determinar siguiendo las normas INEN 288 y con ayuda de una persona calificada y experta en café que:

Tabla 2. Características sensoriales en el grano de café verde y tostado

CARACTERÍSTICAS	
<i>Café verde</i>	Presentó un color verde ámbar y olor característico, con un porcentaje de humedad del 10 al 12%. Sin embargo, se observó granos pálidos y mordidos por insectos o por causa de un mal procesamiento.

Variedad de café CASTILLO	T1	Presenta un color claro (Color Agtron SCCA 95), olor a cereal causado por la presencia de pirroles.
	T2	Gracias a la presencia de pirazinas presenta un olor a maní y con una tonalidad claro moderado (Color Agtron SCCA 75).
	T3	Presenta una tonalidad de color medio oscuro (Color Agtron SCCA 65) y con notas dulces debido a la presencia de ésteres, lactonas, ácidos, aldehídos, alcoholes, pirroles y cetonas
	T4	Debido a la presencia de furanos, lactonas, fenoles, aldehídos y piridinas, el grano tostado presentó olores a humo y quemado, con tonalidades oscuras (Color Agtron SCCA 45).
Variedad de café TÍPICA	Café verde	Es un grano ligeramente más pequeño de color verde ámbar y olor característico, con un porcentaje de humedad del 10 al 12%. Sin embargo, no se observan granos ni picados ni molidos pero si granos mantequilla los cuales se producen por deficiencia de hierro en el cultivo (FENACA, 2010).
	T5	Presenta un color claro (Color Agtron SCCA 95), olor a cereal, aroma poco intenso, gusto no desarrollado causado por la presencia de pirroles.
	T6	Gracias a la presencia de pirazinas presenta un olor a maní, de aroma poco intenso y con una tonalidad claro moderado (Color Agtron SCCA 75).
	T7	Presenta una tonalidad de color medio oscuro (Color Agtron SCCA 65) y con notas dulces y olor a chocolate, debido a la presencia de ésteres, lactonas, ácidos, aldehídos, alcoholes, pirroles y cetonas
	T8	Debido a la presencia de furanos, lactonas, fenoles, aldehídos y piridinas, el grano tostado presentó olores dulces a miel y chocolate, con aromas más intensos y tonalidades oscuras (Color Agtron SCCA 45).

El análisis de varianza realizado a los resultados, determinó diferencias estadísticamente significativas para las variables de densidad, humedad, pH, proteína, lípidos, sólidos totales, azúcares totales/reductores, sacarosa, cafeína y acidez; mientras que, las variables de cenizas y minerales no presentaron diferencias significativas durante el proceso de tostado. Cabe mencionar que dichas variables analizadas presentan características similares a investigaciones previas (Riaño Luna, 2012), (Temis Pérez, López Malo Vigil, & Sosa Morales, 2011), (Meenakshi Arya, 2013), (Farah, 2012) y (Janzen, 2010) realizadas en estudios de café.

Para esta investigación se utilizó un café tostado y molido a un determinado tamaño, con el fin de que los análisis fisico-químicos y sensoriales ya sea en grano o en bebida sean homogéneos y sus resultados no varíen.

Cambios fisico-químicos del café ocurridos durante el proceso de tostado

La densidad determina el volumen ocupado por una masa de granos, lo que es un factor para su embalaje, almacenamiento y transporte. Estos valores son variados y están influenciados por el tipo de materia prima, el grado de tueste, el grado de molienda y el contenido de humedad.

Dichos valores permiten confirmar a investigaciones previas de Duarte (2012) de que los granos de café se van tornando menos densos conforme se les aplica tiempos y temperaturas altas. Esto se debe a que en el proceso de tostado existe una pérdida de peso y un significativo aumento del volumen ocasionado por la generación de CO₂ interno del grano, generando una disminución considerable de la densidad respecto a la del café verde.

La determinación de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesamiento, control y conservación de los

alimentos. En los valores obtenidos se pudo observar una disminución del contenido de agua del 10% al 12% en los granos de café verde (Farah, 2012), a porcentajes menores al 4%, luego de que los granos fueron sometidos a un proceso de tostado; esta disminución se debe a que la intensidad de tueste influye notoriamente en la evaporación del agua contenida en el grano, generando una pérdida de peso alrededor del 15 al 20%.

Esta evaporación del agua influye en ciertas características específicas generando de acuerdo a Sotelo (2010) una pérdida de peso, una reducción de los carbohidratos y una eliminación de la película plateada

Las cenizas del café representan el contenido en minerales y elementos químicos presentes en un alimento. Los resultados obtenidos presentaron un porcentaje de cenizas y/o minerales menores al 5% del total de la materia seca en el alimento; por lo que no presentó cambios significativos durante el proceso de tostado, es decir, que se confirma que la mayoría de los elementos químicos presentes en las cenizas se conservan durante el tueste.

La acidez y pH tienen una característica en común, ya que el pH nos ayuda a determinar qué tan ácido o alcalino resulta el café luego de someterlo a un proceso de tueste; un pH entre 4.9 y 5.2 es el rango preferido para una “buena taza de café” (Veliz, 2011); por lo contrario la acidez indica la presencia de ácidos orgánicos presentes en la bebida de café. En la tabla 2 se puede observar cómo el grano de café tostado se va volviendo más ácido conforme se le aplica un mayor grado de tueste. Este aumento de acidez es generado a medida que los niveles de ácidos alifáticos (fórmico, acético, glicólico y láctico) aumentan a través de la degradación de sacarosa, polisacáridos y otros compuestos, especialmente durante la tostación corta y de alta temperatura (Farah, 2012)

Las proteínas son vitales para el sabor del café ya que sirven como precursores para la formación de compuestos aromáticos, del olor característico y de su actividad antioxidante. Al someter a los granos de café verde a un proceso de tostado, su contenido que está entre el 9 y 16% se degrada, produciendo varias sustancias simultáneamente con la formación del aroma y el color del café.

Cuanto más severo es el tostado menor es el contenido de proteína.

En lo que se refiere al contenido de lípidos, se pudo observar diversos cambios ocurridos durante el proceso de tostado, entre ellos, la disminución de algunos lípidos que tienden a desaparecer u oxidarse al inicio del proceso formando aldehídos y otros compuestos volátiles (Santacruz, 2014), y de otros como los ácidos grasos que van apareciendo e incrementándose conforme aumenta el grado de tueste

En cuanto a los sólidos totales, su contenido representa el porcentaje de materia seca presente en el grano de café y resultó inversamente proporcional al contenido de humedad, es decir, si el contenido de humedad disminuye, el porcentaje de sólidos totales aumenta, y viceversa.

Los polisacáridos, considerados como los carbohidratos de mayor contenido están implicados en la formación de melanoidinas durante el tueste del café, resultando responsables de varias facetas de la sensación en la boca de la bebida, por ejemplo, la viscosidad y la estabilidad de la espuma (Dirk Selmar, Maik Kleinwachter Bytof, 2011). Dicho contenido sufrió una disminución o deshidratación, hidrolizándose en azúcares simples alcanzando su punto de pirólisis, los cuales reaccionan con las proteínas, dando pie a la formación de compuestos que contribuyen al color y sabor de la bebida.

Los azúcares totales/reductores y sacarosa tienen un común acuerdo debido a que cada uno pertenece a los carbohidratos presentes en el grano de café, éstos se transformaron totalmente por la influencia de la temperatura, donde los azúcares totales presentes en el café verde desaparecieron conforme el grado de tueste iba aumentando, debido a la caramelización y reacción de Maillard (Duarte, 2002). La sacarosa en cambio, aumenta con el grado de maduración del grano verde, y se degrada rápidamente al tostarlo (Meenakshi Arya, 2013); inicialmente se deshidrata y luego se hidroliza en azúcares reductores, los cuales aumentaron conforme el grado de tueste se tornaba mayor, para posteriormente polimerizarse.

En lo que respecta a la cafeína, el cual es considerado como un alcaloide con

características amargas, presentó características similares en todos los tratamientos, es decir, su contenido no tuvo mucha varianza; esto se debe a que éste alcaloide no sufre cambios durante el proceso de tueste; sin embargo, se puede observar un aumento en el contenido de cafeína debido a la pérdida de otros compuestos (Farah, 2012); y solamente con tostados muy oscuros se encuentra una significativa pérdida de cafeína (Santacruz, 2014).

Una vez determinadas las características fisico-químicas en el grano de café tostado, se realizó pruebas de significación para determinar los tratamientos sobresalientes en cada variable y los factores que afectaron en mayor o menor proporción; para lo cual se utilizó tres factores (Tiempo de tueste, temperatura de tueste y variedades de café), los cuales fueron fundamentales para poder determinar los parámetros adecuados necesarios para obtener un café de calidad.

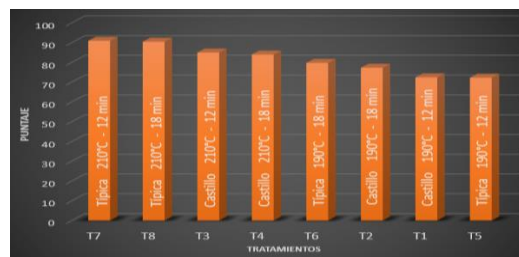
En dichas pruebas de significación se pudo observar cómo el factor tiempo afectó mayormente sobre las propiedades fisico-químicas, principalmente en las variables de densidad, humedad y sólidos totales. Por lo contrario, el factor temperatura influyó en las variables de pH, acidez, azúcares totales/reductores, sacarosa y proteína logrando un mayor cambio en las características del café.

Análisis organoléptico

Se evaluó las características organolépticas del café tostado molido por medio de un panel de catación con 8 participantes de edades entre 24 y 50 años, los cuales analizaron los siguientes atributos: color y fragancia (olor) en muestras secas; y aroma, acidez y cuerpo en la bebida de café.

Los sabores no se los percibe inicialmente a la vez: los primeros en aparecer, de forma instantánea, son los dulces, les siguen los salados y ácidos, y a los 10 segundos llegan los componentes amargos (FEDECA, 2015).

Es así que, una vez realizado el proceso de catación para cada uno de los tratamientos con diferentes tiempos y temperaturas en el proceso de tostado de café, se llegó a obtener estos resultados:



Gráfica 1. Resultados del proceso de catación del café

En la gráfica 1 se muestran los resultados obtenidos del proceso de catación que se realizó para cada uno de los tratamientos. En ella se puede apreciar cómo los tratamientos T7, T8, T3 Y T4 correspondientes a una temperatura de 210°C y tiempos de 12 y 18 minutos en sus dos variedades, fueron los más recomendables utilizarlos para obtener una bebida de calidad que cumpla con los requisitos del consumidor.

Para el registro de datos de cada una de las muestras o tratamientos, los integrantes del panel de catación calificaron del 5 al 10 la fragancia, aroma, acidez, cuerpo y sabor residual, guiándose de una escala de catación, la cual indica que: 10 significa que es lo mejor que ha probado, 9 si le gusta mucho, 8 si le gusta, 7 si es regular pero está bien, 6 si no le gusta mucho y 5 si no le ha gustado o que ha sido lo peor que ha probado.

A continuación se muestra las calificaciones de los catadores otorgadas a las variables sensoriales de cada uno de los tratamientos, pertenecientes a las dos variedades de café Castillo y Típica utilizadas para esta investigación.

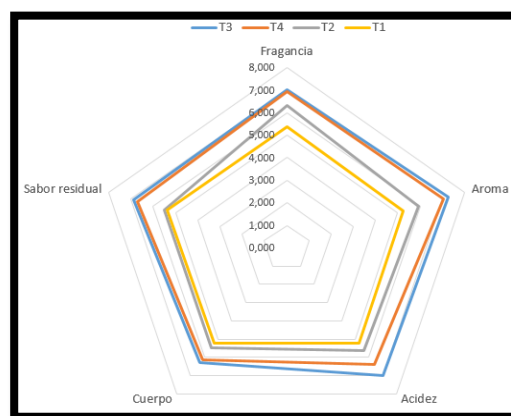


Figura 3. Puntajes de la variedad de café Castillo

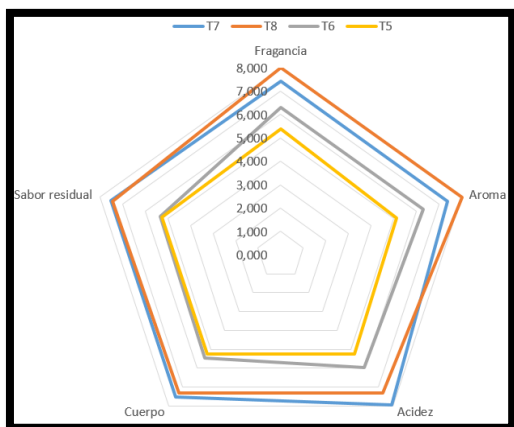


Figura 4. Puntajes de la variedad de café Típica

En las figuras 3 y 4 se puede apreciar cómo los tratamientos 7, 8 y 3 resultaron los mejores puntuados, siendo la muestra de 210°C y 12 minutos de la variedad típica la mejor en calidad, es decir, presentó los mejores atributos organolépticos en relación a las demás; la segunda mejor puntuada resultó la muestra de 210°C y 18 minutos de la variedad típica y la tercera muestra de mejor calidad resultó la de 210°C y 12 minutos de la variedad Castillo.

Con estos datos se pudo determinar que los parámetros de 210°C y 12 minutos en sus dos variedades son los más recomendables utilizar en un proceso de tostado.

CONCLUSIONES

El análisis fisicoquímico del café verde determina que la variedad de café Castillo presenta un mayor contenido en humedad y tamaño, con una elevada generación de gases internos que hacen al grano menos denso con relación a la variedad Típica, que presenta granos pequeños de densidad mayor y menor contenido de humedad.

El análisis químico de los granos de café verde determina que la variedad Castillo presenta contenidos superiores de proteínas, pH, extracto etéreo, azúcares totales y sacarosa. Mientras, la variedad Típica presenta mayores contenidos de cenizas, materia seca o sólidos totales, así como también un mayor contenido de polisacáridos, azúcares reductores, cafeína y acidez, con relación a la variedad Castillo.

El tiempo tiene mayor efecto durante el proceso de tueste con relación a la temperatura y variedad de café, sobre la disminución de la densidad y del

contenido de humedad presentes en el grano de café.

El grano de café de la variedad Castillo sometido a una temperatura de 210°C por 18 minutos correspondiente al tratamiento 4 se caracterizó por presentar cambios diferentes como la cantidad mínima o casi nula de azúcares reductores y sacarosa, lo que permitió que la generación de ácidos alifáticos no se desarrolló completamente otorgando a la bebida un sabor ácido medio digno de una taza de calidad; por lo contrario en el T8 que presentaba los mismos factores pero con diferente variedad, la generación de ácidos fue mayor presentando un sabor amargo característico de una exageración de acidez en la bebida.

La realización del análisis organoléptico en la bebida del café permitió determinar que los tratamientos **T7** (12 min, 210°C, Típica), **T8** (18 min, 210°C, Típica), **T3** (12 min, 210°C, Castillo) y **T4** (18 min, 210°C, Castillo) fueron los de mejor calidad al presentar las mejores puntuaciones en el proceso de catación, concluyendo que los parámetros de 210°C y 12 minutos en sus dos variedades son los más adecuados para realizar un proceso de tostado.

Basándose en los resultados obtenidos de la presente investigación, se acepta la hipótesis alternativa, ya que el tiempo y temperatura durante el proceso de tostado influyen significativamente sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de los granos de café en las variedades Castillo y Típica, provocando un sinnúmero de cambios generados por acción del calor y tiempo en el tostador.

BIBLIOGRAFÍA

- AH REUM CHO, K. W. (2013). Influence Of Roasting Conditions On The Antioxidant Characteristics Of Colombian Coffee (*Coffea Arabica L.*) Beans. *Journal of Food Biochemistry*.
- Adriana Paola Tabares Arenas, L. F. (2016). Analysis Desorption Isotherms Of Roasting During Green Coffee. *Vitae*, 1-2.

- Amparo Zapata Gómez, W. A. (2013). Improving the quality of soluble coffee using the Taguchi method. *Revista chilena de ingeniería*, 1-2.
- Arenas, A. P. (2016). Analysis Desorption Isotherms Of Roasting During Green Coffee
- Clifford. (2013). The composition of green and roasted coffee beans.
- Deborah Waters, A. M. (2015). Biochemistry, Germination and Microflora Associated with *Coffea arabica* and *Coffea canephora* Green Coffee Beans. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.
- Farah, A. (2012). Coffee Constituents. *Emerging Health Effects and Disease Prevention*.
- Janzen, O. (2010). Chemistry of Coffee.
- Julián Londoño, M. N. and M. Q. (2013). Study of the antioxidant activity changes of coffee beverages during its shelf life using In-vitro and Ex-vitro methods. *Química Farmacéutica*, 95–104.
- Maik Kleinwächter, Gerhard Bytof, D. S. (2015). Coffee beans and processing. *Coffee in Health and Disease Prevention*, 1–27.
- Meenakshi Arya, J. M. (2013). An Impression of Coffee Carbohydrates. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.
- Ohiokpehai, O. (2012). Chlorogenic acid content of green coffee beans. *Faculty of Biological and Chemical Sciences*.
- Pérez Temis, López Malo y Morales Sosa. (2011). *Producción de café (Coffea arabica): cultivo, beneficios, plagas y enfermedades*. Obtenido de [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No-5-Vol-2/TSIA-5\(2\)-Temis-Perez-et-al-2011.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No-5-Vol-2/TSIA-5(2)-Temis-Perez-et-al-2011.pdf)
- Rivera W, V. X. (2013). TGA and FTIR Evaluation of Composition Changes Produced by Roasting of Coffee Beans.
- Santacruz, P. A. (2014). *Efectos De La Altitud Sobre La Calidad Del Café Torrefactado (Coffea Arábica L. Var. Colombia) Producido En Los Municipios De Buesaco Y La Union – Nariño, Pertenecientes Al Ecotopo E – 220 A*. Obtenido de <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/2598/1/1085260903.pdf>
- W. Rivera, X. V. (2013). TGA and FTIR Evaluation of Composition Changes Produced by Roasting of Coffee Beans. *Revista Colombiana de Física*, 2-3.