EL TOSTADO ARTESANAL DE CAFÉ

EN MÉXICO

José Gervasio Partida Sedas
Maribel Estudillo De La Cruz
Rosalba San Martin Santamaria
Emiliano Pérez Portilla
Luis Diego Hernández

EL TOSTADO ARTESANAL DE CAFÉ

EN MÉXICO

José Gervasio Partida Sedas
Maribel Estudillo De La Cruz
Rosalba San Martin Santamaria
Emiliano Pérez Portilla
Luis Diego Hernández

CENIDERCAFE

CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO
DE LAS REGIONES CAFETALERAS
Km 6 carretera Huatusco – Xalapa
Huatusco, Veracruz, México
C.P. 94100

Dirección Editorial: PhD. Jorge Luis León-González
Diseño de portada y edición: DI. Yunisley Bruno-Díaz

ISBN: 979-8-9916990-7-5

DOI: https://doi.org/10.64092/AKMN5889

© José Gervasio Partida Sedas, 2024. All rights reserved.
© Maribel Estudillo De La Cruz, 2024. All rights reserved.
© Rosalba San Martin Santamaria, 2024. All rights reserved.
© Emiliano Pérez Portilla, 2024. All rights reserved.
© Luis Diego Hernández, 2024. All rights reserved.

La evaluación científica y metodológica de la obra se realizó a partir del método de Revisión por Pares Abierta (Open Peer Review).

Este libro es una publicación de acceso abierto con los principios de Creative Commons Atribution 4.0 International License, que permite el uso, intercambio, adaptación, distribución y transmisión en cualquier medio o formato, siempre que dé el crédito apropiado al autor, origen y fuente del material gráfico. Si el uso del material gráfico excede el uso permitido por la normativa legal deberá tener permiso directamente del titular de los derechos de autor.

SOPHIA EDITIONS
8404 N Rome Ave, Tampa,
Florida, USA
Email: contact@sophiaeditions.com
Phone: +1 (813) 699-2557
https://sophiaeditions.com/

AGRADECIMIENTOS

Tostadoras (es) de la región y artesanas

María del Rocío Badillo Ortega	La Palizada, Tenango de Doria, Hidalgo
Marlem Soto Islas	El Progreso, Tenango de Doria, Hidalgo
Griselda González Yáñez	San Francisco la Laguna, Tenango de Doria, Hidalgo
Inocencia Badillo Ortega	San Isidro la Laguna, Tenango de Doria, Hidalgo
Evelia Luqueño Mendoza	San Isidro la Laguna, Tenango de Doria, Hidalgo
Alejandra Gómez Leyva	San José del Valle, Tenango de Doria, Hidalgo
Irma Herminia Almaraz Tavera	La Reforma, Tenango de Doria, Hidalgo
María Félix Mendoza Solís	La Reforma, Tenango de Doria, Hidalgo
Irinea García Vargas	La Palizada, Tenango de Doria, Hidalgo
Lidia Gómez Lorenzo	La Palizada Tenango de Doria, Hidalgo
Aurelio Trujillo Argüello	Boca del Monte, Comapa, Veracruz
Martina Barrio Pérez	San Cristóbal Xochimilpa, Zacatlán Puebla.
María de los Ángeles Zacatenco Luna	San Cristóbal Xochimilpa, Zacatlán Puebla.

Autoridades y equipo de trabajo

MVZ. Julieta Estrada García	Titular de Desarrollo Rural, Tenango de Doria Hidalgo
Ing. Luis Diego Hernández	Producción para el Bienestar en la Sierra Otomí-Tepehua, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

COMITÉ EDITORIAL

PhD. Adalia Liset Rojas-Valladares, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Adrian Abreus-González, Universidad de Cienfuegos, Cuba

PhD. Adrian Ludet Arévalo-Salazar, Western University, Canadá

PhD. Alejandro Rafael Socorro-Castro, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Alina Rodríguez-Morales, Universidad de Guayaquil, Ecuador

PhD. Farshid Hadi, Islamic Azad University, Irán

PhD. Héctor Tecumshé-Mojica-Zárate, Centro Regional Universitario Oriente-Universidad Autónoma Chapingo, México

PhD. Hugo Freddy Torres Maya. Universidad de Cienfuegos, Cuba

PhD. Jorge Guillermo Portela, Pontificia Universidad Católica Argentina Santa María de los Buenos Aires, Argentina

PhD. Juan G. Rivera-Ortiz, Ana G. Mendez University, USA.

PhD. Lázaro Salomón Dibut-Toledo, Universidad del Golfo de California, México

PhD. Luis Lizasoain-Hernández, Universidad del País Vasco, España

PhD. Luisa Morales-Maure, Universidad de Panamá, Panamá

PhD. Marily Rafaela Fuentes-Águila, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Maritza Librada Cáceres-Mesa, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

PhD. Marta Linares-Manrique, Universidad de Granada, España

PhD. Mikhail Benet-Rodríguez, Fundación Universitaria Cafam, Colombia

PhD. Raúl Rodríguez-Muñoz, Universidad de Cienfuegos, Cuba

PhD. Rolando Medina-Peña, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Samuel Sánchez-Gálvez, Universidad de Guayaquil, Ecuador

PhD. Yadir Torres Hernández, Universidad de Sevilla, España

CONTENIDO

Prólogo 9

Introducción 11

01. El tostado artesanal de café

1.1. Los alimentos artesanales 13

1.2. El café artesanal 14

1.3. El tostado artesanal de café en las regiones cafetaleras de México 15

1.4. Preparación previa al proceso de tostado del grano 17

1.5. Definición del concepto de tostado artesanal 22

1.6. Experiencia en el tueste artesanal 25

02. Características del grano del proceso de tostado artesanal

2.1. Variables que influyen el tostado artesanal 27

2.2. Tamaño de los lotes de tueste 30

2.3. Criterios para terminar el proceso de tostado artesanal 32

2.4. Rendimientos obtenidos de las tostadoras artesanales de café 34

2.5. Maquinaria y equipo 38

2.6. Consumo de combustible 44

CONTENIDO

03. Tostado artesanal vs industrial

3.1. Calidad del café 48

3.2. Comercialización 51

3.3. Problemas del tostado de café 54

3.4. Tecnología de tostado industrial 60

3.5. Comportamiento de las variables en el tostado artesanal 64

Conclusiones 71

Referencias bibliográficas 73

PRÓLOGO

El Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE) tiene una trayectoria de 23 años de contribuir con investigación de acuerdo con lo que establece la Ley que crea la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), en el sentido de "*desarrollar la investigación científica, básica y tecnológica, ligada a la docencia para obtener el mejor aprovechamiento económico y social de los recursos agropecuarios*".

En la creación del CENIDERCAFE el 24 de febrero de 2001 se determinó que su ámbito de estudio fueran las regiones cafetaleras de México. Desde entonces se ha vinculado con varios actores del sector agropecuario, en particular con el campesinado cafetalero, con el que se han desarrollado proyectos de diferente índole.

Actualmente, el CENIDERCAFE retoma en su proyecto dos estrategias mencionadas en el Plan de Desarrollo Institucional de la UACh: a) fortalecer la capacidad de generación de conocimiento mediante la promoción de la investigación básica para el desarrollo tecnológico, y b) asegurar que la investigación se oriente prioritariamente en el desarrollo científico, tecnológico y sostenible, para coadyuvar a la solución de problemas del medio rural.

La cafeticultura en México es una actividad productiva importante debido a que se desarrolla en zonas de transición climática con alta diversidad biológica. Por otra parte, en el aspecto social, estas zonas albergan un número importante de grupos originarios, ricos en cultura, pero la mayoría con grado alto de marginación. El enfoque del análisis regional adoptado por el CENIDERCAFE permite entender la problemática de las regiones cafetaleras desde un punto de vista holístico, en el que se pueden utilizar diversas unidades de estudio que van desde los sistemas de cultivo, la unidad de producción, hasta los paisajes. Este abordaje flexible de la investigación permite entender las problemáticas y, con ello, su solución desde diferentes escalas y perspectivas.

Uno de los problemas fundamentales de la cafeticultura es la escaza apropiación de valor por parte de los cafeticultores al vender su producción con un procesamiento mínimo. Ante un entorno de mercado desfavorable para los cafeticultores,

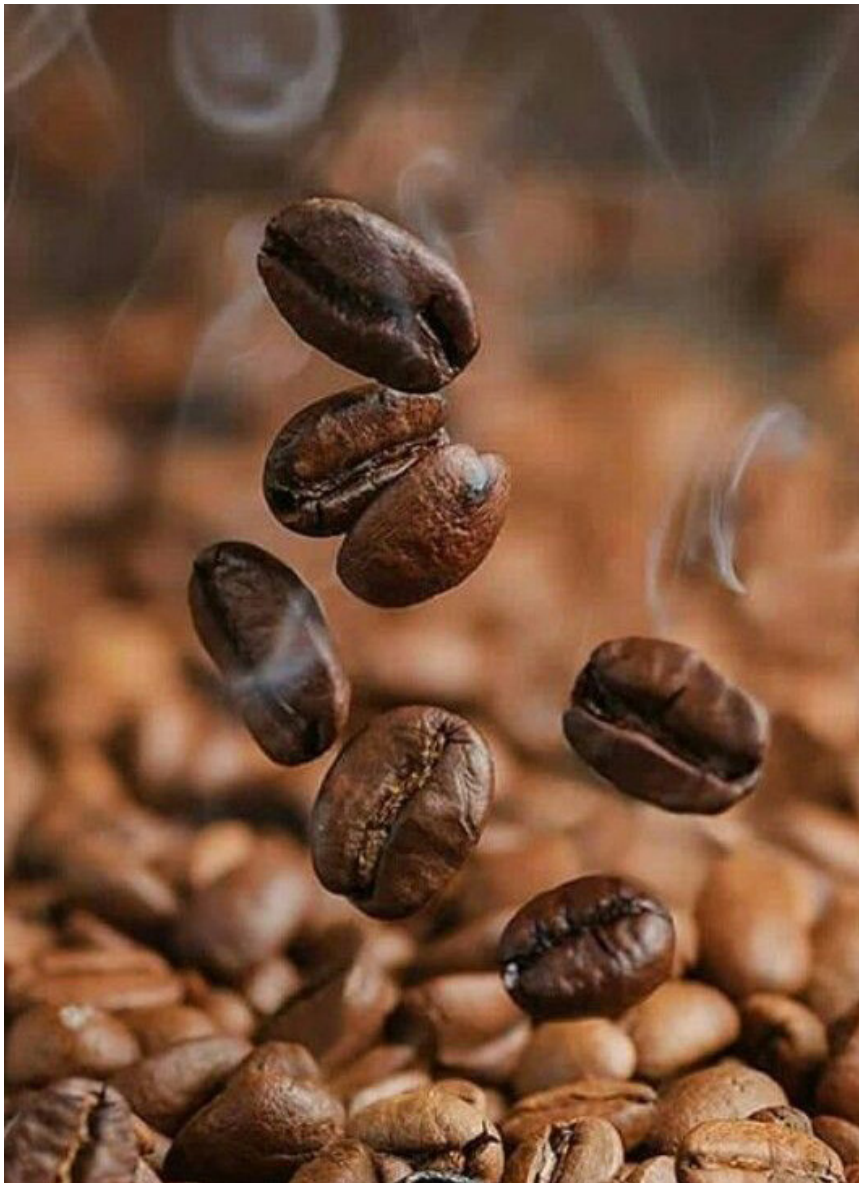
muchos han optado por vender café tostado en los mercados locales, lo cual les permite apropiarse de mayor valor.

Sin embargo, dentro de las estrategias de agregación de valor, el tostado artesanal no se considera como una alternativa viable debido a su “bajo nivel tecnológico” y pequeña escala. En este trabajo se documenta la importancia de esta actividad y se argumenta a su favor para que sea reconocida y fomentada. El tostado artesanal forma parte de una serie de estrategias de resiliencia que los cafeticultores han implementado ante el abandono del Estado a esta importante actividad en las regiones más apartadas de México, donde se tiene un a arraigo por la cafeticultura, principalmente por grupos de mujeres indígenas.

Dr. José Gervasio Partida Sedas

Coordinador del CENIDERCAFE

INTRODUCCIÓN



Desde hace más de 27 años, Moguel y Toledo (1996), destacaron que la cafeticultura es esencial para la población indígena y campesina en las áreas montañosas de México.

Esta actividad ha proporcionado ingresos económicos cruciales para su subsistencia. A pesar de la evolución en la industria, donde otros países como Brasil tienen una producción a gran escala, en México, los campesinos e indígenas minifundistas siguen siendo vitales para la producción y dependen en gran medida del café para su sustento.

La cafeticultura enfrenta desafíos, como el cambio climático, las plagas y enfermedades del cultivo, así como un mercado adverso dominado por las transnacionales y la competencia de otras regiones dentro y fuera del país. A pesar de esto, en la sierra Otomí-Tepehua del Estado de Hidalgo como también en muchos territorios aislados, los campesinos indígenas cultivan café de alta calidad en unidades familiares multipropósito.

Este sistema ha soportado todas las adversidades económicas y ambientales que agobian la cafeticultura comercial actual. Es ejemplo de un sistema resiliente que además de obtener múltiples productos y beneficios, su café se distingue por su sabor y aroma únicos, aun cuando no tienen acceso a mejores mercados y precios. Díaz Nieto (2021), declara certeramente que, a pesar de los desafíos, los productores de café de esa región continúan contribuyendo al rico legado cafetalero de México.

Como respuesta al contexto adverso del mercado los campesinos ofrecen su café tostado y molido de manera artesanal para mejorar sus ingresos. Esta es una opción real de integración en el sistema alimentario que les permite quedarse con un mayor valor y que debe ser apoyada de manera estratégica por las diferentes instituciones (educativas, de investigación, del gobierno) para masificar la oferta de café tostado y molido de manera artesanal fomentando una relación directa con los consumidores. Sin embargo, todo sistema es perfectible, en este caso se requiere de mayor investigación y desarrollo en cuanto a la tecnología usada y las preferencias de consumo.

Para Wahyuni (2019), el tostado artesanal es una actividad que realizan las mujeres en las cocinas de las viviendas y consiste en tostar el café en los comales para después ser molido. Sin embargo, una aproximación a una descripción técnica del tostado artesanal no ha sido realizada a la fecha.

Esta iniciativa de estudiar la tecnología en tostado artesanal de café tiene la finalidad de coadyuvar a mejorar el proceso que realizan las mujeres indígenas, mediante un componente importante de investigación para caracterizar y ubicar áreas de mejora de sus procesos, al mismo tiempo que se trata de fomentar la inclusión social y económica a través de un enfoque integral y equitativo en el ámbito del intercambio de saberes entre la Universidad y las comunidades. En este libro se integran los resultados de la primera etapa de investigación y acción participativa con las y los tostadores de café.

01.

EL TOSTADO ARTESANAL DE CAFÉ

1.1. Los alimentos artesanales

Los productos artesanales se destacan por la colaboración inherente en su proceso de creación. Esta colaboración se observa inicialmente en la distribución de tareas dentro de la familia y el taller. Además, se refleja en el conocimiento utilizado en su fabricación: un conocimiento implícito, no verbal y difícil de expresar mediante palabras, que ha sido acumulado durante mucho tiempo en diversas comunidades como resultado de un esfuerzo conjunto por innovar a lo largo del tiempo (Sennet, 2009).

Los alimentos artesanales, a menudo considerados como representativos de la tradición o la tipicidad, sin una delimitación precisa, están vinculados a un estilo alimenticio único, el cual se asocia con la salud óptima y un estilo de calidad de vida diferente.

El alimento artesanal es contenedor no solo de las propiedades del ambiente físico, sino también de las particularidades de los procesos de elaboración otorgadas por cultura local a manera de un saber-hacer exclusivo, colectivo e histórico. La producción de alimentos artesanales debe entenderse pues como una actividad de sustento en términos amplios; es decir, como una actividad que contribuye al desarrollo del mundo de vida de las personas, y las familias.

Sin embargo, en tanto que actividad económica, sus productos concurren forzosamente en un mercado y dependen de la valoración de otro regularmente ajeno al territorio y, por lo general, habitante urbano. En ese sentido, se puede entender como parte de un diálogo intercultural que puede tomar distintos carices en función de la posición de poder de cada uno de los actores. Es decir, puede entenderse como una comunicación entre dos mundos, en cuanto a la valorización que se hace de los alimentos, lo que implica un proceso retroactivo de resignificación y apropiación entre el ***mundo en el que se habla*** y ***el mundo del que se habla*** (De Jesús et al., 2016).

1.2. El café artesanal

El café desde nuestra perspectiva es un alimento, pues aporta una gran cantidad de antioxidantes a la dieta humana y es una bebida energizante. Por esto muchos autores también lo consideran como un alimento funcional que ha demostrado con evidencia científica que aporta beneficios a la salud.

Sin embargo, se debe diferenciar el café producido de manera industrial del artesanal. Así, consideramos que el café artesanal a diferencia del industrial proviene de un sistema de producción de agricultura campesina que maneja un sistema de producción complejo donde el cultivo de diferentes variedades tradicionales de porte alto y el uso de sombra diversificada son elementos fundamentales en su producción. Pero también el procesamiento poscosecha es un elemento diferenciador.

Los frutos se colectan a madurez plena y con un corte manual selectivo, se despulpan en la unidad familiar y se deja reposar el café para posteriormente eliminar la capa

de mucílago adherida al grano. Los granos se pueden lavar para posteriormente secar al sol a temperatura ambiente. Después de un periodo de almacenamiento, el grano se mortea para eliminar la capa de pergamino, se limpia manualmente eliminando impurezas y granos con defectos.

Posteriormente se realiza el proceso de tostado artesanal que resultará en los olores y sabores distintivos de un café artesanal. El conocimiento tradicional y el uso de las manos, apoyado de algunos instrumentos rudimentarios para procesar pequeños lotes, son los rasgos distintivos del café artesanal, que lo diferencian de un café industrial procesado con maquinaria especializada y en grandes lotes. Los contrastes en el perfil aromático de la bebida son muy evidentes.

En este libro nos centramos en la caracterización del proceso de tostado artesanal. A continuación, se describe a detalle la tecnología usada por los artesanos principalmente de la región Otomí-Tepehua del Estado de Hidalgo, México.

1.3. El tostado artesanal de café en las regiones cafetaleras de México

El tostado artesanal de café se lleva a cabo en todas las regiones cafetaleras de México, sin embargo, se inició este trabajo en la sierra Otomí-Tepehua del Estado de Hidalgo por la peculiaridad de ser una zona aislada geográficamente, con una gran cultura mestizo-indígena, y por su agricultura campesina donde el café es un elemento importante desde el aspecto económico, ambiental y social. También se hacen contrastes con otros casos en la región de Zacatlán, Puebla y Huatusco, Veracruz.

Ubicada entre la Sierra Madre Oriental limitando con el Altiplano del Valle de México, en la parte sureste del Estado de Hidalgo; la región Otomí-Tepehua está integrada por tres municipios: Huehuetla, Tenango de Doria y San Bartolo Tutotepec (Figura 1). Colinda con el Estado de Veracruz al norte/noroeste y con el Estado de Puebla al sur/sureste, ocupando una superficie total de aproximadamente 778.6 km^2, en donde la topografía está conformada por montañas y valles con altitudes que varían entre los 300 y los 1,600 metros, lo que ocasiona una diversidad de climas

predominantemente húmedos (Manetta et al., 2017). Los municipios se insertan entre Puebla y Veracruz, y forman una especie de península montañosa ubicada en la sierra Madre Oriental (Carrillo Salgado, 2014).

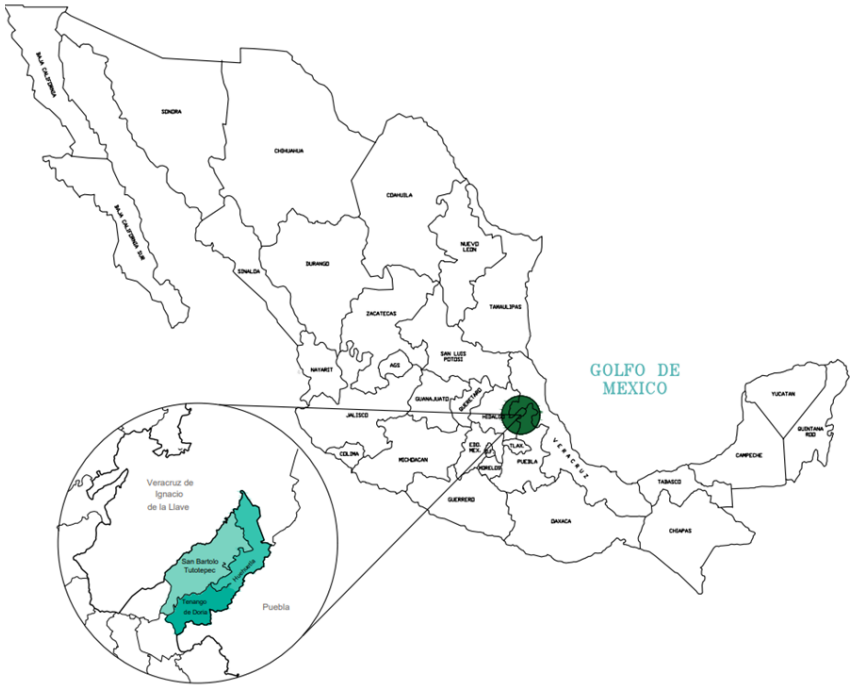


Figura 1. Región cafetalera de la sierra Otomí-Tepehua. Comprende los municipios de Tenango de Doria, San Bartolo Tutotepec y Huehuetla en el Estado de Hidalgo, México.

La producción de café en la región se puede considerar como una actividad generalizada que se ha perfilado como una fuente importante de ingresos para las unidades domésticas campesinas e indígenas de la Sierra Otomí-Tepehua. Aunque la actividad del café no es originaria de la Sierra Otomí-Tepehua, los campesinos e indígenas se la han apropiado y ahora forma parte fundamental de su economía (Carrillo Salgado, 2014).

En la región, los cafeticultores enfrentan un entorno productivo adverso; con limitada infraestructura, apoyo institucional y organización colectiva, se vinculan a cadenas de intermediación global con baja remuneración. El trabajo familiar y las estrategias campesinas diversificadas basadas

en la milpa, el cafetal y el chilar posibilitan la continuidad del cultivo en la zona (Soto-Alarcón et al., 2020).

1.4. Preparación previa al proceso de tostado del grano

Existen muchas variables que influyen en la calidad del café, muchas de ellas están relacionadas con el proceso de tostado. Las variables que influyen en la calidad del grano y la bebida tienen su origen desde el cultivo del café. Una de las variables más importantes es la variedad cultivada que en su interacción con el ambiente resulta en diferentes perfiles aromáticos de la bebida.

Las tostadoras tienen una opinión, al respecto Doña Irma menciona que: "*Pues yo no conozco mucho la verdad, no les entiendo mucho, pero nosotros tenemos esa mata grande ramuda, que es el arábico o bourbón, uno de esos, porque es una mata grandota, bajan sus ramas, y también tenemos de la mata chaparra ramuda que es el Caturra, de esas dos clases nada más tenemos. Ahorita tenemos planta en vivero que vamos a hacer huerta, ese es otro café que nos trajeron semilla, ya echamos el vivero y ya está la mata para plantar. Ese tiene otro nombre, no me acuerdo el nombre, se me olvida, pero sí este lo traen de lejos esa semilla, pero del que nosotros consumimos es el Arábica y el Bourbon, y el Caturra*". Estas variedades tradicionales tienen un alto potencial de producir granos de calidad, sin embargo, no existe la práctica de cosechar y apartar lotes por variedad, sino que al final mencionan que revuelven todo el café cosechado y se diluye la posibilidad de conocer la variedad que les puede dar mejores resultados en producción y en calidad. En esta región se sigue cultivando variedades tradicionales que les garantiza una mejor calidad en la bebida y la mezcla de esas variedades en su sistema productivo les da resiliencia ante los efectos del cambio climático.

Con respecto al manejo del cafetal Doña Alejandra menciona que: "*Desde la parcela: ella limpia la huerta, no emplea bomba o herramienta mecánica solo machete, no se emplean químicos, y realiza un corte selectivo, cosechando solo el café maduro*". El manejo que le proporciona a los cafetales es mínimo, y se caracteriza por ser un manejo que

podría considerarse ecológico, aunque ningún productor cuenta con una certificación que dé garantía de esto.

Una vez cosechado la etapa siguiente es el beneficiado de café. En este aspecto Doña Alejandra menciona que: "*Antes de tener su propia despulpadora, despulpaba en otro lugar. Después de despulpar, deja fermentar 24 horas, se lava y se seca. Una vez seco, se mortea y se tuesta". Doña Irma comenta que "primero, lo cosechamos en rojo, luego lo ponemos a secar, y pues ahí se está como un mes o mes y medio, secándose, para que este bien sequesito. Ya que está seco, pues ya lo guardamos en un costal. En el momento en que lo necesitamos, nos ponemos a quebrarlo en un molino de mano, y ahí estamos moliendo; ya lo quebramos y luego esperamos que haya airecito y lo limpiamos, lo ventilamos con una bandeja, bandeja abajo y bandeja arriba, lo echamos, le damos 3 o 4 pasadas para que se limpie, y ya que está limpio le quedan unas cuantas cascaritas o negritos, y ya lo escogemos, le quitamos la basurita, los negritos, y ya, está listo para dorarlo [tostarlo] nuevamente. Después de que ya se morteó, le quitó la cascara con la mano. Ya de ahí de dorado, esperamos a que se enfríe para molerlo, para que ya salga el polvo*". Generalmente la forma más común de preparar el café es mediante el proceso de lavado, en este caso Doña Marlen menciona que: "*una vez que esta el pergamino y ya está seco el café, todo se hace de manera casera, se ocupa un molino manual, ahí se mortea o martaja como se dice en la región para que la almendra salga limpia, se le quita la cascarilla y después con un ventilador se va harneando para que se le quite toda la cascara que tenía cuando estaba en pergamino*".

Don Aurelio, de la región de Huatusco, Veracruz; menciona que "*en el proceso después de la cosecha, se tiene en una bodega en la cual se mantiene en café pergamino, si es posible venderlo en pergamino, se vende, si no, se tuesta. El pergamino se hace con lavado natural, luego de cosechado regularmente pasan 12 horas para poder despulparlo o por la misma tarde del corte.*

Se cuenta con una despulpadora manual, se realiza un fermentado de 18 a 24h dejándolo sumergido en agua en ese tiempo, cabe mencionar que se cuenta con suficiente

agua para el lavado del café. En cuanto al secado del café, se seca en zarandas durante 8 a 10 días, esto dependiendo del clima, las zarandas son de elaboración propia con malla metálica y madera, con medidas aproximadas de 80cm de ancho y un largo de 1.5m". Doña Griselda menciona que "el café se seca en zarandas en un secador solar, la secadora en buenas condiciones, limpia, que no tenga basura, antes de la cosecha se hacen las preparaciones. Cuando las lluvias llegan emplean el ventilador conectado a un panel solar para secar el grano. Emplea un molino de mano para trillar, se ventila o se escoge uno por uno. Del grano verde se selecciona, de hecho, se selecciona desde cereza, cuando hay tiempo suficiente se corta el café maduro, no se corta la cereza amarilla, se permite que madure y se realiza un segundo corte. El grano verde es seleccionado con una zaranda. También hay una diferenciación por variedad".

El procesamiento poscosecha primario es principalmente por la vía húmeda, es decir el método aplicado se denomina beneficiado húmedo que se realiza de manera artesanal y el producto que se obtiene es café lavado, este procedimiento permite la mejor expresión de la calidad del café en taza. También se aplica, pero en menor medida, la vía seca, que implica secar el café recién cosechado, esto se denomina beneficiado natural y el producto que se obtiene es café natural o bola que tiene otras características en taza (Figura 2).

Figura 2. Proceso de beneficiado del café en las comunidades de la región Otomí–Tepehua. A) se inicia con un corte selectivo de frutos,

B) se trasladan los frutos frescos y a madurez plena a la unidad de procesamiento familiar, C) se despulpa, D) se deja reposar un día el grano despulpado, E) se lava, F) se orea el grano en planillas o azoteas de cemento, G) se van eliminando granos defectuosos e impureza, H) se secan en mallas y I) se obtiene el grano seco con pergamino.

Después del procesamiento primario o beneficiado del café hasta obtener café pergamino o bola (fruto deshidratado), continúa un procesamiento secundario que se denomina beneficio seco que implica retirar la capa de pergamino que cubre al grano y realizar una serie de clasificaciones y selecciones del grano para obtener diferentes calidades de café. Doña Marlen menciona: "*se hace una clasificación por calidad al café verde… Una vez que se tiene el café verde, se le quita toda la 'maleza', para tener un grano más limpio y no agarre malos sabores. Selección por tamaño de grano… Es que hay tres cortes, en el corte intermedio se puede decir que sale mejor, ese grano no se limpia… en la almendra todo el que esta negro o tiene alguna maleza se quita, se limpia; pero todo se hace a mano, no se lleva a máquinas, todo es manualmente.*

Durante el trillado, después de la despulpadora, se seca de 3 a 4 días de sol fuerte, el secado se realiza en la loza, ya después de que esta seco se machaca o tritura un poco y lo muerden para saber si ya está duro… ya está seco… y tiene como un color azulado y marca que ya está bueno, que ya está seco, ya es pergamino… No se debe de pasar de secado, porque ya no pesa lo mismo y la hora de venderlo tiene menos peso. Después de eso, lo muelen o martajan en molino de mano, se limpia con un ventilador, el ventilador es uno de marca comercial, se utilizan bandejas y una vez que está limpio se pasa al comal o en una cazuela…". Doña Alejandra menciona que "el morteado se realiza en un molino de mano, se limpia en una bandeja para sacarle toda la basura. Ya que en el molino de mano se obtiene el café verde con mucha cáscara. Sí realiza selección, se quitan los granos negritos o granos "feítos". No separa café por tamaño. El molido de café tostado se realiza en el mismo molino para morteado. Considera que todo el proceso es tardado, tan solo el tostado es un proceso que conlleva mucho tiempo". Hay quienes llevan a maquilar su café en esta etapa, como Doña María Félix que comenta que: "Después del corte de

café, se despulpa y se seca, para la trilla, se lleva a San Bartolo y se cobran 40 pesos por bulto".

Don Aurelio menciona que: "posteriormente el café es almacenado en bolsas plásticas y luego en costal, el tiempo de almacenado del café depende de conforme se vaya vendiendo, usualmente se almacena durante 2 a 4 meses. Se considera que el beneficiado es bueno a pesar de ser artesanal, esto debido a que se realiza todo lo conveniente para que salga un buen café. El proceso de trillado del café es manual con un mortero de madera y una capacidad de hasta 3kg, luego se hace uso de un ventilador para retirar la basura, en cuanto se tiene el café oro, se realiza una clasificación, retirando el café pergamino, manchado y quebrado, considerándolo un buen proceso ya que se realiza una buena limpieza. Del proceso de beneficiado hasta realizar el tostado, lleva un tiempo de máximo un mes".

El proceso de beneficiado seco es un paso muy importante para garantizar lotes uniformes de granos de café que están listos para ser tostados, en esta región esta etapa se realiza de manera tradicional y demanda muchas horas de trabajo manual (Figura 3).

Figura 3. Selección del grano de café antes del proceso de tostado. A) morteadora del café pergamino y natural, B) morteo del café, C) eliminación de granos defectuosos e impurezas, D) clasificación por tamaños de grano, E) determinación de la humedad y actividad de agua del grano.

1.5. Definición del concepto de tostado artesanal

La conceptualización de los procesos artesanales se ha discutido en foros académicos y sin llegar a un consenso que sea reconocido ampliamente. A las tostadoras de café de la región de la Sierra Otomí-Tepehua se les preguntó acerca del concepto de tostado artesanal. Doña Rocío conceptualiza el tostado artesanal como "*un conocimiento que se trasmite de generación en generación, aprendí con mi mama, solo mirando. Cuando no sé algo me gusta ver para saber cómo lo hace la gente. Me di cuenta de que cuando hacía mi café con prisa, con mucha lumbre no me gustaba, sabía feo, por eso cada que voy a tostar me doy mi tiempo de limpiarlo y tostarlo". El proceso de tostado artesanal se realiza como lo explica Doña Rocío: "Ahorita ya prendió el carbón y lo retiró para tostar con el puro vapor, como tarda para dorarse, meto otro leño para que se vaya calentando y al mismo tiempo tapan el vapor. Todo el tiempo permanezco al tanto del tostado, moviéndolo para un tostado parejo.*

Regulo el calor metiendo y sacando los leños. [En el comal pongo] 1 cuartillo en oro verde. No le pongo mucho [café] porque si no se puede mover uniformemente, le pongo una cantidad que considere que habrá espacio suficiente para moverlo en el comal. [El grado de tueste] lo regulo con el tiempo que lo dejó en el comal, pero siempre moviéndose, si lo quiero más oscuro lo dejo 10 minutos más que un café tostado medio. [Un cuartillo tarda de] 30-40 min, lo puedo tostar en menos tiempo, pero con más fuego, pero normalmente tuesto con fuego lento. Cuando comienza a tronar me avisa que va agarrando su primer tueste y aumenta su tamaño, no sé a qué se deba eso, pero crece.

Cuando comienza a tronar es cuando menos lo dejo de mover. Cuando termina el tostado, si se da cuenta no volví a meter un leño, con las puras brasas y así el fuego no está pegado al comal. Lo saco rápido y lo sigo moviendo para

enfriarlo. Doña Rocío reflexiona sobre el tostado artesanal mencionando que "siento que es la raíz de mi historia, tengo 43 años y desde pequeña fui recolectora de café y sembradora porque hacia viveros, ayudaba a mi papá con el llenado de bolsitas y todo eso, vengo de una familia humilde y de las cuales les voy a reconocer y agradecer todo lo que aprendí del campo, algunas cosas trate de mejorarlas según yo, por ejemplo algo que no me gustaba era como tostaban el café con un fuego abundante y ver que su café se tostaba demasiado rápido y entonces no me gustaba ni el color ni el sabor del café. Entonces yo quise hacer un cambio ahí, con menos fuego, más despacio para que concentre mejor su sabor.

Incluso cuando lo hago con más paciencia, después de que lo retiro lo tapo con una tapa para que concentre un poco más su olor y su sabor, no lo dejo enfriar demasiado, solo poco y ya lo empiezo a moler, pero cuando lo empiezo a moler ya lo estoy guardando rápido en algo que lo pueda yo tapar para que no pierda su sabor y su olor. Algunas veces por el tiempo y el trabajo no me da tiempo tostar y compro café… Peri no me gusta y a veces termino desechando el café usando este como abono para mis plantas o algo porque no me gusta, no le encuentro este sabor o lo mezclaron algo o lo hicieron sin selección de corte, no encuentro el sabor y no me gusta.

Hay compañeros que dicen yo selecciono mi café, el bueno lo vendo y el desecho lo consumo me sirve, pero yo al revés, cosecho mi café y lo doro y el residuo de granitos negros ácidos y así, igual lo tuesto y si lo quiere alguien les explico que es un café de segunda calidad, porque no está seleccionado y a otro precio y si les interesa el precio pues adelante. Para mi consumo, del mismo que selecciono es del mismo que utilizo para mi consumo, porque yo lo estoy procesando y todo y como me voy a estar tomando lo peor. Yo siembro, corto, despulpo, lavo, seco y tuesto, siempre que sea para mi siento que es un buen café".

Figura 4. Tostado artesanal realizado por Doña María del Rocío Badillo Ortega en la comunidad de La Laguna en la Sierra Otomí-Tepehua, Tenango de Doria, Hidalgo.

Sin embargo, para Doña Irma (Figura 4) significa "*un café natural, un café nutritivo, ¿Por qué? Porque nosotros aquí lo cultivamos, lo hacemos, lo preparamos y lo tomamos. O sea, no viene de ningún otro lado, es de aquí, es, le digo, aquí lo cosechamos, lo secamos, lo quebramos, lo limpiamos, o sea, todo". Mientras que para Doña Marlene lo entiende como: "que no hacen uso de maquinarias y más tradicional que tiene otro sabor, que no pierde la fuerza el café… el café tiene fuerza, tiene un olor muy fuerte y al momento de procesarlos en máquinas y todo eso el café pierde el sabor y el comal de barro le va a dar otro sabor". Mientras que para Doña Alejandra lo entiende como: "es mi cazuela, es mi comal, el café obtiene otro sabor y es artesanal.*

El café tostado artesanalmente tiene otro sabor, sabe más sabroso". En el mismo sentido Doña María Félix expresa que: "T*odo se hace artesanalmente, con leña, con comal de barro, sin materiales para tostar*". Mientras que para Don Aurelio el tostado artesanal significa: "*amor hacia el café, la motivación de seguir en la actividad proviene del gusto hacia él y de que llama la atención, además del no querer venderlo en cereza, esto debido a que es mucho esfuerzo desde la semilla, hasta llegar a la taza, por lo que venderlo en cereza se hace un desperdicio de trabajo*". Para doña Griselda lo sintetiza como: "*Es toda la actividad que se realiza en cazuela*".

Figura 5. Artesanos del café. A) Doña María Félix Mendoza Rivera, B) Doña Martina Barrios Pérez, C) Doña Irma Herminia Almaraz Tavera, D) Doña Inocencia Badillo Ortega, E) Doña Griselda González Yáñez, F) Don Aurelio Trujillo Argüello, G) Doña María de los Ángeles Zacatenco Luna, H) Doña Alejandra González Yáñez, I) Doña Marlen Soto Islas, J) Doña Rocío Badillo Ortega, K) Doña Evelia Luqueño Mendoza, L) Doña Irinea García Vargas, artesana que elabora comales para tostar café.

En el concepto del tostado artesanal expresado (Figura 5) por las cafeticultoras resaltan la importancia de ser un conocimiento que se transmite de generación en generación y que forma parte de su cultura, de su arraigo a su tierra y al cultivo del café. Que implica mucho esfuerzo físico en cual se utilizan los medios limitados y la utilización intensiva de mano de obra.

También implica la realización del proceso en pequeños lotes a los que se les da un tratamiento con calor cuidando la integridad de los granos que les permita obtener los olores y sabores que identifican como los de su preferencia y les rememoran su vida familiar alrededor de esta bebida en la convivencia familiar.

1.6. Experiencia en el tueste artesanal

Resulta interesante conocer la tradición de realizar el tostado artesanal, por lo que se les preguntó a las personas que realizan esta actividad ¿cómo se inició y cuánto tiempo tienen realizándolo? En este sentido Doña Irma respondió: "*Pues yo desde que empecé a crecer, desde que llegué a grande, eso aprendimos en casa de mis papás, ellos igual cultivaban así. Me empezaron a enseñar porque ellos igual cosechaban,*

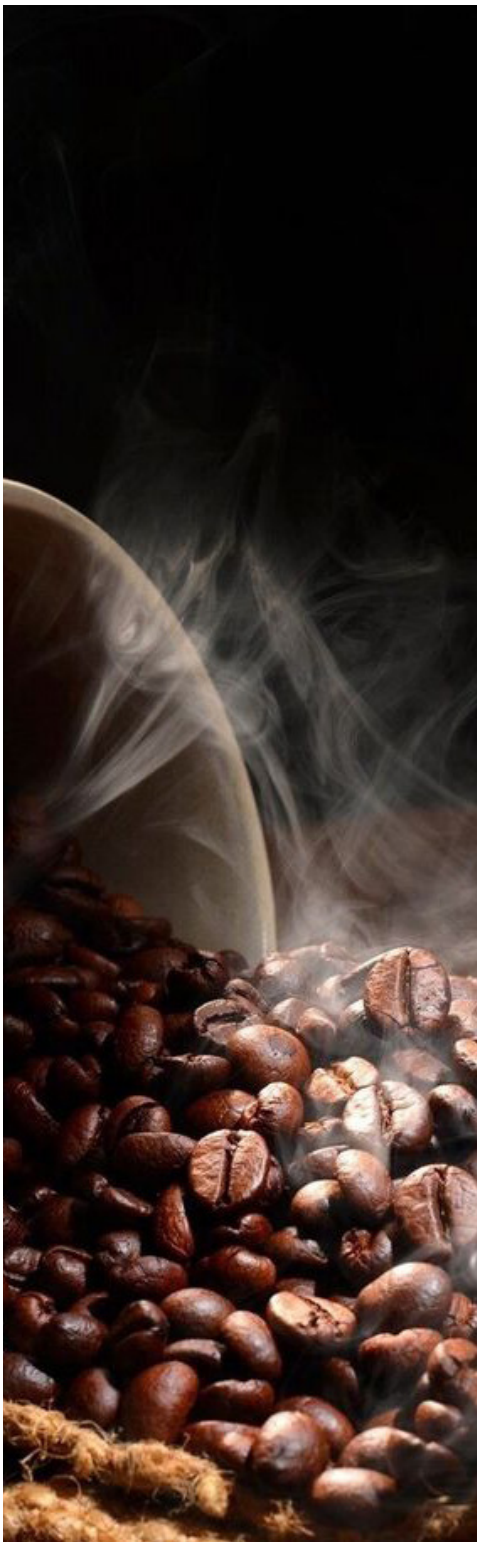
cultivaban, tenían huerta, y ya este pues, viendo como hacia uno las cosas, ahí aprendí, viendo".

Para Doña Marlem, menciona que: "*El trabajo de tostado artesanal lo lleva desarrollando desde hace 8 o 10 años, porque le gusta y se centra mucho en el campo".* Doña Alejandra nos respondió que: *"Ella tuesta desde pequeña, sus padres eran cafeticultores y ella aprendió labores de campo y tueste, todo se lo enseñaron sus padres*.

Comenta que su café o el café de la región es un café original, no es maíz molido". Doña María Félix indica que: "*Lleva 40 años tostando café para autoconsumo y en ocasiones para venta*". Don Aurelio. Menciona que: "*Aproximadamente cuando tenía 20 años realizando esta actividad, llevando una motivación*". Mientras que Doña Griselda nos respondió que "*desde pequeña, bajo el ejemplo de sus padres*". En cuanto al proceso de aprendizaje del tostado artesanal Doña Marlen menciona que: "*La técnica de tostado artesanal la aprendió de su mamá… viendo como ella hacia esta actividad aprendió a tostar café y por la necesidad de que luego su mamá no se encuentra, ella se dedica a eso…su mamá es tostadora artesanal que lleva 40 años dedicándose a esta actividad… Nunca compran café, como son productores de ahí mismo ocupan para su consumo, para la casa*". Mientras que Doña Alejandra establece que: "*Sus padres, aprendió a tostar desde pequeña, y con el paso de los años ha adquirido experiencia*".

Mientras que Doña María Félix: *"Aprendió desde pequeña con su mamá, después adquirió experiencia por cuenta propia".* Para Don Aurelio en su experiencia *"Desde el principio se empezó sin conocimientos, empezando a tostar con ideas que se tenían, pero al no saber nada, salía quemado, por lo que se empezó a investigar, leer e incluso se acudió a varias conferencias de personas que sabían realizar el tostado, además de buscar opiniones desde el tiempo, el cómo se mira el café y con ayudad de opiniones de los demás de como irlos tostando".* Para doña Griselda: *"Sus papás se dedicaban al café y ella aprendió desde pequeña, su mamá también era tostadora, y de echo ella también vendía café, pasó por un periodo de perdida".*

Resalta el hecho de que la labor de tostar café es un conocimiento de aprendizaje que se transmite de padres a hijos y que la mayoría tiene muchos años de experiencia realizando este proceso.



02.

CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DEL PROCESO DE TOSTADO ARTESANAL

2.1. Variables que influyen el tostado artesanal

Se exploró sobre el conocimiento que se tiene en cuanto a las principales variables en el tostado artesanal. Doña Irma mencionó que: "*pues un espacio importante es para mí algo que debe dedicarse en ese rato, lo que vas a hacer, lo vas a hacer, ¿Por qué? Porque esto es muy delicado, no lo puedes dejar un ratito porque se quema, hay que dedicarle su espacio para realizar esa actividad, porque si no, no sale bien.*

Entonces para mí es un espacio importante prepararlo". Para Doña Marlem: "*lo más importante que esté limpio, porque si no tiene una buena limpieza y no se le quita toda la maleza al café, la cascarilla y todo eso, tiene otro sabor y ya no es único el sabor de café.*

También cuidar que no se queme, ya que por lo quemado sabe amargo y se le va el sabor por el amargor. Para cuidar el proceso de no quemar el café, le pone poca lumbre al comal y que lleve un proceso muy lento, porque ponerle mucha lumbre al comal o la cazuela lo que pasa es que la almendra por fuera se quema y se hace negro, pero por dentro, donde está el corazón esta como verdezón y blanco, entonces ya lleva otro sabor… y lleva un proceso lento de tostado". Doña María Félix precisa: "*El café tiene muchos significados, hay que tenerle mucha calma, no hay que meterle mucha lumbre, hay que tostarlo despacio y el tueste debe ser lento*". Don Aurelio es importante "*La cantidad de café que se coloque en el cazo y la temperatura del fuego*".

Mientras que Doña Griselda indica que "*El criterio más importante es el calor, el fuego lento, la cazuela, el café seleccionado, el tiempo de tueste*". Doña Rocío comenta que "*Para empezar, siento que mi comal se pasó de calor, porque normalmente retiro el fuego antes de tostar, para así darle un buen punto al tueste… se retira el fuego y conforme lo va necesitando el producto se va ingresando… La cantidad que le pongo al comal es porqué muchas de las que tostamos café lo hacemos de diferente forma, unas se acostumbran a tostar en su comal más lleno, con más lumbre porque lo quieren sacar más rápido*.

A mí no me interesa sacarlo rápido, lo que me interesa es sacar un buen café… entonces decidí irlo tostando con fuego lento, no tan levantado, porque el tostarlo con mucho fuego hace que salga disparejo el tueste… de echo siento que este me va a salir así porque el comal ya estaba pasado de calor cuando yo vacié el producto.

Debemos checar que se vaya tostando levemente, no con tanta prisa para que el producto pueda estar listo. Yo utilizo una cierta hora del día para tostar, no tanto una hora específica, pero simplemente que sea antes de las cuatro de la tarde, de preferencia por las mañanas; en las mañanas el sol todavía no alumbra como tal, sin embargo, ocupo la luz del día porque tengo mi fogón en un lugar medio obscuro, se dan cuenta que para tostar un café más tarde corre el riego del que producto se me queme y no se note, aunque lo esté moviendo constantemente.

Entonces, para mí como tostadora busco un horario en el que la luz del día sea clara pero que no esté el sol tan intenso para poder aguantar el calor del horno… como se dan cuenta es mucha lumbre, entonces lo acostumbro a tostarlo más por las mañanas y si es por las tardes que no sea tan tarde… por ejemplo ahorita, ya está un poco más obscuro y ya no se ve el café como debería para ir observando el punto de tostado. Yo acostumbro a tostar en un comal artesanal también, porque los comales que se hacen con máquinas y eso están como más delgados, entonces como que no le brindan a tu café la misma confianza, no sé lo doran, lo queman y siento que no me gusta, entonces acostumbro un comal artesanal, igual aquí hay una señora ya avanzada de edad por cierto, pero ella los trabaja y esos son los comales que a mí me gusta para dorar mi café, porque están casi al mismo nivel de grosor del comal, se da cuenta no esta tan delgado ni muy grueso, eso ayuda mucho al café también de ver en que se tuesta… Algunas veces me han pedido que se los dore en cazuela de barro, para mi es más fácil cuando me lo piden en cazuela de barro, por el hecho de que no hay peligro de que a la hora de moverlo se caiga, ya que se mueve en algo más hondo y se puede tostar más cantidad, depende del tamaño de la cazuela, así que también se puede tostar en cazuela, lo que si nunca me ha gustado es dorarlo en la estufa, me gusta mi horno.

Entonces para dorar mi café me gusta dorarlo así en la madrugada, con menos fuego e irle poniendo fuego conforme lo vaya necesitando, se escucha y se siente a través del comal del café… porque cuando ya está, cuando el comal pierde calor, se nota a la hora de mover el café, deja de tronar y cuando ya empieza a estar más bueno… siento que este café no me va a salir tan bueno como quisiera, porque deja pasar mucho calor el comal y a ya está oscura esta parte donde puedo estar observando, como va quedando.

El café que estoy tostando es de la cosecha pasada, no esta tan nuevo ni tan viejo por decirlo así, la cosecha nueva apenas empieza y no he procesado café de ahí… este café es de la cosecha pasada y estoy segura de que es un buen café, porque yo lo siembro y lo cosecho, desde que lo cosecho voy checando la selección y cuando voy a realizar el tostado separo

los granos, porque luego por más que uno trata de hacer la selección se llega a pasar uno que otro más fermentado, entonces eso hace también que el café pierda su sabor".

Se reconoce que para tostar el café se debe partir de un grano seleccionado y limpio. Ya en el proceso del tostado se identifica que la cantidad de calor es la variable más importante, tratando de que no sea excesivo para que el proceso se lleve de manera lenta. Por tanto, el arte de tostar café artesanalmente recae en cuidar la cantidad de leña que usa y que el calor generado por la combustión no sea excesivo para garantizar y favorecer los olores y sabores que identifican como los que prefieren sus consumidores (Figura 6).

Figura 6. La cantidad de café medida en cuartillos (A), el comal donde se tuestan los granos (B) y la cantidad de calor debido a la combustión en el horno (C) son factores que se toman en cuenta para el tostado artesanal.

2..2. Tamaño de los lotes de tueste

El tamaño de los lotes que se tuestan artesanalmente es una variable importante, en este sentido Doña Irma indica que usa "*Dos cuartillos cada comalada. Un cuartillo es un molde que nosotros tenemos que es la que acostumbra aquí en el rancho, esa es nuestra medida para nosotros, cuartillo. El cuartillo está hecho de madera, no sé de qué madera sea la verdad porque lo compramos así ya hecho, pero sí es madera. Incluso lo hacen los carpinteros".*

En un día llega a tostar "solo dos comaladas he dorado, es lo más que he dorado, cuatro cuartillos en dos partes. Más no he dorado, porque vendo, pero poco, lo consumo para el gasto. Sí vendo cuando alguien me dice '¿tienes café? necesito que me vendas un kilo, dos kilos, medio kilo', entonces es cuando preparo. Pero ya tengo 'en greña', así es como le decimos, para que ya nomas lo puedan echar uno al comal y ya esté listo". Doña Marlen menciona el tiempo que le toma tostar el café: "es como media hora por comalada, dependiendo de lo que le quepa al comal, tampoco es echarle mucho, porque a la hora de estar moviendo tiene que ser consecutivamente y el café se cae, entonces ese café ya no sirve… entonces es un proceso lento para que el café tenga un buen sabor y no se queme. La cantidad que coloca en el comal o cazuela precisa que es como dos kilos de café ya en oro, es lo que se le pone lo que le cabe al comal".

En tanto que Doña Alejandra menciona que: "para saber que el café está listo, toma una o dos almendras, las quiebra y observa el color doradito en el centro. No he llegado a tostar todo el día, pero la carga más grande ha sido de hasta cinco kilogramos. Normalmente tuesta de uno y media a dos kilogramos de café". Doña María Félix menciona que coloca en el comal "la medida empleada es un cuartillo. Un cuartillo es un cuadrito de madera, todos los artesanos emplean esta medida. Al comal le ponen más o menos un kilo y medio de café. Si se dispone a tostar todo el día llega a tostar hasta seis comaladas. Identifica que el café está listo mediante el color de este, tiene que ser de una tonalidad café oscuro. Cuando tuesta, identifica diferentes olores, comienza con un olor húmedo hasta llegar a un olor a seco". Mientras que Don Aurelio dice que: "se le pone máximo un kilogramo de café oro. En un día se llega a tostar de 10 a 12kg, durando aproximadamente de 30 a 40 minutos por kilogramo". Doña Griselda menciona que: "La carga de café es de un kilogramo, a veces tuesta hasta cinco kilogramos".

La mayoría de las tostadoras menciona la importancia de utilizar pequeños lotes que miden mediante cuartillos, esta pequeña cantidad de café por lote les permite garantizar un mayor control sobre el proceso del tostado (Figura 6B).

2.3. Criterios para terminar el proceso de tostado artesanal

La última fase del proceso de tostado es crucial para determinar los sabores y el color del grano. Los criterios para conocer cuándo el café ya está listo para retirarlo del comal son importantes conocerlos. Doña Irma menciona que "*pues cuando ya está listo es porque ya está bien cafecito, parejito. Que no esté muy descolorido, porque si no entonces le falta dorar, tiene que está bien cafecito, parejo. Es cuando uno ya lo identifica.*

Como siempre ya lo hace uno, como que ya tiene practica uno en eso, que no se crea, a veces si se llega a pasar la mano, ya sea que le falte o se llega a pasar, pero la mayoría de las veces sale bueno". Doña Marlem observa que durante el proceso de tostado:" No, casi siempre es el mismo que tenga un color oro, normalmente mi madre me enseñó a que cuando se empieza a poner como cafecito y empieza a salir un aceitito a la almendra, es cuando dice uno pues ya el punto, no está negro, esta como un color doradito, cafecito y ya le empieza a salir la grasita… porque al momento de moverla en el comal le sale esa grasa y se le pega al comal, entonces es cuando ya está…Lo sacamos rápidamente, ,o ponemos en una charola o recipiente grande y lo tapamos por si adentro en el grano, en el corazón le falta con el vapor se tuesta bien, se acaba de tostar ya sacándolo".

En cuanto los grados de tueste empleados doña Alejandra menciona que "*maneja dos tipos de tueste; claro y el oscuro". Doña Rocío señala que "si yo voy a vender café, hago dos tipos de tueste, un medio y uno más oscuro, porque hay clientes que por decirlo así les gusta el café un poco más quemado y hay otros que lo prefieren más suaves con menos tueste, entonces si yo voy a comercializar, no comercializo tanto eso sí, pero si yo voy a comercializar hago cuatro comaladas de café, molerlo y comercializarlo pronto para que no pierda su sabor y su calidad, para que no esté tanto tiempo almacenado.*

Por ejemplo, si hoy me tuesto unas cuatro comaladas de café, lo muelo, lo embolso y lo peso, el empaque es sencillo sin etiquetas ni marcas, porque a veces lo que te pagan de

más es lo que inviertes… Hoy en día todo le vamos a lo más económico". A su vez nos menciona que después de retirar el café del comal: "no mide el tiempo de cuanto tarda su café en el tostado, ella solo se va en lo que va viendo de cómo se va comportando su café a la hora de tostar. todo depende también de que tan caliente el horno a la hora de tostar.

Después de tostar el café, se saca el café en un recipiente y pone el producto sin dejar de mover. En cuanto al manejo de grados de tueste Don Aurelio indica que: "Se distingue cuando el café ya está listo para sacarlo de la cazuela dependiendo del color del grano, y visualmente el grano se hace más grande y empieza a salir mucho humo, sacándolo cuando ya está café sin llegar al negro, usando solo esa medida para el tostado, sin poder distinguir las diferentes etapas del tostado". Doña Griselda solo maneja los siguientes grados de tueste: "Tostado muy fuerte y tostado chocolate: es el que más se vende; menor grado de tueste".

Doña Irma menciona pone atención en los olores que se desprenden al tostar, al respecto menciona que el café "*tiene su aroma, así como luego le dicen, "antojable", se antoja. Cuando lo echamos casi no tiene aroma, ya que empieza a agarrar color, empieza a tener un aroma fuerte, si aquí cuando doran café las vecinas, me llega hasta acá el aroma, digo "están dorando café". Lo mismo aquí me dicen, cuando yo doro, me dicen "doraste café", hasta lo lejos llega.*

Todo este polvito, cuando lo muelo, lo echo a una coladera y lo voy limpiando para que se caiga todo el pellejito porque este se quema, y ya lo muelo la pura almendra". Los criterios que aplica comentan que "cuando vea que este bien cafecito, y luego lo saco, lo tapo un rato en el traste para que no se le vaya el aroma, así como está caliente se tapa para que no se le vaya el aroma". Con respecto al grado de tueste menciona "es que hay personas que lo doran menos, pero ¿qué cree? He visto que ese café lo rechaza la gente. Mire, como se ve, todavía está cafecito, y si lo quiebra por dentro esta blanco. Yo lo doro hasta que quede bien café, y así queda el polvo, bien café. No queda negro, ni descolorido, café oscuro. Como va despacio, se va tardando. me imagino que, en otras ocasiones, bueno, si salen a hacer este tipo de prácticas, cada uno tiene un diferente".

El principal criterio utilizado por las tostadoras es el observar en la última etapa del proceso el color que adquiere el grano, se prefiere tonos de color tendiendo a café oscuro. Una prueba que es primordial, que permite valorar que el café estuvo bien tostado es mediante la toma de unos granos que quiebran y observan la coloración interior del grano.

Un tostado ejecutado de la manera correcta tendrá un color uniforme desde el interior hasta el exterior del grano. Una de las fallas más comúnmente observadas es que en la superficie del grano ya tiene el color café oscuro, pero al partirlo el interior del grano tiene un color café claro, que mencionan como un café arrebatado. Otro criterio importante es la presencia del aceite en la superficie del grano, prefiriendo que apenas se note (Figura 7).

Figura 7. El color que va tomando el café en el proceso de tostado es un factor determinante para saber el momento en el que el café ya está listo.

2.4. Rendimientos obtenidos de las tostadoras artesanales de café

Los rendimientos obtenidos por parte de las tostadoras artesanales de café fueron desde el más bajo obtenido por Doña Irma con un valor de 82.2% hasta el más alto obtenido por Doña Griselda con un 88.1%.

El rendimiento más bajo es explicable debido a que su proceso de tostado artesanal tuvo una duración de 126 minutos, a pesar de iniciar con una humedad adecuada del grano verde (11.6%) el proceso aplicado en tiempo y calor

fue más altos que el resto del grupo. Así obtuvo un grano de café tostado con la luminosidad, pureza y tonalidad de color más baja (L=18.1, C=13.1 y h=51.6 respectivamente) así como el porcentaje de humedad final del grano de 3.3%.

Este tipo de tostado se considera muy oscuro y se ve reflejado en un perfil sensorial de la bebida con notas aromáticas pirolíticas, con una alta intensidad de amargor y salado. En contraparte, el proceso aplicado por Doña Griselda tuvo un tiempo de tueste de 48 minutos, también con una humedad inicial del grano verde adecuada (11.3%) pero con menor aplicación de un tratamiento de tiempo-temperatura.

El grano tostado obtenido presentó los valores más altos de luminosidad, pureza y tono de color (L=35.9, C=24.9, h=62.3; respectivamente) así como un valor de humedad final del grano de 8.8%. Este tipo de tostado se considera muy claro y se refleja en un perfil aromático de la bebida herbal y frutal, con una alta intensidad de acidez.

En la tabla 1 se muestran los valores que caracterizaron cada uno de los granos obtenidos por las tostadoras artesanales de la región Otomí-Tepehua de Hidalgo.

Tabla 1. Características de los granos de café obtenidos por cada una de las tostadoras artesanales de la región Otomí-Tepehua del Estado de Hidalgo, México.

Tostadora	Tiempo de tueste (minutos)	Humedad del grano verde (%)	Luminosidad del color (L)	Pureza del color (C)	Tonalidad del color (h)	Humedad del grano tostado (%)	Rendimiento de café verde a tostado (%)
Inocencia Badillo Ortega	127	16.1	37.0	27.3	63.6	6.6	86.5%
Griselda Gómez Sánchez	48	11.3	35.9	24.9	62.3	8.8	88.1%
María del Rocío Badillo Ortega	29	16.2	31.3	22.2	60.4	6.8	86.5%

María Félix Mendoza Rivera	82	15.3	29.5	21.7	59.8	6.2	86.8%
Evelia Luqueño Mendoza	92	11.8	28.4	21.1	58.7	6.0	86.0%
Alejandra Gómez Leyva	117	18.0	27.3	19.8	57.6	5.6	85.9%
Marlen Soto Islas	25	14.4	25.2	17.0	55.7	6.2	84.6%
Irma Herminia Almaraz Tavera	126	11.6	18.1	13.1	51.6	3.3	82.2%

De las variables medidas del proceso de tostado artesanal se encontraron algunas correlaciones con el rendimiento de café verde a tostado. En la figura 9, se muestra una alta correlación entre el tono de color café medido (valor de h) y el rendimiento. Así, existe una relación inversamente proporcional entre el rendimiento el tono de café determinado por el tueste artesanal.

Un tono café claro se relaciona con un mayor rendimiento, un tono de café oscuro tiene menor rendimiento. El tono de color café, además de tener implicaciones con el perfil sensorial de la bebida es también un indicador del rendimiento de café verde a tostado, lo que implica que tuestes muy oscuros tendrán menor rendimiento, lo cual deberá tener implicaciones en los precios de venta del café (Figura 8).

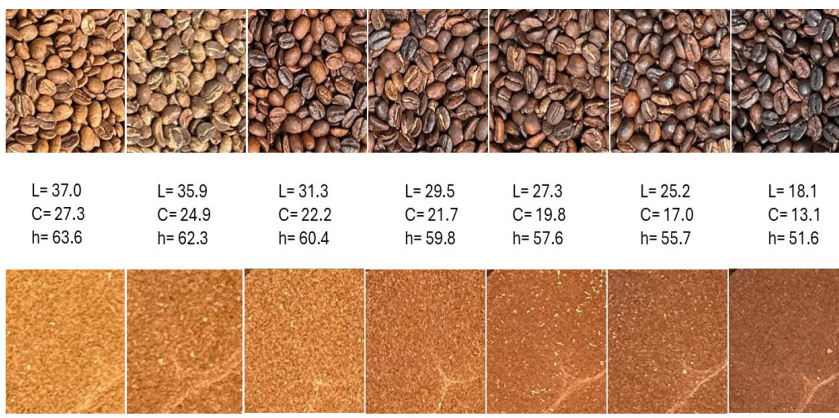


Figura 8. Gama de colores de los granos de café tostados artesanalmente.

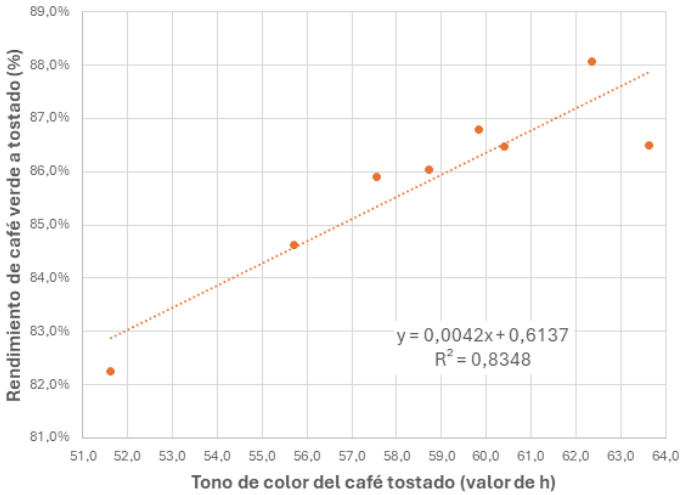


Figura 9. Efecto del color del grano en los rendimientos del café tostado artesanalmente.

La medición de color tiene dificultades para realizarse en las casas de las tostadoras artesanales, sin embargo, la determinación de la humedad final del grano tostado puede ser un indicador más económico y práctico para determinar el grado de tueste y el rendimiento de café verde a tostado.

En la figura 10 se muestra una relación directamente proporcional entre el rendimiento y el porcentaje de humedad del grano tostado.

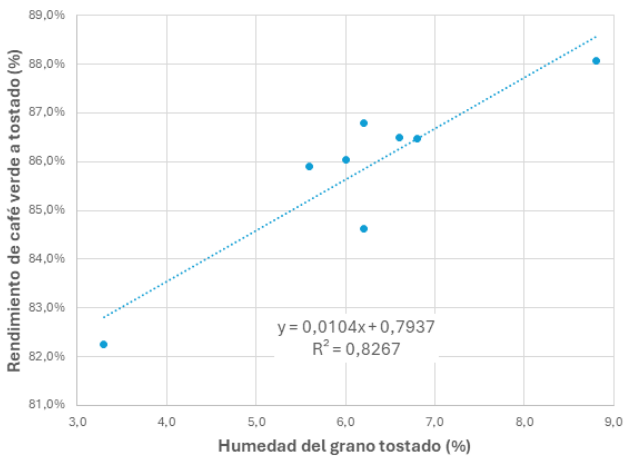


Figura 10. Efecto de la humedad final del grano en el rendimiento de café verde a tostado.

El factor que más impacta en el color y por ende en el rendimiento del café tostado es la aplicación de calor, debido a que el proceso se lleva a cabo en un sistema abierto, de acuerdo con los resultados encontrados la variable de tiempo no refleja un impacto en el color y rendimiento del proceso.

Por tanto, en estudios posteriores se debe de cuantificar el calor aplicado durante el proceso para tener mayor control sobre el grado de tueste y el rendimiento obtenido con el tostado artesanal de café.

2.5. Maquinaria y equipo

Una cuestión importante en el tostado artesanal tiene que ver con los medios de los que se valen las personas para procesar su café y obtener el producto para venta en el mercado. Doña Marlem menciona que: "*para el proceso de tostado todo es artesanal, lo que utilizo es un comal o cazuela (que es un poquito más fácil en la cazuela porque ya nada más se mueve y no están cuidando de que se vaya a caer el café, la almendra y aparte no te quemas tanto como si fuera en un comal… un comal es más caliente y aparte de estarle moviendo se quema uno más. Normalmente nosotros tostamos para nuestro uso, cuatro comaladas, solo para uso familiar… Para la venta depende de lo que pidan ya que tenemos la idea de que un café ya está viejo, como no se tiene el envase o bolsa para eso, entonces pierde el olor, por eso no molemos o tostamos días antes para que no esté ahí guardado y que agarre otro sabor, entonces solo vamos a tostar el que se va a utilizar cada dos meses, mínimo cada dos meses tostamos café. Ya después de tostarlo lo molemos en el mismo molino manual pero ya más apretado para que se obtenga el café en polvo*".

Mientras que Doña Alejandra indica que: "*siempre ocupa leña y brasero (dentro de la casa), comenta que cuando se tuesta se empieza a sudar mucho y no se puede salir al viento porque se corre el peligro enfermarse, se les cierra la garganta. Emplea la cazuela o el comal de barro*".

Doña María Félix menciona que usa: "*el brasero es de tabiques, el comal es de barro, especialmente para café y emplea la cuchara de madera. El humo se escapa por una*

lateral, por ello el comal debe ser suficientemente grande para cubrir todo el brasero, de esa manera evitar que el café tenga contacto con el humo. Comenta que el humo y el calor del brasero sirve para mantener la humedad de la panela, ya que en las columnas del techo tiene una base para conservar la panela".

Don Aurelio menciona que: "empezó con un tostador de cilindro de material de lámina, el cual no funcionó bien porque la lámina se inflaba y se regaban los granos. Luego con una cazuela de barro, sin embargo, actualmente se utiliza una cazuela de acero inoxidable, esto debido a que se calienta más rápido, por lo que el procesos de tostado es más rápido". Mientras que Doña Griselda expresa que: "emplea la cazuela, la pala de madera, leña, la chimenea. La chimenea está hecha de bloc, de cemento, de piedra, cal, cuando construyeron la chimenea le dijeron que calienta más si tiene vidrio, por ello por dentro contiene vidrio, barro rojo para que caliente más también, cuidó la dimensión de la chimenea".

Una parte importante del tostado artesanal lo constituye el horno donde se realiza la combustión que proporciona el calor para que se desarrollen las diferentes etapas del tostado. Doña Irma menciona que "*mi brasero está hecho de cemento, de cal, y de block, abajo tiene block, solo esta aplanado encima. Este es un colado, y lo que marca esto tiene tabique adentro. Esto es cemento con barro amarillo, hacen la mezcla y se aplana con eso*". Menciona que la persona que diseño el horno fue su sobrino. Debido a la particularidad de que su horno fue de los más eficientes de los observados en el recorrido. Doña Irma menciona que: "*ya empiezan a hacerlos, ya hay personas que ya los tienen, solo que las personas que lo tienen lo tienen como el de lámina, y el mío lo hice de barro.*

Bueno tengo los dos, solo que ese no quedo muy bien, se le escapa el humo, por eso casi no le meto lumbre, se le escapa el humo, sale a los lados, se calienta la lámina, se empieza a alzar y comienza a salir el humo. Tiene una salida para los dos comales, solo que es una salida amplia. Quise hacer una de barro para las tortillas, no hay como un comal de barro para el café, y ya se me quebró mi comal, ya va a ser dos años

ahorita en diciembre o enero que lo puse, ya casi dos años y ya está bien quebradizo en el centro. Entonces, ya tengo el otro que voy a colocar, pero a ver si me queda igual. Doña Irma resalta el buen diseño de su horno comentando que: "está bien mi comal, me gusta mucho como puede cocinar bien, no se escapa el humo, no se calienta el cuerpo, por decir la barriga. Uno está de frente, como las de ahí afuera, se calienta uno los brazos de tanto calor…, y aquí no. Estoy contenta con mi comal. Lo único es que me falta arreglarlo el otro, que, si se le escapa poquito el humo, pero este no".

El elemento esencial para el tostado artesanal lo constituye el horno donde se hace la hoguera, el diseño debe contemplar que no haya fuga de humo y que este se desfogue adecuadamente afuera de la cocina. También debe diseñarse para que se aislé el calor que se genera y no afecte a la persona que está tostando. También debe permitir el movimiento libre y poder acercar los utensilios necesario para todo el proceso. El otro elemento esencial es donde se llevará a cabo el tostado de los granos, la mayoría prefiere los comales de barro, aunque algunas prefieren las cazuelas de barro. Una innovación importantes es el uso de un cazo de acero inoxidable que permite una transferencia de calor más rápida. Lo demás constituyen elementos de apoyo como una cuchara de madera para estar moviendo los granos, recipientes donde se pondrá el café, el cuartillo con el que se mide la cantidad que se tuesta.

Una vez terminado el proceso de tostado se carece de equipo para enfriar el grano de manera rápida, esto constituye un déficit que lo solventan dejando reposar el grano en un recipiente hasta que se enfríe, pero puede llevar más de media hora. Una vez frío otro equipo importante es un molino manual para reducir el tamaño de partícula y obtener el café en polvo. Para el empaque se realiza manualmente en bolsas de nylon transparentes (Figura 11).

Figura 11. Herramientas, equipo y utensilios de trabajo del tostado artesanal. A) mortero de madera, B) comales de barro, C) cucharas de madera, D) molino manual, E) horno de leña.

Proceso de elaboración de comales

El comal es un elemento muy importante de la cocina tradicional mesoamericana, desarrollado por las culturas originarias para poder llevar a cabo la cocción de los alimentos. Este utensilio es de gran importancia para el tueste de café, de acuerdo con el conocimiento tradicional el comal para tostar café debe ser diferente del que se utiliza para elaborar tortillas.

Existe en México, artesanas especializadas en la elaboración de comales para tostar café que se requiere de un conocimiento profundo acerca de la ubicación geográfica de tierras arcillosas y de rocas de pedernal, así como de sus características de resistencia mecánica y comportamiento termodinámico.

Doña Lidia Gómez Lorenzo nos narra su experiencia en la elaboración de comales de barro para tostar: "*cuando yo empecé, no sabía nada y una vez se me rompió mi comal como este que está roto, pero en pedazos, y, entonces yo le dije a mi cuñada, ¿si me puedes hacer un comal?-dice; hazlo tú, porque tú, también puedes hacerlo, pero yo le dije es que yo no puedo hacerlos, y como me hacía falta el comal, este le dije, regálame tierra y piedra y yo lo voy hacer, aunque chueco lo voy a hacer, y ya que me da la piedra y la tierra, y ya hice el comal.*

Hice el comalito chiquito como de a cuartillo, pero no me quedo bien, quedo, así como torcido, ese fue el primero y ya dije pues ni modo tengo que seguir haciendo mi comal, hasta que ya me salieron bien. El barro [para elaborar los comales] lo traemos de por allá, de la loma del Progreso y ya la piedra la vamos a buscar por allá, por el cerro, pero le digo a esta muchacha que si cuesta para traerlo y más la piedra porque están bien pesadas… y luego la leña también. la tierra la sacamos de allá de la carretera, hasta allá en la loma, a veces nos llegan a este como a decir, pero realmente yo no traigo mucho, lo de tres comalitos, pero hay unas personas que la traen con bestias le dicen y por eso las personas se enojan, pero nosotros solo vamos por poca lo que uno aguanta, y pues… piedra, esa piedra la va uno a buscar al rio o allá en el cerro.

Y pues como la piedra como que ya no, como también hago costuras, manteles y todo eso, y es que al rio no bajan los carros y pues es que la piedra hay que cargarla y ¿tú qué tanto puedes cargar?, bien subidiza, te vas hasta allá atrás por el cerro, como dos horas y media cargando como cinco o diez kilos de piedra por mucho, está muy pesada y entonces si cuesta mucho.

Primero la piedra, la vas a traer, la quiebras, la haces polvo y ya después la pones en un traste y la pones a la lumbre… también para moler la piedra antes, la molíamos en una piedrita como así, con un pedazo de metlapile de esos que usan para el metate y ya después dije voy a hacer un comal, voy a agarrar un molino viejito y ya lo voy a usar para moler la tierra, la piedra, pero, eso sí también cuesta porque se pone bien duro y con trabajo le vas dando la vuelta. Si allá fuera tengo mi molino, mire.

La piedra requiere como de unas dos horas para que se despolvoree y ya se pueda moler, por eso se cuece la piedra, si es mucho trabajo…, pero si no hay leña pues no se puede quemar… como mi esposo va a traer un tercio de leña, es un tercio para quemar el comal. Pero lo que cuesta es, le digo ir a traer la piedra, la tierra, todo eso, la leña. Ya después para quemar la piedra también es otro rato más y para quemarla igual como otras dos horas, dos horas y media según este el fuego. [La proporción para elaborar] este comal tiene 3

cuarterones de tierra y 3 de piedra, un poquitito de cuartillo y medio porque le puse otro poquito más de piedra para que no se rompa…. aquí hago mis comales… aquí tengo el molde para elaborarlo es grueso, antes tenía otro, pero se partió, este molde es de cemento.

Este comal que tengo aquí hasta que se seque lo voy a pasar a la lumbre, ahorita apenas se está oreando, ya que este bien oreado ya le voy a poner estas piedritas que tengo aquí se las voy a poner alrededor para que no se levante los bordes... [posteriormente se cuecen] en la lumbre son dos horas, pero que tenga harta leña, bueno que no le falte el fuego… déjeme decirle que luego se llegan a tronar los comales cuando están en la lumbre cociéndose. [Los comales se cuecen] allá en donde hago de comer.

Bueno aquí cuezo mis comales, el comal que tengo allá arriba se va a secar y ya lo bajo, pero no lo quemo luego, lo quemo al otro día, … y le pongo de esto mismo que tiene la lumbre se lo pongo encima , se lo pongo alrededor para que este todo envuelto, tiene que estar todo redondo y ya después que esta todo lo que es, ya le meto la leña y ahí está.

Le pongo leña debajo y encima, así para que este bien cocido… si porque si queda crudo se levanta el barro con la tortilla y así pues ya.

Para hacer el comal, es un palo bofito como de ortiga, jonote es la que uso yo, porque hay personas que usan leña de aile, de chalahuite, otros arboles; pero yo siempre cuando quemo los son de leña bofita para así cuando tú le eches leña maciza pues así agarran más, las tortillas se voltean más rápido, porque si le echas leñas así más maciza de chalahuite, de aile o de naranjo de toda la que es más maciza, entonces los comales no se cuecen bien, quedan diferentes, quedan crudos, porque la leña esta más fuerte.

Entonces [uso] leña bofita para que en el comal penetre más la lumbre… acá arriba mi cuñada tiene su leña de jonote, pero ella dice que le echa de la que haya, de la que tenga. Y no sé depende también de cada persona".

[Mi comal para] café es este, este ya tiene como unos diez años que lo tengo ahí, nada más lo uso para tostar café y ya

para hacer las tortillas este, tengo de diferentes medidas, tengo de cuartillo y medio. De un cuartillo y atrás tengo otros dos, pero este son chicos, este que esta atrás es de 5 cuarterones, es un cuartillo y un cuarterón, un cuartillo trae cuatro cuarterones.

Con relación al costo de producción y precio de venta de sus comales Doña Lidia Gómez Lorenzo menciona: *"pues yo hasta ahorita los he dado medio baratones, pero le digo que no sale ni a de trecientos, haciéndole la cuenta no sale, no sale. Me dicen deberías de dar tus comales de a trecientos o trecientos cincuenta, … los hago a veces cuando una que otra persona me los pide, entonces ya los hago, pero, pero que digamos que conviene la verdad no conviene… mi cuñada no quiere hacer nada ya, porque están bien baratos y la verdad no sale; ni lo de la leña, ni lo de tu tiempo. Los comales chiquitos los he vendido de a ciento ochenta y ya ahorita los grandes un poquito más*". (Figura 12)

Figura 12. Proceso de elaboración artesanal de comales para tostar café. A) molienda de las piedras de pedernal, B) recolección del barro, C) moldeo de la mezcla de barro y pedernal, D) cocción de los comales.

2.6. Consumo de combustible

Un aspecto importante para procesar el café es el consumo energético, en el tostado de café se hace un uso muy intensivo de energía y por ende de combustible. En el caso de los tostadores industriales usan energía eléctrica, gas L.P. o natural. En el caso del tostado artesanal se hace uso de

leña que se obtiene de las mismas parcelas de los cafetales de la familia.

El consumo de leña es un parámetro muy importante para conocer su uso eficiente en sus hornos o braceros donde realizan el tostado en comal o cazuela. Doña Irma menciona en cuanto el gasto de leña para tostar que usa: "*poquita, una "cunchancladita", una brazadita como le dicen, una brazadita nada mas de unos cinco o seis leños. Esto no lleva mucha leña. (La leña) la compramos, la trae mi esposo de la propiedad. De preferencia, para la tostada del café requiere de leña bofita, leña de paurilla, leña de aile, de copal, porque la de encino se acelera mucho, esa calienta mucho, entonces esa es más fácil de que se llegue a calentar mucho el comal, y que lo queme, un descuidito y ya se quemó*.

Entonces se requiere de una leña que no caliente demasiado, que vaya así muy leve, muy lento". Para Doña Marlem el consumo "es moderado el uso de leña, que no tenga mucha leña el comal para que no se queme y como tres o cuatro trozas por comalada. La leña se trae de la misma parcela de donde traemos el café, de donde se produce café de esa misma parcela, normalmente en la huerta tenemos árboles de sombra que son como chalahuites, ailes, nosotros consideramos que ese tipo de árboles tienen buena sombra para la planta de café, entonces cuando se llegan arrancar esos árboles todos los hacemos leña y los traemos a la casa para consumo.

Hay varios árboles que utilizamos el huachillo, ese es muy bueno porque dura mucho en el fogón no se apaga, el aile igual arde muy bien, el chalahuite tiene buena flama, deben tener un grosor considerable porque si están muy delgaditos se acaban más, a veces con la pura braza que tenga el trozo, con eso nosotros sacamos un tostado bueno". Doña Alejandra menciona que la cantidad para tostar la determina: "Al tanteo, pero prefiere leña que conserve mucho calor. La leña la obtiene del cafetal, emplea naranjos, ailes, jonotes.

Considera que la que calienta más es la de naranjo y la de lima, la mejor leña es la que calienta mucho". Doña María Félix menciona que: "emplea leña de encino o de aile, no emplea mucho aile para que no queme el café. La leña

la extrae del cafetal, considera que la mejor leña es la de encino, porque no flamea, si flamea mucho lo quema no lo dora. La obtiene del cafetal". Por su parte Doña Rocío, respecto al gasto de leña menciona que: "depende del tanto que vaya a tostar alrededor de siete rajas y voy a sacar una comalada con esa leña, si tueste con poquito más tendría que hacer el mismo proceso para hacer mi tostado y tendría obviamente que poner más leña, pero igual siento que mi horno me gusta mucho, porque le pongo el fuego y prende, ya cuando está listo para tostar le retiro el fuego y doro con el puro calorcito que guarda el horno, por ejemplo, ahorita ya mi café esta casi listo para un tostado suave, se mira en el color y se siente en el aroma… ahorita le noto una aroma entre achocolatada y cítrica… siento yo ese olor".

Por su parte Don Aurelio explica que: "*al momento del tostado se utiliza la leña, en cuando a cantidades sería un aproximado de 20 trozos, no se ocupa mucha, pero si los 20. Se usa la leña de la finca de los árboles que se secan. Es indiferente la leña que se use para el tostado, sin embargo, la que usan comúnmente son de vainillo, chalahuite, encino o de árboles de la zona y lo que se encuentren en la finca.*

El horno donde se tuesta el café es como una chimenea, el diseño influye al tostado, esto debido a que el humo no es molesto para la persona que está tostando y esto hace que no se descuide al momento del tostado. El diseño del horno también influye en la cantidad de leña que se usa".

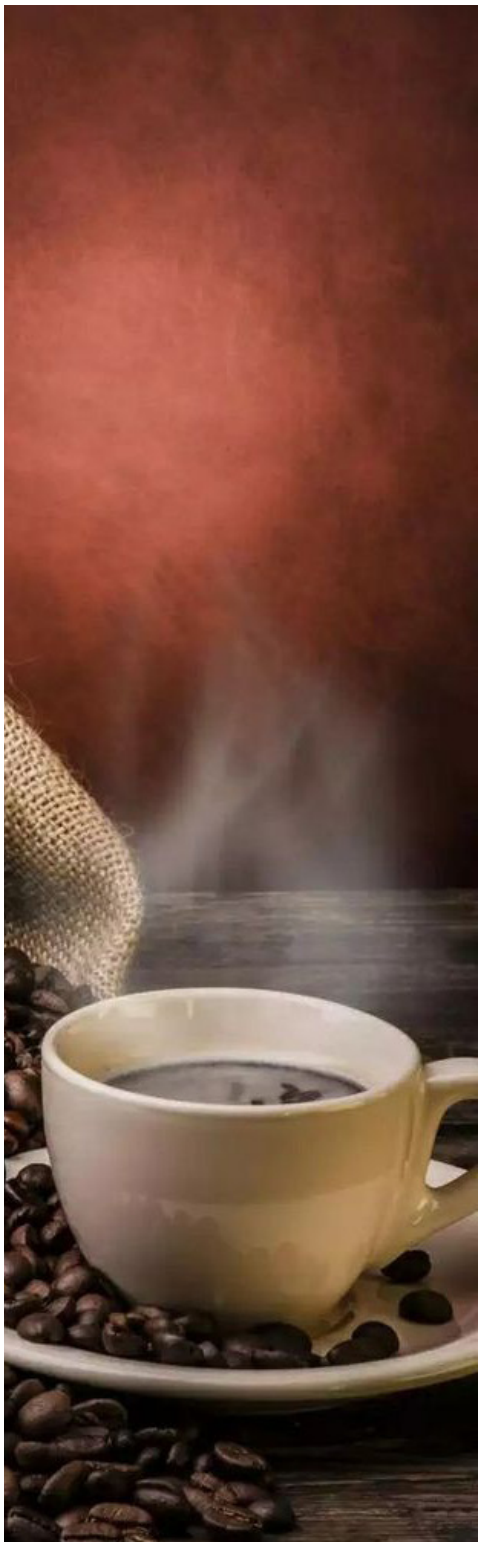
Por su parte Doña Griselda menciona que: "*si pone más café lleva más tiempo, el tiempo de tueste va a depender del fuego, las brasas que se ven más grandes se llama mirra. Cinco kilogramos salen en una hora, si emplea aile, chalahuite la temperatura es más baja. La mirra: es más cara, por eso sale más costoso. Aunque lleve más tiempo decide tostar con aile. Una parte del cafetal tiene mirra, no se emplea para sombra de café. Toda la leña la encuentra en el cafetal. Lo más que ha llegado a tostar son veinte kilos al día". Por su parte Doña María Félix comenta que la aceptación del café depende de la manera de tostar, cuando se tuesta a muy alta temperatura el café se cuece muy rápido y ya no se obtienen*

los mismos sabores. Menciona que: "los clientes opinan que el café es muy sabroso, aunque también depende del gusto de cada persona. El kilo de café tostado, el cuarto de café tostado cuesta 40 pesos".

Cabe resaltar que el combustible usado tiene su origen en las mismas parcelas de los cafeticultores, por lo que se puede afirmar que en este sentido tienen soberanía energética al hacer uso de la biomasa que se genera dentro sus ecosistemas, se requiere realizar un estudio sobre la sostenibilidad de este recurso, pero se puede intuir que el proceso de tostado artesanal es carbono neutral, mientras que el tostado industrial no es sostenible por que usa energía fósil, principalmente gas L.P., para hacer uso del poder calorífico necesario para tostar el café.

La leña usada proviene de especies arbóreas locales principalmente de aile (*Alnus acuminata*), chalahuite (*Inga spp.*), copal (*Pinus teocote*), mirra (*Liquidambar starcyflua*), encino (*Querqus spp*), huachillo (*Vachellia farnesiana*), naranjos (*Citrus sinensis*), limas (*Citrus aurantifolia*), jonote (*Heliocarpus appendiculatu*s) y café (*Coffea arabica L.*) (Figura 13).

Figura 13: En el tostado artesanal el combustible más importante es la leña, que comúnmente se obtiene de las parcelas donde se tiene las plantas de café. A) En México el café se cultiva bajo sombra diversificada, por tanto, existen múltiples fuentes de especies leñosas para combustile, B) el aile es un árbol de crecimiento rápido y su leña es muy apreciada en la región Otomí-Tepehua, C) apilamiento de leña de aile, D) trozas de leña de aile de mayor grosor protegidas de la humedad.



03.

TOSTADO ARTESANAL VS INDUSTRIAL

3.1. Calidad del café

La percepción del mercado local sobre la calidad del café por parte de las tostadoras es una parte esencial para conocer la autovaloración de su sistema de autogestión de la calidad. Por ejemplo, Doña Irma dice: "*pues, yo lo considero de primera calidad, porque el que he vendido, siempre me han comentado las personas que es muy bueno el café*". Menciona que nunca ha escuchado el término "*café de especialidad*".

Al respecto considera que quizá pudiera lograr una alta calidad, cuando menciona que: "*pues tal vez sí, si sale bueno, puede ser que sí. Según que está en una tierra de buena calidad, no está ni muy alta ni muy baja la temperatura*". Para doña Marlen, con respecto a la calidad de su café menciona que: "*pues siento que esta bueno, porque normalmente a mí me gusta que sepa a café y que no esté tan*

negro, que tenga un color más doradito". Conoce muy poco sobre el café de calidad, pero considera que si puede logarla con cuidado. Para Doña María Félix considera a su café de calidad argumentando que "*de acuerdo con la aceptación que ha tenido de sus clientes, y no conoce sobre el café de especialidad, pero considera que si es posible lograr esa calidad teniendo más cuidado*".

Doña Rocío argumenta que *"considero que mi café es de calidad, lo considero así por los procesos que lleva mi parcela, a mí no me gusta utilizar nada de químicos, todo es orgánico y desde ahí siento que mi café tiene calidad, además de que el tostado es 100% café, no mezclo mi café con otro producto…. Por lo que a mí como productora me hace certera de decirle que es un buen café de muy buena calidad, solo falta encontrar a un buen cliente que pague lo justo, porque la verdad es mucho trabaja como para devaluar nuestro producto.*

Yo les puedo hablar también desde la parte de mi invernadero, desde que lleno las bolsitas para mi café, cuando yo saco mi café para trasplantar mi café y veo que la bolsa no está rota, yo la reciclo y la vuelvo a utilizar, solamente hay que tener cuidado, a pesar de que la vuelvo a llenar con tierra, la lavo lo más lavadita que se pueda, con agua limpia, la seco y lo que siento que me vuelve a servir lo reutilizo. En cuanto a mi café yo le tengo mucho cariño a mis plantas. Yo siento que mis plantas sienten esa transmisión de mí, yo veo mis plantas, llego y les hablo. A veces por tanto trabajo llego a descuidar mis plantas y cuando voy soy feliz de cuidarlos en el campo entre el monte.

Llego a ponerle nutrición. Ahorita ya se viene el tiempo de cosecha, ya empieza la cosecha, por el clima y ambas cosas se adelantaron las cosechas, yo normalmente siempre cosecho un café hasta el mes de febrero, empiezo hacer mi recolección de producto y puedo decirles por el mal tiempo que se vino, deje perder café, deje que se perdiera la primera colecta de café ya que anduve con mucho trabajo; sin embargo, todavía hay producto verde que voy a recolectar. Por su parte don Aurelio con respecto a la calidad menciona que: "la principal diferencia de un café comercial al que se realiza es que se hace con mucho amor y con mucho gusto".

Si sabe que es un café de especialidad, al respecto indica que*: "el café puede llegar a ser un café de calidad y de alta especialidad, claro que se debe de seguir aprendiendo y mejorando los procesos, se considera que se debe mejorar el trillado, limpieza de café oro y clasificación de tamaño". Para Doña Griselda, con respecto a la calidad de su café, considera que: "no es malo, tampoco muy bueno. Porque falta mucho por trabajar, falta trabajar en la selección, en la recolección, fermentados".* Posee poca información respecto del café de especialidad y acepta que le hace falta mucho trabajo por hacer.

Se aprecia que en general el concepto de calidad lo asocian con el grado de satisfacción de los clientes, mientras que Doña Rocío tiene una concepción más amplia del concepto de calidad que va desde los aspectos del cuidado del medio ambiente y las buenas prácticas de cultivo y de manufactura para garantizar un producto que puede reunir los estándares incluso de los mercados de alta gama como los del café de especialidad.

Sin embargo, es fundamental estudiar las preferencias de los consumidores para poder hacer ajustes al proceso de tostado artesanal de café. En el CENIDERCAFE se realizan pruebas de preferencias de café, y la bebida preparada con café tostado de manera artesanal tiene un segmento de mercado de personas que les gustan este tipo de cafés, no solo en México, también en el extranjero (Figura 14).

Figura 14. Las preferencias de consumo de diferentes grupos sociales constituyen el elemento central del concepto de calidad, desde luego el

café no es la excepción. En el CENIDERCAFE se exploran las preferencias de consumo y se comercializa con un estándar el café bajo la marca Café de Especialidad Chapingo, que da fe de un proceso artesanal y que reúne los estándares de calidad del mercado.

3.2. Comercialización

El tostado artesanal de café se dirige principalmente para el autoconsumo de las familias. En este sentido Doña Irma menciona que para su autoconsumo destina "*como un kilo al mes. Ahorita estamos solos, pero luego viene mi familia, vienen mis hijos, mis hermanos, y usamos más.*

Un kilo, cuando usamos hartito, cuando usamos menos, un poco menos, tres cuartos de kilo. De preferencia se doran en comal de barro. Me han comentado que hay algunas personas que lo doran en cacerola; pero yo nunca lo he hecho, solo en comal de barro. Ah pues, la señora que vino, ella vende igual, ella lo dora en pura cacerola, pero no sé, yo lo siento como que un poco complicado, yo siempre lo doro en el comal". También una proporción se destina para la venta. Doña Irma menciona: "*Mis clientes principales son mi familia, a ellos les vendo, a mis hermanos, a mi mamá, como no están aquí, ellos viven en Pachuca, luego siempre ellos me encargan café, un kilo, dos kilos*.

Mi hermana vende cafecito en las noches con… este vende así cositas de comer, chalupas, y siempre le vendo cafecito para que ponga y de ahí se vende, se venden unos 2 o 3 kilos, y siempre me dice que está muy sabroso el cafecito: "Pues yo lo vendo a $140 el kilo, esta barato, pero no podemos venderlo a más precio aquí, hay mucha competencia".

Doña Marlen considera importante el grado de tueste de su café y menciona: *"aquel donde el café no este quemado, porque cuando ya está quemado, tiene el sabor más amargo por el quemado y a veces cuando se quema y no tiene un buen proceso al momento de probarlo tiene muy alta su acidez. Cuando nos compran café, porque nosotros lo vendemos por cuartos, los clientes de acá nos dicen que esta bueno, les gusta el sabor, porque si no lo limpias bien sabe a poishco [moho] como se dice y tiene un sabor desagradable.*

Solo lo vendemos aquí en tostado, normalmente en tostado no vendemos tanto lo vendemos más en pergamino y lo llevamos al Estado de Puebla, a un municipio que se llama Pahuatlán, allá es donde nosotros lo vendemos, igual por falta de clientes que no lo puedan comprar a buen precio. No tener un mercado definido también es un problema y uno de los más importantes, aquí todos se dedican a eso, la mayoría tiene huertas y antes se dedicaban mucho al café, pero por lo mismo que ya está muy bajo el precio y es mucho el proceso que se lleva, la verdad no se le gana mucho, porque no hay quien lo compre". Para Doña Alejandra: *"los clientes no solicitan tuestes en especial. Solo información sobre la forma en que tuesta y prepara el café. Comenta que ya no quieren café lavado, le han pedido que seque el café con toda la miel.*

Ella vende en la localidad". Doña María Félix canaliza su producción al mercado local. Sin embargo, Don Aurelio considera que sus clientes *"hasta el momento, les parece agradable el café y le dan valor al proceso que se realiza de diferente forma a comparación de otros".* Doña Griselda menciona que el tipo de tueste más solicitado es *"el tostado chocolate que es un café más claro. Y sus clientes opinan que es muy bueno, vende en la localidad.*

Con el paso de los años se ha dedicado más al cultivo, si llegan a comprar e incluso hacen pedidos de 30 kg en polvo. También se ha extendido a vender en México. Se espera que la cantidad de cosecha se supere y busca un cliente que compra en pergamino, no se va a dar abasto. El kilo de café tostado cuesta 200 pesos, tanto molido como tostado. El molino que emplea es manual". Su mercado es local, mientras que Doña Rocío comenta que "el café que procesa es arábigo, Geisha, con un poco de Sarchimor.

Opinión de los clientes sobre su café: dicen que mi café es bueno y les gusta mucho, como les digo yo no vendo en grandes cantidades porque a veces no tengo tanto el tiempo para dedicarme a esto y cosas así… si yo tuesto café y lo ofrezco con personas conocidas. Señoras que tienen una cocina, venden comida y me lo compran, no me dicen que esta caro, al contrario, luego me dicen tráeme tanto y algunos me dicen quiero un tueste más oscuro, para la otra

tráeme un kilo, pero dórelo más oscuro y ya veo la forma de sacarlo como lo quieren subiéndole un poquito al tueste… y así… como productora siento que es mucha la inversión que se le hace al trabajo de café y es muy rebajado el precio que se nos paga… realmente por eso igual como que no hay mucha motivación para decir yo voy a tostar y vender… Pues yo lo hago porque de mi producto le saco un poquito más… a lo mejor yo no valoro tanto la inversión de leña que se le mete en un tostado, porque vivo aquí en el campo yo mismo la colecto con mi esposo y no la compro y eso es lo que uso para mi tostado, la leña.

Mucha gente quiere la cantidad, se la llevan aplicar abonos y cada cosa porque quieren producto en cantidad, pero yo no quiero cantidad, quiero calidad, por eso no me interesa que mi parcela de más de lo normal, quiero que mi parcela de café de calidad, para sacar un buen café, no me interesa tener muchos, porque si yo me lo propongo en unos diez kilos de café dorado recupero lo que se vende en una bolsada de café que se vende en pergamino de 35 kilogramos".

El mercado del café tostado artesanal es principalmente para el autoconsumo familiar, también para sus redes que se amplían a su familia en extenso y amigos. Algunos han incursionado en otro tipo de mercados, pero el inconveniente es que el volumen que se procesa artesanalmente es una limitante para abastecer este tipo de mercados.

El precio del café artesanal al que venden va desde $140.00 a $200.00 el kilogramo tostado y molido, aun cuando consideran que los costos de producción del café artesanal son muy elevados, reconocen que es mejor venderlo así, pues el café en pergamino se lo pagan a $35.00 el kilogramo. Desde luego que el tostado artesanal es una alternativa viable de agregar valor a su producción aun cuando sea mayormente para su autoconsumo.

Consideramos que esta forma orgánica de agregar valor y establecer una relación directa con el consumidor es la ideal para el campesinado cafeticultor minifundista, por lo que debe ser promovida y fomentada. Sin embargo, se desestimula y no se generan políticas públicas para fomentar y mejorar este tipo de iniciativas (Figura 15).

Figura 15. Los artesanos le dan valor agregado a su producción ante los precios bajos del café cereza y pergamino en México. A) Don Aurelio, B) Doña Gris, C) Marcas de café tostado artesanal en comal de barro de Zacatlán, Puebla, D) Don Secundino Feliciano Velazco promueve su marca "Ita Kawen" con el sello de Manos Indígenas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.

3.3. Problemas del tostado de café

A manera de autodiagnóstico se les preguntó a las tostadoras los principales problemas del proceso de tostado artesanal. Al interrogar a Doña Irma menciona que un problema importante es que: "sí, *una actividad cansada si es, porque de tanto estar menee y menee es muy cansado, parece que es muy sencillo, pero no, es muy cansadito*.

Termina uno medio agotado, pero solo es eso". Para Doña Marlem el principal problema del tostado artesanal menciona que: "lo difícil es estarlo limpiando, bueno martajar (mortear), porque todo eso es manual con nuestra misma fuerza, llevarlo a limpiar y todo eso sin utilizar nada de maquinaria". Para Doña Alejandra el problema *"Es obtener un tueste uniforme, para ello se tiene que mover el café constantemente"*.

Don Aurelio menciona que:" *la temperatura del fuego es difícil regular y el estarle moviendo al café con una mano y con otra la leña". Doña Griselda menciona: "como tostadora artesanal considera que el principal problema al tostar es el tiempo: supone que tostar en un tostador es más rápido, el sabor también cambia. El clima: si está lloviendo a veces no*

hay leña, cuando hacen un pedido y ese día solo va a tostar diez kilogramos, no se da abasto". Para doña Alejandra el principal problema de hacer tostado artesanal: "*Es obtener un tueste uniforme, para ello se tiene que mover el café constantemente"*. En contraste Doña María Félix menciona que: "*no considera difícil tostar café, es una actividad simple para ella. No le molesta el humo*".

Como todo proceso artesanal se hace uso intensivo de la mano de obra humana, y se hace poco uso de maquinaria que podría solventar muchos de los problemas mencionados como el cansancio provocado por el movimiento de los granos en el recipiente usado para tostar.

Otro problema fundamental que solo fue mencionado por Doña Evelia es el humo que se genera al tostar, que menciona que al final de un día de haber tostado termina mareada por haber respirado los gases de combustión. Este es un problema fundamental pues tiene implicaciones en la salud de las personas que se dedican a tostar café ya sea de manera artesanal o industrial. También es importante la exposición al calor por radiación, que también provoca un ambiente incómodo para la persona que realiza la actividad de tostado.

Afectaciones a la salud de las personas que tuestan café

El proceso de tostado artesanal implica el uso de biomasa que se genera en las fincas cafetaleras, lo cual representa un recurso económico y abundante que permite no desembolsar efectivo en la compra de combustible. Esto permite recuperar mayor valor en la venta de café de tostado artesanal. Sin embargo, el uso de leña para el proceso de tostado de café genera gases de combustión que pueden ser peligrosos para la salud de las personas que realizan esta actividad dentro de sus hogares.

Se ha reportado que los gases de combustión que se generan, principalmente dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, etc. En determinadas concentraciones y tiempos de exposición de las personas provocan enfermedades principalmente del sistema respiratorio y vascular que a la larga pueden provocar la

muerte. Así se han documentado enfermedades debido al uso de cocinas de leña dentro de los hogares, las principales enfermedades que se propician son el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), hipertensión y otras asociadas a la inhalación de gases de combustión.

De acuerdo con el testimonio de la Doña Evelia Luqueño de la comunidad de San Isidro La Laguna, Tenango de Doria, Estado de Hidalgo; mencionó que: "*después de tostar me tengo que ir a recostar un rato porque le duele la cabeza… debido a que cuando están tostando se calientan mucho y que cuando termino de tostar em empiezo a sentir mareada... mi abuelita me decía que después de tostar se tiene cubrir bien porque están caliente y que no les debe dar el aire*".

Este testimonio coincide con el de Doña Martina Barrios de la comunidad de San Cristóbal Xochimilpa de Zacatlán, Puebla; que mencionaba: *"nos debemos cuidar mucho, a mí ya me duele mucho la espalda porque nos damos mucha lumbre, después de que termino de tostar... respiro mucho humo porque mi chimenea está rota".*

En el mismo sentido Doña Rocío menciona que: "*antiguamente las personas mayores que ella, decían que no podíamos salir a que nos diera el aire, esto por lo que el café afecta, si nos da el aire después de tostar porque nos puede dar dolor, lo recomendable es no salir después de tostar más si está sudando porque puede dañarlo*s". Las personas entrevistadas mencionan que presentan padecimientos desde leves hasta de mayor cuidado, por el tiempo que se pasan expuestas ante el calor y el humo de sus cocinas.

Se realizaron mediciones del calor del área de tostado y la cantidad de dióxido de carbono presente en el entorno cercano a la persona que realiza esta actividad para verificar de manera cuantitativa si os valores sen encuentran en los parámetros recomendados. La temperatura a la que se exponen durante al menos dos horas del proceso de tostado varía desde 30 hasta 34 °C con una humedad relativa que va de 46 a 55%, debido a esto las personas prefieren tostar café a primeras horas de la mañana o las ultimas de la tarde cuando la temperatura ambiental está fresca (alrededor de 20°C). Esta diferencia entre la temperatura ambiental y la

del horno, con el paso de los años va causando daños en el organismo de las personas.

Por otra parte, la concentración de dióxido de carbono en el entorno de trabajo durante el proceso de tostado artesanal varía de acuerdo con el tipo de cocina que se use. En mediciones realizadas en la comunidad de San Cristóbal Xochimilpa, Zacatlán, Puebla; se encontró que en una cocina de bracero (figura 16a) sin chimenea de Doña Martina Barrios los niveles de dióxido de carbono a los que se encuentra expuesta están por arriba de las 600 partes por millón. Mientras que la cocina con chimenea de Doña María de los Ángeles Zacatenco Luna (figura 16b), en la mayor parte del proceso de tostado artesanal estuvo por debajo de las 600 partes por millón de concentración de dióxido de carbono en el aire.

Figura 16. Tipos de hornos para tostar café. En la izquierda (a) un bracero sin chimenea, a la derecha (b) un horno con chimenea.

En la figura 17 se muestra el comportamiento de la concentración de dióxido de carbono en el entorno de trabajo de ambos tipos de cocina utilizada para el tostado artesanal de café.

En la cocina de bracero se muestra que la concentración además de superar el límite recomendable existe un efecto acumulativo. La concentración de dióxido de carbono se incrementa hasta 1096 ppm de CO_2 al inicio del proceso, y va aumentando conforme se desarrolla el proceso de

tostado. Cuando el proceso de tostado llega a su fin, se presentó la máxima concentración de 1725 ppm de CO_2. En cambio, en el horno con chimenea utilizado por Doña María de los Ángeles, la concentración del dióxido de carbono prácticamente durante todo el proceso permanece por debajo de 600 ppm. Un primer momento donde se superó este valor fue en la etapa inicial durante la deshidratación del grano de café, pues se requiere de mayor cantidad de calor y uso de leña, en consecuencia, se eleva la concentración de dióxido de carbono. Un segundo momento donde se supera las 600 ppm de CO_2 es en la etapa final y se debe principalmente a la liberación de este gas por parte del grano que se está tostando.

La concentración de dióxido de carbono en el entorno de trabajo permite identificar y resaltar la importancia del tipo de diseño de una cocina para tostar café. Un buen diseño de un horno para cocinar es fundamental para reducir la concentración de los gases de combustión en el entorno de trabajo.

El diseño de hornos para cocinar y tostar café es una línea de trabajo de investigación que permitirá reducir los riesgos de desarrollar enfermedades en las personas que se dedican al tostado artesanal debido a la exposición a los gases de combustión.

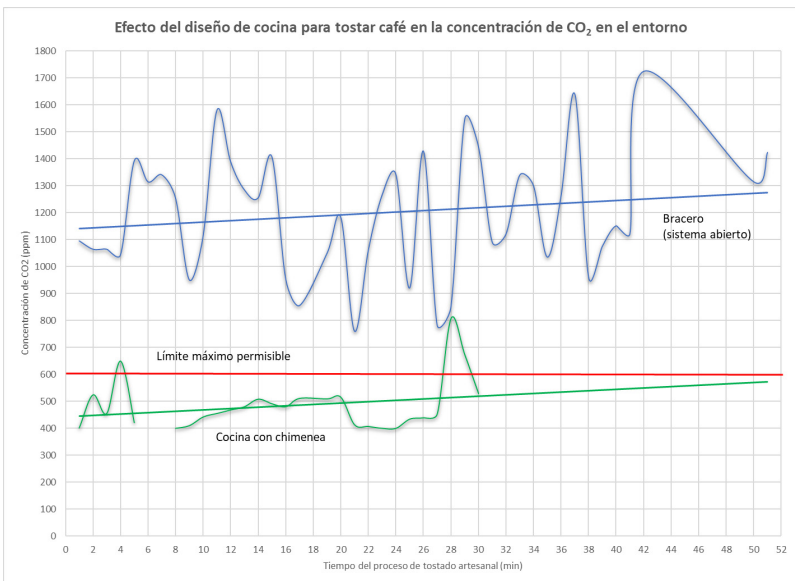


Figura 17. Efecto del diseño del horno para tostar café en la concentración de CO_2 del entono de trabajo de las tostadoras de café.

Finalmente, se les pidió una reflexión final acerca del tostado artesanal. Doña Irma menciona que: "*Bueno, yo digo que solo los invito a que consuman el café de las comunidades, el café de rancho, porque es el mejor, de mejor calidad, de mejor sabor, y pues a un precio, digamos económico, no se vende muy caro que digamos, y este es el que menos perjudica a la salud. Es lo que yo diría"*.

Mientras que Doña Marlen menciona que le gustan estas actividades del tostado artesanal de café. Doña María Félix expresa que: "*si alguien puede apoyar en la parte de comercialización sería de mucho apoyo, porque a veces el café que se tiene no se vende muy bien. No tener un mercado definido es un problema muy grande para ellos". Don Aurelio menciona que: "una recomendación es que actualmente los precios de café están muy bajos y al procesarlo se le puede sacar un mejor provecho al producto y así no regalar el trabajo y hacer un negocio más rentable. En la familia es el único que se dedica al área de tostado artesanal". Mientras que doña Griselda comenta que: "Hay que tener mucho cuidado en el tueste, tener mucha higiene, procurar que la cazuela esté muy limpia, todos los utensilios que vamos a necesitar, la leña que este a fuego medio, aunque te tardes más tiempo el calor se debe mantener hasta el final, para que resulte de un tostado uniforme: del mismo tono todo.*

De la cafeticultura opina que... es una actividad muy bonita, buscando que sea productivo, si aprovechamos lo que nos da la tierra para subsistir, también se generan empleos, en las limpias, si nos va bien en la economía, impacta en la mejor educación, mejor salud, que en la comunidad se tiene muchos problemas sobre eso, muchos productores no cuentan con las herramientas necesarias, podría ser en grupo, sin embargo, requiere de mucho tiempo. Me considero productora, me considero tostadora, pero pienso que se le debería dar a los jóvenes más educación sobre el café, son hijos de productores, pero deberían darles más conocimientos sobre café, que se incluya más a los jóvenes al mundo del café, piensan que es un trabajo muy fuerte porque ven a los padres trabajar muy duro.

Ellos pueden abrirse a nuevos mundos mediante el trabajo con el café, está trabajando mucho con su café. Ella

considera que podría llegar a tener hasta su propia marca". Doña Irma hace una reflexión sobre el cambio generacional e intercambio de saberes y menciona: "No hay más de mi familia aquí, hay vecinos que lo preparan, pero de mi parte no, porque mis hijas no están aquí ya, una vive en Tenango, la otra ya está casada, allá vive, trabaja, sí de repente vienen y doran un poquito para su casa, pero muy de vez en cuando.

Mis hermanas están ahí en Pachuca, entonces seria la familia más cerca, las hermanas, las hijas. De hecho, sí, el problema es que (los jóvenes) luego no les da tiempo o no les interesa mucho. Es laborioso, es detalloso, entonces estas actividades les dan a ellas flojera". Doña Rocío expresa como reflexión final: "Por último, mi invitación, es que se integre a hacer estas actividades, algo se les queda y estoy con gusto para apoyarles.

Que se motiven en el campo no todo está perdido, el café es algo mágico, algo bueno, espero algún día viendo a ustedes haciendo este y compartir el conocimiento a alguien más… en lo del café yo no veo a mis compañeros cafeticultores como una competencia. Y que el sol brilla para todos… Me gusta compartir lo que sé y que se lleven la experiencia de este conocimiento y siempre es bueno aprender y compartir la experiencia, no se trata de competir con nadie, siempre habrá criticas siempre hay que tomar las que nos construyan y dejar de lado las que no nos benefician".

3.4. Tecnología de tostado industrial

Derivado de diferentes ensayos realizados en el Laboratorio de Evaluación de la Calidad de Café (LECCafé) del Centro de Investigación para el Desarrollo de las regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE) se observa que durante el proceso de tostado industrial de los granos de café las variables que influyen son el calor aplicado, la velocidad del aire y la velocidad de rotación del cilindro.

Estas variables impactan en la velocidad de transferencia de calor (ΔBT) aplicado al grano (Figura 18 B), lo que puede resultar en diferentes procesos de tostado, reflejado en el comportamiento de las variables en el tiempo que comúnmente en el medio cafetalero llaman "curvas".

Estos procesos de tueste (“curvas”) difieren en la proporción de tiempo que permanecen los granos durante las distintas fases del tostado: deshidratación del grano, las reacciones de Maillard y la caramelización. Para ejemplificar este efecto se tostó un lote de café de la variedad Typica cultivada en Huatusco, Veracruz a 1330 msnm y se realizaron variaciones en el calor aplicado y la velocidad del aire al interior del tostado, manteniendo constante la velocidad de rotación del cilindro.

En la Figura 18 (A), se ejemplifica con el lote de granos al cual se le aplicaron cuatro diferentes procesos de tueste, el proceso 1 (C1) se le aplicó un prolongado tiempo en la etapa de deshidratación, el proceso 2 (C2) tuvo un tiempo reducido en la etapa de reacciones de Maillard, mientras que el proceso 3 (C3) se aplicó poco tiempo en la fase de deshidratación y de caramelización; finalmente en el proceso 4 (C4) el grano permaneció más tiempo en las reacciones de Maillard y de caramelización. En la figura 19 (B) se muestran las diferentes velocidades de transferencia de calor aplicado al grano, los procesos de tostado más rápidos fueron el C2 y el C3, mientras que el C1 y C4 fueron procesos más lentos.

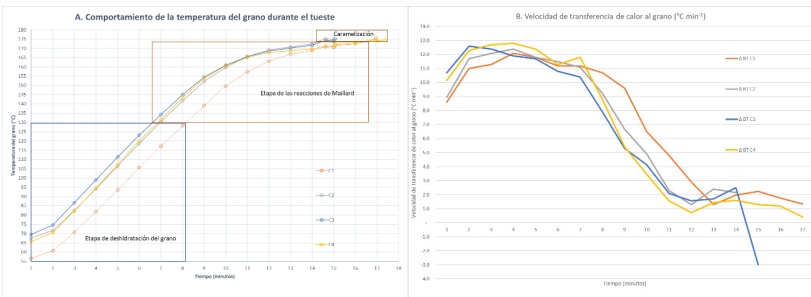


Figura 18. (A) Temperatura de los granos para cada tratamiento aplicado. (B) Velocidad de transferencia de calor aplicada en cada tratamiento.

Las variables modificadas durante las diferentes etapas del proceso de tostado de los granos de café impactan en las características sensoriales de la bebida, lo que resulta en diferentes perfiles aromáticos que son significativamente diferentes ($p<0.05$) en cuanto al olor, flavor y regusto de la bebida. Al realizar un análisis multivariante de las observaciones del tueste de los lotes mediante un análisis de componentes principales (Figura 19), se determinó que los

perfiles sensoriales de la bebida parecen ser influenciados por las variables que más contribución tienen en el componente 1 (Dim 1 que explica el 40% de la variabilidad): la mayor velocidad de transferencia de calor del grano en las fases de las reacciones de Maillard (ΔBT_Maillard) y la de caramelización (ΔBT_Caramelización) ($p<0.05$).

Esto favorece la formación de un bouquet floral y frutal de la bebida, y a menor velocidad de transferencia de calor se favorece la formación de un bouquet a chocolate y a nueces. Por su parte en el componente 2 (Dim 2 que explica el 34.9% de la variabilidad) a mayor velocidad de transferencia de calor en la etapa de deshidratación del grano (ΔBT_deshidratación) se favorecen la formación del bouquet frutal, así como un gusto básico ácido ($p<0.05$). Mientras que a menor velocidad de transferencia de calor se favorece el bouquet floral y un gusto básico dulce ($p<0.05$).

La velocidad de transferencia del calor está en función de la potencia de calor del tostador y tiene efecto en la temperatura del tambor y del interior de la cámara donde se alojan los granos. También la velocidad del aire es una variable que afecta a la velocidad de transferencia de calor y permite modular las temperaturas del grano y de esta manera favorecer ciertos perfiles aromáticos, así como el gusto básico.

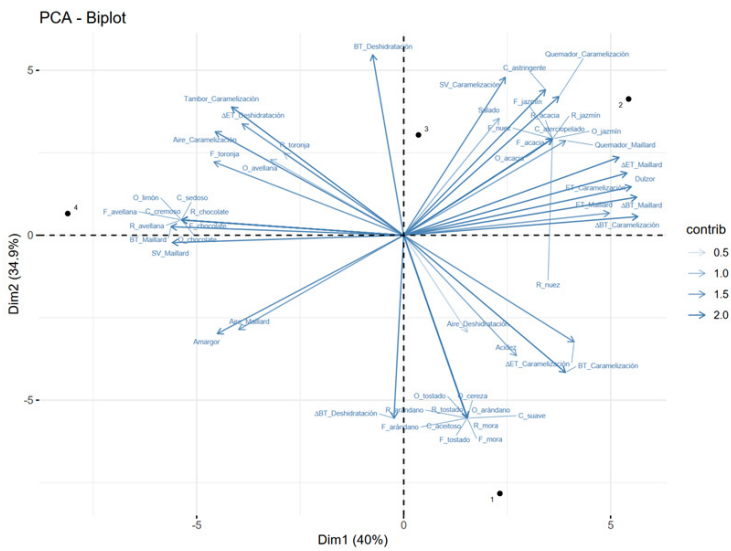


Figura 19. Representación en dos componentes de los tratamientos de tueste aplicados y de las variables del proceso de tostado y los atributos sensoriales de la bebida d café variedad Typica.

La velocidad de transferencia de calor en las etapas del proceso de tostado (deshidratación, reacciones de Maillard y caramelización) determinan el olor, flavor y regusto (bouquet), cuerpo, así como el gusto básico del perfil sensorial de la bebida. Las variables que afectan a la velocidad de transferencia del calor están en función de la potencia de calor del tostador y la velocidad del aire, ambas variables permiten modular las temperaturas del grano y de esta manera favorecer ciertos perfiles aromáticos, así como el cuerpo y gusto básico de la bebida.

Pese a la complejidad del tostado industrial, la tecnología usada hasta el momento permite el control de muchas variables pues se tiene el proceso en un sistema cerrado y con instrumentación que permite tener en tiempo real el valor de las variables que afectan al perfil sensorial de la bebida. De tal manera que toda vez que se ha encontrado la curva de tueste adecuada se replica el resultado programando un tostador automatizado que es muy consistente para reproducir el proceso adecuado de tueste asegurando la invariabilidad de los atributos sensoriales de la bebida.

El uso de la tecnología industrial implica una inversión en un proceso de capacitación que muchos cafeticultores no pueden pagar (Figura 20). Así, el costo de esta tecnología (infraestructura y conocimiento técnico) no es accesible para los cafeticultores minifundistas, de tal manera que se han valido de herramientas rústicas y del conocimiento endógeno para tostar su café e incorporarse al mercado a ofrecerlo a un precio competitivo. En el siguiente apartado se muestra la caracterización del tostado artesanal.

Figura 20. Capacitación de cafeticultores indígenas en el proceso de tostado de café en el Laboratorio de Evaluación de la Calidad de Café (LECCafe) del CENIDERCAFE-UACh en Huatusco, Veracruz.

3.5. Comportamiento de las variables en el tostado artesanal

En contrapartida al tostado industrial que se puede considerar un sistema cerrado donde se puede monitorear y controlar todas las variables que impactan la calidad del grano; el tostado artesanal es un sistema abierto donde son pocas las variables que se tratan de controlar, con una baja precisión.

La variable de que de alguna manera se puede regular es la cantidad de calor generado por la cantidad de leña. Así se puede poner o quitar la leña para favorecer el aumento o la disminución del calor. Así resulta que la variable más importante es la diferencia de temperatura del grano y la del comal, que puede impactar en la velocidad del proceso y sobre las reacciones de Maillard y de caramelización que se favorecen. Sin embargo, si no se controla generan granos de café quemados o "arrebatados" (crudos). A continuación, se presentan los resultados de observar a ocho artesanas tostadoras de café.

En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis sensorial de la bebida resultante del tostado artesanal de café, realizado mediante un panel de jueces entrenados mediante la metodología del análisis descriptivo cuantitativo. Los diferentes colores mencionan diferencias significativas de cada variable entre las artesanas, las intensidades de los atributos se midieron en una escala de 0 a 10.

Tabla 2. Perfiles aromáticos obtenidos por las tostadoras artesanales de café. Los aromas y sus intensidades fueron determinados por el panel de evaluación sensorial del LECCafé de la UACh.

Atributos	Tostadora 5	Tostadora 7	Tostadora 1	Tostadora 6	Tostadora 3	Tostadora 8	Tostadora 2	Tostadora 4
Olor de la bebida								
O_caramelo	0.0	0.0	4.3	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0
O_tostado	0.0	8.7	9.0	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0
O_metálico	0.0	0.0	6.3	5.3	0.0	0.0	0.0	1.7

O_café tostado	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7
O_almendra	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
O_madera humeda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0
O_naranja	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0
O_paja	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0
O_cacahuate	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0
O_medicinal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0
O_tierra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0
O jarabe de maple	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Flavor de la bebida								
F_tostado	7.7	7.3	9.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0
F_metálico	0.0	7.7	7.7	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0
F_canela	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
F_cacahuate	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
F_tierra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0
F_naranja	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0
F_lima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0
F_paja	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0
F-caña fistula	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0
F_medicinal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0
F_caucho	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0
F_café tostado	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F_chicharo	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F_almendras	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Regusto de la bebida								
R_tostado	9.0	6.7	8.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0
R_grosella	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0

R_metálico	0.0	9.0	9.3	6.3	0.0	0.0	0.0	0.3
R_canela	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
R_cacahuate	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7
R_naranja	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0
R_lima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0
R_tierra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
R_paja	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0
R_caña fistula	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0
R_medicinal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0
R_caucho	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0
R_café tostado	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R_almendras	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gusto básico de la bebida								
Acidez	7.7	1.0	2.3	8.3	8.7	0.0	8.7	5.0
Dulzor	7.3	1.7	7.7	5.3	7.0	0.0	5.0	6.7
Amargor	9.0	9.7	9.3	7.3	3.3	9.0	7.3	4.7
Salado	0.3	7.3	3.3	1.0	0.0	6.3	0.0	0.0
Cuerpo de la bebida								
C_aguado	0.0	0.0	0.0	7.7	8.0	0.0	0.0	7.7
C_aceitoso	0.0	8.7	9.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C_astringente	5.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C_suave	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0
C_aspero	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0
C_baboso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0

La intensidad alta de los aromas a tostado y a café tostado son indicadores de la mayor aplicación de calor, así las tostadoras 1, 5, 6 y 7 favorecen este tipo de perfil aromático. Siendo la tostadora 7 quien favorece más este tipo de perfil. Esto se refleja también en el gusto básico de la bebida que se obtiene de ese café, resaltando las altas intensidades en amargor y salado.

También se refleja en la textura de la bebida presentando un cuerpo muy intenso y de características aceitosas. Este podría decirse que es el tipo perfil sensorial de la bebida del café tostado artesanalamente. Sin embargo, el otro 50% de las tostadoras presentaron diferentes perfiles, algunos de ellos favoreciendo notas frutales.

Esto refleja que existe también otras formas de realizar el tostado artesanal que implica un mayor expertise y sin duda son producto del conocimiento tradicional transmitido de generación en generación. Este comportamiento implica realizar un análisis más detallado del proceso de tostado artesanal.

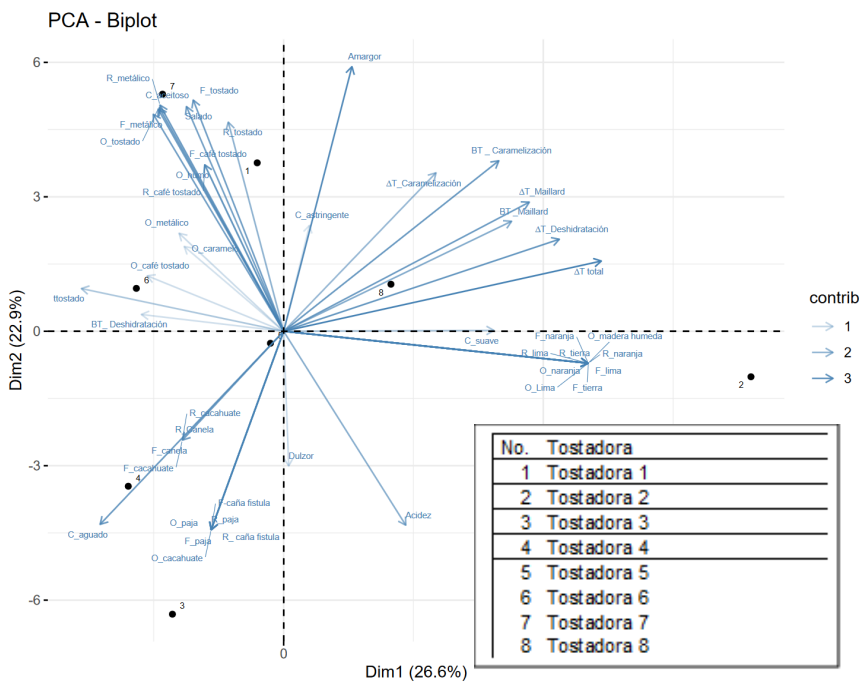


Figura 21. PCA de las variables medidas en el tostado y en la bebida resultante vs tostadoras de café.

En el PCA de la figura 21 se puede observar que las variables de tueste que más impactan en la Dim 1 (explica el 26.6% de la variabilidad) son el ΔT durante todo el tiempo de tostado, seguido del ΔT de la etapa de deshidratación y el ΔT de la etapa de la etapa de reacciones de Maillard. Mientras que las variables de la bebida que tiene una alta correlación con

este componente son el olor, flavor y regusto a naranja, lima y tierra.

Las tostadoras que se agrupan en lado derecho del grafico PCA, correspondes a las que lograron equilibrar las diferentes fases del tostado. Destaca la tostadora 2, que presenta un perfil aromático a cítricos, un balance en el gusto básico y un cuerpo suave.

La bebida tuvo un bouquet a naranja y lima, probablemente debido a los valores altos en la temperatura del comal con respecto del grano en las diferentes etapas del proceso. En la figura 22 se puede corroborar que la curva de tueste aplicada tuvo la mayor diferencia de temperatura entre el comal y el grano de café, resultando en un café que expresó notas aromáticas cítricas, acidez pronunciada y cuerpo suave en la bebida.

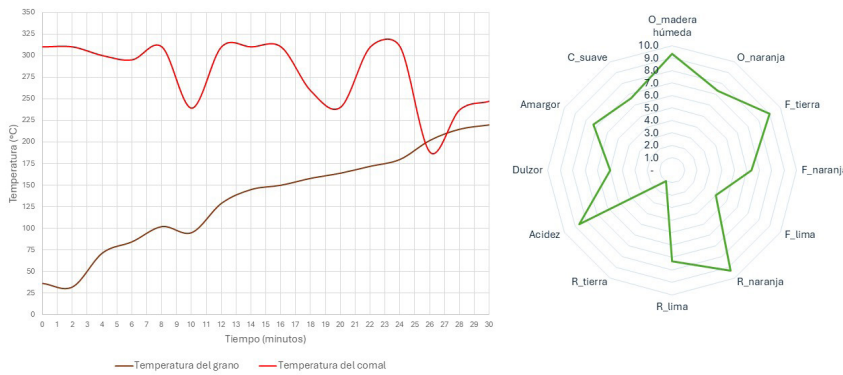


Figura 22. A la izquierda la curva del proceso aplicado por la tostadora 2. A la derecha el perfil aromático que favorece las notas frutales, acidez pronunciada y un cuerpo suave.

Por su parte en el segundo componente (que explica el 22.9% de la variabilidad) se correlaciona con las variables sensoriales de la bebida principalmente a un sabor básico amargo, un bouquet a tostado y metálico, así como un gusto básico salado y un cuerpo aceitoso.

En figura 23 se muestra la curva de tostado y el perfil de la bebida del proceso aplicado por la tostadora 4 que representa al grupo del cuadrante inferior izquierdo del PCA, que denota que hubo un déficit de calor para alcanzar las temperaturas recomendables para la etapa de caramelización, esta deficiencia se nota en el perfil aromático que presenta notas a cacahuate crudo y herbal, así como una acidez pronunciada y un cuerpo aguado de la bebida.

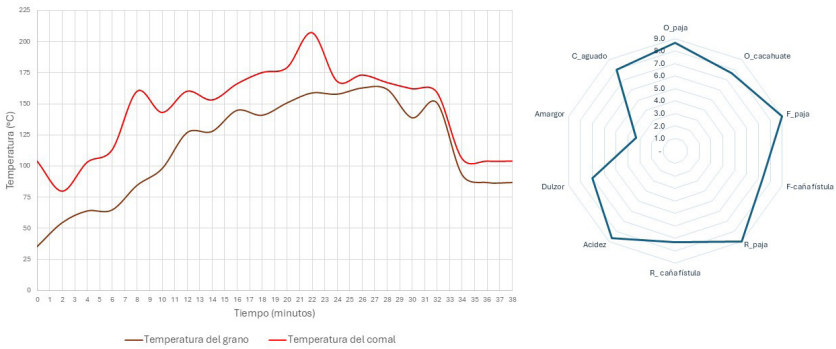


Figura 23. A la izquierda la curva del proceso aplicado por la tostadora 3 que representa al grupo de poco desarrollo del tueste. A la derecha el perfil aromático que favorece las notas herbales y a cacahuates, acidez pronunciada y un cuerpo aguado.

Por su parte en la figura 24, se muestra al grupo de tostadoras que se agrupó en el cuadrante superior izquierdo del PCA, que representa a los procesos de tostado que se realizaron con alta temperatura, favoreciendo los procesos de carbonización del café.

Los perfiles de la bebida resultante de este proceso son notas aromáticas a tostado y metálico, un amargor exacerbado y un cuerpo aceitoso.

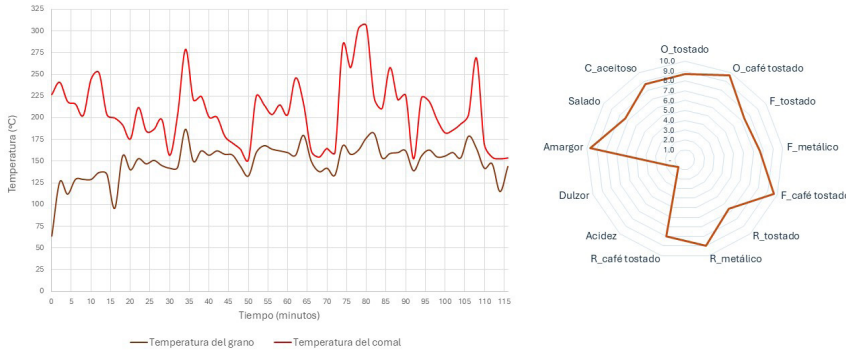


Figura 24. A la izquierda la curva del proceso aplicado por la tostadora 7 que representa al grupo de mayor desarrollo del tueste. A la derecha el perfil aromático que favorece las notas pirolíticas a tostado, café tostado y metálico, amargor pronunciada y un cuerpo aceitoso.

La tostadora 8 a pesar de desarrollar un buen proceso en las diferentes fases de tostado, el inconveniente que tuvo es que el grano de café utilizado fue de una calidad defectuosa que presentó olores y sabores que se consideran defectos en el mercado de los cafés de especialidad, sin embargo, el tostado fue ejecutado correctamente.

Debido a que el proceso artesanal es un sistema abierto, la principal variable es la aplicación de calor mediante la aportación o retiro de leña. Sin embargo, aquí es donde entra otra variable que es fundamental que le da el carácter de artesanal al proceso de tueste, el grado de conocimiento y expertise para poder variar la cantidad de calor de acuerdo con las diferentes etapas. Esto explica la diversidad de perfiles aromáticos encontrados en el grano de café tostado artesanalmente.

CONCLUSIONES

En esta investigación se realizó un acercamiento al proceso de tostado artesanal de café. Esta ha sido una actividad de sobrevivencia de los cafeticultores ante el alto grado de intermediarismo, bajos precios, falta de gobernanza del sector y políticas que desestimulan la producción a pequeña escala de café.

Pese a deficiencia técnicas encontradas, los cafeticultores se han integrado hasta el tostado de café con infraestructura y equipo rústico que les ha permitido obtener ingresos y tener independencia de los agentes que controlan el mercado regional del café. De acuerdo con la información recabada, es posible con pocos recurso e infraestructura hacer frente al dominio de las grandes transnacionales.

La región de la sierra Otomí-Tepehua, así como otras regiones marginadas, representa un ejemplo de sobrevivencia y de dignidad ante la falta de apoyo y abandono de la cafeticultura desde hace más de 30 años.

En este acercamiento a la actividad del tostado artesanal de la región se visualiza diferentes líneas de investigación, desarrollo e innovación que permitirían una mayor independencia de los cafeticultores, mejores procesos que deriven en calidades competitivas inclusive para los mercados de alta gama.

También es preciso el reconocimiento del mercado de esta opción del tostado artesanal que debe ser protegido legalmente y posicionado con venta en los mercados debido al gran esfuerzo que realizan los cafeticultores que tienen un gran compromiso con los consumidores, con la conservación del medio ambiente, pero sobre todo con la justicia social al permitirles mejores ingresos para el sostén de sus familias (Figura 25).

Figura 25. Mediante una política pública que se enfoque en una estrategia integral de capacitación en el CENIDERCAFE y el apoyo institucional, como en este caso del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, es posible la generación de valor agregado mediante el proceso de tostado artesanal de alta calidad comercializado directamente a los consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camacho Vera, J. H., Cervantes Escoto, F., Cesín Vargas, A., & Palacios Rangel, M. I (2019). Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional, 29(53). https://doi.org/10.24836/es.v29i53.700

Carrillo Salgado, M. (2014). Producción de café y bordados en la Sierra Otomí-Tepehua: formas de organización y prácticas comunitarias. Universidad Intercultural del Estado de Hidalgo.

Díaz Nieto, E. S. (2021). Estrategia de competitividad y contexto actual de cafeticultores y comercializadores en Hidalgo. Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración, 10(20). https://www.ricea.org.mx/index.php/ricea/article/view/171

Manetta, A., Labra Hernández, L. A., & Serrano Avilés, T. (2017). La incapacidad de respuesta al ODS número 6 en los municipios de la zona Otomí-Tepehua (Hidalgo, México). Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, (9), 159-173.

Moguel. P. (1996). Biodiversidad y cultivos agroindustriales: el caso del café, en Informe final a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Centro de Ecología. UNAM.

Soto Alarcón, J. M., González Gómez, D. X., & Carrillo Salgado, M. (2020). El café en la Otomí-Tepehua: estrategias campesinas y cadenas globales de valor en México, 2017-2018. Revista Científica de Estudios Urbano Regionales Hatsö-Hnini, 1(3), 3-48. https://revistahatsohnini.com.mx/index.php/inicio/article/view/7

Wahyuni, N., Rispiandi, R., & Hariyadi, T. (2019). Efecto de la madurez del grano y la temperatura de tostado sobre el contenido químico del café robusta. ICIEVE. https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/2/022019

JOSÉ GERVASIO PARTIDA SEDAS

Es Ingeniero Agroindustrial por la Universidad Autónoma Chapingo de México (1993); Diplomado en Calidad y Responsabilidad Social en el Agro por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Universidad Nacional de San Juan de Argentina; Máster en Ingeniería Aplicada a la Cooperación para el Desarrollo por la Universitat Oberta de Catalunya, España (2007); y Doctor en Ciencias Agrícolas y Medioambientales por la Universidad de Santiago de Compostela, España; y la Universidad de San Carlos de Guatemala (2018). Es catador de café certificado Q grader por el Coffee Quality Institute de USA (2010). Desde 1993 ha trabajado para cadena de suministro de café sostenible y de especialidad en México. Desde 2001 es catedrático de tiempo completo en el Centro Regional Universitario Oriente (en Huatusco, Veracruz, México) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Es profesor en la carrera de Ingeniería en Gestión de Redes Agroalimentarias, donde imparte las asignaturas sobre análisis sensorial y hedónico de alimentos, análisis del procesamiento de alimentos, gestión de la calidad agroalimentaria y análisis prospectivo de redes agroalimentarias. Es coordinador del Centro de Investigación para

el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE) de la Universidad Autónoma Chapingo. Es miembro de la Red de Investigación Iberoamericana sobre Agricultura y Medio Ambiente para el Desarrollo (DIAM-USC). Participa en diferentes proyectos de investigación multidisciplinarios sobre la agricultura para el buen vivir de las regiones cafetaleras. Ha publicado varios capítulos de libro, artículos y ha participado como ponente en diversos congresos nacionales e internacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

MARIBEL ESTUDILLO DE LA CRUZ

Ingeniera en Gestión de Redes Agroalimentarias por la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) en el año 2023. Se desempeña como apoyo técnico en el Laboratorio de Evaluación de la Calidad de Café de la UACh en Huatusco, Veracruz, México; en donde ha desarrollado su experiencia en el análisis sensorial de café en taza de diferentes regiones productoras del país. Participa como apoyo en el Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE) de la Universidad Autónoma Chapingo, en donde interviene activamente en los proyectos de la línea

de investigación “Cadenas productivas de las regiones cafetaleras” generando vinculación directa con los productores cafetaleros de las regiones indígenas de México. Ha participado en capacitaciones, cursos y talleres con grupos de productores, instituciones y organizaciones con el compromiso de mejorar los procesos en el manejo poscosecha del café. Su compromiso al formar parte del CENIDERCAFE radica en generar investigaciones que atiendan las necesidades reales en el sector cafetalero minifundista en México.

ROSALBA SAN MARTIN SANTAMARIA

Ingeniera Agrónoma Fitotecnista, comprometida con el desarrollo y la investigación en el sector cafetalero. Egresada del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván de Cardel, Veracruz; en 2021. Ha acumulado una sólida experiencia profesional en áreas clave de la agroindustria del

café. Su carrera comenzó como auxiliar en el Laboratorio de Evaluación de la Calidad de Café de la Universidad Autónoma Chapingo, donde desarrolló habilidades técnicas esenciales en el manejo y análisis de café. En 2021, amplió sus conocimientos al completar un diplomado en “Cadenas de valor del café” en la Universidad Autónoma Chapingo, lo que le permitió profundizar en los procesos que agregan valor al producto desde su origen hasta el consumidor final. Continuó su carrera en la empresa exportadora “Ensambles de Cafés Mexicanos” en 2022, desempeñándose como técnica de campo y auxiliar de laboratorio. Cuenta con experiencia práctica en la exportación y calidad del café. También se ha dedicado al desarrollo de habilidades pedagógicas, completando el curso “Técnicas efectivas de enseñanza a grupos de personas” en 2022, lo que refuerza su capacidad para compartir y aplicar su conocimiento en diferentes contextos. Actualmente, continúa su formación académica al cursar la maestría en Ciencias y Tecnologías Agroalimentarias en la Universidad Autónoma Chapingo, iniciada en 2023, lo que demuestra su compromiso con la innovación y la mejora continua en el ámbito agroalimentario.

EMILIANO PÉREZ PORTILLA

Profesor-Investigador en retiro de la Universidad Autónoma Chapingo. Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques, obtuvo el Grado de Maestro en Ciencias en Edafología en 1989 y el grado de Doctor en Ecología y Manejo de Recursos Naturales, también fue Catador Q más de una década. En campo de la investigación, participó en la identificación de Subdenominaciones de origen del café que se produce en estado de Veracruz y en varios estudios regionales cuyo propósito fue la caracterización sensorial de la bebida de café. Impartió el curso de Etnoecología donde comprendió la importancia de estudiar la producción y preparación tradicional de alimentos.

LUIS DIEGO HERNÁNDEZ

Cuenta con estudios en Ingeniería Agroindustrial por la Universidad Autónoma Chapingo, se ha especializado en cafeticultura sustentable. Colabora con el Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFÉ), en materia de trasferencia de tecnología. Se desempeña como asesor técnico de cafeticultores minifundistas en los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz, en temas de manejo agronómico del cafeto, procesamiento y valor agregado de productos del café, así como comercialización de café de especialidad.

Actualmente se desempeña como acompañante técnico del Programa Producción para el Bienestar de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) e instructor vigente en el Instituto de Capacitación para el Trabajo del Estado de Hidalgo (ICATHI). Su esfuerzo profesional se ha centrado en contribuir con la agregación de valor de los productos del sector rural cafetalero, en la economía campesina solidaria, así como los circuitos cortos de comercialización.

CENIDERCAFE

CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS REGIONES CAFETALERAS

Km 6 carretera Huatusco – Xalapa

Huatusco, Veracruz, México

C.P. 94100

El enfoque del análisis regional adoptado por el Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras de la Universidad Autónoma Chapingo permite comprender la compleja problemática de las zonas cafetaleras desde un punto de vista holístico. Ante el alto grado de intermediarismo, bajos precios, falta de gobernanza del sector y políticas que desestimulan la producción a pequeña escala de café, el tostado artesanal de los granos forma parte de una estrategia clave de resiliencia que han implementado los cafeticultores ante el abandono del Estado a esta importante actividad en las regiones más apartadas de México y que se desarrolla principalmente por grupos de mujeres indígenas. En este libro se narra la experiencia de las artesanas, la forma en que realizan el proceso, técnicas, herramientas y déficits que presentan al desarrollar este importante trabajo. Además, el objetivo es visibilizar y valorizar esta actividad ancestral realizada por las campesinas. Desde el punto de vista técnico permite coadyuvar a mejorar el proceso que realizan las mujeres indígenas, al mismo tiempo fomentar la inclusión social y económica a través de un enfoque integral y equitativo en el ámbito del intercambio de saberes entre la Universidad y las comunidades, resaltando la necesidad de reconocimiento y apoyo institucional para promover la resiliencia económica y la sostenibilidad de la cafeticultura artesanal en México.

ISBN: 979-8-9916990-7-5

9 798991 699075 >

SOPHIA EDITIONS

Universidad Autónoma Chapingo

Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS REGIONES CAFETALERAS

CENIDERCAFE