



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DEL GRANO DE
CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DE LA ZONA CAFETALERA DEL
ESTADO DE MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

I.A.I. MARTHA DENISSE HURTADO NADER

COMITÉ DE TUTORES:

**DR. JOSÉ FRANCISCO RAMÍREZ DÁVILA
DRA. MARÍA DOLORES MARIEZCURRENA BERASAIN
DR. FRANCISCO GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ**

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. Octubre 2022

I. RESUMEN

El cultivo de café del Estado de México no encabeza la lista en cuanto a grandes volúmenes de producción en a nivel nacional, no obstante, ha ido ganando reconocimiento como uno de más destacados del país en el café de especialidad debido a las condiciones agroclimáticas propicias y privilegiadas que se tienen en el estado, en dónde el café se desarrolla hasta a 2300 msnm, y gracias al arduo trabajo que han desempeñado algunos productores. Prueba de ello son los premios obtenidos en el concurso “Tasa de Excelencia” en el que el café mexiquense ha destacado desde el año 2018 hasta este 2022. Sin embargo, debido a que se trata de un cultivo tenido auge en este estado hace pocos años, no se habían realizado estudios científicos que caracterizaran al grano verde y describieran el perfil de taza del café mexiquense. Derivado de lo anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar un diagnóstico del sistema de cultivo y beneficiado, así como una caracterización del grano verde y del perfil taza de café (*Coffea arabica* L.) de variedad Típica, procesado por beneficio seco de tres municipios del Estado de México: Amatepec, Sultepec y Temascaltepec. Se trata de una investigación de acción participativa en la que se identificaron puntos críticos y soluciones con la finalidad de generar estrategias de consolidación en la cafecultura mexiquense, el tamaño de muestra se determinó por el método de muestreo de selección intencionada, siendo un total de 45 productores entrevistados en los tres municipios de mayor producción del estado: Amatepec, Sultepec y Temascaltepec. Así mismo este se caracterizó al sistema de producción del café y se evaluó la bebida en taza de 45 productores del Estado de México, 15 de cada municipio a continuación: Amatepec, Sultepec y Temascaltepec. (Zapata & Rondán, 2016).

II. ABSTRACT

The cultivation of coffee

In the State of Mexico, the coffee production volume does not top the list in, however, it has been gaining recognition as one of the most outstanding in the country in “specialty coffee” way, due to the favorable agroclimatic conditions, where coffee grows up to 2,300 meters above sea level, and thanks to the hard work that some producers have done. Proof of this are the prizes obtained in the "Rate of Excellence" contest in which Mexican coffee has stood out from 2018 to 2022. However, because it is a crop that had a boom in this state a few years ago, no scientific studies had been carried out to characterize the green bean and describe the cup profile of Mexican coffee. Derived from the above, the objective of this work was to carry out a diagnosis of the cultivation and processing system, as well as a characterization of the green bean and the cup profile of coffee (*Coffea arabica* L.) of the Típica variety, processed by dry processing of three municipalities of the State of Mexico: Amatepec, Sultepec and Temascaltepec. It is a participatory action research in which critical points and solutions were identified in order to generate consolidation strategies in Mexican coffee growing, the sample size was determined by the intentional selection sampling method, with a total of 45 producers interviewed in the three municipalities with the highest production in the state: Amatepec, Sultepec and Temascaltepec. Likewise, the coffee production system was characterized and the beverage in the cup of 45 producers in the State of Mexico was evaluated, 15 from each municipality below: Amatepec, Sultepec and Temascaltepec. (Zapata & Rondán, 2016).

III. AGRADECIMIENTOS

Quisiera dedicar estas líneas a las personas que hicieron posible este ambicioso proyecto. La valiosa aportación que realizó cada uno de ellos representa mucho para mí y para la comunidad cafetalera del Estado de México, gracias a ellos pudimos adentrarnos y conocer a fondo la manera en la que se desenvuelve la cafecultura en esta zona, así como las características, atributos y áreas de oportunidad del grano aromático, encontrando interesantes resultados que servirán como herramienta de mejora continua para los productores y que brindarán un panorama más claro a otros involucrados en la cadena productiva del café mexiquense.

A mis tutores académicos, quienes le dieron sentido a este proyecto de investigación, los doctores: José Francisco Ramirez, María Dolores Mariezcurrena y Francisco Gutiérrez de la Universidad Autónoma del Estado de México, al Dr. Oscar Ríos del Instituto Tecnológico de Veracruz y al Dr. Argel Flores de la Universidad Veracruzana.

Quisiera agradecer también a la Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café A.C. (AMECAFÉ), en especial a Jorge Saavedra, Amanda Santos, Pedro Roque y Gaby Orozco, por su orientación como especialistas en materia de calidad y comercio. A Jorge Sotomayor, por su contribución como tostador de las muestras de café recabadas en este estudio. A los catadores *Q graders* que nos honraron con su trabajo: Nicolás Martínez, Georgina Gonzalez, Teresa Hernández, Pedro Iván Flores, Ernesto Pérez, Luis Ramón, Jorge Sotomayor, Jonathan Reyes y en especial a Jorge Luis Martínez, quien nos recibió en *Grevillea Specialty Coffee Camp*, Teocelo, Veracruz para la realización de esta cata.

Al productor Federico Barraeta, campeón en varias ocasiones de Tasa de Excelencia, y divulgador de conocimientos técnicos para con otros cafecultores y amantes del café, quién facilitó muchas de las vinculaciones que se realizaron en este proyecto. Así mismo quiero agradecer a cada uno de los productores que participaron como muestra de población, por dedicarnos de su tiempo para responder a las encuestas, mostrarnos sus parcelas, compartimos una muestra de su café y en particular quisiera agradecer su hospitalidad y calidez, los productores cafetaleros: Zita Ocampo, Susana Macedo, Raymundo Cortés, Pedro Macedo, Luis Sánchez, María del Carmen Ortiz, Lorena

Figuroa, Jobita Avilés, Ismael Hernández, Francisco Avilés, Beatriz Méndez, Bartolo Cortés, Ramona Casique, Apolinar Campuzano, Reynol Rojo, Othon Dominguez, Cresenciano Vivero, Guillermo García, Catalina Macedo, José María Rojo, Edgar Rubí, Celso Domínguez, Guadalupe Hernández, Diego Jeréz, Atanacio Castañeda, Manuel Rodríguez, Laura García, Osiel Hernández, Marcelino Barrueta, Lord Macedo, Leonardo Gonzales, Juan Barrueta, Gabriel Barrueta, Eustacio, Filemón Macedo, Luisina Torres, Guadalupe Barrueta, Luisa Barrueta, Carlos Gael, Santiago Escobar, Alejandra López, Jordan Barrueta y Joel Morales.

Por último quisiera agradecer al Dr. Manuel Díaz, investigador científico que ayudó a encaminar los inicios de este estudio, y al barista Guillermo Lugo de Entre Nubes, al catador Ricardo Otero y a los Exploradores del Café, por su acompañamiento. Al Ingeniero Aurelio Constantino por el acercamiento que nos brindó a algunos productores, así como su asesoramiento técnico al inicio de este trabajo y por último al Maestro en Ciencias Diego Girón, por su orientación académica que brindó desinteresadamente en el transcurso de estos dos años.

A todos y cada uno de los mencionados y de los que pudieran estar haciendo falta, infinitamente gracias.

IV. CONTENIDO

I.	RESUMEN	1
II.	ABSTRACT	2
III.	AGRADECIMIENTOS	3
IV.	CONTENIDO	5
V.	LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICAS	8
I.	INTRODUCCIÓN	12
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	15
VI.1.	Descripción, taxonomía y morfología	15
VI.2.	Origen	16
VI.3.	Variedades de café (<i>Coffea spp.</i>)	16
VI.4.	Fenología del café (<i>Coffea spp.</i>)	17
VI.5.	Bromatología del grano de café (<i>Coffea spp.</i>)	18
VI.6.	Producción actual	18
VI.6.1.	Internacional	18
VI.6.2.	Nacional	19
VI.6.3.	Estatal	20
VI.7.	Condiciones agroclimáticas del café	21
VI.8.	Beneficiado del café	22
VI.9.	Fermentación del café	23
VI.10.	Secado del café	23

VI.11.	Tostado -----	24
VI.12.	Almacenamiento -----	24
VI.13.	Calidad en café -----	25
VI.14.	Análisis físico del grano-----	26
VI.15.	Análisis sensorial-----	27
VI.16.	Cata -----	28
VI.17.	Actividad antioxidante-----	30
III.	JUSTIFICACIÓN -----	33
IV.	HIÓTESIS -----	34
V.	OBJETIVOS -----	35
VI.18.	Objetivo general -----	35
VI.19.	Objetivos específicos -----	35
VI.	MATERIAL Y MÉTODO -----	36
VI.20.	Tipo de investigación -----	36
VI.21.	Zona de estudio y muestreo-----	36
VI.22.	Aplicación de encuestas y elaboración de diagnóstico-----	40
VI.23.	Material vegetativo y análisis físico del grano -----	41
VI.24.	Tostado y cata -----	42
VI.25.	Determinación de polifenoles totales -----	42
VI.26.	Análisis estadísticos-----	43
VI.27.	Disposición de residuos químicos peligrosos -----	43

VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	45
VI.28.	Productos de investigación-----	45
VI.28.1.	Caracterización de la cadena productiva del cultivo de café en el Estado de México 45	
VI.28.2.	Diagnóstico del sistema de producción del cultivo de café -----	72
VI.29.	Otros resultados y discusión -----	23
VI.29.1.	Diagnóstico de las prácticas de beneficiado-----	23
VI.29.2.	Análisis físico del grano -----	27
VI.29.3.	Resultados de cata por protocolo SCA-----	34
VIII.	CONCLUSIÓN -----	52
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	53
IX.	ANEXOS -----	57
VII.1.	Cuestionario-----	57
VII.2.	Protocolo de cata SCA-----	66
VII.3.	Formato del análisis físico del grano, formato SCA-----	67

V. LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Tipos de análisis sensoriales (Osorio., et al., 2021).....	28
Figura 2.	Mapa de geolocalización de las comunidades muestreadas, elaborado por Maricela Mora Escamilla y Martha Denisse hurtado Nader en el software QGIS	37
Figura 3.	Geolocalización de las comunidades muestreadas en el municipio de Amatepec, elaboración propia en Google Maps	38
Figura 4.	Geolocalización de las comunidades muestreadas en el municipio de Sultepec, elaboración propia en Google Mpaps	39
Figura 5.	Geolocalización de las comunidades muestreadas en el municipio de Temascaltepec, elaboración propia en Google Mpaps	40

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Humedad del grano verde de los por municipio	30
Gráfica 2.	Gráfica de comparación de medias y análisis de varianza entre la densidad del grano, con respecto a la altitud.	31
Gráfica 3.	Gráfica de comparación de medias y análisis de varianza de la actividad de agua entre municipios.....	32
Gráfica 4.	Gráfica de comparación de medias y análisis de varianza entre la densidad del grano, con respecto a la altitud.	33
Gráfica 5.	Curva patrón de ácido gálico	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación taxonómica del café.....	15
Tabla 2.	Composición bromatológica de café tostado.....	18
Tabla 3.	Tabla 3. Producción de café cereza en la República Mexicana.....	19
Tabla 4.	Producción anual de café cereza en el Estado de México	21
Tabla 5.	Condiciones agroclimáticas de los municipios.....	22
Tabla 6.	Descripción de determinación de defectos y materia extraña en granos de café verde 26	
Tabla 7.	Escala y descripción de cada categoría de calidad de taza de café.....	29
Tabla 8.	Muestras por comunidad en el municipio de Amatepec.....	38
Tabla 9.	Muestras por Comunidad en el Municipio de Sultepec.....	39
Tabla 10.	Muestras por Comunidad en el Municipio de Temascaltepec	40
Tabla 11.	Características físicas del grano verde.....	27
Tabla 12.	Humedad del grano verde	30
Tabla 13.	Prueba Tukey de la humedad del grano verde por municipio	31
Tabla 14.	Prueba Tukey de la humedad del grano verde por municipio	32
Tabla 15.	Comparación de medias por prueba de Tukey.....	33
Tabla 16.	Perfil de taza de muestras del municipio de Amatepec	34
Tabla 17.	Perfil de taza de muestras del municipio de Sultepec.....	38
Tabla 18.	Perfil de taza de muestras del municipio de Temascaltepec.....	43

Tabla 19.	Medidas de tendecnia central de la Cata.....	47
Tabla 20.	Evaluación de 4 tratamientos de extracción.....	48
Tabla 21.	Curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada	49
Tabla 22.	Tratamiento A	50
Tabla 23.	Trata miento B	50
Tabla 24.	Comparación de polifenoles totales por tratamiento	50

I. INTRODUCCIÓN

El café es un cultivo considerado motor económico en muchos países del trópico, siendo el segundo producto con el que más se comercializa a nivel mundial después el petróleo (SIAP, 2019; Velázquez, 2019). Según la FAO, 2019, se calcula que aproximadamente 120 millones de personas dependen económicamente de este cultivo, de ahí su importancia como precursor de divisas. Además, se trata de la segunda bebida más consumida en el mundo después del agua y de la principal fuente de antioxidantes en la dieta alimentaria humana, pues a pesar de que existen otros alimentos con cantidades más altas, este se consume con mayor frecuencia y en mayor volumen (Vega y Reyes, 2017). En México, la cafecultura es una actividad socioeconómica importante en el sector agrícola, pues genera más de 3 millones de empleos de los cuales el 70% de son realizados por productores y familias de comunidades cafeteras pertenecientes a grupos indígenas, como los zapotecas, mixtecas, mazatecas, totonacas, nahuas, otomíes, tozoziles, zaques, entre otros (Martínez, 2022). De ahí la importancia de promover el comercio justo y buscar mejores precios de venta para los cafecultores. Muchas veces los pequeños productores no pueden competir por precio contra los más grandes, con mayor extensión y de producción masiva, sin embargo, en los pequeños lotes se suele encontrar una mejor calidad del grano aromático ya que las prácticas agrícolas y el beneficiado se realizan de una forma mucho más minuciosa y artesanal. Además, estos suelen ser más amigables con el medio ambiente, ya que al no disponer de grandes cantidades de inversión se reduce el uso de variedades híbridas, agroquímicos, o sistemas intensivos a sol directo (Gonzales, 2019). Contrariamente a los sistemas de producción intensiva cuyo propósito primordial suele ser vender en masa, los productores pequeños al no contar con grandes volúmenes de producción, suelen aprovechar al máximo sus recursos y su proceso se vuelve más cuidadoso. Por ejemplo en los cortes del fruto se suelen hacer con una mejor selección, cosechando el fruto estrictamente en su punto óptimo de maduración a pesar de que se requieran más cortes, lo que favorece a la ganancia de peso del grano y a la obtención de mejores atributos sensoriales en taza. Lo que anteriormente se consideraba una debilidad en el sector cafetalero, hoy podría aprovecharse para generar una ventaja competitiva y un valor agregado al producto, he ahí la importancia de difundir estos conocimientos en las comunidades cafetaleras (Pérez, E. et al, 2005). Sobre todo, tomando en cuenta en la producción mexicana del café predomina el minifundismo, pues se estima que un 90% de los cafecultores poseen menos de 5 hectáreas y se desarrollan bajo la estructura

de agricultura familiar (Rivera, 2021 costos).

Existen dos vertientes en el mercado del café, el café convencional y el café diferenciado, el primero es aquel que se produce en grandes volúmenes sin tener como prioridad la calidad del producto, generando muchas veces una sobreoferta que repercute en los bajos precios de venta para los productores y se cotiza en precios establecidos por el mercado, bajo la ley de la oferta y la demanda. En cambio, los cafés diferenciados son productos de valor, ya sea que este valor radique en la calidad del producto, o en las condiciones socialmente éticas bajo las cuales se desarrolle como; el café orgánico, amigable con las aves, sustentable, de comercio justo o el café de especialidad, por mencionar algunos (Jonathon, 2022). La diferenciación del producto es una forma de comercio viable para los cafecultores ya que al no tratarse del mismo mercado que el café convencional, puede ser competitivo y obtener un mayor margen de utilidades. El café de especialidad se podría definir como aquel que se produce con prácticas agrícolas y beneficiado rigurosamente cuidados para obtener una alta calidad o características sensoriales específicas, y que mediante parámetros medibles tanto cualitativos como cuantitativos puede ser valorado con un puntaje tanto en grano verde, como en tostado. Este surgió como también como respuesta ante la necesidad de generar estrategias de incursión a mercados mejor pagados y enfrentar la crisis de precios bajos (Pérez, E. et al, 2005).

Nuestro país es un productor de café importante a nivel mundial siendo: Chiapas, Veracruz y Oaxaca los estados con mayor superficie cultivada. Sin embargo, aunque el Estado de México no encabeza la lista, en los últimos años este cultivo se ha ido expandiendo y por lo tanto ha ido adquiriendo importancia económica e incluso posicionándose como un café de calidad, prueba de ello son los premios obtenidos en el concurso “Tasa de Excelencia” en los que el café mexicano ha destacado desde el año 2018 hasta este 2022 (Coup of Excellence, 2022). En el Estado de México los municipios con mayor producción son; Amatepec, Sultepec y Temascaltepec (SIAP, 2019). Pero al realizar una búsqueda bibliográfica sobre la caracterización del café producido en este estado no se encontró información que compruebe o describa el perfil de taza y la calidad de este. Derivado de lo anterior en el presente trabajo de investigación se pretende describir estas características como preludeo a la caracterización total del grano producido en el Altiplano central

mexicano, diagnosticar la calidad del producto y proponer alternativas de mejora.

En un entorno en dónde las fluctuaciones en el precio del café son constantes y en el mercado del café convencional se tienen precios de venta bajos, se ha optado por ofrecer productos diferenciados cuyo valor radica en la alta calidad y especial proceso de producción o prácticas sustentables y amigables con el medio ambiente. Para ello en este trabajo se hace un análisis crítico en la cadena productiva del cultivo de café en la zona de estudio y se proponen alternativas de mejora que beneficien al productor y a otros actores de la cadena con un enfoque sostenible. Así mismo, al realizar un sondeo mediante la toma de muestras y evaluar de calidad del café, así como las prácticas agrícolas y de beneficiado de este, se puede generar una perspectiva certera teniendo en cuenta sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para proyectar mejoras en la cafecultura mexiquense a un mediano y largo plazo. Con la finalidad de impulsar esta actividad económica que va ascendiendo en el Estado de México. Según Rivera, (2021) costos, en un periodo del 2014 al 2019, la superficie sembrada y cosechada se extendió en un 14.90%, la producción incrementó 24.39% y el rendimiento promedio por hectárea aumentó al 41.30%, además se estima un total de 600 productores de café en la zona.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

VI.1. Descripción, taxonomía y morfología

La semilla de café proviene de un árbol de cafeto, perteneciente a la familia de las rubiáceas y al género *Coffea* (Mora, 2008). El fruto del cafeto es similar a una pequeña “cereza” o “drupa” y a medida que van madurando pasan a ser de verdes a rojos o amarillos dependiendo de la variedad. En el interior de cada fruto hay dos semillas separadas por un surco, los cuales se encuentran protegidos por una película plateada y recubiertos por una piel de color amarillo (Hodges, 1991; Reddy, 2010; Arcilla, 2002)

A continuación, se describe la estructura del fruto del cafeto (*Coffea spp.*):

1. Endospermo (grano de café): Semilla que se tuesta para la producción de la bebida de café.
2. Tegumento (llamado piel plateada): Es una película muy delgada de color plateada.
3. Endocarpio (pergamino): Se trata de una cubierta dura que después del proceso de secado se ha secado se separa del grano de café.
4. Mucílago: Es una sustancia gelatinosa que contiene carbohidratos que se encuentra entre el endocarpio y el mesocarpio.
5. Mesocarpio (pulpa): Capa intermedia y carnosa entre el epicarpio y el endocarpio.

Epicarpio (cáscara): Una cubierta o piel exterior del fruto.

A continuación, en la Tabla 1. uno se muestra la clasificación taxonómica del café (Arcilla, 2007; Mora, 2008 Hodges, 1991; Reddy, 2010).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del café

Taxón	Nombre
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Sub-división	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Magnoliata</i>
Sub-clase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Rubiales</i>

Genero

Rubiaceae

Especies

Arabica, canephora, liberica etc.

(Arcilla, 2007; Mora, 2008)

VI.2. Origen

El lugar de origen del café (*Coffea spp.*) es Etiopía, una evidencia que corrobora esta hipótesis es que en las áreas montañosas de este país y áreas vecinas de Sudán crecen actualmente arbustos de cafeto de forma silvestre sobre los 1500 msnm. El café (*Coffea spp.*) se introduce en Europa en 1706, y solo se llegando tan solo una planta desde Java al jardín botánico de Ámsterdam, a partir del cual se originaron la mayoría de las variedades cultivadas actualmente en el mundo. Las primeras introducciones a América se dieron a inicios del siglo XVIII. Desde Ámsterdam enviaron unas plantas hacia la Guyana Holandesa (hoy Surinam) y de París a la isla de Martinica en las Antillas, de donde en 1719 el cultivo se extendió rápidamente hacia la Guyana Francesa, y luego en 1727 hacia Brasil en Jamaica en 1730 y a la Nueva España alrededor de 1790 (Cárdenas, 2007). Sin embargo, su cultura en América se difunde en la primera mitad del siglo XIX, principalmente en Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Michoacán. Durante el porfiriato creció la cafeticultura inducida por empresas transnacionales en grandes fincas especializadas. A partir de la reforma agrarista de Cárdenas (1934-1940), pasó a ser una actividad de grandes plantaciones a pequeñas parcelas de campesinos y población indígena (Figueroa, 2012, Puerta, 1999).

VI.3. Variedades de café (*Coffea spp.*)

La familia de las rubiáceas a la que pertenece el café incluye más de 500 géneros y alrededor de 800 especies, no obstante, hay dos especies que se cultivan ampliamente y constituyen los cafés del comercio: *Coffea arabica* (Typica) y *Coffea canephora* (Caturra) Identificados como arábigos y robustas en su orden (Vega, De León and Reyes, 2017). El café arábigo posee cuerpo y amargo moderados y alta acidez, mientras que la robusta tiene mayor cuerpo y amargo. En variedades de café de la misma especie, cultivadas en las mismas condiciones ambientales, de proceso y almacenamiento no se han encontrado diferencias sensoriales significativas (Puerta, 1999).

VI.4. Fenología del café (*Coffea spp.*)

El conocimiento de la fenología de los cultivos nos sirve para desarrollar modelos de crecimiento, además de ser útil como herramienta de toma de decisiones en un sistema de producción por ejemplo para la fertilización, control de enfermedades, entre otros (Arcila, 2002). Arcila (2007) sugiere que el café tiene una curva de crecimiento sigmoideal dividida en cuatro etapas mismas que se describen a continuación.

Etapas 1: Comprende desde la floración un aproximado de hasta 50 días.

Etapas 2: Crecimiento del fruto de manera acelerada, adquiere su tamaño final y la semilla tiene consistencia gelatinosa. Esta etapa tiene una duración de entre 50 y 120 días.

Etapas 3: Transcurre entre los 120 y 180 días, la semilla completa su desarrollo, adquiere peso y consistencia sólida.

Etapas 4: El fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado y comienza a madurar (entre los 180 y los 224 días).

Además de lo anterior la época de mayor demanda de agua y nutrientes del cultivo es la etapa productiva, es decir; la formación de frutos y llenado de los mismos. A partir de los registros de floración se puede proyectar el crecimiento del fruto, dando como resultado una curva de desarrollo del fruto, con la que se puede encontrar el momento de mayor masa de fruto en la planta, épocas de mayor demanda de nutrientes, agua e incluso épocas de déficit hídrico, ataques de plagas como la broca o defoliación (Ramírez, 2006) Las especies perenne tienen ciclos anuales regidos por la estacionalidad o factores climáticos (radiación solar, temperatura, humedad), factores agronómicos (fotoperiodos) y factores biológicos (interacciones entre plantas, animales y microorganismos) (Lourdes *et al.*, 2009). Los contrastes climáticos durante un ciclo anual desempeñan un papel importante, la lluvia, la temperatura y la radiación solar por ejemplo son los principales reguladores de la floración y de desarrollo del fruto. Asimismo, las prácticas agrícolas se asocian directamente al comportamiento del clima y tiempo atmosférico. Las gráficas ombrotérmicas (diagramas (grafico de doble entrada para representar temperaturas medias y precipitaciones de un lugar) relacionan la temperatura media mensual con la precipitación de un en periodos anuales, por lo que se han utilizado para explicar relaciones bioclimáticas y definir relaciones entre la vegetación y el clima (Box, 1995; Lourdes *et al.*, 2009; Arcilla, 2002).

VI.5. Bromatología del grano de café (*Coffea spp.*)

Dependiendo de la humedad y calidad del grano verde y del grado de tostado, el grano de café tostado puede contener entre 3.5% y 5.0% de agua. En el café tostado de las variedades Arábica de Colombia, la fibra constituye cerca del 21.3%, los lípidos el 11.9%, las proteínas 13.8% y la cafeína 1.3%. A continuación, se muestran los promedios de la composición química del grano de café tostado de variedades cultivadas en Colombia, porcentaje en base seca según CENICAFE, 2011. En la Tabla número 2. se presenta la composición bromatológica de tres variedades de café.

Tabla 2. Composición bromatológica de café tostado

Variedad de café	Fibra (%)	Lípidos (%)	Proteína (%)	Cafeína (%)	Cenizas (%)
Typica	21.08	12.78	13.96	12.29	3.76
Caturra	21.71	12.09	13.80	1.27	3.95
Colombia	21.54	11.18	13.77	1.28	3.84

(CENICAFE, 2011)

VI.6. Producción actual

VI.6.1. Internacional

Las Naciones Unidas definen como productos básicos aquellos productos primarios (principalmente agrícolas y mineros), estos tienen un papel importante central en la mayoría de los países que los producen y exportan. La producción y exportación de estos bienes es fuente de empleo e ingreso. Ahí radica la importancia de producción de productos básicos en los países en desarrollo, no solo porque su exportación genera uno de los mayores ingresos de los productos básicos agrícolas sino porque es un producto agroindustrial que al tener una compleja cadena de producción intensiva en empleo y permite que los ingresos provenientes de su producción y exportación sean distribuidos en diferentes sectores, principalmente en áreas rurales, por lo que contribuye en mayor medida al desarrollo (ONU, 2019). En México, el cultivo del café es

tradicional, básico y estratégico, con más de doscientos años de estar presente en la agricultura nacional, y su importancia en la economía del país, es un factor determinante para el desarrollo de programas y apoyos al sector cafetalero (FIRA, 2019).

Según la FAO, México pasó de ser el cuarto productor mundial de café en 1987 al undécimo en 2017. De acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, México ya no ocupa un lugar relevante en cuanto a la producción de café en el mundo, Nuestro país se encuentra en el 11avo lugar en cuanto a la producción mundial de café. La preferencia nacional por el consumo de café producido por corporativas transnacionales, tiene como consecuencia que el sector cafetalero muestre una gran desventaja y en 2019 los precios del café han reducido un 40%, por lo cual tiene un panorama poco favorable. Por tanto, considerando la importancia económica del cultivo de café, es de suma importancia que, de productores, dependencias gubernamentales, instituciones, fabricantes de equipo y desarrollo tecnológico, así como empresas del sector privado, se redoblen esfuerzo, se busquen mejores mercados nacionales e internacionales y mejores tecnologías que contribuya al desarrollo del sector (CEDRSSA, 2019).

VI.6.2. Nacional

La producción Nacional está encabezada principalmente por Chiapas, Veracruz y Oaxaca como se muestra a continuación en la Tabla número 3.

Tabla 3. Tabla 3. Producción de café cereza en la República Mexicana

Estado	Toneladas
Chiapas	367,874.15
Veracruz	217,633.06
Oaxaca	145,979.78
Puebla	75,829.23
Guerrero	38,465.16
Hidalgo	29,238.72
San Luis Potosí	9,542.83
Nayarit	6,490.64

Jalisco	4,791.40
Colima	3,316.24
México	576.1
Tabasco	417.38
Morelos	36.28
Querétaro	24.36

(SIAP, 2019)

VI.6.3. Estatal

En la República, 14 estados son productores de los cuales, el Estado de México no encabeza la lista, sin embargo, en los últimos años su producción hectáreas aumentado considerablemente. En 2019, se registraron 507.6h y una producción de 576.10t cosechadas principalmente en los siguientes municipios. Amatepec tiene una superficie sembrada de 338.15h y una producción de 366.52t, de Sultepec con 60 h sembradas y una producción de 63.5 t y por último Temascaltepec, con una superficie sembrada de 55h y una producción de 45.35 toneladas (SIAP, 2019). A continuación, en el Tabla número 4. se presenta la cantidad de hectáreas sembradas por los municipios productores de café (*Coffea spp.*) del Estado de México.

En un periodo del 2012 al 2019, la industria cafetalera mexicana decayó significativamente, pues la producción del grano aromático llegó a precios mínimos históricos, especialmente en el año 2016. La disminución de precipitaciones condujo a una baja producción en el país, mientras que países como Brasil y Colombia incrementaron su nivel de competitividad, lo que repercutió directamente a la baja de precios y sumado esto a la poca producción del país, la cafecultura se volvió una actividad económica poco rentable (Rivera, et al., 2021). En otros estados del país los cafecultores se repusieron, pero en el caso del Estado de México esta actividad económica se vio y es hasta hace unos pocos años que se ha ido retomando. Por lo anterior la cafecultura mexiquense es considerada actualmente como una industria en reiniciación, sin embargo, existe un área de oportunidad muy grande para impulsar la producción y comercialización del grano aromático mexiquense. Debido las condiciones agroclimáticas privilegiadas que posee, como sus

alturas extremas, suelos volcánicos y ricos en materia orgánica además de la cercanía que tiene con grandes ciudades, el Estado de México tiene el potencial de ser mayormente reconocido por la calidad del café (CONAGUA, 2022; Spark Weather, 2022).

Tabla 4. Producción anual de café cereza en el Estado de México

Municipio	Café cereza (t)
Amatepec	366.52
Sultepec	63.50
Temascaltepec	45.35
Malinalco	29.09
Ocuilan	28.70
Tlatlaya	20.80
San Simón de Guerrero	12.32
Tejupilco	9.82
Total	576.1

(SIAP, 2021)

VI.7. Condiciones agroclimáticas del café

Las condiciones agroclimáticas como; altitud, pluviometría, acidez del suelo y sombra, son factores que influyen en la calidad del café aunado a esto, el tamaño, color, forma y composición química del grano influyen a su vez en el perfil aromático y por tanto en la calidad del café. Existen estudios que demuestran la favorable relación en el tamaño y composición química de los granos cuando los cafetos tienen un 40%, de sombra ya que el tiempo de maduración en sombra se prolonga. Algo similar sucede con de manera que las altitudes junto con un mayor número de horas de exposición de la pendiente al sol son factores que favorecen una mejor calidad de bebida del café. (Cárdenas, 2007; Box, 1995; Lourdes *et al.*, 2009; Arcilla, 2002).

Los factores climáticos son determinantes en la calidad del café principalmente la altura sobre nivel del mar y la temperatura. Como se ha mencionado anteriormente el café (*Coffea spp.*) es endémico de Etiopía y en la actualidad este cultivo se da de manera silvestre en a alturas de 2,000 msnm

(Figueroa, 2012). En el Estado de México llegamos a tener alturas de hasta 2,100 msnm, y temperaturas óptimas para la lenta pero óptima maduración del fruto y por tanto para obtener una semilla de alta densidad y excelente calidad. En la Tabla número 5. se observan las condiciones agroclimáticas de los estados productores de café (*Coffea spp.*) del Estado de México.

Tabla 5. Condiciones agroclimáticas de los municipios

Factores	Amatepec	Sultepec	Temascaltepec
Altura (m s. n. m.)	1,540	1,800	1,800
Humedad Relativa (%)	60	62	56
Temp. máx. y mín. (°C)	3-30	3-26	5-27
Temp. media anual (°C)	20	21	20
Precipitación anual (mm)	1,200	2,100	1,800
Latitud	18.622°	18,859°	19.004°,
Longitud	-100.185°	-99.966°	-100.049°
Clima	Cálido	Cálido	Templado
Suelos	Regosoles francos	Regosoles franco-arenosos	Vertisoles

(CONAGUA, 2022; Spark Weather, 2022)

VI.8. Beneficiado del café

Se denomina beneficio del café a la transformación del café cereza en café verde. Existen principalmente dos métodos: beneficio vía húmeda y vía seca. El proceso por vía húmeda consta de las siguientes etapas: cosecha del café cereza, despulpado, remoción del mucílago, lavado y secado hasta obtener café pergamino seco, que luego se trilla para producir café pergamino (Bonilla *et al.*, 2017; Puerta, 1999). El proceso por vía seca comprende el secado del grano de café cereza, directo de la cosecha al secado. La cáscara compuesta por la pulpa, el mucílago y el pergamino se retira por medio de una trilladora o molino El beneficio seco o también llamado natural requiere un aproximado de 30 días de secado, en cambio el beneficio húmedo o también conocido como

lavado tarda aproximadamente 6 días, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona (Bonilla *et al.*, 2017; Puerta, 1999). Además de estos dos principales procesos también existen otros menos comunes como el como el “honey”, también conocido como “enmielado”, el cual consiste en despulpar la cereza de café para luego volverla a mezclar la pulpa con el grano y dejarlo secar, de este se obtiene un café muy dulce. Y por último los “experimentales” que son cafés diferenciados principalmente por el especial cuidado de sus fermentaciones, usualmente conocidas como “fermentaciones controladas” (Bonilla *et al.*, 2017).

VI.9. Fermentación del café

Ae le denomina fermentación al proceso bioquímico llevado a cabo por microorganismos que bajo condiciones propicias de se alimentan de azúcar transformandola en otros compuestos. En el proceso de degradación del mucílago que ocurre durante la fermentación puede llevarse a cavo en diferentes alternativas, húmeda completa, semi húmeda o seca, y su resultado final dependerá de varios factores como la temperatura ambiental, los microorganismos presentes, la acidez o el tiempo de fermentación (Manual tecnico 6). Una de las sunciones de la fermentación en café es remover el mucílago del café, sin embargo, esto también se puede hacer por medio de la adición de enzimas pectolíticas al café despulpado, o mecánicamente, con desmucilagadores mecánicos. Para la fermentación natural, los granos de café despulpados se depositan en tanques de 12 a 18 h. Durante este tiempo actúan enzimas, levaduras y bacterias lácticas del mucílago que transforman los compuestos pécticos y azúcares en ácidos y alcoholes, que son luego retirados en el lavado. Otra función importante de la fermentación es mejorar el perfil sensorial de la bebida, para ganar dulzor, notas deseables, textura, cuerpo y balance, sin embargo, para obtener buenos resultado es clave el tiempo de fermentación, ya que puede llegar a producirse una sobre fermentación se produce aromas desfavorables en ciertos mercados como sabor a vinagre, cebolla, piña madura, rancio o hule, dependiendo del tiempo en que los granos de café permanezcan sin lavar. (Bonilla *et al.*, 2017; Puerta, 1999).

VI.10. Secado del café

Posterior al beneficio del café, procede la etapa de secado que es un proceso de conservación de

calidad microbiológica y química. El contenido de humedad ideal para los granos de café verde es del 12%, en contenido de humedad menor al 11%, el productor tiene pérdida económica en peso y en contenido de humedad mayor al 13% proliferan hongos que deterioran el producto. El proceso de secado se puede realizar al sol, en patios, techos sobre marquesinas, rendijas o en secadores eléctricos. Después del proceso de secado obtenemos café pergamino, este se trilla para convertirse en café verde o café oro, posteriormente se almacena en temperaturas de menos de 20 °C y humedad relativa inferior al 65% para evitar la decoloración del grano de café y los sabores añejos en la bebida (Puerta, 1999; Bonilla *et al.*).

VI.11. Tostado

La torrefacción es una de las fases más importantes en la transformación del café, pues en esta se puede preservar o perder la calidad que se ha venido sufriendo a lo largo del proceso de producción de la semilla de café. En el tostado, los atributos sensoriales se desarrollan liberando más de 750 compuestos volátiles y generando cambios físico-químicos en el café como la pérdida de peso, el cambio de la estructura física, de elástico a quebradizo, el aumento de sustancias grasas de entre 10 y 15%, la disminución de azúcares del 10 al 2%, y la transformación de nuevas sustancias, todo lo anterior le dan aroma, cuerpo, gusto, y sabor a la bebida (Manual técnico 7). Las temperaturas aplicadas y el tiempo de duración se obtienen diferentes tostados (bajo o claro, medio, oscuro o alto) que se eligen según el tipo de bebida deseada y gustos del consumidor. Para tostación oscura se intensifica el amargo y se disminuye intensidad en la acidez de la bebida, pero no pueden modificarse las características inherentes a la especie, variedad o defectos ocasionados en el cultivo y proceso de beneficio del café (Puerta, 1999; Lourdes *et al.*, 2009). Por último, cabe destacar que la agro cadena del café es una de las más importantes de la economía nacional y es generadora de numerosas empresas tostadoras (Díaz, *et al.*, 2018).

VI.12. Almacenamiento

El mal almacenamiento es una de las principales razones de pérdida de calidad en café, he ahí la importancia de esta fase, en la que se debe mantener estricta inocuidad para generar una larga y cuidada vida de anaquel (Reyes, 2018). La manera óptima del café lavado es en pergamino, y este

debe mortearse al momento en que se va a usar, de igual forma el café natural se recomienda almacenar en bolsa y trillar al momento de su uso. Se recomienda almacenar el café fresco, recién secado y guarda de al menos uno a dos meses en almacén, para evitar sabores y olores herbales. Para un almacén prolongado, se sugiere usar bolsas plásticas, de preferencia herméticamente selladas y al vacío a fin de que el café no pierda humedad ni la gane y posteriormente embolsar también en saco de yute. El grano debe estar seco entre 11 y 12%, y que el almacén tiene una temperatura menor a 19°C. En caso contrario, no es recomendable usar bolsas de polietileno (Manual técnico 6).

VI.13. Calidad en café

Existen en el mercado cafés convencionales y cafés diferenciados con valor agregado, por su calidad y especial cuidado en prácticas de producción. Dentro de los cafés especiales se toman en cuenta variables físicas y sensoriales como el tamaño, cuerpo, aroma y sabor (Reyes, 2018). De hecho, debido a la baja en precios a nivel mundial del café, se han buscado nuevas alternativas para mejorar o mantener la calidad, pues el mercado de los cafés de especialidad es mejor pagado. Así mismo existen estándares que garantizan los resultados sociales y ambientales como: salarios justos, una mejor trazabilidad, adopción de prácticas amigables con la flora y fauna y estos son cada vez son más tomados en cuenta por parte del consumidor (Pérez, E. *etal*, 2005).

El concepto de la palabra “calidad” es discutida constantemente en la comunidad científica puesto que muchas veces se argumenta no ser la calidad objetiva, sin embargo, esta puede serlo siempre y cuando pueda ser medible bajo determinados parámetros y con finalidades objetivas basadas en criterios comprobables. Muchas veces se suele confundir lo que es la preferencia del consumidor con lo que es la calidad medible del producto. Si bien es cierto que la percepción de la calidad en el servicio varía de un cliente a otro, también es cierto que aunque el parámetro no sea aplicable a manera generalizada, puede ayudar a estandarizar parámetros deseados en determinada población o nicho de mercado, para ello es necesario identificar el propósito al momento que se persigue para poder valorar el producto (Ibarra, 2020). Específicamente en el café, es proporcional al cuidado y compromiso del cafecultor desde la elección de la variedad de la semilla y desarrollo de la planta

en condiciones agronómicas, las prácticas agrícolas, beneficiado y almacenado del café, además involucra la suma del cuidado de todos los actores como el tostador, a lo largo de toda la cadena productiva hasta llegar al cliente que lo está comprando. Lo anterior, repercute directamente en la calidad del café que es determinada por un conjunto de características químicas, microbiológicas, físicas y sensoriales que motivan al consumidor a pagar mejor precio por el producto, todo con la finalidad de incrementar los ingresos (Osorio, 2021)

VI.14. Análisis físico del grano

Entre los otros factores que determinan las características sensoriales del café están las características físicas del grano, ya sean atributos o daños de este. Algunos defectos podrían ser, por ejemplo: el ataque de insectos como la broca del café que causan el deterioro en la calidad física, sanitaria y organoléptica del café, aunque cabe mencionar que la mayoría de los defectos se originan en el proceso de postcosecha, en el proceso de beneficio del café, secado y almacenado (Lourdes *et al.*, 2009; Puerta, 1999).

Existen varios formatos para evaluar la calidad del grano, a continuación, en el Cuadro 6. Presentamos el método de “Determinación de defectos y materia extraña en café verde (Método PTC02)”. En el que mediante luz blanca y fondo de superficie negra se examinan 350 gramos de café trillado (café oro) muestreados al azar, y se cuentan los defectos del grano dividiéndolos en dos categorías. Categoría 1 y categoría 2; defectos primarios y secundarios respectivamente para poder ser clasificado como grado especial, grado premium y fuera de grado (Reyes, 2018; SCAA, 2013; ISO, 2011).

Grado especial: No se admiten defectos de la categoría 1 y se permiten un máximo de cinco defectos de la categoría 2.

Grado premium: Permite un total de ocho defectos en total de las categorías 1 y 2.

Fuera de grado: Cuenta con más de ocho defectos en total de las categorías 1 y 2.

Tabla 6. Descripción de determinación de defectos y materia extraña en granos de café verde

Defectos en 350 g

	Tipo de defecto	Unidades	Equivalente	Defectos completos
	Grano Negro	-	-	-
	Grano Agrio	-	-	-
Categoría	Cereza seca	-	-	-
1	Daño por hongo	-	-	-
	Materia Extraña	-	-	-
	Grano Severo			
	Brocado	-	-	-
	Parcial Negro	-	-	-
	Parcial Agrio	-	-	-
	Pergamino	-	-	-
	Flotador	-	-	-
	Inmaduro	-	-	-
Categoría	Adverando o			
2	Arrugado	-	-	-
	Conchas	-	-	-
	Partido/			
	Molido/Cortado	-	-	-
	Cáscara o Pulpa			
	Seca	-	-	-
	Grano Leve Brocado	-	-	-
	Total			

(Reyes, 2018)

VI.15. Análisis sensorial

El análisis sensorial, es el estudio de las propiedades de los alimentos que afectan los órganos de los sentidos, se tratad de una pruebas que evaluan la calidad y preferencia de poblaciones determidadas. Considerando aspectos como el color, olor, sabor, aspecto, tacto, e incluso sonido, pues

estos generan estímulos que activa en el cerebro percepciones que se traducen en un juicio que generará sensaciones agradables o desagradables en la degustación del alimento y que por lo tanto, pueden ser en un mercado, aceptado o rechazado. Los análisis sensoriales podrían clasificarse en dos tipos; los subjetivos y los objetivos. En el primero se evalúa la aceptación de un producto con respecto a las preferencias del consumidor, el cual tiene desconocimiento de las características que son buenas o malas según un parámetro y más bien es evaluado según la experiencia y vivencia de vida de la persona. En cambio, los análisis objetivos son realizados por jueces entrenados, que conocen los los parámetros de calidad del café y sus diferentes atributos a evaluar, así como la escala de valoración. En el análisis sensorial del café las pruebas analíticas discriminativas se usan generalmente para el entrenamiento de catadores y para la obtención del perfil de los atributos del café es utilizada la prueba analítica descriptiva QDA o perfil del gusto (Osorio, 2021).

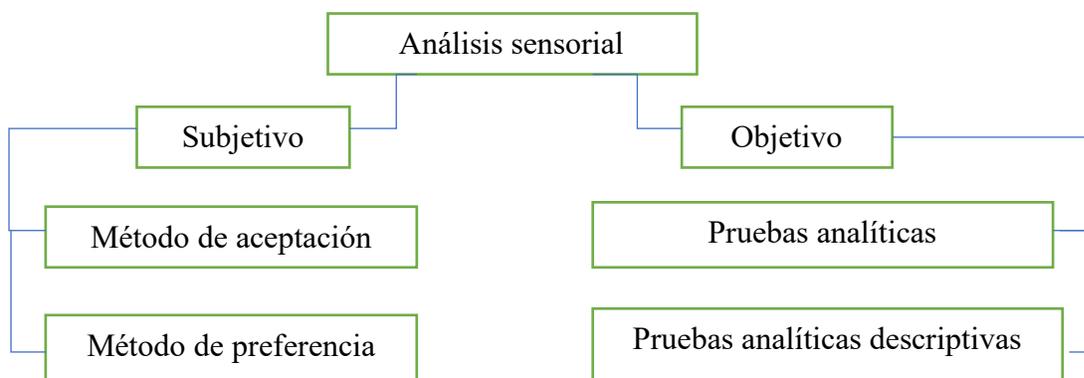


Figura 1. Tipos de análisis sensoriales (Osorio., et al., 2021)

VI.16. Cata

La cata es la técnica sensorial más usada en la cadena productiva del café, y sirve para detectar defectos en la bebida, medir la intensidad de una característica sensorial como la acidez, el dulzor, el cuerpo, aroma, impresión global e incluso para describir el perfil aromático del café (Puerta, 2019). El sabor y aromas del café son resultado de las sustancias químicas que se originan en la semilla de café y que se ven influenciadas por las condiciones de clima, manejo del cultivo, suelo, tratamiento postcosecha, tostado y almacenamiento. Las cualidades sensoriales del café comprenden el aroma, la acidez, el amargor, el cuerpo, el sabor y la impresión global de la bebida.

Por su intensidad y balance se mide la calidad del café. Las variables evaluadas en taza son: fragancia, aroma, acidez, sabor, cuerpo, dulzura y preferencia, para obtener la puntuación final y así aceptar y definir la calidad de taza.

Existen diversas metodologías para evaluar la calidad sensorial de café embargo, una de las más utilizadas a nivel global es la desarrollada por la Specialty Coffee Association (SCA), este formato clasifica los cafés como especiales y no especiales según la nota obtenida, con una puntuación máxima de 100%. Cabe mencionar que los cafés especiales son aquellos con más de 80 puntos habiendo tres categorías que son: extraordinario, excelente y muy bueno. Se pesan 8.25 g de café tostado por cada 150 ml de agua con seis tasas por cada una de las muestras y se realizan los siguientes pasos:

Paso 1: Fragancia /Aroma

Paso 2: Sabor, Sabor residual, acidez, cuerpo y balance

Paso 3: Dulzor, uniformidad y taza limpia

Paso 4: Puntaje de catador

Paso 5: Puntaje Total

(Juárez *et al.*, 2014; Puerta, 1999).

Tabla 7. Escala y descripción de cada categoría de calidad de taza de café

Puntaje Total	Descripción de la Especialidad	Clasificación
90-100	Extraordinario	
85-89.99	Excelente	Especial
80-84.99	Muy Bueno	
<80	Menor calidad que especial	No especial

(SCA, 2021)

Cabe mencionar que existe una rueda de sabores y aromas del café la cual consta de un glosario sensorial y que se ha convertido en un estándar para catadores. Fue creada a finales de los años

noventa por Ted Lingle, director de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y de la Asociación de Cafés Especiales. En esta rueda hay dos secciones, una de sabores y otra de aromas (también llamados fragancias o nariz), estos están divididos en tres grupos; enzimáticos, caramelización y destilación seca que a su vez se subdividen en olores característicos. Los aromas enzimáticos tienen que ver con el desarrollo del cultivo y madurez del fruto, los de caramelización son producto de la Reacción de Maillard en el proceso de tostado y cantidad de azúcares presentes en el grano y por último, los aromas de destilación seca se refieren a las fibras del grano y actividad microbiana. Los colores de la rueda fueron designados según el peso de las moléculas que representan; los colores amarillos y claros representan un peso menor que aquellos oscuros. Otra herramienta similar es “La Nariz del Café” desarrollada por Jean Lenoir, estos dos autores se pusieron de acuerdo en 36 aromas o términos más comunes. De lado izquierdo de la rueda encontramos los sabores refiriéndose a 4 categorías: dulce, ácido, amargo y salado. Lingle menciona que además de que existen pocas palabras para referirse a los sabores, dentro de cada categoría encontramos palabras como; terso, agudo, delicado, que no se usan necesariamente para referirse a sabores si no a sensaciones en la boca. Con todo esto la descripción de sabores y aromas no puede dejar de ser un tema en tanto subjetivo (COFFEEIQ, 2019; Petracco, 2001; Taylor y Roozen, 1996).

VI.17. Actividad antioxidante

Son numerosos los estudios que han reportado la capacidad antioxidante del café y sus subproductos, como agentes funcionales que ayudan en la prevención de numerosas enfermedades de carácter crónico y degenerativo (Fernández-Pachón et al., 2006). Derivado de lo anterior el consumo del café suele ser frecuente en la población mundial, con el objetivo de minimizar el estrés oxidativo, iniciador de muchas enfermedades. Existen en el café algunos compuestos polifenólicos como el ácido clorogénico y el ácido cafeico, que han resultado ser unos eficaces protectores contra la oxidación del LDL (lipoproteínas de baja densidad) y de células monocíticas humanas (Nardini, et al 1997). También existen otras moléculas antioxidantes como las melanoidinas, producto resultante de la degradación durante el tueste de carbohidratos, proteínas y ácidos fenólicos, además de dos moléculas específicas del café; el kahweol y el cafestol, que son

diterpenos. Hay estudios que indican que esos diterpenos tienen una función protectora frente al desarrollo de algunos tipos de cáncer (Vásquez y Ramírez, 2013). Cabe mencionar que, en el café, el papel de los antioxidantes es de gran importancia debido a que contribuyen en el aroma, sabor y color del producto final (Andrea et al., 2015). Así mismo tanto las propiedades antioxidantes como el perfil aromático del café dependen de factores tales como; la variedad, la región de origen, las condiciones ambientales, el manejo del cultivo, el tipo de fermentación, el tamaño de molienda y tostado. De hecho, en el proceso de tostado algunos antioxidantes naturales son parcialmente descompuestos para unirse a otras estructuras; generando productos de la reacción de Maillard (Naranjo y Rojano, 2011). Por otro lado, en cuanto a los aromas contenidos en café, la composición fisicoquímica determina ciertas características organolépticas del café, por lo que un análisis en cuanto a su composición química es una herramienta objetiva para determinar características organolépticas consideradas de calidad por los expertos en café (Fonseca-García et al., 2014).

El grupo más relevante de los antioxidantes del café es el que corresponde a los polifenoles ya que la ingesta de estos ayuda a prevenir y retrasar daños en las células. Como ya se indicó la ingesta de polifenoles ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares, que son por cierto la principal causa de muerte en el mundo. Presentan efectos vasodilatadores, mejorando el perfil lipídico atenuando la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), se les ha atribuido algunas propiedades biológicas tales como la inhibición de la agregación plaquetaria, ejercen como agentes vasorrelajantes, antiinflamatorios y anticancerígenos (Méndez y López, 2015; Fonseca-García et al., 2014). Los polifenoles son sustancias orgánicas presentes en el reino vegetal que se sintetizan como metabolitos secundarios resultando de una función de defensa, son en gran parte responsables del color, astringencia y sabor, pues tienen en su estructura uno o más anillos aromáticos con al menos un sustituyente hidroxilo (Fernández-Pachón et al., 2006; Marina et al., 2008). Su estructura química permite secuestrar radicales libres con facilidad debido a que el átomo de hidrógeno desde el grupo hidroxilo aromático puede ser donado a la especie radical y a la estabilidad de la estructura quinona resultante que soporta un electrón desaparejado (Fernández-Pachón et al., 2006; Picallo, 2009).

Por otro lado, en los últimos años se ha desarrollado en el mundo el concepto de alimentos

funcionales; es decir productos alimenticios con excelentes características fisiológicas y sensoriales. La calidad de un alimento nutracéutico como el café depende en parte de algunas variables que determinan la concentración de compuestos fenólicos, compuestos antioxidantes y aromas. Por este motivo resulta importante conocer la composición química y propiedades del café que se produce, así como su relación con la salud (Díaz, et al., 2018). Conocer dichas características pueden influir e incluso ser determinantes al incursionar a mercados internacionales, nacionales o locales (Picallo, 2009). Se ha comprobado en diversos estudios que los compuestos polis fenólicos, así como la actividad antioxidante disminuyen conforme aumenta el grado de tostado. Así mismo es importante mencionar que el tostado no influye de manera significativa en el contenido de cafeína sino más bien del lugar de origen, concepto que se tomará en cuenta al momento de hacer la correlación de variables (Vega, de León y Reyes, 2017).

III. JUSTIFICACIÓN

La producción del cultivo de café en el Estado de México era relativamente poca hace algunos años, sin embargo, según información recabada del Servicio de Información Agraria y Pesquera, hoy en día la producción ha aumentado considerablemente y se ha convertido en una actividad económica importante (SIAP, 2019). En el país, son 14 los estados productores de café, el Estado de México no encabeza la lista en cuanto al volumen que se produce, ocupando el onceavo lugar, sin embargo, destaca como productor de café de calidad, debido a los lugares que ha llegado a tener desde hace 4 años en el reconocido concurso nacional, “Taza de excelencia” (Cup of Excellence, 2022).

Don Federico Barrueta, un productor del municipio de Temascaltepec, Estado de México participó en 2018, ganando segundo lugar con un puntaje de 90.47, en el 2019 el cuarto lugar con un puntaje de 90.13, y en el 2021 cuarto lugar con un puntaje de 90.13 ganando un reconocimiento llamado “Premio Presidencial” por haber obtenido una puntuación mayor a los 90, la cual categoriza su calidad como excelente. En el presente año, 2022, Clímaco Cruz, del municipio de Almoloya de Alquisiras obtuvo el tercer lugar en 2021 con 90.19 puntos y Marcelino Barrueta del municipio de Temascaltepec figuró en el catorceavo lugar en 2022 con un puntaje de 88.63 (Cup of Excellence, 2022). El café mexiquense se ha ido posicionando como un café de excelencia debido al arduo trabajo de los productores y a las privilegiadas condiciones agroclimáticas con alturas de hasta 2,300 msnm y suelos volcánicos (CONAGUA, 2022; Spark Weather, 2022).

No obstante, en la búsqueda de información recabada para esta investigación no se encontraron publicaciones científicas arbitradas en las que se describan las características fisicoquímicas y sensoriales del café que se produce en la zona. Por otra parte, el sistema del cultivo y las prácticas de beneficiado han sido poco estudiadas en la zona. Razón por la cual este estudio tiene generar un aporte científico que dé a conocer las características del café que se produce en el sur del Estado de México, la calidad de este y la manera en que se desarrolla la cafecultura en esta zona. Analizando a profundidad sus procesos de producción y el efecto que tienen en relación con la calidad al producto final, sirviendo este estudio como instrumento de mejora continua y toma de decisiones en el desarrollo de producción y comercialización del grano aromático.

IV. HIÓTESIS

Mediante el diagnóstico de la zona cafetalera y caracterización del grano de café (*Coffea arabica* L.) se determinará la calidad de este en tres municipios del Estado de México.

V. OBJETIVOS

VI.18. Objetivo general

Realizar un diagnóstico del sistema de cultivo y beneficiado, así como una caracterización del grano verde y del perfil taza de café (*Coffea arabica* L.) de variedad Típica, procesado por beneficio seco de tres municipios del Estado de México: Amatepec, Sultepec y Temascaltepec.

VI.19. Objetivos específicos

- Diagnosticar el sistema de producción del cultivo de café (*Coffea* spp.) en el Estado de México, con la finalidad de proponer alternativas de mejora continua que contribuyan a aumentar la productividad y calidad del grano con un enfoque sustentable.
- Analizar las prácticas del beneficio seco de café (*Coffea arabica* L.) que se realizan en la zona de estudio, para encontrar puntos críticos que repercuten en la calidad del producto.
- Estudiar la correlación que existe entre las características físicas del grano verde y la calidad de la bebida en taza.
- Caracterizar el perfil de taza de café (*Coffea arábica* L.) de variedad típica procesado por beneficio seco que se cultiva en el Estado de México.
- Evaluar la calidad en taza de café (*Coffea arábica* L.) de variedad típica (*Coffea arábica* L.) procesado por beneficio seco de los municipio de Amatepec, Sultepec y Temascaltepec.

VI. MATERIAL Y MÉTODO

VI.20. Tipo de investigación

La presente investigación es de acción participativa, en la que se persiguen estrategias de consolidación que involucran determinado grupo de personas, con la finalidad de identificar problemas, oportunidades y soluciones para generar una mejor realidad (Zapata & Rondán, 2016). Ander-Egg (2003) menciona tres elementos imprescindibles de la investigación de acción participativa. En parte, se trata de una metodología que requiere en primer una reflexión sistemática en primer instancia para adentrarse en el contexto que se vive en la zona de estudio. Por otro lado, la forma en que se dirige el estudio es orientada a promover una acción de cambio. Y finalmente, la participación de la población de estudio al ser el objeto de estudio y beneficiario principal decide o no tomar en cuenta el trabajo realizado para generar un cambios de mejora para transformar su realidad. Este tipo de investigación basa primeramente en la obserbación y es a partir de los intereses y motivaciones de la población de estudio así como se las areas de oportunidad y crecimiento en que pueden desenvolverse. Estudiando no solo la realidad que vive el sujeto estudiado si no también otros actores que intereactuan con ellos en la actividad en la que se desenvuelven y las relaciones transaccionales que con ellos pudieran desarrollar. Para ello en este proyecto no sólo se investigó el campo agrícola si no también otros puntos de la cadena productiva, el diálogo con tostadores, catadores, compradores y comerciante aportó mucho valor a esta investigación (Sanahuja, 2019).

La investigación de acción participativa consta de una serie de fases a continuación:

- Fase cero: Inspección de la zona de estudio, fase en la que se obserban lo síntomas, dinámica de la actividad desarrollada y aportación que pudiera generar el proyecto.
- Primera fase: Recopilación de información, organización de datos y primer informe.
- Segunda fase: Análisis de la información recabada, generación de un driagnóstico y segundo informe.
- Tercera fase: Conclusiones finales y propuestas de acción

VI.21. Zona de estudio y muestreo

La investigación se llevó cabo en los tres municipios con mayor producción del Estado de México:

Amatepec, Sultepec y Temascaltepec (SIAP, 2019). El trabajo de campo, como la recolección de muestras, aplicación de encuestas y visitas a las parcelas de productores se llevó a cabo en un periodo de diciembre 2020 a abril 2021.

El tamaño de muestra se determinó por el método de muestreo de selección intencionada, que se realiza cuando la zona de estudio no ha sido estudiada ampliamente y se busca tener una primera prospección de la población (Hernández, 2021). Se contemplaron 15 productores por municipio debido a que fue la cantidad máxima de unidades de análisis que se lograron prospectar en la temporada de cosecha del 2021 siendo el tamaño de muestra total de 45 productores. A continuación, en la Figura 2. se muestra un mapa geolocalización de municipios y localidades muestreados. Para la obtención de coordenadas y altitudes se utilizó un DGPS modelo SPS 351, Trimble.

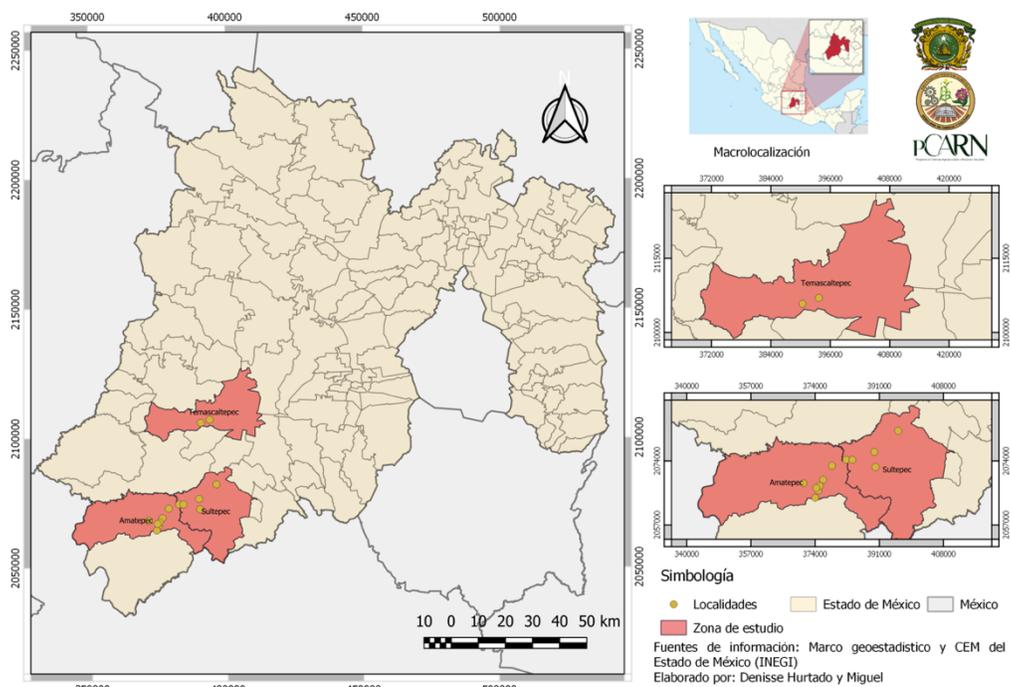


Figura 2. Mapa de geolocalización de las comunidades muestreadas, elaborado por Maricela Mora Escamilla y Martha Denisse hurtado Nader en el software QGIS

Tabla 8. Muestras por comunidad en el municipio de Amatepec

Comunidades	no. de muestras
Cabecera	7
El Paraje	1
El Puerto	1
La Mora	1
Malpaso	1
Tepehuajes 1	1
Veladero	3
Total	15

A continuación, se muestran también imágenes satelitales ubicadas en Google Maps.

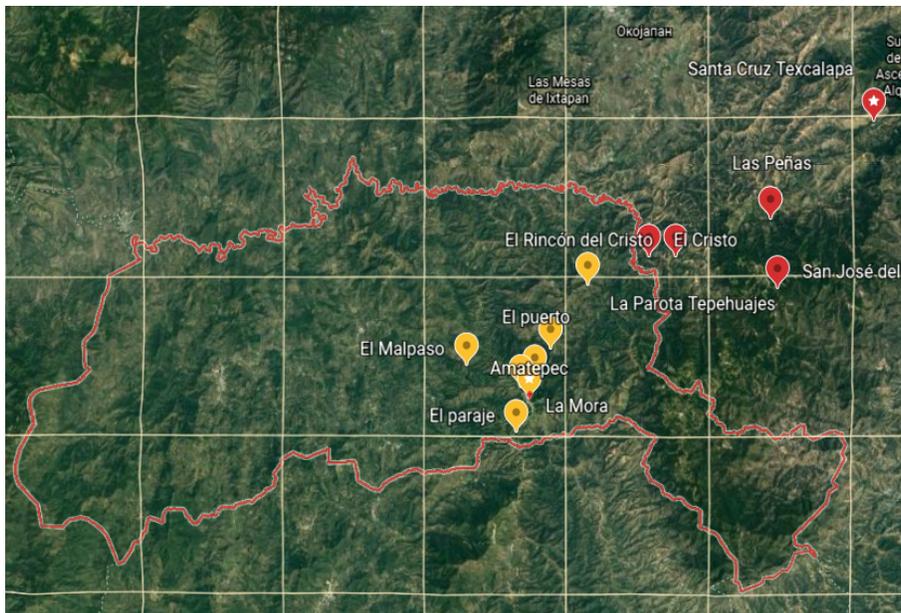


Figura 3. Geolocalización de las comunidades muestreadas en el municipio de Amatepec, elaboración propia en Google Maps

Tabla 9. Muestras por Comunidad en el Municipio de Sultepec

Comunidades	no. de muestras
El Cristo	1
El Rincón del Cristo	1
Las Peñas	3
San José del Potrero	1
Santa Cruz Texalapa	9
Total	15

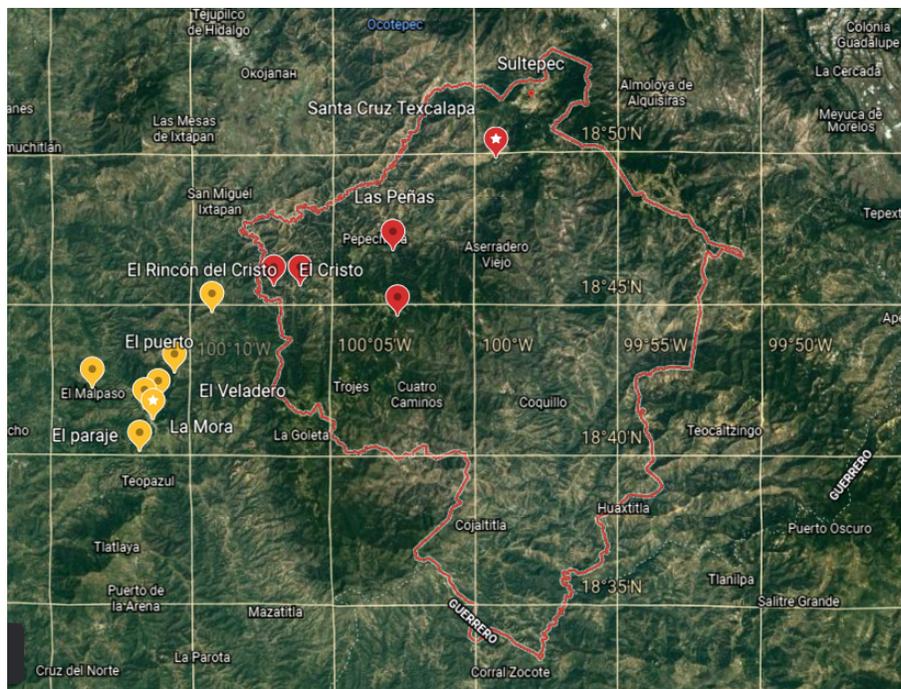


Figura 4. Geolocalización de las comunidades muestreadas en el municipio de Sultepec, elaboración propia en Google Mpaps

Tabla 10. Muestras por Comunidad en el Municipio de Temascaltepec

Comunidades	no. de muestras
Carboneras	2
San Andrés de los Gamas	13
Total	15



Figura 5. Geolocalización de las comunidades muestreadas en el municipio de Temascaltepec, elaboración propia en Google Mpaps

VI.22. Aplicación de encuestas y elaboración de diagnóstico

La metodología de este estudio integró cuatro etapas:

1. Revisión bibliográfica del área de estudio
2. Recolección de información a través de encuestas e inspección de fincas
3. Transcripción y análisis de datos
4. Discusión de resultados y elaboración de un diagnóstico

Con la finalidad de orientar la investigación fue imprescindible recopilar información previa de la zona de estudio sobre condiciones ambientales, económicas y sociales, así como de la industria del café tanto a nivel nacional como internacional. Para la recolección de información cualitativa y cuantitativa se utilizó la técnica de encuesta aplicada mediante un cuestionario administrado como herramienta; conformado por 30 preguntas que incluyen los siguientes apartados: caracterización de la zona, producción, nutrición del cultivo, manejo de la estructura productiva, sanidad vegetal y condiciones ambientales del cultivo (Tomas, 2018). El cuestionario fue validado mediante la técnica de juicio de 5 expertos, así mismo se realizaron encuestas piloto las cuáles a su vez pasaron por varias revisiones y correcciones. La selección de las unidades de análisis se hizo mediante la técnica de bola de nieve, en la que cada individuo después de ser entrevistado nos dirigía con otro productor. Posteriormente a la entrevista se procedió a conocer la parcela de cada caficultor, con la finalidad de verificar la certeza de los datos proporcionados. Se procedió a la transcripción y organización de la información mediante la identificación de variables respuesta, finalmente se realizaron tablas y gráficas de estadística clásica y se discutió la información mediante una basta revisión bibliográfica y se elaboró un diagnóstico de tipo participativo con propuestas para la resolución de problemas encontrados (Zapata & Rondán, 2016). Las entrevistas se llevaron a cabo en el ciclo agrícola 2021, durante la temporada de cosecha del café, en el mes de febrero.

VI.23. Material vegetativo y análisis físico del grano

Se recolectaron muestras de 2 kilos de café, beneficiado por la vía seca de la variedad típica únicamente, en oro. Se envasaron al vacío en bolsas plásticas de la marca *FoodSaver* herméticamente selladas y debidamente identificadas con etiqueta, se almacenaron en cajas plásticas oscuras, en un lugar fresco y libre de contaminantes (Reyes, 2018). Previo a la realización de la cata, se realizó el análisis físico del grano de acuerdo con el formato del SCA, para ello se utilizó un higrómetro modelo Mini GAC PLUS, posteriormente se procederá retirar los granos defectuosos para dejar el café a cero defectos (SCA, 2013).

VI.24. Tostado y cata

El tostado de las muestras se llevaron a cabo en AMECAÉ con sede en la Ciudad de México y la cata de las muestras se llevó a cabo en *Grevillea Specialty Coffe Camp.*, Teocelo, Veracruz. Según la SCAA, el tostado debe ser de grado claro a medio claro (entre 58 y 63 de la escala Agtron SCAA). Se hizo uso de la plataforma: “Roasting Intelligence” de “Cropster”, sistema de elaboración de perfiles, que muestra las curvas de tostado en vivo prediciendo el comportamiento de la misma según las características del grano. Las temperaturas de tostado fueron de entre 210°C y 220°C en un tiempo de tostado de alrededor de 8 minutos.

Se evaluaron las muestras de café tostado por 9 catadores debidamente certificados, de acuerdo al formato de la SCA (Specialty Coffe Association). La cata se llevó a cabo en de Teocelo, Veracruz (Reyes, 2018; SCAA, 2011, SCA, 2017). Las muestras de café tostado se almacenaron al vacío y en ultracongelación a -20 °C para el análisis de polifenoles totales (Reyes, 2018; SCAA, 2011).

VI.25. Determinación de polifenoles totales

La determinación de polifenoles totales se realizó por el método colorimétrico Follin-Ciocalteu descrito por Waterman y Mole (1994) con modificaciones de (Archundia, et al., 2019). Se construyó una curva patrón usando como estándar ácido gálico. Los resultados se expresarán como mg de Ácido Gálico 100g de café tostado y las lecturas se realizarán a 760 nm en un espectrofotómetro UV-VIS, por triplicado. Los reactivos y materiales se obtendrán del Laboratorio de Calidad de Productos Agropecuarios de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Para la extracción se siguió la metodología descrita Boyadhivea, *et al.* (2017) y Bobkova, *et al.* (2020), con modificaciones. Se realizaron cuatro tratamientos distintos, el tratamiento A y B, siguiendo la metodología propuesta por (Boyadhivea, *et al.*, 2017) con modificaciones. Se utilizó 1 g de café tostado molido en 100 ml de solución, en diferentes concentraciones de agua y alcohol y tiempos de calentamiento.

Tratamiento A: Concentración 100% Agua, a 70°C, durante 60 min.

Tratamiento B: Concentración 48% etanol 52% Agua, a 70°C, durante 60 min.

Tratamiento C: 100% etanol a 95% durante 5 min

Tratamiento D: 100% agua a 95% durante 5 min

Cómo se observa en los resultados, los mejores tratamientos fueron el B y el D a una concentración de (1:100) ml, por lo que fueron los tratamientos que se realizaron para las 9 mejores muestras.

VI.26. Análisis estadísticos

Los los resultados una hojas de Excel que y graficados por pregunta que posteriormente sean analizados en el programa Statgraphics, por comparación de varianzas con un factor. Se estudiarán los resultados mediante la prueba de comparación de medias de DMS ($p \leq 0.5$) para averiguar si existen diferencias significativas, los factores con respecto a las variables respuesta y análisis de varianza.

VI.27. Disposición de residuos químicos peligrosos

El manejo de los desechos y residuos químicos se llevarán a cabo mediante lo indicado en el Procedimiento de Disposición de Residuos Peligrosos (RePel) de la UAEMéx, que está dentro del proyecto de Manejo Integral de Residuos Peligrosos del Programa de Protección al Ambiente, elaborado por la Dirección de Seguridad, Protección Universitaria y al Ambiente y la Secretaria de Rectoría que contempla el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. El procedimiento establece las directrices mediante las cuales las dependencias universitarias que generan residuos peligrosos darán disposición final a los mismos bajo procedimientos y lineamientos institucionales y legales. Dichas directrices aplican para la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx.

Los criterios para reconocer los residuos químicos se encuentran establecidos en la LGPGIR y la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, en base a esta norma se seguirán los lineamientos y pertinentes para el correcto manejo de dichos residuos. Una vez identificados los residuos, estos se envasarán en recipientes o contenedores resistentes, se etiquetarán de manera que se pueda identificar el tipo de desecho y facilitar así su almacenamiento y disposición final.

Posteriormente se dará un tratamiento de neutralización con una solución de hidróxido de sodio o ácido clorhídrico según aplique, una vez que los recipientes contenedores estén llenos a un 60% de su capacidad se almacenarán temporalmente en un lugar seco, protegido de la luz solar, seguro y específicamente destinado para dicha función en el laboratorio.

Se solicitará a él o la responsable de manejo de residuos químicos de la Facultad, apoyo para que mediante un oficio petitorio, apegándose al diagrama de bloque “Residuos Peligrosos Químicos Varios” del Procedimiento de Disposición Final de RePel de la UAEMéx, para la coordinación de la recolección y enlace con el personal autorizado de protección al ambiente y/o a la empresa tratadora, llevando a cabo el control de registros de generación y entrega de residuos químicos peligrosos en bitácoras. En cuanto al material, equipo e instrumental contaminado con residuos químicos, como pipetas, tubos de ensayo, matraces, agujas, cánulas objetos afilados y otros, deberán ser colocados en un recipiente metálico o de plástico rígido perfectamente identificados al momento de entregarse, que se lavarán y desinfectará mediante métodos físicos (Autoclave) o químicos (Alcohol) adecuados antes de ser reutilizados o desechados.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VI.28. Productos de investigación

VI.28.1. Caracterización de la cadena productiva del cultivo de café en el Estado de México

A continuación, se presenta el envío de un capítulo de libro que se envió para la integración del libro: “CAFÉ MEXIQUENSE”, el cual hablará de la conformación territorial y dimensiones productivas en el corredor cafetero del sur del Estado de México y cuyo objetivo de este es integrar un libro colectivo con perspectivas multi, inter y transdisciplinaria de divulgación del conocimiento sobre aspectos de producción, distribución, beneficio, consumo y procesos socioterritoriales de la cadena de valor del café mexiquense. El capítulo del libro enviado para integración al libro lleva por título, “LA CADENA PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CAFÉ EN EL ESTADO DE MÉXICO”, cuyo objetivo fue describir la manera en la que se desenvuelve esta actividad en la zona para comprender la participación e importancia de cada elemento.

La imagen muestra una convocatoria de envío de capítulos para la integración del libro "Café Mexiquense". El fondo de la convocatoria es una fotografía de un mercado de café con bolsas de café y etiquetas que dicen "CAFÉ EN PERGAMINO PACAMARA", "CAFÉ EN PERGAMINO CATUPE", y "CAFÉ BENEFICADO".

UAEM
La Universidad Autónoma del Estado de México
A través del
Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales y del Cuerpo Académico de Producción de Cultivos Básicos y Hortícolas de la Facultad de Ciencias Agrícolas

CONVOCAN
Al envío de capítulos para la integración del Libro:
Café Mexiquense
Conformación territorial y dimensiones productivas en el corredor cafetero del sur del Estado de México

Objetivo
Integrar un libro colectivo con perspectiva multi, inter y transdisciplinaria de divulgación del conocimiento sobre aspectos de producción, distribución, beneficio, consumo y procesos socioterritoriales de la cadena de valor del café mexiquense.
Se espera la participación de investigadores(as), alumnos(as) de posgrado, extensionistas, empresas, funcionarios públicos interesados en publicar un capítulo de libro en las siguientes líneas temáticas:

- Agronomía
- Economía
- Procesos de beneficio del café
- Consumo y consumidores
- Producción sustentable y ambiente
- Desarrollo local y políticas públicas
- Agroindustria, tecnología e innovación

Requisitos
Anexar una breve ficha curricular de los autores/as, la cual deberá tener una extensión máxima de media cuartilla.
Título en español con extensión máxima de 20 palabras sin sacrificio de claridad. Margen a doble espacio, con tipografía Arial de 12 puntos, márgenes de tres centímetros por lado, en hojas tamaño carta. Cada colaboración será sometida a revisión de pares y del programa iThenticate.

El documento

Figura 6. Convocatoria de envío de capítulo para el libro “Café Mexiquense”

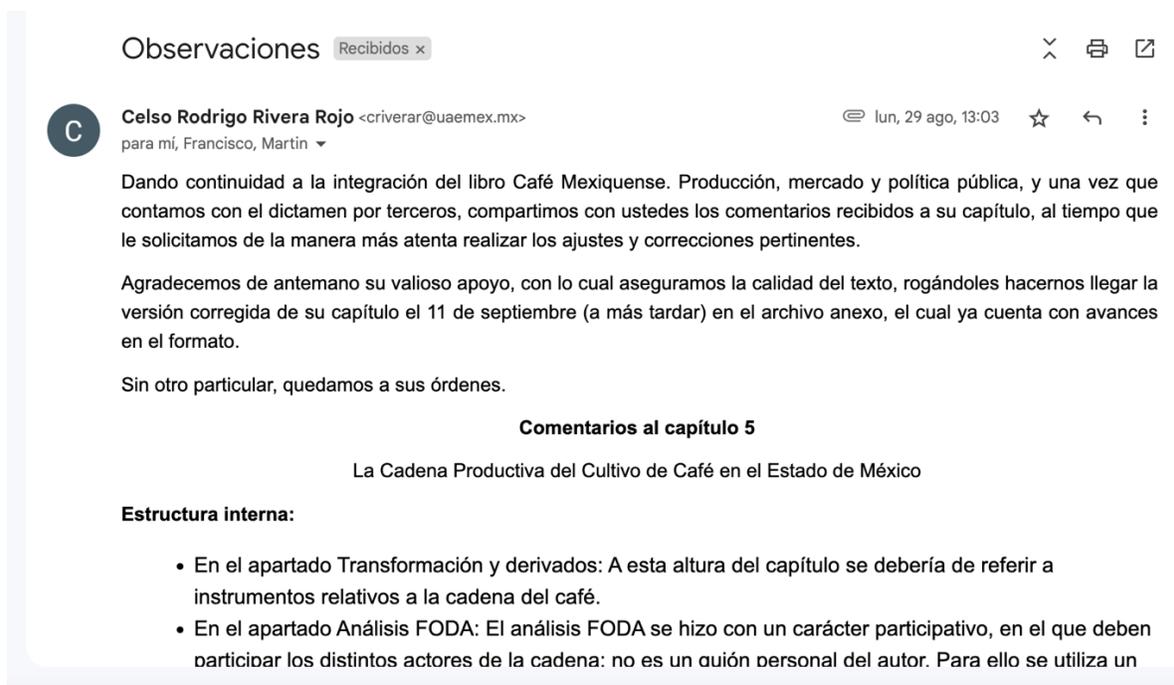


Figura 7. Recepción del capítulo y envío de correcciones

LA CADENA PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CAFÉ EN EL ESTADO DE MÉXICO

Martha Denisse Hurtado Nader¹, José Francisco Ramírez Dávila², María Dolores Mariezcurrena Berasain², Francisco Gutiérrez Rodríguez², Dulce Karen Figueroa Figueroa³, Aurelio Pérez Constantino⁴

¹Estudiante de Maestría del Programa de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), Centro Universitario, Campus Universitario "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blanca s/n, C.P. 50200. Toluca, Estado de México, México. ²Profesor investigador de de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), Centro Universitario, Campus Universitario "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blanca s/n, C.P. 50200. Toluca, Estado de México, México. ³Profesora investigadora de la Universidad Mexiquense del Bicentenario, Unidad de Estudios Superiores Coatepec Harinas. San

Luis, Coatepec Harinas Estado de México. CP. 51700. ⁴Estudiante de Doctorado del Programa de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), Centro Universitario, Campus Universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blanca s/n, C.P. 50200. Toluca, Estado de México, México.

INTRODUCCIÓN

La cafecultura es una actividad clave en la economía mexicana, pues abarca una cadena productiva tan amplia que integra diferentes sectores, empleos y oportunidades de negocio. Se trata de la bebida más consumida del mundo después del agua, la principal fuente de antioxidantes en la dieta humana y uno de los hábitos de consumo más instaurados en la cultura occidental y progresivamente en la cultura global (Díaz, 2015; Supracafé, 2022; Vega y Reyes, 2017). El alto consumo de café a través del tiempo lo han hecho ser considerado como un “*commodity*”, es decir, un producto de importancia mundial que fluctúa constantemente en transacciones comerciales de compra y venta. Se calcula que en el mundo aproximadamente 120 millones de personas dependen de la producción de este cultivo, por lo que es precursor de desarrollo económico y de divisas (FAO, 2019). Sin embargo, pese a la relevancia que tiene el café en el mundo, los productores se enfrentan a una problemática; la cafecultura en muchas ocasiones no es una actividad económica que sea lo suficientemente rentable para cubrir sus propias necesidades básicas, por lo que surge la comercialización de este en mercados diferenciados como alternativa para generar valor y así obtener un mayor margen de utilidades. Algunas ventajas competitivas que hagan del café un producto diferenciado pueden ser las certificaciones verdes o de comercio justo, así como la comprobación de su calidad (Ramos *et al.*, 2021).

Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, en México 14 estados son productores de café, el Estado de México no encabeza la lista en cuanto al volumen que se produce, ocupando el onceavo lugar (SIAP, 2020). Sin embargo, destaca como productor de café de calidad, debido a los lugares que ha llegado a tener desde hace 4 años en el concurso de cafés de especialidad más prestigioso del país, la “Taza de

excelencia”. El café mexiquense se ha ido posicionando como un café de excelencia debido a las privilegiadas condiciones agroclimáticas con alturas de hasta 2,300 msnm y al arduo trabajo y dedicación de productores como; Federico Barrueta del municipio de Temascaltepec, que ganó segundo lugar con un puntaje de 90.47 en 2018, cuarto lugar con un puntaje de 90.13 en 2019, y cuarto lugar con un puntaje de 90.13 en 2021. Así como el productor Clímaco Cruz, del municipio de Almoloya de Alquisiras que obtuvo el tercer lugar con un puntaje de 90.19 en 2021 (Cup of Excellence, 2021).

En un periodo del 2012 al 2019, se presentó un evento de gran repercusión para la industria cafetalera mexicana, decayó la producción del grano aromático además de que llegó a precios mínimos históricos desde hace cuatro décadas, especialmente en el año 2016. La disminución de precipitaciones condujo a una baja producción en el país, mientras que países como Brasil y Colombia ese mismo año incrementaron su nivel de competitividad, lo que afectó directamente a la baja de precios y sumado esto a la poca producción del país se volvió una actividad económica poco rentable (Rivera, *et al.*, 2021). En otros estados del país los cafeticultores fueron resilientes, pero en el caso del Estado de México esta actividad económica se vio abandonada y se ha ido retomando hace apenas unos pocos años. Por lo que la cafecultura mexiquense es considerada actualmente como una industria que se encuentra en reiniciación, debido a que el abandono de los cafetales dejó cierto desconocimiento en las nuevas generaciones. Por lo que existe una área de oportunidad muy grande para impulsar la producción y comercialización del grano aromático mexiquense pues es notorio que la región tiene un alto potencial debido a las condiciones agroclimáticas privilegiadas que posee, alturas extremas, suelos volcánicos y ricos en materia orgánica además de la cercanía que tiene con grandes ciudades (CONAGUA, 2022; Spark Weather, 2022).

Debido a la complejidad inmersa en el mundo del café, resulta imprescindible conocer a detalle la cadena productiva del mismo con la finalidad de generar posibles estrategias de mejora continua y acciones a seguir para que existan ventajas competitivas y beneficios mutuos entre los actores involucrados. El presente trabajo es producto de una investigación que lleva por título “DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DEL GRANO

DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DE LA ZONA CAFETALERA DEL ESTADO DE MÉXICO”. En este se caracterizó al sistema de producción del café y se evaluó la bebida en taza de 45 productores del Estado de México, 15 de cada municipio a continuación: Amatepec, Sultepec y Temascaltepec. Se trata de una investigación de acción participativa en la que se identificaron puntos críticos, problemas, soluciones y oportunidades con la finalidad de generar estrategias de consolidación en la cafecultura mexiquense (Zapata & Rondán, 2016). Por otra parte, el objetivo de este capítulo es describir la manera en la que se desenvuelve esta actividad en la zona y comprender la participación e importancia de cada elemento, para tener un panorama certero y una perspectiva del potencial que se tiene y del trabajo que este representa. Si bien es cierto que existe un sin fin de información acerca de la cadena productiva del café a nivel global, cabe destacar que en cada región esta se desarrolla de forma distinta, pues el entorno social, cultural, económico y ambiental influyen en ella, por lo que el propósito de este capítulo es describir la manera en que se desarrolla la cafecultura específicamente en el Estado de México. A continuación, en la figura 1 se muestra un mapa con la geolocalización de parcelas que fueron objeto de este estudio.

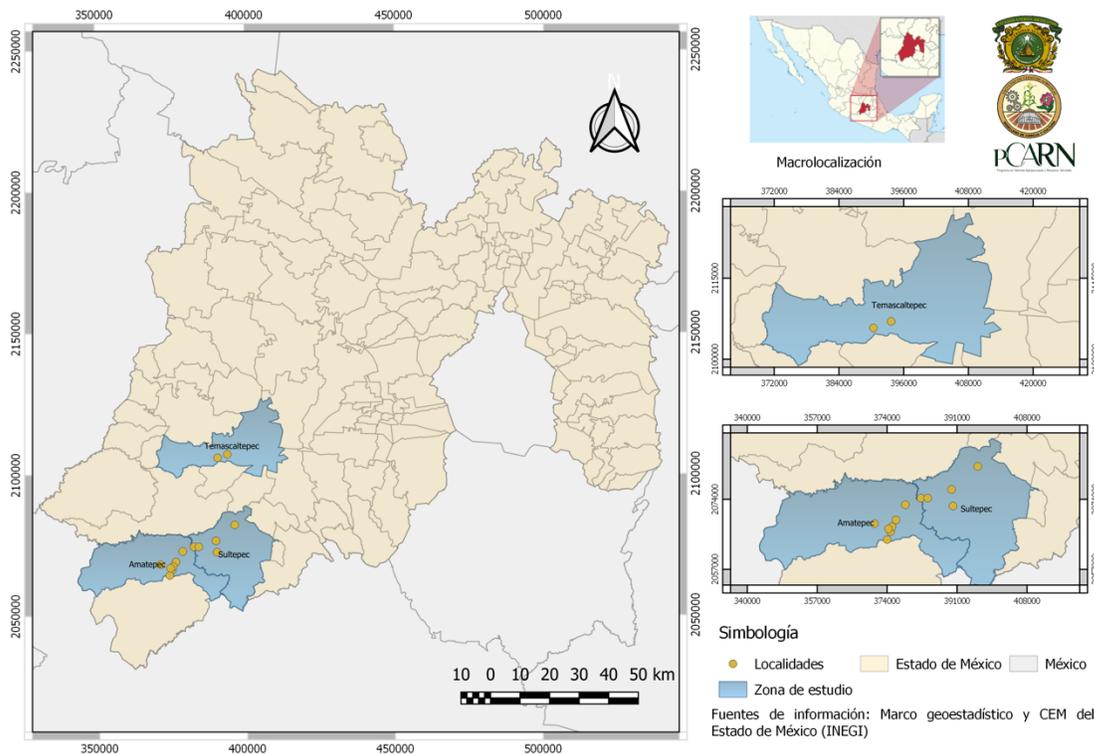


Figura 1. Mapa de geolocalización de las comunidades muestreadas, elaborado por Maricela Mora Escamilla y Martha Denisse hurtado Nader en el software QGIS

DESCRIPCIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CAFÉ EN EL ESTADO DE MÉXICO

La cadena productiva es un sistema compuesto de actores interrelacionados por un conjunto de operaciones de manufactura y comercialización. Conocer el funcionamiento de cada eslabón en la cadena productiva permite identificar problemáticas que puedan estar frenando la eficiencia de procesos o calidad del producto o servicio. Posteriormente a identificar las problemáticas se sugiere proponer acciones de mejora continua que den paso a la optimización de recursos y la progresión (Abarca y Armendáriz, 2014).

Por otro lado, la cadena de valor es un concepto muy similar, en cambio este se enfoca en la creación de alianzas productivas, facilitando el flujo de información entre los involucrados, para analizar cada engranaje de manera independiente y conjunta (Peña et al., 2008). Se refiere a la red estratégica entre un conjunto de vínculos comerciales, flujos de insumos, información, recursos financieros, logística, comercialización y otros agentes económicos, se entiende conjunto de alianzas dentro de una cadena productiva (Ayala-Garay *et al.*, 2016).

Es importante tener en cuenta que se trata de un trabajo en equipo, por lo que los lazos entre actores y la comunicación de requerimientos son importantes, cuanto más se vinculen los actores de la cadena y cuantos más mecanismos de colaboración existan, mayor será el desarrollo (Abarca y Armendáriz, 2014; Díaz, 2015). A continuación, en la figura 2 se puede observar un diagrama de flujo que representa la cadena productiva del cultivo de café en el Estado de México, cada eslabón se discutirá en un apartado posterior.

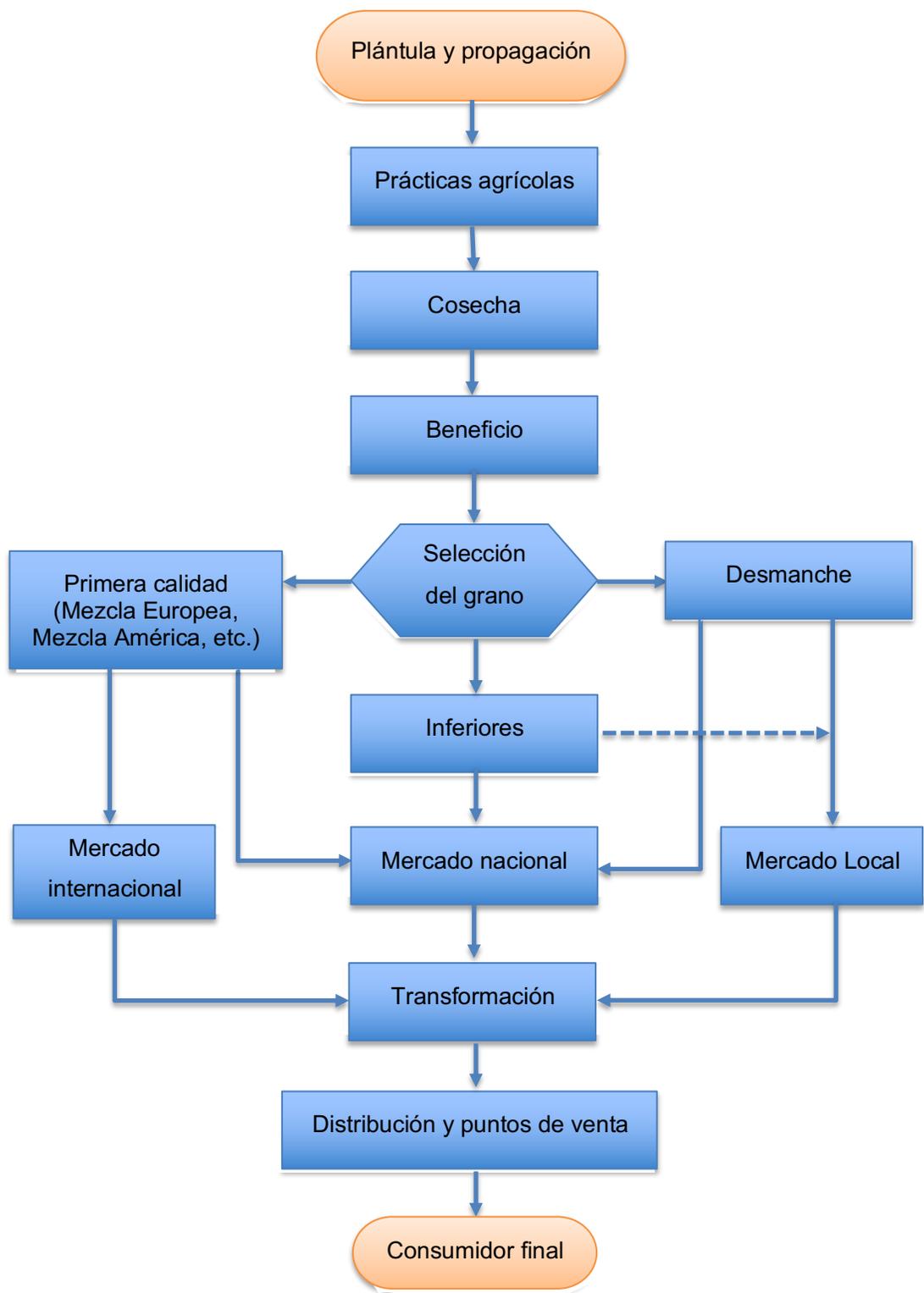


Figura 1. La cadena productiva del cultivo de café en el Estado de México

Planeación de las parcelas

El café tuvo sus orígenes en África, su grupo botánico está conformado por más de cien especies que pertenecen al género *Coffea*. Sin embargo, cada región y clima permite el desarrollo óptimo de diferentes cafetos con características genéticas distintas como: el porte, tamaño, color del fruto y de las hojas, resistencia a plagas y enfermedades, adaptabilidad a la altura, productividad, e incluso notas en la bebida final. De estas cien especies, dos son los que más se comercializan; *Coffea arabica* integrada a su vez por diferentes variedades de arábicas y *Coffea canephora* constituida por diferentes variedades de robusta (Anacafé, 2016).

Es importante la selección de variedades que se eligen plantar ya que cada una confiere características distintas al cultivar, como: la productividad, la resistencia a plagas y enfermedades, así como a determinadas características ambientales e incluso repercute en las características sensoriales de la bebida. En algunos casos, se trata de decisiones que se toman entre productores por cuestiones de sanidad vegetal y comercialización al existir un beneficio social de por medio (Amaro y Gortari, 2016).

En el Estado de México se observó una deficiencia generalizada en cuánto a la planeación y administración de las parcelas, puesto que no se llevan a cabo registros detallados que incluyan: datos de producción, datos financieros de ingresos y egresos, así como de planificación de labores. La administración de la parcela es útil para llevar a cabo un buen manejo agronómico de la finca y planear labores como los son: las podas o la renovación de cafetales, en las cuales debe existir un registro. Por otro lado, los datos de producción, costos y ventas nos permiten conocer la rentabilidad anual y ganancias. Así mismo se sugiere identificar necesidades en cuánto a maquinaria, quipo o insumos requeridos y destinar cierto presupuesto a la reinversión (IICA, 2020).

Prácticas agrícolas

La calidad del café en la bebida tiene sus orígenes en la finca, Colombia, por ejemplo, ha destacado por su calidad a nivel mundial y esto se debe principalmente a que tienen muy bien identificadas las buenas prácticas agrícolas de higiene y manufactura publicadas por la OMS, la FAO, y la FDA, que se fundamentan de la investigación científica y la experiencia de grandes productores en campo (Cenicafé, 2006). Las prácticas agrícolas a diferencia de otros puntos de la cadena productiva se tienen que monitorear todo en año, aunque claro que en ciertas épocas del año algunas actividades son más rigurosas. Se trata de un trabajo continuo que va a influir tanto en la calidad como en el volumen obtenido del producto final.

En el Estado de México debido existe una baja oferta del flujo de información especializada en materia del manejo del cultivo, así como de su buen procesamiento (Rivera, *et al.*, 2021). Sin embargo, se ha observado que algunos productores han compartido su conocimiento, y de este modo se ha ido dispersando el aprendizaje y mejorando la calidad producto. Las prácticas agrícolas en este estado tienen la ventaja de ser amigables con el medio ambiente, pues más del 97.77% de los cafetales se encuentran bajo sombra de árboles frutales o forestales lo cual favorece a la conservación de biodiversidad, conservación de mantos acuíferos y protección de suelos (Martínez, 2019). Además, el 60% de productores realizan una nutrición orgánica en sus cafetales, lo que además de dar vigor a la planta favorece a la propagación de microorganismos del suelo y por ende a las relaciones simbióticas entre organismos (Canseco, 2020). Por otro lado, una de las problemáticas más grandes que se observó fue la ausencia de podas, se encontró que 4 de cada 10 productores no realizan esta práctica, por lo que se puede llegar a encontrar cafetos de hasta 40 años que nunca han sido recepados, y sin embargo siguen siendo cosechados. Este es un dato importante a tener en cuenta pues las podas tienen la finalidad de renovar tejidos, aumentar la producción y calidad del grano (IICA, 2020).

Cosecha

El fruto debe ser recolectado en su maduración óptima, que, en variedades de fruto rojo, por ejemplo, se trata de un rojo intenso carmesí. Este es un punto crítico de calidad puesto que los frutos inmaduros o sobre maduros nos darán notas desagradables en taza (Wilmer, 2018). La cosecha es una minuciosa actividad que demanda considerable mano de obra, por lo que suele intervenir el caficultor acompañado de toda la familia (Amaro y Gortari, 2016). A muchos productores que contratan mano de obra, les resulta difícil obtener una cosecha de excelente selección, principalmente por dos motivos: el desconocimiento por parte del recolector o el productor mismo y sobre todo la conveniencia de algunos recolectores ya que generalmente se paga por volumen cosechado, por lo tanto, lo hacen de manera rápida, cómoda y poco meticulosa.

En la región existe el atisbo “titixi” para denominar a los residuos de cosechas que quedan aún después de que han pasado los peones a pizar y que puede irlo a recolectar cualquier persona para su consumo (Xochiaca, 2022). A la última pasada de recolección de frutos de café que se sugiere recolectar para dejar a los arbustos sin fruto, se le llama desmanche y se le tienen menor apreciación económica al momento de venta. El café de desmanche suele ser considerado como la peor calidad y generalmente se vende a un precio muy bajo en mercados locales y nacionales, como se puede apreciar en el diagrama de la figura 1.

Se ha encontrado que la cosecha de café en el Estado de México es selectiva. El 17.78% de los productores que fueron visitados en esta encuesta se han ido especializando y por lo tanto realizan una cosecha muy precisa, esto gracias a que se han capacitado y se han ayudado de un refractómetro, con el que se pueden medir los grados Brix, es decir el contenido de azúcar en los frutos, como lo podemos ver en la figura 2 a continuación. El 68.89% de los productores realizan una cosecha selectiva y sólo el 13.33 realizan una cosecha poco selectiva.



Figura 2. Frutos de café en distintos estados de maduración que están siendo medidos por un refractómetro.

Beneficio

Una vez que ha sido cosechado el café, pasa por un proceso de transformación con la finalidad de obtener el grano verde con una humedad óptima del 11% al 12% para poder ser almacenado y posteriormente tostado, a este proceso se le llama beneficio (IICA, 2020). Existen principalmente dos vías de beneficiado, el beneficio humedo, el beneficio seco, sin embargo, hay otras variantes que son menos comunes y comerciales como el “honey” (también conocido como “enmielado”) y los “experimentales” que son cafés diferenciados principalmente por el especial cuidado de sus fermentaciones, usualmente conocidas como “fermentaciones controladas” (Bonilla *et al.*, 2017). Muchas veces entre los cafecultores mexiquenses existe cierta incertidumbre referente a ¿qué beneficio es mejor?, este cuestionamiento puede ser ambiguo ya que todo va a depender de los objetivos propios del productor, de la orientación de su mercado, de las preferencias del consumidor final y por último de la relación costo-beneficio en termino de utilidades (Wilmer, 2018).

En el Estado de México, se encontró cierta problemática en la ausencia o decadencia de maquinaria y equipos para el proceso de transformación. Esta falta de infraestructura imposibilita el mejoramiento sustancial de la calidad del grano, por ejemplo, una trilladora diseñada específicamente para el uso del café, acompañada de un buen mantenimiento siempre dará mejores resultados que el rústico uso del molino manual para descascarillar el café en bola, porque éste usualmente tiene otra función (Abarca y Armendáriz, 2014). Se encontró que algunos productores hacen uso de herramientas rudimentarias, o bien cuentan con las herramientas adecuadas, pero desconocen de los procedimientos óptimos para aprovecharlas al máximo. Estos malos procesos de producción impiden adentrarse en mercados mejor pagados pero que exigen cierta calidad para poder incursionar en ellos. Por lo que la mayor parte de cafecultores destinan su producción mercados locales o bien al autoconsumo (Alvarado *et al.*, 2017; Rivera, *et al.*, 2021). Se pudo constatar que a pesar de la cercanía entre los tres municipios, las condiciones socioeconómicas varían bastante, lo que le atribuye a cada uno condiciones y oportunidades distintas. Amatepec es el municipio de mayor producción, en este ha habido cierto apoyo, incluso se encuentra la cooperativa CAFOA (Consejo de Administración de Café Orgánico Amatepec S.C de R.L de C.V), se trata del municipio con mayor infraestructura, maquinaria y equipo, sin embargo en muchos caso es desaprovechado por la falta de conocimientos para el aprovechamiento máximo de los mismos. En el municipio de Temascaltepec, la producción y la cantidad de productores son menores, sin embargo es el municipio en donde mejor se han difundido conocimientos en canto a procesos de calidad. Por último, en el municipio de Sultepec la mayor parte de cafecultores se enfrentan a condiciones penurias de vida, muchas familias viven al día e incluso carecen de necesidades básicas como lo el acceso a sistemas de drenaje o de agua potable, por lo que la cafecultura no ha podido prosperar como en los municipios antes mencionados. En Sultepec, no se encontró un solo cafecultor con disposición de maquinaria alguna, ni siquiera de despulpadoras, por lo que el café que se produce ahí es procesado por el beneficio seco, con excepción de algunos productores que con dificultad llevan los frutos de café a despulpar al municipio de Amatepec.

Aunado a lo anterior, las grandes distancias representan cierta dificultad en este punto de la cadena, dado que la mayoría de los cafecultores obtienen bajos volúmenes de producción y no resulta costeable transportar el café en fruto fresco a los beneficios ni tampoco el grano en oro del productor al comprador (Alvarado *et al.*, 2017). Existen acopiadores que transforman y venden el café obteniendo cierto valor agregado gracias a que disponen tanto del conocimiento como de tecnologías y mano de obra calificada necesarios para logran cierta aceptabilidad y competitividad en mercados nacionales e internacionales, a este centro de acopio se le llama “Beneficio”. Algunos cafecultores no tienen un buen concepto de los beneficios porque obtienen una mayor rentabilidad, esto debido al valor agregado que se le da al producto, pero es importante tener en cuenta el trabajo que desempeñan, el grado de especialización que les ha requerido y la inversión en herramienta y maquinaria que han logrado obtener (Abarca y Armendáriz, 2014; Alvarado *et al.*, 2017). Los beneficios también tienen sus propios retos, uno de ellos es que deben mantener estándares de calidad constantes, ya que una buena o mala reputación va a incidir en que sus clientes sigan optando o no por comprar su producto. Pues como en muchas otras áreas comerciales se pueden lograr precios altos y una mucha demanda a partir del prestigio que se logre adquirir y mantener (Den Butter y Mosch, 2003).

Selección del grano verde

La calidad del café se determina a través de las características físicas del grano verde (humedad, tamaño, color, forma del grano, etc.), características organolépticas (aroma, sabor, acidez, cuerpo, entre otros) y su valor nutritivo (contenido de antioxidantes, cafeína y compuestos aromáticos (Abarca y Armendáriz, 2014). Algunos defectos en grano pueden venir del ataque de insectos como la broca del café que causan deterioro, pero usualmente la mayoría de los defectos provienen de los procesos de postcosecha, es decir, del beneficiado, secado y almacenado (Lourdes *et al.*, 2009; Puerta, 1999). La selección del grano se realiza primeramente separando por tamaños al grano de café mediante cribas, esto para garantizar un tostado uniforme y cumplir con ciertas normas mexicanas de exportación, posteriormente se separan los granos defectuosos con la

finalidad de cuidar la calidad de bebida en taza (NMX, 2018; SCAA, 2013). El café de primera calidad se destina como se puede observar en la figura 2, a mercados internacionales y nacionales, los de tamaños de grano más pequeños o sobrantes (llamados “inferiores”) se suelen destinar a mercados locales o nacionales.

La incertidumbre en los precios fluctuantes del café convencional desincentiva el crecimiento de la caficultura, por ello surge el café de especialidad como alternativa para mejorar la calidad del grano, e incursionar en mercados mejor pagados. En los últimos años ha crecido la tendencia de consumir café de especialidad, este se difiere al café convencional dado que se cuida el proceso de producción en cada una de sus etapas con la finalidad de preservar la calidad del producto. La cata es un método de análisis cuantificable y ampliamente utilizado para evaluar la calidad y las notas de muestras de café. Según la *Specialty Coffe Association*, el café de especialidad es aquel con una puntuación de taza de más de 80 puntos en una escala de evaluación es de 100 putos (SCA, 2021).

La especialización de los actores es clave en la cadena productiva del café, sobre todo si se trata de un producto que demanda exhaustivo cuidado en cada etapa del proceso, los compradores de café en oro o pergamino muchas veces llegan a adquirir equipo sofisticado y alto nivel de especialización en habilidades de tueste y cata para que a partir de la toma de unos cuantos gramos de muestra se prosiga a tostar, catar y asignar un precio correspondiente al producto. Otro criterio empleado para valorar el precio de compra consiste en realizar un análisis físico del grano, tomando en cuenta parámetros tales como humedad, rendimiento, limpieza en la selección del grano, entre otros (Rivera, *et al.*, 2021; Wilmer, 2018).

Comercialización

Pese a la relevancia que tiene el café en el mundo, los productores se enfrentan a una grave problemática; la caída de precios en el mercado internacional consecuente a una producción excesiva que sacrifica calidad para ofrecer volumen (Vega y Reyes 2017; Fernández-Pachón *et al.*, 2006). Según Díaz (2015) con el sistema de globalización y la

política neoliberal, aplicados a nivel mundial desde principios de la década de 1970, el comercio de productos y servicios cambió drásticamente, siendo las mayores beneficiarias de valor generado las grandes empresas transnacionales. En el comercio del café, con la disolución de las cláusulas económicas del Convenio Internacional del Café (CIC), se efectúa en un “libre mercado”, cuyo principal rasgo es la baja de precios en periodos largos y alza de precios en periodos cortos, debido a desajustes de la oferta y la demanda mundial del aromático, ocasionando precios muy bajos que afectan directamente a los productores y siguen favoreciendo a las empresas comercializadoras. Esto en materia del café convencional, ordinario, pero México y otros países productores han generado un conjunto de cafés diferenciados con orientaciones diversas, buscando mayor estabilidad en las cotizaciones fuera de las bolsas del café como alternativa a la crisis de bajos precios de compra (Díaz, 2015). En cambio, los mercados que demandan calidad son ellos quienes más se interesan por garantizar positivos resultados sociales y ambientales (salarios justos, una mejor trazabilidad, adopción de prácticas amigables con la flora y fauna), estos son aspectos cada vez son más tomados en cuenta por parte del consumidor (Wilmer, 2018).

A continuación, se mencionan algunos tipos de cafés diferenciados:

- Denominaciones de origen
- De especialidad
- De origen
- Orgánico
- De comercio justo
- Agroecológico

La identificación y distinción del mercado es una herramienta que permitirá obtener mejores ingresos y lograr una mejor posición en él. El estatus de los cafés diferenciados hace que éstos tengan mayor demanda en nichos que valoran la calidad y la ética social,

este tipo de mercados requieren el desarrollo de relaciones más directas entre productores y compradores (Manual técnico *et al.*, 2008).

En el Estado de México el café de especialidad ha sido una próspera alternativa ante la necesidad de buscar ventajas competitivas y ejercer un comercio que contribuya al aumento utilidades a cambio de garantizar una calidad de excelencia en taza. Esto mediante un minucioso cuidado en cada fase de producción, desde la genética de la semilla, condiciones agroclimáticas idóneas, un estricto control en el beneficiado del café y la transformación de este (Portilla, 2005).

Distribución del grano verde

La industria cafetalera está construida por una serie de eslabones que incluye importadores, exportadores, mayoristas, intermediarios, revendedores, proveedores de insumos, asesoría técnica, investigación etc. quienes dependen directa o indirectamente de esta actividad (Abarca y Armendáriz, 2014). Sin embargo, se ha encontrado que, en el ámbito del café a nivel Nacional, entre el productor y el consumidor final intervienen de dos a cuatro intermediarios, esto genera descontento por parte del productor quien no ve compensado en el precio de compra el esfuerzo que desempeña en la actividad productiva del café, siendo que en ocasiones, en café convencional se llega a vender la producción a precios muy bajos, incluso en algunos casos por debajo del costo de producción. (Rivera, *et al.*, 2022).

En el campo muchas veces las actividades económicas se desarrollan para el sustento familiar, por lo que generalmente se minimizan los riesgos y maximizan los recursos más escasos. Se toman decisiones a partir de factores internos como la mano de obra disponible, su capacidad financiera, conocimientos empíricos, la falta de infraestructura y factores externos como las condiciones agroclimáticas, el mercado local, las políticas internas, los niveles de organización existentes, las distancias que obstaculizan el contacto directo con compradores potenciales. Estas circunstancias dificultan el desarrollo y la comercialización (Ayala-Garay *et al.*, 2016). Aunado a lo anterior, las condiciones en que se encuentran la mayor parte de los caficultores en el Estado de

México incrementan la dificultad de recabar información del mercado y llevar a cabo negociaciones provechosas con los compradores, adicionalmente, en la actualidad existe un vacío institucional que genere condiciones propicias para la competitividad. Son productores quienes deben consolidar su propio marco institucional y regular las interacciones en el mercado. Pues se ha comprobado que las organizaciones agrícolas, cooperativas, uniones de productores y asociaciones han sido benéficas en la reducción de costos de transacción.

Según Rivera, *et al.*, (2021) los cafeticultores deben enfrentarse a costos de información en la búsqueda de compradores potenciales que incluyen capacitación, asistencia a exposiciones, desplazamiento y relaciones sociales, puesto que la carencia de conocimientos y destrezas para el intercambio por parte de los agricultores puede significar una desventaja frente a los compradores en el proceso de negociación, quedando expuestos a posibles conductas oportunistas por parte del comprador. Uno de los factores que significa considerables costos de transacción dentro de los mercados agrícolas es que los productores se encuentran hasta cierto punto aislados del resto de los agentes, debido a las largas distancias y el mal estado de los caminos vehiculares, con lo cual se reduce su capacidad de interacción y organización tanto entre productores como en productores con compradores, esto sumado a la falta de condiciones de infraestructura de almacenaje.

En respuesta a tal problemática, desarrollar conexiones sociales de cooperación conllevaría a una fructífera reducción de costos ya que existe una relación positiva entre la innovación y el desempeño operativo, es decir que la práctica de acciones relacionadas con la innovación organizacional influye positivamente en el desempeño operativo en la industria del café pues contribuye y ayuda a la optimización de recursos de información y a la dispersión de conocimientos que contribuyen a superar las dificultades y lograr un mejor desempeño. Por tal motivo las instituciones y organizaciones juegan un papel muy importante en la cafecultura mexiquense para orientar y potenciar el comportamiento de los agentes permitiéndoles mediante la unión ganar poder de negociación y capacidad

para garantizar el cumplimiento de acuerdos establecidos durante el proceso de intercambio (Coti-Zelati, *et al.*, 2015).

Transformación y derivados

Uno de los principales desafíos en la cafecultura mexicana es el escaso acceso a tecnologías, pues el precio de máquinas para la industrialización es costoso. Según un estudio económico realizado por Rivera, *et al.*, (2021), la falta de maquinarias básicas como: despulpadoras, trilladoras, máquinas separadoras y aventadoras en buen estado es un rasgo que les impide mejorar y optimizar sus procesos. Sin embargo, se ha observado en las inspecciones de campo del presente trabajo que también es el caso de algunos productores disponer de estas herramientas, pero carecer de conocimiento técnico y capacitación para lograr un aprovechamiento máximo de los recursos que se tienen.

La torrefacción es el proceso mediante el cual se tuestan los granos de café para formar una gran diversidad de compuestos aromáticos, ocurriendo cambios químicos y físicos con la finalidad de obtener una infusión con características sensoriales agradables al consumidor. De acuerdo con el suministro de calor y tiempo de tostado se pueden clasificar los tostadores en tres tipos, el primero el tostador de aire caliente o flujo continuo, el tostador de contacto, cilindro o tambor con quemador y el tostador con sistema por lecho fluido (mixto) que utiliza las dos fuentes de calor (Manual técnico *et al.*, 2008). En el Estado de México existen consumidores que tuestan café de manera tradicional en ollas de barro, y lo muelen en molinos manuales para consumo propio o venta local. Sin embargo, también encontramos productores más especializados que cuentan con la maquinaria necesaria.

El café en grano es la forma de comercialización más frecuente para exportación, sin embargo, la transformación corresponde al mayor valor agregado, este puede ser efectuado por empresas multinacionales o empresas nacionales. He aquí un momento crucial en la cadena del cultivo de café mexicana, pues las negociaciones cuánto más cercanas sean entre el productor y el transformador mejores precios se podrán acordar

para el cafeticultor. Según la Organización Internacional del Café (ICO, 2022), en el año 2021 hubo un aumento en las exportaciones de café soluble, cuya proporción total de exportaciones pasó del 7.8% al 8.8%. Debido estilo de vida acelerado, estos procesos tienen futuro en el campo mexiquense, así como subproductos que pueden incluir licores, golosinas a base de café, entre otros. Así mismo ya que la industria del café genera grandes cantidades de desechos de pulpa, en años recientes se ha buscado la manera de realizar subproductos a base de esta, algunas opciones han incluido harina, extractos, producción de enzimas y ácido gálico, suplemento en dietas de animales, saborizantes, mermeladas, jaleas, jugos, colorantes, e incluso etanol (Castillo *et al.*, 2018). A continuación, se mencionan algunas transformaciones que actualmente en café del Estado de México no se realizan pero que representan un área de oportunidad en un futuro.

- Liofilización: es un método de obtención de café instantáneo a través de un proceso de secado por sublimación a temperaturas muy bajas que evita el deterioro por recalentamiento.
- Solubilización: se trata de otra técnica para producir café instantáneo, a través de un secado por pulverización. Pero debido al uso de altas temperaturas, los aromas y compuestos volátiles se pierden en gran proporción, lo cual hace que el producto final sea desfavorable en comparación a un café tostado y molido.
- Café descafeinado: Se logra adicionando agua y dióxido de carbono o solventes orgánicos al café verde, antes de ser tostado y molido, eliminando entre un 97% y un 98% de cafeína.

Puntos de venta y consumidor final

Hoy en día existen nuevas tendencias de turismo; el turismo sostenible, que promueve respetar el ecosistema con mínimo impacto al medioambiente y a la cultura local, el turismo gastronómico que incluye degustación de platillos, bebidas y festivales culinarios

programados en distintas épocas del año, el turismo educativo, cuyo objetivo es aprender y cultivarse, por lo tanto, incluye visitas guiadas que dan la opción de compra de productos elaborados en la zona y el ecoturismo agroecológico que involucra actividades relacionadas a la agricultura. Estar en contacto con la naturaleza es algo que se busca constantemente hoy en día debido a la velocidad en que vivimos, detenerse por un momento y recargarse de energía es reparador. Por esa razón, la cafecultura da espacio al turismo, los municipios productores de café cercanos a las ciudades podrían tomar en cuenta este factor pues se trata de una oportunidad de negocio en la zona (Abarca y Armendáriz, 2014). En el Estado de México el turismo agroecológico comienza a dar buenos réditos a quienes lo han implementado en los procesos de cosecha, postcosecha, y tratamiento del café, pues se trata de una actividad muy apreciada.

Análisis FODA

Con la finalidad visualizar a manera general, tanto aspectos positivos como negativos en la cadena de producción del cultivo de café se presenta a continuación un análisis FODA, producto de esta investigación de acción participativa, cuyo objetivo explícito es la propuesta de acciones que conlleven a mejorar la calidad o condiciones de vida de los cafecultores. Este análisis fue elaborado a partir de la recopilación de opiniones de los actores en distintos puntos de la cadena, sustentado también de información bibliográfica (Amaro y Gortari, 2016; Coti-Zelati, *et al.*, 2015; Romero y Zilber, 2015; Zapata & Rondán, 2016).

Fortalezas

- Prestigio como café de especialidad: El café mexiquense ha ido ganando reconocimiento progresivamente como café de especialidad, por la calidad que se ha trabajado
- Condiciones agroclimáticas favorables en la zona: Se trata de un café de altura, con condiciones de humedad, precipitación y temperaturas propicias para el desarrollo del cultivo con alturas de hasta 2,300 msnm

- Producción de café Arábigo: Las variedades arábigas son apreciada en los mercados y por con buenos precios de compra
- Ubicación y cercanía a grandes ciudades: La cercanía de los municipios cafetaleros del Estado de México con grandes ciudades como la Ciudad de México o Toluca, favorecen a la comercialización, flujo de información e intercambios entre actores de la cadena productiva
- Marcas personales: Éstas favorecen a la identificación de fincas y contacto directo entre productores y compradores
- Unión y comunicación entre productores: Los cafecultores han ido formando una red de vinculación en la que intercambian ideas, información y acuerdos por ejemplo para establecer precios de venta
- Sustentabilidad de los sistemas de cultivo: Existe equilibrio entre el uso de recursos naturales, desarrollo social y económico

Oportunidades

- Demanda de café de especialidad mexiquense en el mercado nacional e internacional: Actualmente gracias al renombre y reconocimiento de algunos productores en cuanto a calidad, existe una sobre demanda que no se alcanza a cubrir
- Conocimiento del producto en el mercado local: Es apreciado el café que se produce en la zona, la población reconoce ese producto como local y por ende lo consumen
- Interés por parte de entidades: Se comienza a notar cierto interés por parte de entidades gubernamentales para impulsar el cultivo del café
- Tecnificación de cultivos para obtener un mayor volumen de producción: Algunos productores que han elegido optar por altos rendimientos, esta puede seguir siendo una buena alternativa a la par del cuidado de la calidad del producto

- Ecoturismo: Se observan buenos resultados por parte de las fincas que lo han puesto en práctica y ha tenido buena recepción por parte de los turistas, sin embargo, cuantas más fincas se vayan sumando, más atractivo será para los visitantes
- Nuevas tecnologías: Podemos hablar de tecnologías en campo, como lo es por ejemplo el sistema de riego, que podrían atenuar consecuencias al cambio climático (adelanto y atraso de lluvias, por ejemplo), hasta la tecnificación de los subproductos como café tostado, soluble, descafeinado, entre otros
- Organización entre productores: La organización y colaboración entre productores representa crecimiento y desarrollo, este enfoque podría ser reforzado

Debilidades

- Falta de maquinaria y de conocimientos para su implementación: En algunos casos se cuenta con maquinaria básica para la producción de café, sin embargo, no siempre se aprovecha al máximo, y en otros casos no se cuenta con maquinarias básicas y se elabora en función de técnicas rudimentarias que repercuten en la calidad
- Desconocimiento sobre un adecuado manejo postcosecha del café: Hace falta capacitación técnica en campo
- Desinformación sobre procesos de comercialización: Se desconocen áreas de oportunidades comerciales y la forma de incursionar en ellas
- Distancias entre Beneficios y productores y entre productores y comerciantes: debido a los bajos volúmenes no resulta costeable la movilización
- Bajo acceso a la inversión: Dificultad para obtener créditos o costear inversiones grandes

Amenazas

- Fenómenos climáticos: Estos afectan comúnmente a los productores debido a que su cosecha se puede ver afectada.
- Aumento de la productividad en otros países: Esto generalmente provoca un descenso en el precio mundial del café.
- Declive del consumo: Pudiera ocurrir que baje la demanda del producto.
- Inseguridad: Riesgo a ser violentado y exposición a robos
- Pandemia COVID-19: Dificultad para la realización de actividades sociales
- Economía: La inflación y escasez de insumos

Algunas estrategias que podrían generarse para sacar partido de las fortalezas podrían ser: optar por cultivar variedades que se adapten a las condiciones climáticas de la zona y favorezcan a la calidad de la bebida en taza y aprovechar la ubicación que tiene el Estado de México con respecto a otras ciudades como Toluca y la Ciudad de México para el proceso de torrefacción o comercialización. En cuanto a las áreas de oportunidad se sugiere aumentar el volumen de producción y la extensión del cultivo sin dejar de lado la calidad, esto con la finalidad de abastecer cuanto más sea posible la demandada que existe por parte de compradores y consumidores finales. Para atenuar las debilidades es imprescindible capacitarse continuamente tanto en conocimientos técnicos de campo, cómo en el proceso de postcosecha, además de fortalecer las relaciones entre productores y vínculos entre productores y compradores, así como otros actores de la cadena, con la finalidad de lograr una sinergia y beneficios mutuos. Finalmente, para reducir el riesgo por amenazas, se sugiere al productor incursionar en el mercado de cafés diferenciados para obtener mejores precios de venta en su café y no depender del mercado y precios del café convencional, además de fortalecer los lazos unión para hacer frente a problemas externos que pudiesen afectar a la cadena productiva.

CONCLUSIONES

La cafecultura mexiquense ha ido creciendo estos últimos años, ganando prestigio y reconocimiento como un café de calidad debido al arduo trabajo de los productores y las privilegiadas condiciones agroclimáticas que se tienen en la zona con alturas de hasta 2,300 msnm. Se trata de una actividad económica que ha ido ganando importancia, y ha llamado la atención de investigadores, entidades gubernamentales, catadores, tostadores, empresarios, y otros actores dentro de la cadena productiva del café.

Después de analizar detenidamente cada eslabón de esta cadena, se puede concluir que aún existe mucho trabajo por hacer en distintas áreas. Se sugiere tomar en cuenta el contenido de este trabajo, ya que se suman visiones y opiniones de diferentes actores involucrados. La implementación de estrategias, acciones de mejora continua, redes de participación y planeación a largo plazo contribuyen a que exista un producto que genere valor y que conlleve paulatinamente a progresar tanto en los campos agrícolas, empresas y hogares.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado García, Estela María, *et al.* “Caracterización Del Agroecosistema De Café Bajosombra En La Cuenca Del Río Copalita.” *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. 40, no. 2017, 2017, pp. 635–48.

Amaro-Rosales, Marcela, and Rebeca Gortari-Rabiela. “*Innovación Inclusiva En El Sector Agrícola Mexicano Gortari, 2016.*” *Economía Informa*, 2016, pp. 87–104.

Ayala-Garay, Alma, *et al.* “ANALYSIS OF THE AMARANTH VALUE CHAIN IN MÉXICO.” *Agricultura, Sociedad y Desarrollo Colegio de Postgraduados*, vol. 13, 2016, pp. 87–104, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360545634006>.

Bonilla Medina, Jaime. “Los Beneficios Del Consumo de Café.” *Revista Facultad Ciencias de La Salud: Universidad Del Cauca*, vol. 19, no. 2, 2017, pp. 47–48.

Castillo, F. D., *et al.* Extractos de Pulpa de Café: Una Revisión Sobre Antioxidantes Polifenólicos y Su Actividad Antimicrobiana Coffee Pulp Extracts: A Review of Polyphenolic Antioxidants and Their Antimicrobial Activity. 2018, <http://orcid.org/0000-0001-6697-4746>;

Castro, Raúl. “México Tiene Uno de Los Niveles de Consumo de Café Más Bajos Del Mundo.” *Revista Fortuna Negocios y Finanzas*, 2021, <https://tinyurl.com/y46x6zee>.

Coti-Zelati, Brasil, *et al.* “UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL SOBRE O DESEMPENHO OPERACIONAL NA INDÚSTRIA DO CAFÉ”. no. 2, 2016, pp. 125–39, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87846845003>.

Díaz Cárdenas, Salvador. “Revista de Geografía Agrícola.” *Geografía Agrícola*, 2015, pp. 57–73, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75749286005>.

Fernández-Pachón, Ma Soledad, *et al.* “Revisión de Los Métodos de Evaluación de La Actividad Antioxidante in Vitro Del Vino y Valoración de Sus Efectos in Vivo.” *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, vol. 56, no. 2, 2006.

Gámez, Mario. “Gas Natural Europeo, Café y Acero Entre Los Commodities Más Presionados En 2021.” *EL CEO*, 2022, <https://tinyurl.com/y5pohh8u>.

Guillermo García Cáceres, Rafael, and Érika Sofía Olaya Escobar. Bogotá (Colombia). no. 31, 2006.

Instituto de Estudios Cajasol. “¿Qué Son Los Commodities? Características y Clasificación.” Instituto de Estudios Cajasol, 2021, <https://tinyurl.com/y5p7grrj>.

OIC. Los Precios Del Café Se Estabilizan Por Encima de Los 200 Centavos de Dólar Estadounidense Por Libra. 2022.

Pérez-Jiménez, Jara. “Metodología Para La Evaluación de Ingredientes Funcionales Antioxidantes”. Efecto de Fibra Antioxidante de Uva En Status Antioxidante y Parámetros de Riesgo Cardiovascular En Humanos. 2011, p. 272,

https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/1671/6494_perez_jimenez_jara.pdf?sequence=1.

Portilla, Emiliano Pérez. “Determinación de Las Subdenominaciones de Origen Del Café Veracruz (Estudio Preliminar).” *Revista de Geografía Agrícola*, vol. 35, no. 01 273, 2005, pp. 23–56, www.redalyc.org/pdf/757/75703502.pdf.

Rivera Rojo, Celso Rodrigo, *et al.* “COSTOS DE TRANSACCIÓN, INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES AGRÍCOLAS. UN ANÁLISIS PARA EL MERCADO DEL CAFÉ DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO, 2020” Universidad Autónoma Del Estado De México Facultad de Contaduría y Administración TESIS Comité Tutorial. Universidad Autónoma Del Estado De México, 2021.

SIAP. “No Title.” *Anuario Estadístico de La Producción Agrícola*, 2019, www.siap.gob.mx.

SIAP, and Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. *Escenario Mensual de Productos Agroalimentarios*. 2021, pp. 1–2.

Supracafé. “Café de Calidad: 5 Retos y 5 Apuestas de SUPRACAFÉ En Su Producción.” SUPRACAFÉ, 2022, <https://tinyurl.com/y4zfjo2c>.

Vega, Aracelly, *et al.* “Determinación Del Contenido de Polifenoles Totales, Flavonoides y Actividad Antioxidante de 34 Cafés Comerciales de Panamá.” *Informacion Tecnologica*, vol. 28, no. 4, 2017, pp. 29–38, <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000400005>.

Wilmer Miguel, Reyes Henriquez. *Evaluación Física y Calidad de Taza de Dos Variedades de Café En Dos Condiciones de Almacenamiento*. 2018.

Xochiaca, San Juan. “Diccionario de Lenguas Indígenas.” San Juan Xochiaca, 2022, <https://tinyurl.com/y386njs7>.

Yepes Lugo, Cristian A. “Aportes Teórico-Conceptuales Acerca Del Cambio Organizacional de La Industria Cafetera Colombiana.” Suma de Negocios, vol. 8, no. 17, Jan. 2017, pp. 19–30, <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.09.001>.

VI.28.2. Diagnóstico del sistema de producción del cultivo de café

A continuación, se presenta el envío de un artículo que lleva por nombre “DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ EN EL ANTIPLANO CENTRAL MEXICANO”, el cual se envió a la Revista Fitotecnia Mexicana. En este se realizó un diagnóstico de tipo participativo con propuestas para la resolución de problemas encontrado. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar al sistema de producción del cultivo de café que se produce en el Estado de México con la finalidad identificar puntos críticos y proponer alternativas de mejora para aumentar la productividad y calidad del grano con un enfoque sustentable.



Figura 8. Carta de recepción de artículo científico

**DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ EN EL
ANTIPLANO CENTRAL MEXICANO**

Sistema de Producción del Cefé - Diagnóstico

**DIAGNOSIS OF THE COFFEE CULTIVATION PRODUCTION SYSTEM IN THE
CENTRAL MEXICAN ANTIPLANO**

**Martha D. Hurtado-Nader, José F. Dávila-Ramírez*, María D. Mariezcurrena-Berasain,
José F. Gutiérrez-Rodríguez, Alejandra Barrera-Rojas**

¹Universidad Autónoma del Estado de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Toluca, Estado de México, México.

**Autor para correspondencia (jframirezd@uaemex.mx)*

RESUMEN

El Estado de México ha ganado reconocimiento en el café de especialidad gracias a los lugares obtenidos en el concurso nacional “Taza de Excelencia” cada año consecutivo desde 2018 hasta este 2022. Sin embargo, no se han realizado trabajos científicos que caractericen o describan la manera en la que se desarrolla este cultivo en la zona, por lo que el objetivo del presente trabajo fue caracterizar al sistema de producción del cultivo de café que se produce en el Altiplano Central Mexicano, con la finalidad identificar puntos críticos y proponer alternativas de mejora para aumentar la productividad y calidad del grano con un enfoque sustentable. Se realizó un diagnóstico de tipo participativo con propuestas para la resolución de problemas encontrados, el tamaño de muestra se determinó por el método de muestreo de selección intencionada, siendo un total de 45 productores entrevistados en los tres municipios de mayor producción del estado: Amatepec, Sultepec y Temascaltepec. La altura a la que se encuentran las parcelas muestreadas van de 1100 m s. n. m. a 2300 m s. n. m. , por lo que todo el café que se produce en la zona de estudio es “café de altura”. Además, se encontró que el sistema de cultivo que predomina es el policultivo tradicional con un 93.33% de las parcelas y no se encontraron cafetales a sol directo, por lo que se tiene potencial para producir café de alta calidad, sin embargo, existe área de oportunidad muy amplia en cuanto a la mejora de prácticas agrícolas, pues se encontró que el 40% de los productores no realizan podas y solo el 36.56% de los productores cuentan con plántulas en edad óptima de producción.

Palabras clave: *Coffea arabica* L., calidad, Estado de México, prácticas agrícolas, rendimiento, sistema de producción

SUMMARY

The State of Mexico has won recognition in "specialty coffee" each consecutive year from 2018 to 2022 thanks to the places obtained in the national "Cup of Excellence" contest. However, there are no previous scientific works that characterize or describe the way in which the crops have been developed in the area, so the objective of this paper is to outline the production system of coffee cultivation in the State of Mexico, to identify critical points and propose improvement alternatives to increase the productivity and quality of the coffee bean with a sustainable approach.

A participatory diagnosis was carried out with proposals for the resolution of problems found, the sample size was determined by the intentional selection sampling method, with a total of 45 producers interviewed in the three municipalities with the highest production in the state: Amatepec, Sultepec and Temascaltepec. The altitude at which the sampled plots were study range from 1100 m a. s. l (above sea level) to 2300 m a. s. l., besides, the study found that the predominant cultivation system is traditional polyculture with 93.33% of the plots and no coffee plantations were found in direct sunlight, so there is potential to produce high quality coffee. However, there is an area of opportunity in improving agricultural practices, in as much as it was found that 40% of the producers do not perform pruning and only 36.56% of the producers have seedlings at optimum production age.

Index words: Agricultural practices, *Coffea arabica* L., production system, quality, State of Mexico, yield

INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos agrícolas con mayor relevancia a nivel mundial, existen en el mercado cafés convencionales cuyo precio fluctúa según la oferta y la demanda y cafés diferenciados, es decir, cafés con valor agregado debido a los rigurosos cuidados en sus

prácticas de producción (OIC, 2022). La importancia de preservar por tanto la calidad del grano radica en la alternativa económica que representan los cafés diferenciados frente a la baja de precios del café convencional a nivel mundial (Yepes, 2017). México es un productor importante de café a nivel mundial, se exportaron 84.561 toneladas de café verde en 2021, siendo: Chiapas, Veracruz y Oaxaca los estados con mayor superficie cultivada (SIAP, 2021). Sin embargo, aunque el Estado de México no figura en los primeros lugares de esa clasificación, en los últimos años el café mexiquense ha ganado reconocimiento en el café de especialidad gracias a los lugares obtenidos en el concurso nacional “Taza de Excelencia” cada año consecutivo desde 2018 hasta este 2022. Federico Barrueta, productor del municipio de Temascaltepec y pionero del café de especialidad en el Estado de México, ganó segundo lugar en el año 2018 con un puntaje de 90.47, en una escala de 100 puntos, cuarto lugar en 2019 con una calificación de 90.13, y cuarto lugar en 2021 con un puntaje de 90.13. Clímaco Cruz, del municipio de Almoloya de Alquisiras obtuvo el tercer lugar en 2021 con 90.19 puntos y Marcelino Barrueta del municipio de Temascaltepec figuró en el catorceavo lugar en 2022 con un puntaje de 88.63 (Cup of Excellence, 2022).

El café mexiquense ha destacado como café de calidad extraordinaria y excelente según la Escala de Calidad de la SCAA (*Specialty Coffee Association of America*), esta alta calidad se sugiere, se debe a las condiciones agroclimáticas de la zona y los conocimientos tradicionales del manejo del cultivo que se transfieren de generación a generación. Cabe mencionar que el país tuvo un declive considerable desde el año 2012 hasta el 2017 llegando a precios mínimos históricos del grano aromático, por un lado en México se vio afectado el cultivo debido a efectos del cambio climático, mientras que en Brasil y Colombia incrementaron el nivel de competitividad (Rivera *et al.*, 2022). Aunado a lo anterior, la

caficultura en el Estado de México fue descuidada, pero en la actualidad se ha ido retomando. Sin embargo, pese a la relevancia que ha adquirido el cultivo, no se han realizado trabajos científicos que caractericen o describan la manera en la que se desarrolla este cultivo en la zona. Si bien es cierto que el café ha sido ampliamente estudiado al rededor del mundo, cabe destacar que el contexto sociocultural, condiciones ambientales y prácticas agronómicas confieren características únicas a cada región. Derivado de lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar al sistema de producción del café que se produce en el Estado de México con la finalidad identificar puntos críticos y proponer alternativas de mejora continua para aumentar la productividad y calidad del grano con un enfoque sustentable, aprovechando los recursos naturales y beneficiando al productor al tiempo que procura el cuidado al medio ambiente.

El café mexiquense ha llamado la atención de catadores, tostadores, compradores y otros involucrados en la cadena productiva, pues pese a los bajos volúmenes de producción, se ha comprobado tener una calidad del grano aromático exquisita. Puerta *et al.*, (2016) afirman en su estudio sobre la calidad del café, que a mayores altitudes el contenido de cafeína, ácidos clorogénicos, lípidos y sacarosa aumentan mientras que los contenidos de trigonelina se reducen, lo que contribuye a la obtención de atributos sensoriales favorables en taza, por lo que podría ser la altura del Estado de México una variable responsable de la calidad del café que se produce en la zona. Por otra parte Guerrero *et al.*, (2020) hacen una compilación de estudios sobre el impacto del cambio climático sobre el café, en los que se pronostica que para el año 2050, en Mesoamérica, la temperatura media y máxima, aumentarán 2°C y la precipitación anual disminuirá ligeramente, por lo que los climas óptimos para el cultivo de café se moverán a mayores rangos altitudinales, que para el caso de café arábigo serán de

aproximadamente de 1,500 a 2,500 m s. n. m., lo que repercutirá negativamente en plantaciones de altitudes más bajas. Se calcula, por ejemplo, que Veracruz perderá de un 7 a un 10% de la producción de café arábigo para el año 2050, por lo contrario, las zonas de cultivo más altas tendrán un escenario favorable para el desarrollo cafetalero, tal es el caso del Estado de México, en dónde actualmente existen plantaciones de café hasta a 2,300 m s. n. m

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente documento corresponde a una investigación de acción participativa, en la que se persiguen estrategias de consolidación que involucran a un determinado grupo de personas, con la finalidad de identificar problemas, oportunidades y soluciones que mejoren su realidad (Zapata & Rondán, 2016). Se obtiene como resultado un diagnóstico de tipo participativo con un enfoque estratégico y propuestas de alternativas para la resolución de problemas encontrados (Ramírez & Camacho, 2019). En el Cuadro 1, se observa la producción anual de café en cereza de cada municipio del Estado de México, pero dado que el 82.51% de la producción total se concentra en los tres primeros municipios; Amatepec, Sultepec y Temascaltepec, éstos se seleccionaron como área de estudio.

Cuadro 1.. Producción anual de café cereza en el Estado de México

Municipio	Café cereza (t)
Amatepec	366.52
Sultepec	63.50
Temascaltepec	45.35
Malinalco	29.09

Ocuilan	28.70
Tlatlaya	20.80
San Simón de Guerrero	12.32
Tejupilco	9.82
Total	576.1

(SIAP, 2021)

El tamaño de muestra se determinó por el método de muestreo de selección intencionada, que se usa cuando se realiza una primera prospección de la población (Hernández, 2021). Se contemplaron 15 productores por municipio ya que fue la cantidad máxima de unidades de análisis que se lograron prospectar en la temporada de cosecha siendo el tamaño de muestra total de 45 productores. A continuación, en la Figura 1 se muestra un mapa de la geolocalización de municipios y localidades muestreados. Para la obtención de coordenadas y altitudes se utilizó un DGPS modelo SPS 351, Trimble.

La metodología de este estudio integró cuatro etapas: 1. Revisión bibliográfica del área de estudio, 2. Recolección de información a través de encuestas e inspección de fincas, 3. Transcripción y análisis de datos, 4. Discusión de resultados y elaboración de un diagnóstico. Con la finalidad de orientar la investigación fue imprescindible recopilar información previa de la zona de estudio sobre condiciones ambientales, económicas y sociales, así como de la industria del café tanto a nivel nacional como internacional. Para la recolección de información cualitativa y cuantitativa se utilizó la técnica de encuesta aplicada mediante un cuestionario administrado como herramienta; conformado por 30 preguntas que incluyen los siguientes apartados: caracterización de la zona, producción, nutrición del cultivo, manejo de la estructura productiva, sanidad vegetal y condiciones ambientales del cultivo (Tomas,

2018). El cuestionario fue validado mediante la técnica de juicio de 5 expertos, así mismo se realizaron encuestas piloto las cuáles a su vez pasaron por varias revisiones y correcciones. La selección de las unidades de análisis se hizo mediante la técnica de bola de nieve, en la que cada individuo después de ser entrevistado nos dirigía con otro productor. Posteriormente a la entrevista se procedió a conocer la parcela de cada caficultor, con la finalidad de verificar la certeza de los datos proporcionados. Se procedió a la transcripción y organización de la información mediante la identificación de variables respuesta, finalmente se realizaron tablas y gráficas de estadística clásica y se discutió la información mediante una basta revisión bibliográfica (Zapata & Rondán, 2016). Las entrevistas se llevaron a cabo en el ciclo agrícola 2021, durante la temporada de cosecha del café, en el mes de febrero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la zona

La altura sobre nivel del mar a la cual se desarrolla el cultivo de café influye significativamente en la calidad del café en taza, esto en razón de que a temperaturas más bajas, el proceso de maduración del fruto es más lento, obteniendo como resultado granos más densos y con menos defectos (Márquez *et al.*, 2020). Por tanto una característica que hace especial a la caficultura del Estado de México es la altitud, se considera a un café como café "de altura" a partir de 1,100 m s. n. m., a 1,800 m s. n. m. se trata de un café "de mucha altura" pero arriba de 2000 m s. n. m. se considera "de altura extrema", según el *World Coffee Research* (WCR, 2019). Como se observa en el Cuadro 2. la altura mínima de las parcelas muestreadas fue de 1100 m s. n. m. y la máxima de 2230 m s. n. m., por lo que todo el café que se produce en la zona de estudio es "de altura", "de mucha altura" y "de altura extrema".

Cuadro 2. Alturas de las fincas muestreadas por municipio

Municipio	Promedio (m s. n. m.)	Máxima (m s. n. m.)	Mínima (m s. n. m.)
Amatepec	1686.47	1800	1446
Sultepec	1644.53	2230	1100
Temascaltepec	2032.33	2125	1800
Todos	1788.11	2230	1100

La acumulación de biomasa del café depende directamente de la cantidad de energía y agua recibida, absorbida y distribuida por la planta, por tanto, los factores climáticos como la radiación solar, la altitud, longitud y temperaturas desempeñan un papel importante.

Cuadro 3: Condiciones agroclimáticas de los municipios

Factores	Amatepec	Sultepec	Temascaltepec
Altura (m s. n. m.)	1,540	1,800	1,800
Humedad Relativa (%)	60	62	56
Temp. máx. y mín. (°C)	3-30	3-26	5-27
Temp. media anual (°C)	20	21	20
Precipitación anual (mm)	1,200	2,100	1,800
Latitud	18.622°	18,859°	19.004°
Longitud	-100.185°	-99.966°	-100.049°

Clima	Cálido	Cálido	Templado
Suelos	Regosoles francos	Regosoles franco-arenosos	Vertisoles

(CONAGUA, 2022; Spark Weather, 2022)

El café (*Coffea arabica L.*) es originario de Etiopía, se trata de una planta umbrófila que crece naturalmente bajo la sombra de selvas y bosques. Se encontró en este estudio que, en el Altiplano Central Mexicano, el sistema de cultivo que predomina es el policultivo tradicional con un 93.33% de las parcelas, cuya composición agrupa árboles nativos o de vegetación natural e introducidos también, ya sean forestales o frutales, este sistema funciona como estrategia comercial secundaria y/o de autoconsumo. El 4.44% tienen un sistema natural o de montaña, en la cual no hay especies introducidas como sombra del café. El 2.22% restante de los encuestados practica el sistema especializado que implica en su mayoría árboles insertados y de propósito comercial, generalmente a una altura de 5 m. Por último, no se encontraron cafetales en sistema de policultivo comercial, en donde se tiene el propósito de no depender económicamente de un sólo cultivo y así distribuir el ingreso todo el año, incrementando no solo la productividad del terreno sino también de la mano de obra (Deschamps *et al.*, 2008). En el Estado de México la forma de producción no es intensiva, tan sólo un productor de 45 cuenta con sistema de riego por goteo y no se encontraron parcelas en las que se cultive a sol directo, lo que favorece la preservación de la biodiversidad y al equilibrio ambiental. Siendo un área de oportunidad para los productores la obtención de certificaciones como; *Rainforest Alliance, Fair Trade, USDA Organic, Bird Friendly Coffee,*

entre otras (Legiscomex, 2022). Estas son importantes ya que brindan la oportunidad de llegar a más mercados, tanto nacionales como internacionales, generan confianza y credibilidad al consumidor y aumenta el valor de la producción (SADER, 2018).

La temporada de cosecha en el municipio de Sultepec comienza en noviembre y termina en enero, en Amatepec de enero a marzo y en Temascaltepec de febrero a mayo. En los dos primeros municipios la temporada de cosecha tiene una duración de 3 meses, pero en Temascaltepec es de 4 meses debido a que las parcelas están a una mayor altura sobre nivel del mar y por lo tanto las temperaturas son más bajas. Generalmente la temporada de cosecha del café dura de 2 a 3 meses, cuando los frutos llegan a su madurez óptima pero esto varía en función del clima o microclima del cafetal, determinado principalmente por: la altitud sobre nivel del mar, latitud geográfica, temperatura, precipitación anual, intensidad lumínica y humedad relativa (Gil, 2019).

Producción

El rendimiento por planta es un parámetro de producción, nos indica cuántos kilos se cosechan de café en cereza por planta. En la región, el rendimiento va de 1.5 kg a 4 kg, según las prácticas agrícolas implementadas. El tamaño promedio de las parcelas es de 1.84 ha, con extensiones que van desde 100 m² hasta 14 ha y el promedio de densidad de plantas por hectárea es bajo, siendo de 1,835.62, sobre todo considerando que para las variedades que más encontramos en la zona; Típica y Caturra, se tiene un potencial de plantas por hectárea que puede ir de 3, 000 a 4, 000 y de 5, 000 a 6,000 respectivamente (Espinosa *et al.*, 2016; WCR, 2019). Pero si se pretende obtener una alta productividad, se recomienda al productor tener en cuenta los siguientes aspectos técnicos: un buen material de propagación, establecer

en un adecuado trazado y marcado del terreno según la pendiente que se tenga, una alta densidad de plantas por hectárea, buena nutrición del cafeto y un adecuado esquema de podas y control de malezas (Suárez *et al.*, 2015).

Las variedades de café cultivadas en la zona de estudio son predominantemente Typica y Caturra pero también encontramos Bourbon, Colombia, Oro Azteca, Sarchimor, Marsellesa, Pacamara, Catimor, Costa Rica y Geisha. De acuerdo con el World Coffee Research, (2019) las variedades; Bourbon, Geicha, Pacamara y Typica son óptimas para la altura de la zona y dan una buena calidad en taza, pero una baja producción, sin embargo, la Caturra, aunque también es apta a la altitud de la región, en contraparte ofrece mayores rendimientos y menor calidad en taza. Algunas alternativas recomendadas para tales alturas y que ofrezcan tanto calidad como potencial de rendimiento podría ser Mundo Novo, Nayarita, Evaluna y Casiopeca, sin embargo, de estas variedades mencionadas la única que se encuentra actualmente en dominio público es Mundo Novo. El 71% de los productores no tiene lotificadas las variedades en sus parcelas, más no llevar a cabo un registro y administración de los cafetales dificulta la planeación del manejo agronómico e incluso la preservación de la calidad (Deschamps *et al.*, 2008). Las parcelas que fueron objeto de estudio se encuentran actualmente en producción, de éstas se sólo el 29% de los productores tienen lotificadas sus parcelas por variedad, además se encontró que no se tiene una planeación sistematizada en la siembra de las plantas de café, lo que dificulta e el buen manejo agronómico de los cafetales así como la planeación de podas, control fitosanitario e incluso la uniformidad de la cosecha (López *et al.*, 2016).

Por otro lado, la geomorfología de la parcela es un aspecto importante por tomar en cuenta con la finalidad de evitar deslaves de suelo. El 80 % de las parcelas son laderas y el 20%

restantes son planicies, por lo que se recomienda realizar prácticas de conservación más comunes como lo son: construcción de barreras muertas o vivas, siembra al contorno, terraza individual, acequias, coberturas vegetales y zanjas de infiltración (IICA, 2019).

Nutrición del cultivo

Para potencializar la productividad y calidad de grano en taza, se requiere una correcto plan de fertilización que contemple la fase fisiológica del cultivo y su tipo de suelo, en un estudio publicado por Márquez *et al.*, (2020) se demostró que la nutrición influye directamente en el tamaño y la cantidad de los granos cosechados, pues cada elemento aporta ciertas características al grano que repercuten en cualidades o defectos organolépticos en taza.

En este cultivo, 16 elementos son indispensables para un óptimo crecimiento, tres de ellos (carbono, hidrógeno y oxígeno) son absorbidos por las plantas a través del agua y del aire, los 13 elementos restantes los obtienen del suelo. Los macronutrientes que incluyen: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; y los micronutrientes integrados de: boro, cobre, hierro, manganeso, zinc, cloro y molibdeno. La fertilización puede realizarse de manera orgánica o química, esta dependerá del enfoque de producción que se tenga, para una fertilización química es recomendable realizar un análisis de suelo, de este modo se pueden elaborar fórmulas específicas de fertilización para darle vigor a la planta y elevar el rendimiento por hectárea (IICA, 2019). Por otro lado, los abonos orgánicos además de preservar el medio ambiente mejoran las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo, dentro de éstos están: el bocashi, la composta, la lombricomposta, el uso de residuos orgánicos o abonos verdes. En la zona de estudio se identificó que sólo el 4% de los productores hacen fertilizaciones químicas, el 25% de ellos no realizan fertilización alguna y el 71% aplican fertilizaciones orgánicas, por lo que certificaciones como “café orgánico”

y “café sustentable” podrían representar un área de oportunidad para generar valor agregado al producto y ventajas competitivas en mercados Nacionales e Internacional (Mariscal *et al.*, 2019). Actualmente en México las agencias que realizan estas certificaciones son: OCIA, QAI, CERTIMEX, *Oregon Tilth Certified*, *Naturland*, *Demeter Bund*, EKO, *Demeter Association*, CUCEPRO e IMO *Control* (Campos *et al.*, 2021).

Manejo de la estructura productiva

Las podas tienen la finalidad de regular el crecimiento del cafeto, eliminando tejidos agotados y poco productivos. Al inducir el crecimiento de nuevos tejidos, crecen nudos de los que se obtendrán frutos, por lo tanto, aumenta la producción y disminuye el efecto de alternancia. Un buen manejo del tejido puede incrementar la producción de 1 kg hasta más de 2.5 kg de cereza por planta, de ahí la importancia de realizar un buen manejo de la estructura productiva, así mismo, al eliminar ciertas partes improductivas del cafeto, aumenta la entrada de luz, lo que disminuye el ambiente propicio de plagas y enfermedades, así mismo se pueden quitar partes ya dañadas por problemas fitosanitarios y reducir de esta manera su propagación, además se facilitan ciertas labores de manejo agronómico y cosecha al permitir el paso del cafeticultores, inclusive algunos estudios han demostrado que un buen manejo del tejido de la planta también favorece a la calidad sensorial del café en la bebida (IICA, 2020).

La ausencia de podas es una de las problemáticas más severas que se reflejaron en la cafecultura que se practica actualmente en el Estado de México, pues el 40% de los encuestados dijo no haber realizado nunca podas en sus cafetos (todos estando en etapa productiva), el 22% dijo realizar esta práctica repentinamente, cuando lo creen necesario y solamente el 38% dijo realizar esta práctica una vez al año. Por otro lado, solamente el 36.56% de los productores cuentan con plántulas en edad óptima de producción, que

dependiendo de la variedad puede llegar hasta los 10 años, el 44.44% dijo tener plantas entre 11 a 30 años y el 20% dijo tener cafetos arriba de los 30 años. En su mayoría se trata de parcelas viejas y poco productivas, lo que significa bajos rendimientos al productor (Farfán, 2019).

Las podas se pueden clasificar en tres tipos: las podas de formación, las sanitarias o de mantenimiento y las de rejuvenecimiento. Las de formación, son aquellas que consisten en definir la apariencia y estructura del arbusto con la finalidad de que sea funcional, dentro de éstas podemos encontrar, por ejemplo, la poda alta o descope, deshije o el agobio o poda Guatemala, candelabro o poda Costa Rica. Las podas sanitarias o de mantenimiento son aquellas que consisten en eliminar el tejido viejo y ramas enfermas e improductivas, esta debe realizarse cada año de manera sistemática, dentro de éstas tenemos la poda selectiva y poda de bandolas. Las podas de rejuvenecimiento son aquellas en las que se elimina la parte aérea de la planta para estimular nuevo follaje, esta se hace después de 10 años de cosecha, esta práctica se puede realizar de 3 a 5 veces, después de esto se tiene que renovar la plantación, dentro de estas podas están la poda baja o recepa y la poda rock and roll o descope leñoso. Cabe mencionar que el mejor momento para realizar los tres tipos de poda, es al finalizar la cosecha (IICA, 2019; IICA, 2020). En la zona de estudio se encontró que el 33.33% de los productores realizan podas de formación, el 28.89% practican podas sanitarias o de mantenimiento y el 46.67% de los productores realizan podas de rejuvenecimiento. En realidad, para obtener todos los beneficios antes mencionados de un correcto manejo del tejido productivo de la planta, el productor debería poner en práctica los tres tipos de podas e incluso llevar a cabo un plan sistematizado de podas en el que se contemplen todos los

cafetos de la parcela, su antigüedad, la proyección a futuro de su manejo e incluso costos económicos.

Sanidad vegetal

En la zona de estudio los productores dijeron tener problemas con las siguientes plagas y enfermedades a continuación: roya, antracnosis, ojo de gallo, minador de hojas, gallina ciega, escamilla y cuscuta. Lo cual concuerda con lo reportado por el programa de vigilancia del (SENASICA, 2022). El 33.33% de los productores encuestados dijeron hacer uso de control químico de plagas y enfermedades, el 40% control agroecológico y el 26.67% no realiza control alguno, en Amatepec el más usado es el químico, en Temascaltepec el agroecológico y en Sultepec la mayoría no las controla. En cuanto al control de maleza, ningún encuestado dijo usar productos químicos, el 13.33% no realiza manejo de arvenses y el 86.67% de los productores practican el control cultural. Se ha reportado el uso de plantas aromáticas y leguminosas con potencial benéfico para el cultivo de café, por lo que la implementación arvense benéficas podría representar una alternativa viable como método de control biológico para combatir malezas y favorecer a la nutrición del suelo mediante relaciones simbióticas entre cultivos. Otras alternativas al uso de arvenses nobles pueden ser algunas leguminosas como el frijol de la india (*Cajanus cajan*), crotalaria (*Crotalaria spp.*), frijol guagua (*Tephrosia spp.*) o Euforbiáceas como la higuera (*Ricinus communis*) (Deschamps *et al.*, 2008).

Condiciones ambientales del cultivo

El café como cultivo agroforestal favorece a la preservación de la biodiversidad de flora y fauna, a la captura de carbono, a la conservación de mantos acuíferos, y a la protección de suelos, en contraste, los sistemas de cultivo a pleno sol con la elevada radiación generan

desequilibrio ecológico debido a la tala de árboles para el establecimiento de las plantaciones. Países como Brasil, Costa Rica y Colombia cuya forma de producción es a sol directo han generado preocupación por el negativo impacto ambiental y pérdida de biodiversidad. Por lo contrario, en México el sistema de producción más común es el sistema bajo sombra, este favorece la preservación de especies nativas y conservación ambiental (Martínez, 2019). Además, se ha demostrado que la sombra otorga al cafetal mayor tolerancia a adversidades climáticas como heladas y sequías, pues regula las condiciones ambientales por la formación de microclimas, reduciendo altas temperaturas durante el día y reteniendo el calor ante la baja de temperatura durante la noche, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo pues la cobertura de materia orgánica conserva la humedad, sirve como protección a problemas fitosanitarios y favorece a la una maduración uniforme del fruto (Valente *et al.*, 2022). Así mismo, se ha demostrado en diversos estudios que el café bajo sombra beneficia a la calidad de la bebida en taza, pues el proceso de maduración de la cereza es prolongado, lo que favorece al llenado del fruto, y a que el grano gane peso (Muñoz *et al.*, 2021). Canal & Andrade (2019) sugieren no promover el monocultivo de café sino el cultivo de este con asociación de árboles como estrategia para capturar el carbono de la atmósfera y mitigar el efecto invernadero, además de favorecer a la adaptación de la planta al cambio climático.

En el Estado de México el 91.11% de los cafetales cuentan con una sombra de entre el 40% y 60% por ciento, tan sólo el 8.9% restante están a media sombra, menor al 30% y no se encontraron cultivos a pleno sol. A lo anterior, las certificaciones: “café bajo sombra” y “café amigable con las aves” podrían ser una buena alternativa para los productores mexiquenses, ya que el mercado exige cada vez más, productos provenientes de la sustentabilidad, y de mayor calidad. Algunas agencias certificadoras son: Mayacert Certifier,

Centro de Aves Migratorias del Smithson y Rainforest Alliance (Mayacert Certifier, 2022; Global, 2022; Rainforest Alliance, 2016). Por otro lado, el 5.56% de los productores identificó como problema a factores climáticos, las lluvias tempranas que provocan el adelanto de la floración, la cual pocas veces se mantiene debido a que no están en temporal, así mismo el 28.89% mencionó enfrentarse a la escasez de agua en época de estiaje, por lo que puede recomendar la implementación de riego de auxilio, cuando empieza a haber defoliación en las plantas un estrés hídrico.

CONCLUSIONES

Este estudio permitió conocer a fondo las características de la cafecultura que se practica en el Estado de México, lo cual resulta imprescindible para proponer alternativas de mejora puesto que se ha convertido en una actividad económica importante. No obstante, ahora se sabe que no todo el café que se produce en el estado cuenta con procesos de producción exhaustivos debido al desconocimiento técnico en cuanto al manejo del cultivo, por lo que tomando en consideración el presente documento se pueden tomar de decisiones sobre las fortalezas y debilidades para aumentar la productividad y calidad del grano aromático. La cafecultura mexiquense tiene potencial para por un lado producir café de excelente calidad y por otro de ser un café diferenciado de valor, ya que en la zona existe un desarrollo sustentable de este cultivo, pudiendo adquirir fácilmente certificaciones como: orgánico, de comercio justo, sustentable, de sombra o de origen, trayendo no sólo beneficios económicos, sino también sociales y ambientales.

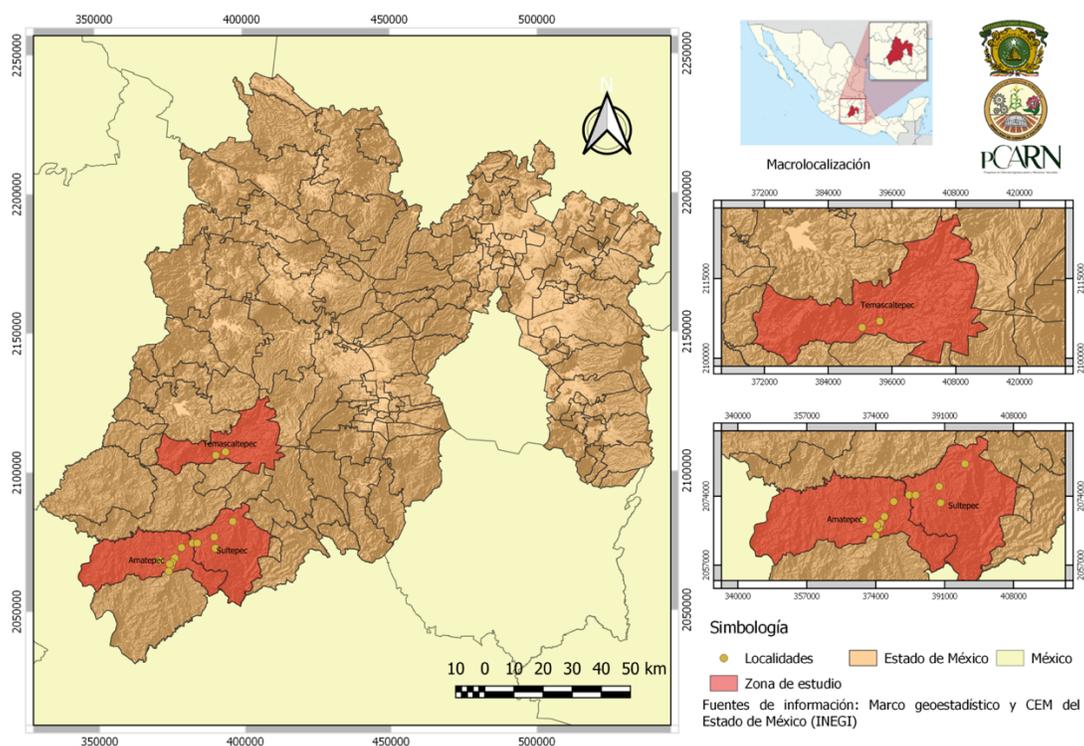


Figura 1. Mapa de geolocalización de las comunidades muestreadas, elaborado por Maricela Mora Escamilla y Martha Denisse hurtado Nader en el software QGIS.

BIBLIOGRAFÍA

Campos Trigos J. A., N. L. Murga Valderrama, P. A. Rituay Trujillo, y L. M. García

Rosero (2021) Sostenibilidad Del Café: Revisión Sistemática de La Literatura. *Revista Venezolana de Gerencia* 26:943–61, doi: 10.52080/rvgluz.27.95.30

Canal D., D. Skarly, J. Hernan, y C. Andrade (2019) Sinergias Mitigación - Adaptación al Cambio Climático En Sistemas de Producción de Café (*Coffea Arabica*), de Tolima, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 67:36–46.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2022) Pronóstico Regional Para El Valle de México y La Megalópolis. Gobierno de México. Ciudad de México.

<https://smn.conagua.gob.mx/es/> (Junio 2022).

Cup of Excellence (2022) México 2021. Alliance for Coffee Excellence. Oregon, USA.

<https://cupofexcellence.org/mexico-2021/> (Junio 2022).

Deschamps Solórzano L., R. Wilde Gallardo y J. D. Robledo Martínez (2008) Buenas

Prácticas Agrícolas para el Cultivo del Café: *In*: Serie Cafeticultura Manual del Técnico Cafetalero. COFUPRO (eds.). SAGARPA & INCA Rural. Ciudad de México, México: pp. 1–80.

Espinosa García J. A., J. Uresti Gil, A. Vélez Iquierdo, G. Moctezuma López y D. Uresti

Durán (2016) Productividad y Rentabilidad Potencial Del Café (*Coffea Arabica* L .) En El Trópico Mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7:2011–24.

Farfán Valencia F., y P. M. Sánchez Arciniegas (2016) Densidad de siembra del café variedad

castillo® en sistemas agroforestales, en el departamento de Santander-Colombia. *Cenicafé* 67:55–62.

Gil Mora J. E. (2019) Indicadores Bióticos Del Cambio Climático : Casos Granadilla y Café.

Yachay 8(8):522–29.

Global Smithsonian (2022) Conservación de Aves Migratorias. Centro de Aves Migratorias

Del Smithsonian (SMBC). Washington, USA. <https://es.global.si.edu/projects/conserving-migratory-birds-smithsonian-migratory-bird-center-smbc> (Junio 2022).

Guerrero Carrera, J. J., L. Jaramillo Villanueva, J. Mora Rivera, Á. Bustamante

Gonzales, S. Vargas López, and N. Chulim Estrella (2020) “Review [Revisión]

Impacto del cambio climático sobre la producción. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 23:2–19.

Hernández O. (2021) An Approach to the Different Types of Nonprobabilistic Sampling. *Revista Cubana de Medicina General Integral* 37(3):6–8.

IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2020) Guía Práctica de Caficultura. CSC. San Salvador, El Salvador. 1-78 p.

IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2019) Manual de Producción Sostenible de Café. IICA. Santo Domingo, República Dominicana 1-105 p.

Legiscomex (2022) Café Amigo de Las Aves, Un Ejemplo de Sabor y Conservación. Portafolio Verde. https://www.legiscomex.com/Documentos/colab_portafolio_cafeamigo (Junio 2020).

López García F. J., E. Escamilla Prado, A. Zamarripa Colmenero y G. Cruz Castillo (2016) Producción y calidad en variedades de café (*Coffea Arabica* L .) en Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana* 39:297–304.

Mariscal E. I., S. Marcelleño Flores, y O. Nájera González (2019) Análisis de La Cadena Productiva Del Café En El Estado de Nayarit, México. *Revista FACCEA* 9:100–112, doi: 10.47874/faccea.v9n2a3

Márquez F., P. Quispe, N. Molleapaza, S. Cabrera y J. Peña (2020) Scientia Agropecuaria Relación Entre Las Características Del Suelo y Altitud Con La Calidad Sensorial de Café Cultivado Bajo Sistemas Agroforestales En Cusco , Perú . *Scientia Agropecuaria* 11:529–36, doi: 10.17268/sci.agropecu.2020.04.08

- Martínez Gamba R. (2018)** Mirmecofauna Asociada a Cafetales Bajo Sombra En Quipile , Cundinamarca Colombia. *Acta Agronómica* 4:461–770, doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v67n4.71881>
- Mayacert Certifier (2022)** Sellos y Servicios. USDA Organic. Ciudad de México, México. <https://www.mayacert.com/> (Junio 2022).
- Muñoz Belalcazar J. A., C. A. Benavides Cardona, T. C. Lagos Burbano, and C. P. Criollo Velázquez (2021)** Agronomic Management on the Yield and Quality of Coffee (*Coffea Arabica*) Castillo Variety in Nariño, Colombia.” *Agronomy Mesoamerican* 32:750–63, doi: 10.15517/AM.V32I3.44403
- OIC, Organización Internacional del Café (2022)** Los Precios Del Café Se Estabilizan Por Encima de Los 200 Centavos de Dólar Estadounidense Por Libra. International Coffee Agreement. London, United Kingdom. <https://www.ico.org/documents/cy2021-22/cmr-0122-c.pdf> (Junio 2022).
- Puerta Quintero G. I., F. O. González Rizo, A. Piedrahita Correa, I. E. Lizcano Álvarez, A. J. Ardila Calderón, O. S. Ospina Girón, ... y D. Fabián Montoya (2016)** Diagnóstico de La Calidad Del Café Según Altitud, Suelos y Beneficio En Varias Regiones de Colombia. *Cenicafé* 67(2):15–51.
- Rainforest Alliance (2016)** Café Certificado Rainforest Alliance. Ciudad de México. México. <https://www.rainforest-alliance.org/insights/rainforest-alliance-certified-coffee/> (Junio 2022).
- Ramírez García A. G., and M. Camacho Bercherlt (2019)** Community Participation for the Sustainable Use of Natural Resources. *Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales* 21(1):86–113.

Rivera Rojo C. R., R. M. Nava Rogel and W. Ovando Aldana (2022) Instituciones y Costos de Información En El Mercado de Café Del Sur Del Estado de México. *Custos e*

Agronegocio 17:113–44, doi: <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2022v37n94/Rivera>

SADER, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2018) Certificar Tus Productos

Orgánicos Te Brinda Oportunidades de Llegar a Más Mercados y Aumentar El Valor de Tu Producción. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Agropecuario.

<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/si-a-la-certificacion-de-organicos> (Junio 2022).

SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (2022)

Parcelas En Monitoreo: Período (28 Junio, 2021 - 07 Julio, 2022). Programa de Vigilancia Epidemiológico Fitosanitario Del Cafeto.Ciudad de México, México.

<https://www.royacafe.lanref.org.mx> (Junio 2022)

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2021) Anuario Estadístico de

la Producción Agrícola. Servicio de Información Agraria y Pesquera. Ciudad de México, México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Junio 2022).

Spark Weather (2022) Lugares Del Estado de México. Cedar Lake Ventures, Inc. Minneapolis,

USA. <https://es.weatherspark.com/countries/MX/15> (Junio 2022).

Suárez Salazar J. C, E. Rodríguez Burgos y E. H. Duran Bautista (2015) Efecto de Las

Condiciones de Cultivo , Las Características Químicas Del Suelo y El Manejo de Grano En Los Atributos Sensoriales de Café (*Coffea Arabica* L .) En Taza. *Acta Agronómica*

64:342–48, doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n4.44641>

Tomas Torres, A., A. Delgado Alvarado, y S. Vargas López (2018) Sistema de Producción de

Café. *Agroproductividad* 11:157–63, doi: <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1262>

- Valente J., R. Bennett, C. Gómez, N. Bayly, R. Rice, P. Marra... y S. Sillett. (2022)** Land-Sparing and Land-Sharing Provide Complementary Benefits for Conserving Avian Biodiversity in Coffee-Growing Landscapes. *Biological Conservation* 270:1-9, doi: 10.1016/j.biocon.2022.109568
- WCR, World Coffee Research (2019)** *Las Variedades Del Café Arábica*. Oregón, USA. 1-75 p.
- Yepes Lugo C. A. (2017)** Aportes teórico-conceptuales acerca del cambio organizacional de la industria cafetera colombiana. *Suma de Negocios* 8:19–30, doi: 10.1016/j.sumneg.2016.09.001
- Zapata F., y V. Rondán. (2016)** La investigación - acción participativa. Instituto de Montaña. Lima, Perú. 1-58 p.

VI.29. Otros resultados y discusión

VI.29.1. Diagnóstico de las prácticas de beneficiado

Con la información recabada de las entrevistas aplicadas en campo, se procedió al análisis de datos mediante estadística descriptiva.

La aplicación de tecnologías y El objetivo de este trabajo es diagnosticar al sistema de producción de café beneficiado por la vía seca en tres municipios del Estado de México; Temascaltepec, Sultepec y Amatepec. Se realizaron inspecciones de campo en dónde se cuestionarios de 50 preguntas estructurados en 11 secciones con la técnica de encuesta seccional. Se usó el método de muestreo por conveniencia y la selección de productores muestreados a través de la técnica de bola de nieve, siendo el tamaño de muestra de 45 productores. Posteriormente acceso a maquinarias en cada municipio Se recomienda al caficultor mejorar sus prácticas agrícolas con la finalidad de obtener conjuntamente mayor

rendimiento y mejor calidad del grano. La cafecultura mexiquense tiene potencial para dirigir su producción a mercados de cafés diferenciados cuyo valor agregado radique tanto en la calidad del grano como en la sustentabilidad. Uno de los problemas más notorios en el manejo agrícola es el poco conocimiento técnico en tema de podas, planeación, beneficiado y en el caso del municipio de Sultepec, la falta de tecnologías básicas, contrariamente a Amatepec en dónde se tiene maquinaria, pero carece de conocimiento para aprovecharla.

VI.29.1.1. Cosecha

El café es una bebida compleja capaz de proporcionar más de 800 aromas distintos, su composición fisicoquímica es extremadamente compleja y depende de numerosas variables como: sus condiciones agroclimáticas, biológicas y físicas del cultivar, ubicación geográfica del cultivo, producción, procesamiento, tueste y preparación en taza. (Sunarharum *et al.*, 2014; Velázquez, 2019). La madurez del fruto al momento de ser cosechados tiene un papel crucial en taza. El defecto fermento se favorece por la recolección de granos sobre maduros; los períodos largos entre la cosecha y el despulpado ocasiona también el defecto fermento y también, por la falta de calibración de la máquina que puede originar la separación incompleta de la pulpa. El sabor astringente es ocasionado por granos inmaduros. Los granos negros y perforados por la broca ocasionan aroma y sabor acre en la bebida (Puerta, 1999). Para los consumidores, las cualidades sensoriales son el aspecto más importante de un buen café y gran parte del nicho de mercado a la que se destina este producto depende de su perfil aromático. El 26.67% de los productores dijeron realizar cuatro cortes del fruto, el 51.11% dijeron realizar tres cortes y el 22.22% dijo realizar dos. Así mismo De los productores encuestados, el 31.11% flota el café en cereza cosechado. El 73.33% de los productores realizan un último corte de desmanche para inducir una mejor floración, pero el 26.67% de los productores no lo hacen

VI.29.1.2. Beneficiado

El municipio de Amatepec cuenta con más de 300 productores que cultivan un total de 350 ha del aromático, donde se emplean a más de mil trabajadores en las labores de corte de la

cereza principalmente; asimismo, los productores del municipio han conformado algunas empresas, las cuales comercializan el café procesado en diferentes presentaciones como café en grano, tostado y molido, de esta manera, al menos un integrante de cada familia del municipio se dedica al cultivo del café (Gonzalez, 2019). Acorde con la clasificación de Moguel y Toledo (1996), la producción de café en la región sur del Estado de México se caracteriza por ser un sistema de producción rustico o de montaña, caracterizado por plantaciones de la especie arábica, principalmente de las variedades típica y caturra, las cuales se desarrollan bajo un ambiente de sombra; la producción se desarrolla por pequeños productores dispersos en la región, cuyas superficies de siembra no superan las 3 ha, la mano de obra utilizada es esencialmente familiar, con contrato de jornales durante la época de cosecha; los beneficios de dicha actividad representan un ingreso complementario al de otras actividades pecuarias, agrícolas y de servicios desempeñadas por los productores. La población productora de café, así como la mayor superficie se concentra, en pequeñas unidades de producción; el tamaño promedio de los predios es de 2.7 ha, mientras que 92% de los cafecultores del país cuentan con superficies de 5 ha o menos, este hecho que aparentemente es factor de fragilidad por el grado de fragmentación de los predios, representa una ventaja, sobre todo si consideramos el cuidado de tipo artesanal que se da a la producción, lo que permite proporcionar un valor agregado al producto (Gonzales 2019). La actividad de agua expresa la disponibilidad potencial del agua y está fuertemente relacionada con el tipo de producto, su composición química y con la temperatura de los granos. Para el café pergamino seco y excelso, bajo las mismas condiciones ambientales, cuanto mayor sea el contenido de agua, mayor será la actividad de agua. Este parámetro no es un indicador de la distribución del agua dentro del grano. El proceso de secado de café que asegura contenidos de humedad LA CALIDAD DEL CAFÉ comprendidos entre el 10% al 12%, elimina el agua disponible y deja solo el agua ligada, permitiendo que los valores de actividad de agua sean inferiores a 0,62 (Osorio, 2021). Una vez cosechados los frutos de café para ser procesados por la vía seca, se ponen a secar. Se encontró que solamente el 17% de los productores realizan el secado en zarandas. Y el 82.22% del resto los seca sobre una superficie de cemento aplanado, que puede ser en patios o en azoteas. El grosor del fruto encimado que se pone a secar. En los cafecultores mexiquenses, se encontró que el 84.44% de los productores lo

realizan de forma aceptable, es decir en capas delgadas que no rebasan los 4cm y el 15.54% realizan en capas gruesas que rebasan los 4 cm, lo que genera problemas de inocuidad al haber una mayor humedad, se generan las condiciones propicias para que crezcan microorganismos que pueden resultar perjudiciales a la salud. El 91.11% de los cafecultores colocan la cosecha el mismo día de haberse cosechado, pero el 8.89% de ellos llegan juntar la cosecha de dos hasta 6 días para posteriormente secarlo, pero esto sin tener medidas pertinentes de inocuidad, lo que genera serios problemas de contaminación por hongos y bacterias no deseados, en la inspección y observación de este suceso se pudo notar el desconocimiento de este tema, siendo que algunos lo consideran incluso como una buena práctica. El tiempo de secado puede ser muy variable, pero en la zona, el beneficio seco suele dejarse al sol entre 25 y hasta 35 días.

VI.29.1.3. Almacenado

El 51.11% de los productores empacan su café en cacos de yute únicamente y el 48.89% usan también bolsas de plásticas embozadas a su vez en sacos de yute. Se pudo constatar en las visitas de campo que el 86.67% de los productores en un lugar de fresco y limpio, pero es el caso del 13.33% de los productores quienes no poseen un almacenamiento en condiciones óptimas pues son almacenados en bodegas que comparten espacios con productos químicos volátiles como: gasolina, pintura, aceite o bien que poseen condiciones de limpieza adecuada. Por otro lado, únicamente el 8.89% de los productores hacen uso de tarimas para empilar los costales de café.

VI.29.1.4. Capacitación y equipamiento

El canal tradicional de comercialización para llevar el producto desde la finca hasta el consumidor final es la venta directa del productor a la cooperativa de productores Café Orgánico Amatepec (CAFOA), la cual opera como principal intermediario, otras variantes de dicho canal son la venta del productor al consumidor final y a los detallistas. La comercialización del producto se realiza esencialmente mediante la presentación de café tostado molido, proceso que realizan los productores por cuenta propia o con el apoyo de la

cooperativa de productores, fase que le proporciona valor agregado al producto. Bajo este esquema de comercialización, los productores obtuvieron una mayor participación en los precios de venta, los cuales alcanzaron el nivel más alto en los meses de menor oferta. En los márgenes de comercialización resultantes en el proceso de intermediación, la cooperativa de productores registró las mejores utilidades durante los meses de mayor oferta del aromático, originadas por los altos volúmenes de compraventa (Gonzalez, 2019). De los productores encuestados, el 52.11% ha recibido capacitación con respecto al manejo del cultivo del café, el 48.89% restante hizo saber no haber sido capacitados por alguna institución, empresa o curso, si no que expresan haber aprendido de generaciones anteriores o conocimiento compartidos de vecinos productores. La forma en que se calcula la humedad del grano en el beneficio seco es en el 97.78% de los casos realizada por distintas prácticas rústicas, y es solamente el 2.22% de los productores poseen de un higrómetro para poder calcular la humedad del grano. El 42.22% de los productores poseen maquinaria propia para poder realizar el trillado, moreteado o tueste de su producto, el 42.22% pagan por hacer uso de estos servicios en la cooperativa CAFOA u con particulares y el otro 26.67% restante hace uso de molinos de mano u otras herramientas rudimentarias. El 82.22% de los productores han incursionado al café de especialidad, y el 17.78% restante realizan otras formas de comercialización, en algunos casos por preferencia y en otras por desconocimiento.

VI.29.2. Análisis físico del grano

Entre los factores que se relacionan de alguna manera con características sensoriales del se encuentras algunas condiciones físicas del grano, de ahí la valoración en los protocolos de comercialización en grano verde (Reyes, 2018). A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el análisis físico del grano que ser realizó de acuerdo con el formato y metodología del (SCA, 2021).

Tabla 11. Características físicas del grano verde

Muestra	Municipio	Altura (msnm)	Humedad (%)	Actividad de agua	Densidad (kg/hal)
---------	-----------	------------------	----------------	----------------------	----------------------

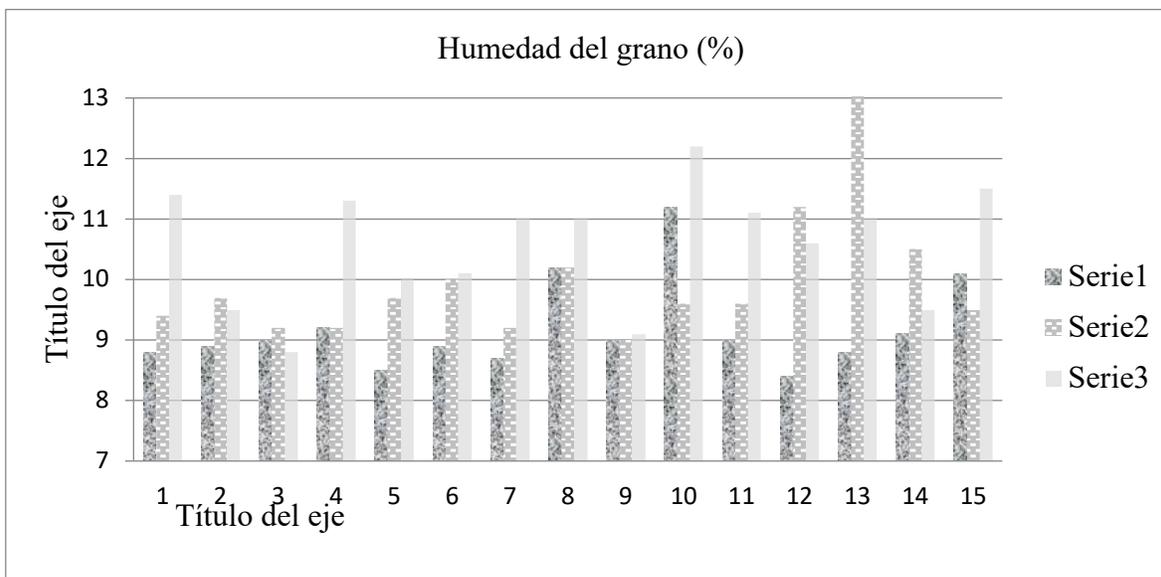
(AW)

101	Sultepec	1800	9.4	0.34	68.5
304	Sultepec	1200	9.7	0.38	67.8
506	Sultepec	1800	9.2	0.35	68.2
508	Sultepec	1100	9.2	0.3	68.6
534	Sultepec	1349	9.7	0.38	68
136	Sultepec	1350	10	0.41	67.8
112	Sultepec	1800	9.2	0.38	68.8
114	Sultepec	1800	10.2	0.44	66
316	Sultepec	1800	9	0.4	69
518	Sultepec	1650	9.6	0.38	67.2
122	Sultepec	1700	9.6	0.39	66.9
524	Sultepec	2230	11.2	0.54	67.8
126	Sultepec	1860	13.6	0.42	40.3
328	Sultepec	1800	10.5	0.44	70.5
530	Sultepec	1200	9.5	0.35	68.5
203	Amatepec	1600	8.8	0.26	68.9
606	Amatepec	1800	8.9	0.28	69.4
409	Amatepec	1800	9	0.31	70.1
212	Amatepec	1800	9.2	0.32	68.2
415	Amatepec	1600	8.5	0.29	69.4
618	Amatepec	1300	8.9	0.28	70.2
621	Amatepec	1400	8.7	0.26	68.5
224	Amatepec	1600	10.2	0.4	68
427	Amatepec	1800	9	0.27	68.8
230	Amatepec	1800	11.2	0.54	71.3
433	Amatepec	1800	9	0.29	70.8
236	Amatepec	1800	8.4	0.25	70.8
439	Amatepec	1800	8.8	0.26	70.4

642	Amatepec	1600	9.1	0.31	70
645	Amatepec	1800	10.1	0.44	64.3
4	Temascaltepec	2100	11.4	0.55	67.9
708	Temascaltepec	2100	9.5	0.4	68.8
912	Temascaltepec	2100	8.8	0.39	71.2
16	Temascaltepec	2100	11.3	0.54	64.6
720	Temascaltepec	2100	10	0.39	69.3
724	Temascaltepec	2100	10.1	0.42	69.5
728	Temascaltepec	2100	11	0.53	65.6
932	Temascaltepec	2100	11	0.48	70
36	Temascaltepec	1800	9.1	0.4	69.3
40	Temascaltepec	2100	12.2	0.58	58
744	Temascaltepec	2100	11.1	0.52	66.1
948	Temascaltepec	2100	10.6	0.48	69.7
52	Temascaltepec	2100	11	0.54	69.3
954	Temascaltepec	2100	9.5	0.4	68.8
758	Temascaltepec	1600	11.5	0.58	67

El contenido de humedad que se sugiere para los granos de café verde es un rango entre el 12% y el 10%, puesto que un contenido de humedad mayor al 12% puede contribuir a la proliferación de hongos y bacterias que deterioran el producto y reducen el tiempo de vida de almacén, así mismo humedades menores al 10% podrían sabores indeseables en la bebida, siendo 11% la humedad óptima (Puerta, 1999; Bonilla *et al.*).

En la Gráfica 1. Se observa la serie 1 que representa al municipio de Amatepec, la serie 2 que representa al municipio de Sultepec y la serie 3 al de Temascaltepec.



Gráfica 1. Humedad del grano verde de los por municipio

Se puede apreciar que la humedad del grano verde varía de acuerdo con el municipio, esto se debe a la similitud que existe en las prácticas de secado del café además de las condiciones agroclimáticas de los microclimas, se observa el municipio de Temascaltepec se acerca más en promedio a la humedad óptima que es del 11%, en el municipio de Sultepec el promedio de humedad es más baja del 10% lo que podría repercutir en la calidad sensorial del producto.

Tabla 1. Humedad del grano verde

Serie	Municipio	Humedad		
		Promedio	Máxima	Mínima
1	Amatepec	9.19	11.2	8.4
2	Sultepec	9.97	13.6	9
3	Temascaltepec	10.54	12.2	8.8

Se encontraron diferencias significativas en la humedad del grano verde por municipio ($P < 0.05$), por lo que se puede afirmar que dentro de cada municipio las prácticas son similares,

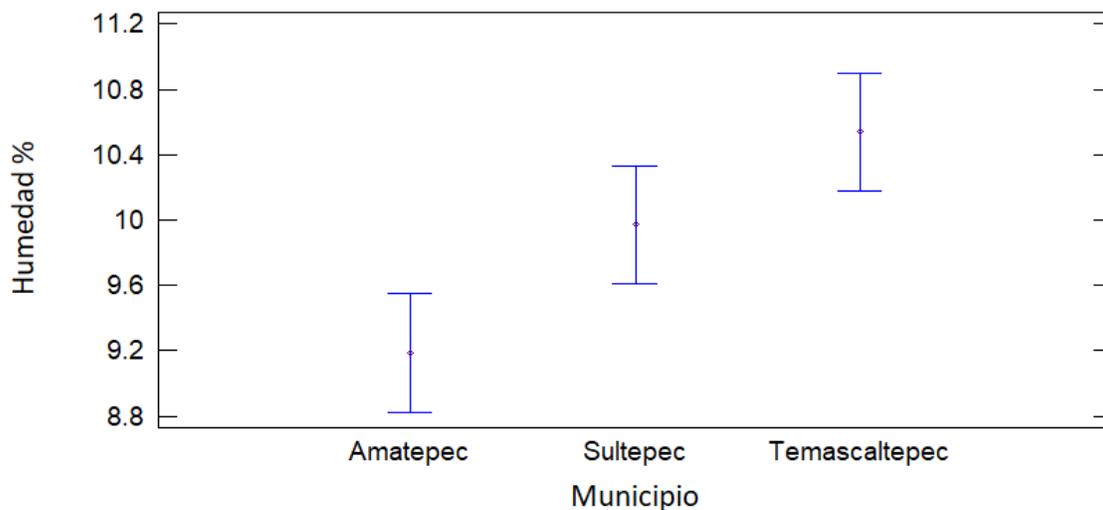
pero existen diferencias en las prácticas de cada municipio.

Tabla 2. Prueba Tukey de la humedad del grano verde por municipio

Método: 95.0 por ciento Tukey HSD	
Municipio	Homogeneidad del grupo
Amatepec	X
Sultepec	XX
Temascaltepec	X

ANOVA Tabla	
P	0.002

Análisis de varianza de la humedad del grano verde por municipio

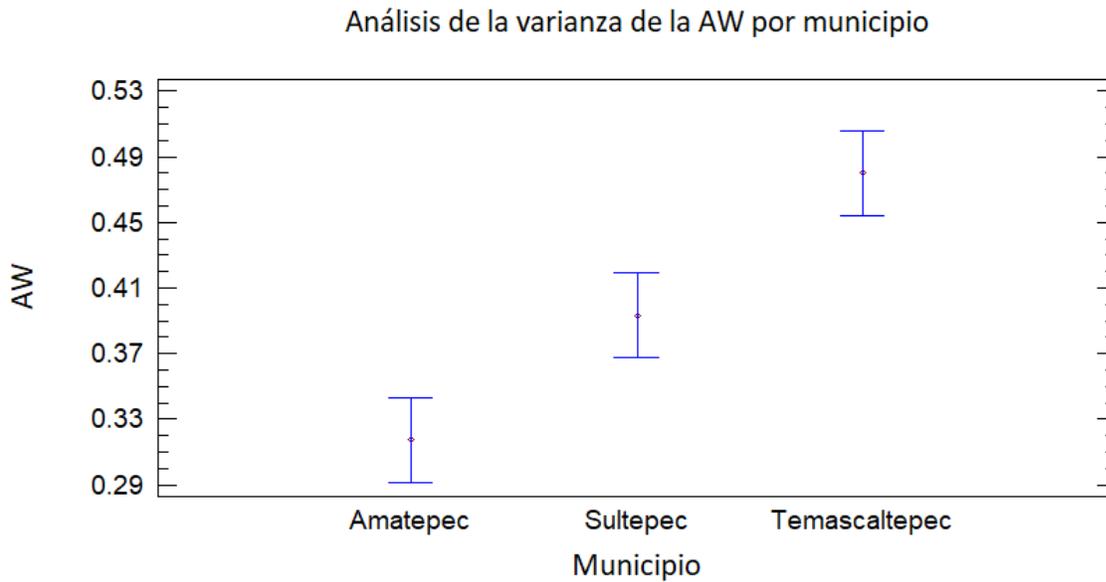


Gráfica 2. Gráfica de comparación de medias y análisis de varianza entre la densidad del grano, con respecto a la altitud.

Se encontraron diferencias significativas en la actividad de agua del grano verde por municipio ($P < 0.05$).

Tabla 3. Prueba Tukey de la humedad del grano verde por municipio

Método 95.0 porciento Tukey HSD	
Municipio	Homogeneidad del grupo
Amatepec	X
Sultepec	X
Temascaltepec	X
ANOVA Tabla	
P	0.000



Gráfica 3. Gráfica de comparación de medias y análisis de varianza de la actividad de agua entre municipios

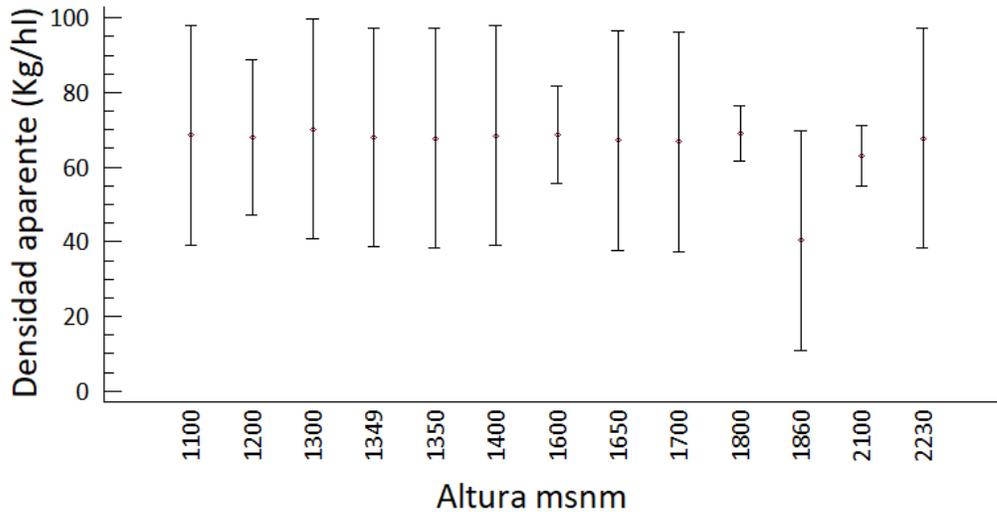
La densidad del grano se asocia con características sensoriales favorables en taza y a su vez se relaciona con la altura sobre nivel del mar, a mayor altura, mayor densidad. En el presente estudio, sin embargo, no se encontraron significativas ($P > 0.05$) ya que se formó un solo grupo. Por último, la Gráfica 4. confirma, lo anterior, esto podría deberse a que las prácticas

agrícolas como la nutrición y el secado repercuten también en la densidad del grano.

Tabla 4. Comparación de medias por prueba de Tukey

Método: 95.0 por ciento Tukey HSD	
Altura (msnm)	Homogeneidad del grupo
1860	X
2100	X
1700	X
1650	X
ANOVA Densidad por altura	
P	0.8203

Análisis de Varianza de la Densidad del grano con respecto a la altitud



Gráfica 4. Gráfica de comparación de medias y análisis de varianza entre la densidad del grano, con respecto a la altitud.

VI.29.3. Resultados de cata por protocolo SCA

Tabla 5. Perfil de taza de muestras del municipio de Amatepec

Amatepec													
Muestra	Catador	Fragancia/Aroma	Sabor	Sabor residual	Acidez	Cuerpo	Balance	Uniformidad	Taza limpia	Dulzor	Puntaje del catador	Puntaje total	Promedio de puntajes totales
203	EP	7.75	8	7.5	8	8	7.5	10	10	10	7.5	84.25	82.25
	TH	8.25	7.75	7.25	7.25	7.25	7	10	10	10	7.25	82.00	
	JM	7.25	7.5	7.25	7.75	7.5	7.25	10	10	10	7.25	81.75	
	PF	7.5	7.5	7.5	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.75	
	GG	7.75	7.5	7.75	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.5	82.75	
	NM	7.25	7.25	7.25	8	7.25	7.25	10	10	10	7.5	81.75	
	LC	7.75	7	7.25	7	7.25	7	10	10	10	7.25	80.50	
	JR	7.5	7.25	7.75	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.75	82.50	
JS	7	7.25	7.5	7.25	7.75	7.25	10	10	10	8	82.00		
606	EP	8.75	8.25	8	8	8	8	10	10	10	8.5	87.50	84.00
	TH	8	8	8	7.75	7.75	7.75	10	10	10	8	85.25	
	JM	7.25	7.25	7	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.5	81.00	
	PF	8	8	7.75	7.75	7.5	7.5	10	10	10	8	84.50	
	GG	8.5	8	7.75	7.5	7.75	7.5	10	10	10	7.75	84.75	
	NM	7.5	8	7.5	8	7.25	7.5	10	10	10	8.25	84.00	
	LC	7.75	8	7	7.25	7.25	7.25	10	10	10	6.75	81.25	
	JR	7.75	7.25	7.75	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.5	82.50	
JS	7.75	7.75	8	7.75	7.5	8	10	10	10	8.5	85.25		
409	EP	8	8.25	8	8	8	8	10	10	10	8.5	86.75	84.89
	TH	8.25	8.25	8.25	8	8	8	10	10	10	8.5	87.25	
	JM	7	7.75	7.75	7.75	7.75	7.25	10	10	10	7.75	83.00	

	PF	7.5	7.5	7.25	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.25	
	GG	8	8	7.75	7.75	7.75	7.5	10	10	10	8	84.75	
	NM	8	8.5	7.75	8.25	7.5	8	10	10	10	8.5	86.50	
	LC	8.25	7.75	7.5	8	7.5	7.5	10	10	10	8.25	84.75	
	JR	7.75	8.25	8.25	8.25	8.25	8	10	10	10	8	86.75	
	JS	7.5	7.5	7.5	7.25	7.75	7.25	10	10	10	7.25	82.00	
212	EP	7.75	7.75	7.5	8.5	8.5	7.75	10	10	10	8	85.75	82.94
	TH	8	7.75	7.5	7.75	7.5	7.75	10	10	10	8	84.25	
	JM	8	7.5	7.25	7.25	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.50	
	PF	7.5	7.5	7.25	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.25	81.50	
	GG	8	7.75	7.25	7.5	7.5	7.75	10	10	10	8.25	84.00	
	NM	7.5	7.75	7.25	7.75	7.25	7.25	10	10	10	7.5	82.25	
	LC	8	7	7	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.5	81.25	
	JR	7.5	7.75	7.25	7.25	7.75	7.25	10	10	10	7.25	82.00	
	JS	7.5	7.5	7.5	7.25	8	7.25	10	10	10	8	83.00	
415	EP	8.5	8.25	7.75	8	8	8	10	10	10	8	86.50	84.69
	TH	8.25	7.75	7.75	7.5	7.75	7.75	10	10	10	7.75	84.50	
	JM	7.5	7.5	7	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.25	82.00	
	PF	7.25	7.5	7.25	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.25	81.50	
	GG	8	7.75	7.5	7.5	7.25	7.5	10	10	10	7.5	83.00	
	NM	8	8	7.5	8.25	7.5	8.75	10	10	10	8.5	86.50	
	LC	8.5	7.75	7.5	7.75	7.5	7.75	10	10	10	8	84.75	
	JR	8.25	8	8.25	8	8.25	8	10	10	10	8.25	87.00	
	JS	8	8	7.5	8	8	7.5	10	10	10	9.5	86.50	
618	EP	8.5	8	7.75	8	8.25	8	10	10	10	8	86.50	82.69
	TH	7.75	7.5	7.25	7.25	7.5	7.25	10	10	10	7.5	82.00	
	JM	7.25	7.5	7.25	7.5	7.75	7.75	10	10	10	7.75	82.75	
	PF	8	7.75	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	8	83.75	
	GG	8	7.75	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	8	83.75	
	NM	7.25	7.5	7	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.25	81.00	
	LC	7.25	7	7	7.25	7	7	10	10	10	7.25	79.75	
	JR	8	7.75	7.25	7.5	8	7.5	10	10	10	7.5	83.50	

	JS	7.25	7.25	7.5	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.5	81.25	
621	EP	8	7.5	7.75	7.75	7.75	7.5	10	10	10	8	84.25	83.77
	TH	8.5	8	8	8.25	7.75	7.75	10	10	10	8	86.25	
	JM	7.75	7.75	7.5	7.75	7.25	7.5	10	10	10	7.5	83.00	
	PF	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.50	
	GG	8.5	8	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.75	84.25	
	NM	7.75	7.75	7.5	8	7.5	7.5	10	10	10	8	84.00	
	LC	7.5	7.25	7.5	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.75	83.00	
	JR	7.75	7.75	7.5	7	7.75	7.25	10	10	10	7.25	82.25	
	JS	7.75	7.75	7.5	7.75	7.5		10	10	10	7.75	84.44	
224	EP	8.5	8.25	7.5	8.5	8.25	8.25	10	10	10	8	87.25	83.64
	TH	7.75	7.5	7.5	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.5	82.50	
	JM	7.5	7.5	7.25	7.75	7.75	7.25	10	10	10	7.25	82.25	
	PF	7.5	7.75	7.5	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.75	83.25	
	GG	8	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.00	
	NM	7.5	7.5	7.25	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.75	82.75	
	LC	7.75	7.5	7.25	7.5	8	7.25	10	10	10	7.5	82.75	
	JR	7.75	7.5	7.5	7.75	8	7.5	10	10	10	7.5	83.50	
	JS	7.25	8	8	8	8	7.75	10	10	10	8.5	85.50	
427	EP	8.5	8.25	7.5	7.75	8	7.75	10	10	10	8	85.75	85.36
	TH	7.75	8.25	8	8	8.5	8	10	10	10	8.5	87.00	
	JM	7.75	7.75	7.75	8	8	7.75	10	10	10	7.75	84.75	
	PF	7.75	8	7.5	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7.75	84.25	
	GG	8.5	8.5	8	7.75	7.75	7.75	10	10	10	8.5	86.75	
	NM	8.25	8.5	7.75	8	8	8	10	10	10	8.75	87.25	
	LC	8.25	8.5	8.25	8.25	7.75	7.5	10	10	10	8.25	86.75	
	JR	7.75	7.5	8	8	7.75	8	10	10	10	8	85.00	
	JS	7.25	7.25	7	7	7.75	7	10	10	10	7.5	80.75	
230	EP	7.75	8	8	8.25	8.5	8	10	10	10	8	86.50	82.83
	TH	8.25	7.75	7.5	7	7.25	7	10	10	10	7.75	82.50	
	JM	7.25	7.5	7.5	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.5	82.75	
	PF	7.75	7.25	7.25	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.25	

	GG	8	7.75	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.25	
	NM	7.75	7.5	7	7.5	7.25	7.5	10	10	10	7.5	82.00	
	LC	7	7.25	7.5	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.5	81.25	
	JR	7.25	7.5	7.25	7.25	7.5	7	10	10	10	7.25	81.00	
	JS	7.5	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7.75	84.00	
433	EP	9	8.5	8.5	8.5	8	8.5	10	10	10	8.5	89.50	84.92
	TH	8	8	7.75	8	7.5	7.5	10	10	10	8.25	85.00	
	JM	8	8	8	8.25	8	7.75	10	10	10	8.25	86.25	
	PF	8.25	8	8	8	8	7.75	10	10	10	8	86.00	
	GG	8	8.25	7.5	7.75	7.5	7.75	10	10	10	8	84.75	
	NM	8	8.5	7.5	8	7.25	7.5	10	10	10	8.25	85.00	
	LC	7.75	7.5	7.75	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.75	83.50	
	JR	7.25	7.25	7.5	7.75	7.5	7.25	10	10	10	7.5	82.00	
	JS	7.5	7.5	7.25	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.75	82.25	
236	EP	7.75	7	7	7	7	7	10	10	10	7	79.75	79.50
	TH	7.75	7.25	7	7.25	6.75	6.75	10	10	10	7.25	80.00	
	JM	7.25	7	6.75	7	7.25	7	10	10	10	6.75	79.00	
	PF	7.25	7.25	7	7.25	7.25	7	10	10	10	7	80.00	
	GG	7.5	7.25	7	7	7	7	10	10	10	7	79.75	
	NM	7.25	7.25	7	7.5	7.25	7	10	10	10	7.25	80.50	
	LC	7	7	7	7	7	7	10	10	10	7	79.00	
	JR	7	7	7	7	7.25	6.75	10	10	10	7	79.00	
	JS	7	6.75	7	6.5	7.25	7	10	10	10	7	78.50	
439	EP	8.75	8.5	8	8.25	8.5	8.25	10	10	10	8.25	88.50	84.22
	TH	8	8	7.75	8	7.75	7.5	10	10	10	8	85.00	
	JM	8	8	8	8.5	7.75	8	10	10	10	8	86.25	
	PF	7.75	7.5	7.5	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.5	83.25	
	GG	8.25	7.75	7.5	7.5	7.5	7.75	10	10	10	8.25	84.50	
	NM	8.25	8.25	7.5	8	7.25	7.25	10	10	10	8	84.50	
	LC	7.5	7.5	7.25	7.75	7.25	7.25	10	10	10	7.5	82.00	
	JR	7.5	7.25	7	7	7.75	7.25	10	10	10	7.25	81.00	
	JS	8	7.5	7.75	7.5	7.75	7.5	10	10	10	7	83.00	

642	EP	8.5	8.25	7.5	8	8.5	7.75	10	10	10	8	86.50	82.53
	TH	8.25	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	8	83.75	
	JM	7.5	7.75	7.25	8	7.75	7.75	10	10	10	7.5	83.50	
	PF	7.25	7	7.25	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.25	80.50	
	GG	8	7.75	7.25	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.75	82.75	
	NM	7.75	8.25	7.5	7.75	7.25	7.5	10	10	10	8	84.00	
	LC	7.75	7.5	7.25	7	7.5	7.5	10	10	10	7.25	81.75	
	JR	7.5	7	7	7.25	7.25	7	10	10	10	7	80.00	
	JS	7.25	7.5	7.25	7	7	7	10	10	10	7	80.00	
645	EP	8	7.75	7.5	8	8	7.5	10	10	10	7	83.75	82.36
	TH	7.25	7	6.75	6.75	7.5	7	10	10	10	7	79.25	
	JM	8	8	8	8	8.25	8	10	10	10	8	86.25	
	PF	7.5	7.5	7.25	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.25	
	GG	8	7.5	7.25	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.5	82.00	
	NM	7.5	7.5	7.25	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.5	82.00	
	LC	7.75	7.25	7.25	7.25	7.5	7.25	10	10	10	7.75	82.00	
	JR	7.5	7.75	7	7	7.75	7.5	10	10	10	7.5	82.00	
	JS	7.5	7.25	7.25	7.5	8	7.25	10	10	10	7	81.75	

Tabla 6. Perfil de taza de muestras del municipio de Sultepec

Sultepec													
Muestra	Catador	Fragancia/Aroma	Sabor	Sabor residual	Acidez	Cuerpo	Balance	Uniformidad	Taza limpia	Dulzor	Puntaje del catador	Puntaje total	Promedio de puntajes totales
101	EP	8.25	8.25	8	8	8	8	10	10	10	8	86.50	82.92
	TH	8.5	8	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	84.00	
	JM	8.25	7.25	7.5	7.5	7.75	7.5	10	10	10	7.5	83.25	

	PF	7.75	7.5	7.5	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.00	
	GG	8	8	7.5	7.75	7.75	7.5	10	10	10	8	84.50	
	NM	8	7.75	7.25	8	7.25	7.25	10	10	10	8.5	84.00	
	LC	7.5	7.25	7	6.75	7.5	7	10	10	10	7.25	80.25	
	JR	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7	10	10	10	7	80.25	
	JS	7.5	7.25	7.25	7	7	7	10	10	10	7.5	80.50	
304	EP	8.25	8.25	8.25	8	8	8	10	10	10	8.25	87.00	83.92
	TH	8.25	8.25	8.25	8.5	8	8.25	10	10	10	9	88.50	
	JM	8.25	8.5	8	8.25	8	8	10	10	10	8.5	87.50	
	PF	8.5	8.5	8	8.25	8.25	8	10	10	10	8.5	88.00	
	GG	5	5	5	5	5	5	10	10	10	5	65.00	
	NM	8.5	8.5	8	8.25	7.25	8	10	10	10	8.75	87.25	
	LC	7.5	7.25	7.5	8.25	7.5	7.5	10	10	10	8.5	84.00	
	JR	7.75	7.25	7.75	7.25	7	7.5	10	10	10	7.5	82.00	
	JS	8	8	7.5	8	8	8	10	10	10	8.5	86.00	
506	EP	7.5	7.75	7.25	8	8	7.5	10	10	10	7.5	83.50	83.28
	TH	8	7.5	7	7.75	7.25	7	10	10	10	7.25	81.75	
	JM	8.25	8.25	8.25	8.25	8	8	10	10	10	8.5	87.50	
	PF	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7.75	84.25	
	GG	8.5	8.25	7.75	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.75	85.00	
	NM	7.5	8	7.25	8	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.25	
	LC	8	7	7	7	7	7	10	10	10	8	81.00	
	JR	8	7.5	7.75	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7.75	84.25	
	JS	7.5	6.75	6.5	7.25	7.25	7	10	10	10	6.75	79.00	
508	EP	7.75	8	7.5	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.5	83.75	84.83
	TH	8.5	8	7.75	8	7.5	7.75	10	10	10	8	85.50	
	JM	8.25	8.5	8.5	8.25	8	8.25	10	10	10	8.5	88.25	
	PF	7.75	7.75	7.5	7.75	7.75	7.75	10	10	10	8	84.25	
	GG	8.5	8	7.75	7.5	7.25	7.5	10	10	10	7.75	84.25	
	NM	8.25	8	7.5	8.25	7.25	7.5	10	10	10	8.5	85.25	
	LC	8.5	7	7	8	7.5	7.25	10	10	10	8.25	83.50	
	JR	7.75	7.75	7.25	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.25	81.75	

	JS	8.5	8	8.25	7.5	7.5	8.25	10	10	10	9	87.00	
534	EP	7.75	7.75	7.75	7.75	8	7.75	10	10	10	7.75	84.50	83.92
	TH	8	8	7.75	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.75	
	JM	8	7.75	7.5	8	8	7.5	10	10	10	7.5	84.25	
	PF	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7.75	84.25	
	GG	8.25	8.5	7.75	7.75	7.75	7.75	10	10	10	8.5	86.25	
	NM	7.5	8	7.5	8	7.25	8	10	10	10	8	84.25	
	LC	7.75	7.75	7.5	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7	81.75	
	JR	7.25	7.25	7	7.25	7.25	7.5	10	10	10	7.25	80.75	
	JS	8	8	8	7.75	8	7.75	10	10	10	8	85.50	
136	EP	8.25	8.25	7.75	8	8	7.5	10	10	10	8	85.75	83.72
	TH	8	8	8	7.75	8	7.75	10	10	10	8.5	86.00	
	JM	8.25	7.5	7.5	8	8	7.5	10	10	10	7.25	84.00	
	PF	8	8	7.75	7.75	7.75	7.75	10	10	10	8	85.00	
	GG	8	8.25	7.5	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.75	84.50	
	NM	7.5	7.5	7.25	7.5	7	7.25	10	10	10	7.5	81.50	
	LC	7.75	7.25	7.5	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.5	82.00	
	JR	8	7.25	7.5	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.25	81.75	
	JS	7.25	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	8.25	83.00	
112	EP	7.5	7.25	7.75	7.75	8	7	10	10	10	7	82.25	80.33
	TH	8	8	7.75	7.75	8	7.75	10	10	10	7.75	85.00	
	JM	7	7.25	7.25	7.5	7.75	7	10	10	10	7	80.75	
	PF	7.25	7.5	7.25	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.25	81.75	
	GG	6	6	6	6	6	6	10	10	10	6	72.00	
	NM	7.25	7.5	7	7	7	7.25	10	10	10	7	80.00	
	LC	7	7	7.25	7.25	7.25	7	10	10	10	7.25	80.00	
	JR	7.5	7.25	7.25	7	7.25	7	10	10	10	7.25	80.50	
	JS	7.25	7	7.25	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.5	80.75	
114	EP	8.25	8.25	7.75	8	8	8	10	10	10	8	86.25	82.44
	TH	8.5	8	7.5	7.5	8	7.75	10	10	10	7.75	85.00	
	JM	7.5	7.25	7	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.5	81.50	
	PF	7.5	7.25	7	7.25	7.25	7	10	10	10	7	80.25	

	GG	7.75	7.5	7.25	7.25	7	7	10	10	10	7.25	81.00	
	NM	8	8	7.5	7.75	7.5	7.25	10	10	10	7.25	83.25	
	LC	7.75	7.5	7	7	7	7	10	10	10	7.25	80.50	
	JR	7	7.5	7.5	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.5	81.75	
	JS	7.5	7.5	7.5	7.25	7.5	7.5	10	10	10	7.75	82.50	
316	EP	8	7.75	7.25	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7	83.25	84.56
	TH	8.5	8	8	8.25	8	8	10	10	10	8.5	87.25	
	JM	7.5	7.75	7.5	8	7.5	7.75	10	10	10	7.5	83.50	
	PF	7.75	8	7.75	8	7.75	7.5	10	10	10	8	84.75	
	GG	8.25	8	7.75	7.75	7.75	7.5	10	10	10	8	85.00	
	NM	8	8.25	7.5	8	7.5	8	10	10	10	8.5	85.75	
	LC	8	7.5	7.75	7.25	7.75	7.25	10	10	10	7.25	82.75	
	JR	8	8	8.25	7.75	7.75	7.75	10	10	10	8	85.50	
	JS	7.5	7.5	7.75	7.75	7.5	7.25	10	10	10	8	83.25	
518	EP	9	9	8.25	8.25	8.25	8.25	10	10	10	8.5	89.50	80.94
	TH	8.5	7.5	7	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.25	82.00	
	JM	8	8	8	8	8	8	10	10	10	8	86.00	
	PF	7.75	7	7	7	7	7.5	10	10	10	7.5	80.75	
	GG	5	5	5	5	5	5	10	10	10	5	65.00	
	NM	8	8	7.5	8.5	7.5	8	10	10	10	8.5	86.00	
	LC	7	7	7	7	7	6.75	10	10	10	7	78.75	
	JR	8	6	6.75	6.75	7	6.75	10	10	10	6.75	78.00	
	JS	7.75	7.25	7.25	7.5	7.75	7.25	10	10	10	7.75	82.50	
122	EP	8.25	8	7.75	8	8	7.5	10	10	10	7.5	85.00	85.75
	TH	8.5	8.25	8	7.75	8	8	10	10	10	8.5	87.00	
	JM	8	8	8	8	8	8	10	10	10	8	86.00	
	PF	7.75	7.75	7.5	7.5	7.5	7.75	10	10	10	7.75	83.50	
	GG	8	8	7.75	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.75	84.00	
	NM	8.25	8.5	7.5	8.5	7.75	8	10	10	10	8.5	87.00	
	LC	8.25	7.75	7.5	7.75	7.75	7.75	10	10	10	8.5	85.25	
	JR	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	10	10	10	8.5	88.00	
	JS	8	8	7.5	8	8	7.5	10	10	10	9	86.00	

524	EP	7.5	7	7	7.5	7.5	7	10	10	10	7	80.50	81.19
	TH	7.75	8	7.5	7.25	8	7.75	10	10	10	8	84.25	
	JM	7.75	7.5	7.25	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.25	82.00	
	PF	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.5	82.25	
	GG	7.25	7	6.75	7	6.75	6.75	10	10	10	7	78.50	
	NM	7.25	7.5	7.25	8	7.25	7.5	10	10	10	7.5	82.25	
	LC	7	7	7	7	7	7	10	10	10	7	79.00	
	JR	7.75	7.5	7.25	7.25	7.5	7.25	10	10	10	7.25	81.75	
	JS	7	7.25	7	7	7.5	7	10	10	10	7.5	80.25	
126	EP	8.5	8.5	7.75	8	8	8	10	10	10	8.25	87.00	84.03
	TH	8.25	8.5	8.25	8.5	8.25	8.25	10	10	10	8.5	88.50	
	JM	7.5	8	8	8	7.75	8	10	10	10	8	85.25	
	PF	7.75	7.75	7.5	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.75	83.75	
	GG	8	7.75	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.75	83.50	
	NM	7.75	8	7.5	8	7.5	7.5	10	10	10	8	84.25	
	LC	7.5	7.25	6.75	7	7	7	10	10	10	7	79.50	
	JR	7.5	7.75	7.5	7.5	7.75	7	10	10	10	7	82.00	
	JS	7.5	7.25	7.5	7.25	7.5	7.25	10	10	10	8.25	82.50	
328	EP	8.25	8.25	8	8	8	8.25	10	10	10	8.25	87.00	85.06
	TH	8.25	8.25	8.25	8.25	8	8	10	10	10	8.5	87.50	
	JM	7.75	8	7.75	8	7.75	7.75	10	10	10	7.75	84.75	
	PF	7.5	7.5	7.25	7.25	7.25	7.5	10	10	10	7.5	81.75	
	GG	8	8	8.25	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7.75	85.25	
	NM	7.75	8	7.5	8.25	7.5	7.75	10	10	10	8	84.75	
	LC	8.5	7.5	7.5	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.75	
	JR	7.75	8	8	8.25	7.75	8	10	10	10	8	85.75	
	JS	8	7.5	7.5	7.5	8	7.75	10	10	10	8.75	85.00	
530	EP	8	8	7.5	8	8	7.75	10	10	10	7.75	85.00	84.69
	TH	8	8.25	8	8	8	8	10	10	10	8	86.25	
	JM	8	8	8	7.75	7.75	7.25	10	10	10	7	83.75	
	PF	7.5	7.5	7.25	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.25	81.75	
	GG	8.5	8.5	8.5	8	8	8	10	10	10	8.5	88.00	

	NM	8	8.5	8	8.75	7.5	8	10	10	10	8.75	87.50	
	LC	8.25	7.75	7.75	8.25	8	7.5	10	10	10	8	85.50	
	JR	7.5	7.25	7.75	7.25	7.25	7.5	10	10	10	7.25	81.75	
	JS	7.5	7.5	7.25	7.5	8	7.25	10	10	10	7.75	82.75	

Tabla 7. Perfil de taza de muestras del municipio de Temascaltepec

Temascaltepec													
Muestra	Catador	Fragancia/Aroma	Sabor	Sabor residual	Acidez	Cuerpo	Balance	Uniformidad	Taza limpia	Dulzor	Puntaje del catador	Puntaje total	Promedio de puntajes totales
4	EP	8	7.75	7.5	8	8	7.75	10	10	10	7.75	84.75	84.47
	TH	8	8.5	8	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.75	85.00	
	JM	7.5	7.75	7.5	7.75	7.5	7.25	10	10	10	7.5	82.75	
	PF	7.5	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7.75	84.00	
	GG	8.25	8	8.75	7.5	7.75	7.5	10	10	10	7.75	85.50	
	NM	7.75	8	7.5	8	7.25	7.5	10	10	10	8	84.00	
	LC	8.25	7.75	7.75	7.75	7.5	7.25	10	10	10	8	84.25	
	JR	8	8	7.75	7.75	8	7.75	10	10	10	7.75	85.00	
	JS	7.5	7.75	7.75	7.75	7.75	8	7.5	10	10	10	8.75	
708	EP	8.5	8.25	8	8	8	7.75	10	10	10	8.5	87.00	85.08
	TH	8.5	8	7.5	7.75	7.75	7.75	10	10	10	8	85.25	
	JM	7.5	7.75	7.25	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.50	
	PF	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.75	84.00	
	GG	8.25	7.75	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.50	
	NM	8.25	8	7.5	8	7.5	7.75	10	10	10	8.25	85.25	
	LC	8.5	8.25	8	7.75	8	7.5	10	10	10	8	86.00	
	JR	8.25	8	8	8.25	8.25	7.75	10	10	10	7.75	86.25	

	JS	8	7.75	8	7.5	8.75	7.5	10	10	10	8.5	86.00	
912	EP	8.75	8.75	8.25	8.5	8.5	8.5	10	10	10	8.75	90.00	83.14
	TH	8	7.5	7.25	7.5	8	7.25	10	10	10	7.75	83.25	
	JM	7.5	7.75	7.25	7.75	7.75	7.25	10	10	10	7.5	82.75	
	PF	8	8	7.75	8	8	7.75	10	10	10	7.75	85.25	
	GG	8.25	8	7.5	7.75	7.5	7.5	10	10	10	8	84.50	
	NM	7.5	6.75	6.75	6.5	7.5	7	10	10	10	6.75	78.75	
	LC	7.75	7	7.25	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.25	81.25	
	JR	7.25	7.25	7.25	7.25	7	7.25	10	10	10	7.25	80.50	
	JS	7.75	7.25	7.25	7.25	8	7.25	10	10	10	7.25	82.00	
16	EP	8.75	8.75	8.5	8.5	8.5	8.5	10	10	10	8.5	90.00	84.31
	TH	8	7.5	7.5	7.5	7.5	7	10	10	10	7.5	82.50	
	JM	8.25	8.25	7.75	8	8	8	10	10	10	8	86.25	
	PF	7.75	7.75	7.5	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.25	
	GG	8	7.75	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.25	
	NM	7.75	7.75	7.25	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.25	82.25	
	LC	8.25	8.25	7.75	8.25	7.75	7.75	10	10	10	8	86.00	
	JR	8	7.5	7.25	7	7.75	7.25	10	10	10	7.25	82.00	
	JS	7.75	7.5	7.75	7.5	8	7.25	10	10	10	7.5	83.25	
720	EP	7.5	7.25	7	7.25	7.5	7.25	10	10	10	7.25	81.00	81.69
	TH	7.75	7.75	7	7.5	7.25	7	10	10	10	7.25	81.50	
	JM	7.25	7.75	7.75	8	7.75	8	10	10	10	7.5	84.00	
	PF	7.5	7.5	7.5	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.75	
	GG	7.75	7.25	7.25	7.25	7.25	7	10	10	10	7	80.75	
	NM	7.5	8	7.5	8.25	7.5	7	10	10	10	7.5	83.25	
	LC	7.25	6.75	6.5	7.25	7	7	10	10	10	7.25	79.00	
	JR	7.5	7.5	7.25	7	7.5	7.25	10	10	10	7	81.00	
	JS	7.25	7.25	7.5	7.25	7.5	7.25	10	10	10	8	82.00	
724	EP	7.75	7.75	7.5	8	8	7.5	10	10	10	7.75	84.25	83.56
	TH	8	8	7.5	7.5	7.75	7.25	10	10	10	7.5	83.50	
	JM	8	7.5	7.5	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.25	83.25	
	PF	7.75	7.75	7.5	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.75	83.50	

	GG	7.75	7.5	7.25	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.5	82.00	
	NM	8	8	7.5	8	7.25	7.5	10	10	10	8	84.25	
	LC	7.75	7.25	7.25	7.25	7.25	7	10	10	10	7.25	81.00	
	JR	7.75	8	7.75	8	8	7.75	10	10	10	7.75	85.00	
	JS	8.5	7.5	7.75	7.25	8	7.75	10	10	10	8.5	85.25	
728	EP	8.25	8	8	8	8	8	10	10	10	8	86.25	83.31
	TH	8	8	7.75	8	7.75	7.75	10	10	10	8	85.25	
	JM	7.25	7.25	7	7.25	7	7.25	10	10	10	7.25	80.25	
	PF	8	8	7.75	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7.75	84.75	
	GG	8	8	7.75	7.5	7.5	7.5	10	10	10	8	84.25	
	NM	7.75	7.5	7.25	8	7.25	7.5	10	10	10	7.5	82.75	
	LC	8.25	7	7	7	7	7	10	10	10	7.5	80.75	
	JR	8	8	8	7.5	8	7.75	10	10	10	7.75	85.00	
	JS	7.5	7.25	7.25	7	7.25	7	10	10	10	7.25	80.50	
932	EP	8.25	8.75	8.5	8.75	8.5	8.5	10	10	10	9	90.25	86.67
	TH	8.5	8.5	8.25	8.25	8	8	10	10	10	8	87.50	
	JM	8.5	8.5	8	8.25	8	8	10	10	10	8.5	87.75	
	PF	8	8	8	8	7.75	8	10	10	10	8.5	86.25	
	GG	8.5	8.5	8	7.75	7.75	7.75	10	10	10	8	86.25	
	NM	8	8.5	8	8.5	8	8	10	10	10	9	88.00	
	LC	8.25	7.5	7.75	7.5	7.5	7.5	10	10	10	8	84.00	
	JR	8	8	7.5	7.5	8	7.75	10	10	10	7.75	84.50	
	JS	7.5	7.75	8	8.25	8	7.75	10	10	10	8.25	85.50	
36	EP	8.75	8.5	7.5	8	8	8	10	10	10	8	86.75	83.44
	TH	8	7.75	7.5	7.25	7.75	7.5	10	10	10	7.5	83.25	
	JM	7.5	7.25	7	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.25	81.25	
	PF	7.5	8.5	7.25	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.50	
	GG	7.75	7.5	7.25	7.25	7	7.25	10	10	10	7.25	81.25	
	NM	7.5	7.5	7.25	7.75	7.5	7	10	10	10	7	81.50	
	LC	8	7.75	7.75	7.75	7.25	7.5	10	10	10	7.75	83.75	
	JR	8	8	7.75	7.75	8	7.75	10	10	10	8	85.25	
	JS	8	7.5	7.5	7.25	8.25	7.5	10	10	10	8.5	84.50	

40	EP	8.25	8.25	8	8.5	8.25	8	10	10	10	8	87.25	83.78
	TH	8	7.5	7.5	7.75	7.5	7.5	10	10	10	7.75	83.50	
	JM	7.75	9	7.75	8	7.75	7.75	10	10	10	7.75	85.75	
	PF	7.25	7.5	7	7.25	7.25	7.5	10	10	10	7.5	81.25	
	GG	8	7.75	7.5	7.5	7.25	7.5	10	10	10	7.75	83.25	
	NM	7.25	7.25	7	7.25	7.5	7.25	10	10	10	7.25	80.75	
	LC	8.25	7.75	7.75	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.5	84.25	
	JR	7.75	7.25	7.5	7.75	7.75	7.75	10	10	10	7.75	83.50	
	JS	7.5	8	7.5	8	8	7.5	10	10	10	8	84.50	
744	EP	8	8	7.75	8	8	8	10	10	10	8	85.75	81.69
	TH	8	7.5	7.25	7.75	7.5	7.25	10	10	10	7.25	82.50	
	JM	7	7.25	7.25	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7	80.75	
	PF	7.25	7.25	7	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.25	80.50	
	GG	7.75	7.25	7.25	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.25	81.50	
	NM	7.5	7.5	7	7.5	7.25	7	10	10	10	7	80.75	
	LC	7.75	7.5	7.25	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.75	82.50	
	JR	7.25	7.5	7.5	7.25	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.00	
	JS	7.25	7	7	6.75	7	7	10	10	10	7	79.00	
948	EP	8.25	8	8	8	8	8	10	10	10	8.25	86.50	83.69
	TH	8.25	8	7.75	7.75	8	7.75	10	10	10	7.75	85.25	
	JM	7.75	7.5	7.5	7.75	7.5	7.75	10	10	10	7.75	83.50	
	PF	7.5	7.5	7.25	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.25	82.00	
	GG	7.75	7.5	7.5	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.5	82.00	
	NM	7.5	8	7.5	8.25	7.5	7.25	10	10	10	7	83.00	
	LC	8.25	7.75	7.5	7.25	7.75	7.5	10	10	10	8	84.00	
	JR	8	7.75	7.75	7.5	8	7.75	10	10	10	7.75	84.50	
	JS	7.75	7.5	7.25	7.25	7.75	7.25	10	10	10	7.75	82.50	
52	EP	8.25	8.25	8.25	8.25	8	8.25	10	10	10	8	87.25	83.92
	TH	8	8	7.75	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	83.75	
	JM	7.25	8.25	7.75	8	7.75	8	10	10	10	8	85.00	
	PF	7.5	7.5	7.5	7.75	7.75	7.5	10	10	10	7.5	83.00	
	GG	8	8	7.5	7.5	7.75	7.5	10	10	10	7.75	84.00	

	NM	7.25	7.75	7.25	8	7.5	7.25	10	10	10	7.5	82.50	
	LC	7.25	7	7	7.25	7	7	10	10	10	7.25	79.75	
	JR	7.5	8	7.5	7.5	8	7.75	10	10	10	7.75	84.00	
	JS	7.75	8	8	7.75	8	8	10	10	10	8.5	86.00	
954	EP	8	8	7.5	8	8	7.75	10	10	10	8	85.25	82.64
	TH	8	7.75	7.75	7.5	8	7.75	10	10	10	7.75	84.50	
	JM	7.25	7	7	7.25	7	7	10	10	10	6.75	79.25	
	PF	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	7.5	82.50	
	GG	7.5	7.5	7.25	7.25	7	7.25	10	10	10	7.25	81.00	
	NM	7.75	7.75	7	7.5	7.25	7.25	10	10	10	7.25	81.75	
	LC	7.75	7.5	7	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.5	81.50	
	JR	7.75	7.75	7.75	7.5	7.75	7.5	10	10	10	7.75	83.75	
	JS	8	7.5	7.5	7.5	8.25	7.5	10	10	10	8	84.25	
758	EP	7.25	7.5	7.5	7.5	8	7.25	10	10	10	7.25	82.25	80.19
	TH	7.5	7.5	7	7.25	7.5	7	10	10	10	7.25	81.00	
	JM	7.5	7	7	7.25	7	7	10	10	10	7	79.75	
	PF	7.25	7.5	7.25	7.5	7.5	7.25	10	10	10	7.25	81.50	
	GG	7.75	7.5	7.25	7.25	7.25	7	10	10	10	7	81.00	
	NM	7.5	7.5	7	7.5	7.25	7.5	10	10	10	7.25	81.50	
	LC	7.5	6.25	6.5	6.5	6.5	7	10	10	10	6	76.25	
	JR	7.5	7	7.25	7.25	7.25	7.25	10	10	10	7.25	80.75	
	JS	6.75	6.75	7	6.75	6.75	7	10	10	10	6.75	77.75	

Tabla 8. Medidas de tendecnia central de la Cata

Medidas de tendecnia central de la cata	
Media	83.42
Mediana	83.69
Moda	83.92
Desviación estandar	1.50
Varianza	2.26

Valor mínimo	79.50
Valor máximo	86.67

VI.29.3.1. Determinación de Polifenoles Totales

Se realizaron cuatro tratamientos para la obtención de extractos distintos, el tratamiento A y B, siguiendo la metodología propuesta por (Boyadhivea, *et al.*, 2017) con modificaciones de (Archundia, *et al.*, 2019) y los tratamientos C y D siguiendo la metodología (Bobkova, *et al.* 2020) con modificaciones de (Archundia, *et al.*, 2019).

Tratamiento A: Concentración 100% Agua, a 70°C, durante 60 min.

Tratamiento B: Concentración 48% etanol 52% Agua, a 70°C, durante 60 min.

Tratamiento C: 100% etanol a 95% durante 5 min

Tratamiento D: 100% agua a 95% durante 5 min

Cómo se observa en los resultados, los mejores tratamientos fueron el B y el D a una concentración de (1:100) ml, por lo que fueron los tratamientos que se realizaron para las 9 mejores muestras.

Tabla 9. Evaluación de 4 tratamientos de extracción

	Tratamiento	λ_1	λ_1	Promedio λ	X	mg AG/g
1g a 1000ml	A	0.436	0.438	0.437	0.034	34.099
	B	0.510	0.509	0.510	0.042	41.605
	C	0.387	0.384	0.386	0.029	28.768
	D	0.487	0.488	0.488	0.039	39.327
1g a 10 000ml	A	0.134	0.138	0.136	0.003	29.400
	B	0.148	0.146	0.147	0.004	40.787
	C	0.158	0.149	0.154	0.005	47.516
	D	0.142	0.145	0.144	0.003	37.164

Tabla 10. Curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada

Concentración de ac. gálicomg/mL	Abs (λ)
0	0.075
0.01	0.239
0.02	0.301
0.03	0.401
0.04	0.512
0.05	0.562
0.06	0.695
0.07	0.798
0.08	0.851
0.09	0.985

Gráfica 5. Curva patrón de ácido gálico

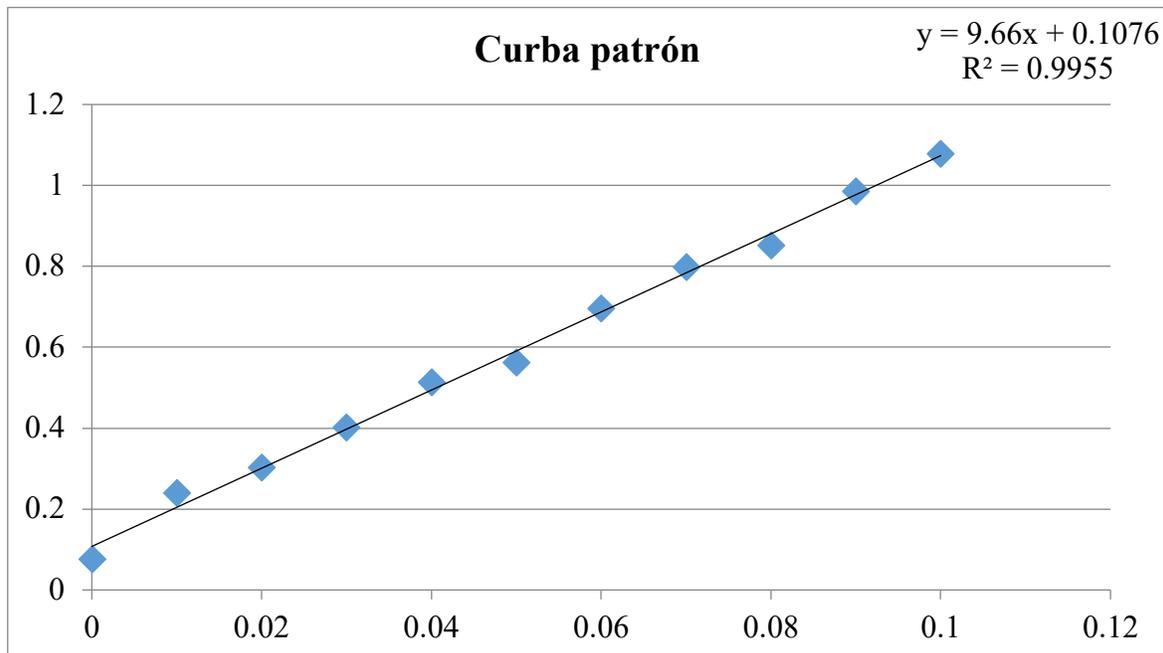


Tabla 11. Tratamiento A

muestra	A ₁ (λ)			A ₂ (λ)			A			
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio	Lectura 1	Lectura 2	promedio	Promedio	X	mg AG/g	Desv. est
932	0.69	0.691	0.6905	0.697	0.697	0.697	0.694	0.061	60.678	0.005
122	0.583	0.587	0.585	0.615	0.616	0.616	0.600	0.051	50.999	0.022
427	0.663	0.67	0.6665	0.588	0.583	0.586	0.626	0.054	53.665	0.057
708	0.644	0.642	0.643	0.611	0.611	0.611	0.627	0.054	53.768	0.023
328	0.74	0.737	0.7385	0.715	0.714	0.7145	0.727	0.064	64.068	0.017
433	0.657	0.657	0.657	0.664	0.668	0.666	0.662	0.057	57.340	0.006
409	0.674	0.677	0.6755	0.617	0.615	0.616	0.646	0.056	55.709	0.042
508	0.624	0.625	0.6245	0.697	0.697	0.697	0.661	0.057	57.262	0.051
4	0.671	0.672	0.6715	0.626	0.626	0.626	0.649	0.056	56.020	0.032

Tabla 12. Trata miento B

muestra	D ₁ (λ)			D ₂ (λ)			D			
	Lectura 1	Lectura 2	promedio	Lectura 1	Lectura 2	Promedio	Promedio	X	mg AG/g	Desv. Est
932	0.541	0.542	0.5415	0.544	0.537	0.5405	0.54	0.04	44.87	0.001
122	0.685	0.683	0.684	0.608	0.609	0.6085	0.65	0.06	55.76	0.053
427	0.579	0.584	0.5815	0.63	0.628	0.629	0.61	0.05	51.52	0.034
708	0.618	0.615	0.6165	0.571	0.571	0.571	0.59	0.05	50.33	0.032
328	0.563	0.56	0.5615	0.516	0.52	0.518	0.54	0.04	44.74	0.031
433	0.601	0.604	0.6025	0.626	0.621	0.6235	0.61	0.05	52.32	0.015
409	0.610	0.611	0.6105	0.615	0.613	0.614	0.61	0.05	52.24	0.002
508	0.541	0.542	0.5415	0.544	0.537	0.5405	0.54	0.04	44.87	0.001
4	0.59	0.592	0.591	0.597	0.597	0.597	0.59	0.05	50.35	0.004

Tabla 13. Comparación de polifenoles totales por tratamiento

Tratamiento	A	D
-------------	---	---

Promedio	56.612 ± 3.14	49.665 ± 3.961
----------	-------------------	--------------------

Los resultados obtenidos son similares a los publicados por Marcincakova, *et al.* (2016) y Bobkova, *et al.* (2020).

VIII. CONCLUSIÓN

La cafecultura mexiquense ha ganado reconocimiento estos últimos años demostrando que puede competir por calidad contra Estado como Veracruz, Chiapas y Oaxaca, pues a pesar de no existir en la actualidad una producción tan grande en volumen y extensión, se ha demostrado en base a este estudio que en la zona se pueden encontrar cafés de excelente calidad, esto gracias al arduo trabajo de los productores que forjan día con día los productores y las privilegiadas condiciones agroclimáticas la zona de estudio, en las que los cafetales se encuentran en hasta a 2,300 msnm.

Este estudio refleja las debilidades y virtudes de la cafecultura que se práctica actualmente en el sur del Estado de México. Si bien es cierto que el Estado de México tiene potencial para producir café de alta calidad, también es cierto que existe un área de oportunidad muy grande para que los productores mejoren sus prácticas agrícolas. Ahora se sabe que no todo el café que se produce en el estado cuenta con procesos de producción exhaustivos debido al desconocimiento técnico en cuanto al manejo del cultivo. Por lo que se espera que este trabajo se tome a consideración por parte de los productores para tomar en cuenta las propuestas de mejora propuestas, y pueda contribuir a una mejor toma de decisiones. Para que exista un producto que genere valor a lo largo de toda la cadena productiva, y conlleve paulatinamente a generar un progreso tanto en los campos agrícolas, como en empresas y hogares.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrea, M. *et al.* (2015) . *Contenido De Fenoles, Cafeina Y Capacidad Antioxidante De Granos De Café Verdes Y Tostados De Diferentes Estados De México*, Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 16(2), pp. 293–298. Recuperado el 1 de diciembre del 2020.

Arcila, P.J.; Buhr, L.; Bleiholder, H.; Hack, H.; Wicke, H. (2002) *Application of the “extended BBCH-scale” for the description of the growth stages of coffee Coffea sp.* Annals of Applied Biology .

Arcila, P. (2010) *Crecimiento y desarrollo de la planta de café*. Sistemas de producción de café en Colombia:21-60.2007. Recuperado el 1 de diciembre del 2020.

Hodges, T. *Predicting crop phenology* (2002) CRC Press University of Mississippi.

Akiyama, M., Murakami, K., Hirano, Y., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Wada, A., *et al.* (2008). *Characterization of headspace aroma compounds of freshly brewed arabica coffees and studies on a characteristic aroma compound of Ethiopian coffee*. Journal of Food Science, 73(5), C335–C346, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00752.x>.

Barrueta, F. B. (2020) *El café de especialidad es café con pasión. Que el consumidor sienta satisfacción de que es un producto trabajado*. Que es sustentable, Grupo exploradores del café. Recuperado el 1 de diciembre del 2020.

Daylín, L. *et al.* (2015) *Validación de un método cromatográfico para la determinación de cafeína en muestras acuosas de la Industria Farmacéutica*. Revista Cubana de Farmacia, 49(2), pp. 219–231. Recuperado el 1 de diciembre del 2020.

Díaz, F. O., Ormaza, A. M. and Rojano, B. n. A. (2018) *Effect of coffee roasting (Coffea Arabica l. var. Castillo) on cup profile, antioxidant compound content and antioxidant activity*. Informacion Tecnologica, 29(4), pp. 31–42. doi: 10.4067/s0718-07642018000400031. Recuperado el 1 de diciembre del 2020.

Fernández-Pachón, M. S. *et al.* (2006) *Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo*. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, 56(2). Recuperado el 1 de diciembre del 2020.

Figuroa, E., Pérez, F. and Godínez, L. (2012) *La producción y el consumo del café, Ecorfan*.

Available at: www.ecorfan.org/spain. Recuperado el 5 de febrero del 2021.

Fonseca-García, L., Calderón-Jaimes, L. S. and Rivera, M. E. (2014) *Capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales en café y subproductos del café producido y comercializado en norte de santander (Colombia)*. Vitae, 21(3), pp. 228–236. Recuperado el 1 de diciembre del 2020.

Giraldo Vásquez, L. M. and Ramírez Aristizabal, L. S. (2013) *Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de Palicourea guianensis (Rubiaceae)*. Revista Cubana de Farmacia, 47(4), pp. 483–491. Recuperado el 4 de febrero del 2020.

Kuskoski, M. (2005). *Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos*, Ciênc. Tecnol. Aliment Campinas, 25(4), pp. 726–732. Recuperado el 1 de diciembre del 2020.

Marina, D. et al. (2008) *Medición de Fenoles y Actividad Antioxidante en Malezas Usadas para Alimentación Animal*. Simposio de Metrología, pp. 1–5. Available at: http://cenam.mx/simposio2008/sm_2008/memorias/M2/SM2008-M220-1108.pdf. Recuperado el 10 de diciembre del 2020.

Naranjo, M., Vélez, L. T. and Rojano, B. A. (2011) *Actividad antioxidante de café colombiano de diferentes calidades*. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 16(2), pp. 164–173. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79956352419&partnerID=40&md5=5624ce29e577e850c458a5da843ff28f>. Recuperado el 9 de noviembre del 2020.

Nardini M., D'Aquino M., Tomassi G., Gentili V., D. M. & S. C. (1997) 'Effect of caffeic acid dietary supplementation on the antioxidant defence system in rat: an in vivo study.', Arch. Biochem. Biophys., (341), pp. 157 – 160. Recuperado el 9 de noviembre del 2020.

Lugo, N. Z. et al. (2014) *Total phenols and antioxidant capacity estimated with DPPH/ABTS assays in roses on preservative solutions*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 5(6).

Oestreich-Janzen, S. (2010) *Chemistry of coffee*. Comprehensive natural products II, Vol. 3. (pp. 1085–1117). Oxford: Elsevier. . Recuperado el 6 de noviembre del 2020.

Otzen, T. and Manterola, C. (2017) 'Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio',

International Journal of Morphology, 35(1), pp. 227–232. doi: 10.4067/S0717-95022017000100037. Recuperado el 9 de noviembre del 2020.

Petracco, M. (2001). *Beverage preparation: brewing trends for the new millenium*. Coffee: Recent Developments (pp. 140–164). Recuperado el 9 de noviembre del 2020.

Roth, J. V. (2009) *Prediction interval analysis is underutilized and can be more helpful than just confidence interval analysis*. Journal of Clinical Monitoring and Computing, 23(3), pp. 181–183. doi: 10.1007/s10877-009-9165-0. Recuperado el 9 de noviembre del 2020.

SIAP (2019). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Available at: www.siap.gob.mx (Accessed: 11 May 2020). Recuperado el 6 de octubre del 2020.

Buffo, R. y Cardelli-Freire, C. (2004). *Coffee flavour*: Flavour and Fragrance Journal, 19(2), 99–104, <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1325>.

Taylor, A. J., & Roozen, J. P. (1996). *Volatile flavor release from foods during eating*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 36(8), 765–784, <http://dx.doi.org/10.1080/10408399609527749>. Recuperado el 9 de noviembre del 2020.

Vega, A., De León, J. A. and Reyes, S. M. (2017) *Determinación del Contenido de Polifenoles Totales, Flavonoides y Actividad Antioxidante de 34 Cafés Comerciales de Panamá*. Información Tecnológica, 28(4), pp. 29–38. doi: 10.4067/S0718-07642017000400005. . Recuperado el 10 de noviembre del 2020.

N.O.M. (s. f.). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005, QUE ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION, CLASIFICACION Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS PREFACIO. Recuperado de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. (2015, mayo). LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (Última Reforma DOF 22-05-2015). Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23._LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCI_N_Y_GESTI_N_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf

Dirección de Seguridad, Protección Universitaria y al Ambiente UAEM. (2010). Procedimiento: Disposición Final de RePel en la UAEM. 03/05/2021, de UAEM URL: <http://web.uaemex.mx/SGCUAEMex/pdf/SecRectoria/Direccion%20de%20Seguridad%20Proteccion%20universitaria%20y%20al%20ambiente/Disposicion%20final%20de%20RePel%20en%20la%20UAEM/PROCEDIMIENTO.pdf>

Universidad Autónoma del Estado de México. (2015). LINEAMIENTOS GENERALES DE HIGIENE Y SEGURIDAD QUE SE DEBEN DE OBSERVAR Y/O CUMPLIR EN LOS LABORATORIOS Y TALLERES DE LA UAEM. 03/05/2021, de la UAEM URL: <http://web.uaemex.mx/laboratoriosytalleres/LineGeneDeHigienySeguridad.html>

IX. ANEXOS

VII.1. Cuestionario

CUESTIONARIO DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE CULTIVO Y BENEFICIO SECO PARA CAFETICULTORES DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

Fecha de aplicación:

Nombre del entrevistado:

Municipio y comunidad:

No. De contacto:

Muestra

Dada

Pendiente

Renegada

Caracterización de la zona

1. Geomorfología de la parcela

ladosa

planicie

2. Sistema de cultivo

natural o de montañas

policultivo tradicional

especializado

a sol directo

3. ¿Cuenta con sistema de riego en su cafetal?

sí no

4. ¿En esta zona cuándo inicia la temporada de cosecha?
5. ¿En esta zona cuándo finaliza la temporada de cosecha?

Producción

6. Tamaño de su parcela (ha):
7. Cantidad de plantas por ha:
8. Distancia entre planta y planta
 menos de 2 m
 aproximadamente 2 m
 más de 2 m
9. ¿Aproximadamente cuántos kilos de café verde (oro) obtiene como producción anual por ha?
10. ¿Qué variedades de café están presentes en su parcela?

	VARIEDAD
<input type="checkbox"/>	Typica
<input type="checkbox"/>	Caturra Roja
<input type="checkbox"/>	Caturra Amarilla
<input type="checkbox"/>	Bourbón
<input type="checkbox"/>	Otro <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Otro <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Otro <input type="text"/>

11. Los cafetos se encuentran lotificados por variedad
 sí no

Fertilización y podas

12. Fertilización:

orgánica

química

no se hace fertilización

13. Cada cuando fertiliza:

menos de una vez al año

una vez al año

dos veces al año o más

no se hace

14. ¿Cuántos años tienen la mayoría de plantas de su parcela?

hasta 10 años

hasta 20 años

más de 30 años

15. ¿Cada cuando poda sus cafetos (individualmente)?

una vez al año

cada dos años

menos de una vez cada 2 años

nunca

16. ¿Cuál de las siguientes podas pone en práctica en su cafetal?

poda alta o suspensión (ápice)

poda de ramas

resepa

agobio (doblar ramas)

- candelabro (eliminación de cogollos)
- ninguna

Sanidad vegetal

17. Plagas o enfermedades presentes en su cafetal:

- Ninguna

Plgas:

- broca
- minador de la hoja
- Neztevuil raíz
- guzano de bandola

Enfermedades:

- rolla
- ojo de gallo
- sopa amarilla, lacito amarillo
- Antracnosis
- Escamilla

18. ¿Qué tipo de control realiza para controlar plagas y enfermedades?

- orgánico
- agroecológico
- químico
- no se controla

19. Manejo de maleza:

- cultural
- químico
- no se controla

Condiciones ambientales del cultivo

20. ¿Qué porcentaje de sombra tienen sus cafetales?

0%

30%

40%- 60%

más del 60

21. Nombre común de árboles maderables/arbustos que proporcionan sombra al café:

caoba

fresno

ocote

colorín

higuerilla

higo

otro

22. Nombre común de árboles frutales que proporcionan sombra al café:

limón

naranja

guayaba

durazno

aguacate

banano

zapote

Otro

23. ¿Intercala usted el cultivo del café con alguna leguminosa u otros?

24. ¿Ha notado usted alguna anomalía con respecto a la cosecha o manejo del cultivo este año (producción temporada de cosecha etc.)?

Cosecha

25. La selección del fruto en la cosecha es:

- poco selectiva
- medianamente selectiva
- altamente selectiva
- excelentemente selectiva

26. ¿Flota el café cosechado?

- sí
- no

27. ¿Cuántos cortes realiza en la temporada de cosecha?

- 2
- 3
- 4

28. ¿Realiza cosecha de desmache para inducir una mejor floración?

- sí
- no

Beneficio seco

29. ¿Qué beneficios del café práctica?

- Seco /natural
- Húmedo / lavado
- Miel (no se quita mucílago)

30. Una vez cosechado el café, lo pone a secar en:

- cemento

rejilla

otro

31. ¿Aproximadamente, de qué grosor es la capa del fruto al momento del secado?

delgado

grueso (mayor a 4 cm)

32. Una vez cosechado el café, lo pone a secar:

El mismo día o al día siguiente

De dos a 3 días

De 4 a 6 días

7 días o más

33. ¿Cada cuando se remueve al día el café en los primeros días de secado?

Dos veces al día

Una vez al día

Una vez cada 2 días

Menos de cada 3 días

34. ¿Cuántos días tarda el proceso de secado?

Almacenamiento

35. El empaque del café oro se realiza en:

saco de nylon

bolsa de plástico + nylon o yute

36. ¿El lugar de almacenado contiene a su vez productos químicos volátiles como: gasolina, pintura, aceite, agroquímicos etc.?

sí

no

37. El lugar en dónde se almacenan los granos es

Fresco

- Fresco y con tarias
- Caluroso, expuesto a la humedad

Capacitación y equipamiento

38. ¿Ha recibido usted capacitación con respecto al manejo del café?
 sí no

39. ¿Cómo calcula el momento en que es suspendido el secado?
 de manera rústica con medidor

40. ¿Cómo realiza usted el pelado?
 molino de mano
 maquinaria de servicio
 morteadora o trilladora propia

Comercialización

41. ¿De qué forma comercializa usted el café?
 cereza madura
 Cereza negra
 Café pergamino
 café oro
 Tostado

42. Precio cereza madura:

43. Precio cereza en bola:

44. Precio oro:

45. Precio café tostado:

46. ¿Realiza usted otros subproductos?

sí no

47. ¿Considera usted que la cafeticultura es rentable?

sí

regular

no

48. ¿Qué recursos o acciones considera que hacen falta para y que podrían aumentar la rentabilidad de la cafeticultura en el Estado de México?

49. ¿Hace usted café de especialidad?

VII.2. Protocolo de cata SCA



Specialty Coffee Association Arabica Cupping Form

Name: _____
Date: _____
Table no: _____

Quality Scale

6.00 - BUENO	7.00 - MUY BUENO	8.00 - EXCELENTE	9.00 - SOBRESALIENTE
6.25	7.25	8.25	9.25
6.5	7.5	8.5	9.5
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # El nivel de tueste	Fragancia/Aroma		Sabor		Acidez		Cuerpo		Uniformidad		Taza Limpia		Puntaje Catador	
	Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____	
Saco	Cualidades	Especimen	Sabor Residual		Intensidad		Intensidad		Balance		Dulzor		Defectos (sustraer)	
			Total: _____		Alto		Pesado		Total: _____		Total: _____		Ligero=2 # Tazas Intensidad	
Notas: _____												Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> =		
												Puntaje Final		

Muestra # El nivel de tueste	Fragancia/Aroma		Sabor		Acidez		Cuerpo		Uniformidad		Taza Limpia		Puntaje Catador	
	Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____	
Saco	Cualidades	Especimen	Sabor Residual		Intensidad		Intensidad		Balance		Dulzor		Defectos (sustraer)	
			Total: _____		Alto		Pesado		Total: _____		Total: _____		Ligero=2 # Tazas Intensidad	
Notas: _____												Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> =		
												Puntaje Final		

Muestra # El nivel de tueste	Fragancia/Aroma		Sabor		Acidez		Cuerpo		Uniformidad		Taza Limpia		Puntaje Catador	
	Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____	
Saco	Cualidades	Especimen	Sabor Residual		Intensidad		Intensidad		Balance		Dulzor		Defectos (sustraer)	
			Total: _____		Alto		Pesado		Total: _____		Total: _____		Ligero=2 # Tazas Intensidad	
Notas: _____												Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> =		
												Puntaje Final		

Muestra # El nivel de tueste	Fragancia/Aroma		Sabor		Acidez		Cuerpo		Uniformidad		Taza Limpia		Puntaje Catador	
	Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____	
Saco	Cualidades	Especimen	Sabor Residual		Intensidad		Intensidad		Balance		Dulzor		Defectos (sustraer)	
			Total: _____		Alto		Pesado		Total: _____		Total: _____		Ligero=2 # Tazas Intensidad	
Notas: _____												Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> =		
												Puntaje Final		

Muestra # El nivel de tueste	Fragancia/Aroma		Sabor		Acidez		Cuerpo		Uniformidad		Taza Limpia		Puntaje Catador	
	Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____	
Saco	Cualidades	Especimen	Sabor Residual		Intensidad		Intensidad		Balance		Dulzor		Defectos (sustraer)	
			Total: _____		Alto		Pesado		Total: _____		Total: _____		Ligero=2 # Tazas Intensidad	
Notas: _____												Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> =		
												Puntaje Final		

Muestra # El nivel de tueste	Fragancia/Aroma		Sabor		Acidez		Cuerpo		Uniformidad		Taza Limpia		Puntaje Catador	
	Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____		Total: _____	
Saco	Cualidades	Especimen	Sabor Residual		Intensidad		Intensidad		Balance		Dulzor		Defectos (sustraer)	
			Total: _____		Alto		Pesado		Total: _____		Total: _____		Ligero=2 # Tazas Intensidad	
Notas: _____												Rechazo=4 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> =		
												Puntaje Final		

JLMM

This form is designed and intended to be used in conjunction with the SCA Protocol for Cupping Specialty Coffee.

Agosto 2017

VII.3. Formato del análisis físico del grano, formato SCA



Washed Arabica Coffee Grading Form

Grader: _____
 Coffee Origin: _____
 Sample ID: _____

Date: _____
 ICO Marks: _____
 Container: _____

Green Coffee Grade (350 Gram Sample)

CATEGORY 1	Defect Count	Full Defects
Full Black / Completamente negros (1:1)		
Full Sour / Completamente agrios (1:1)		
Dried Cherry / Cerezos secos (1:1)		
Fungus Damage / Daño de hongo (1:1)		
Foreign Matter / Materia extraña (1:1)		
Severe Insect Damage / Daño severo de broca (5:1)		
Total Category 1 Defects *		_____

Moisture Reading:	%
Moisture Temp:	°F / °C
Water Activity:	a_w
Water Activity Temp:	°F / °C
Green Color Gradient:	
Bulk Density (optional):	

CATEGORY 2	Defect Count	Full Defects
Partial Black / Parcialmente negro (3:1)		
Partial Sour / Parcialmente agrio (3:1)		
Parchment / Pergamino (5:1)		
Floater / Flotadores (5:1)		
Immature / Unripe / Inmaduros (5:1)		
Withered / Arrugados (5:1)		
Shell / Conchas (5:1)		
Broken / Chipped / Cut / Cortados / Quebrados (5:1)		
Hull / Husk / Pulpa o cáscara (5:1)		
Slight Insect Damage / Daño menor de insecto (10:1)		
Total Category 2 Defects *		_____

Total Green Defects: _____

Roasted Coffee Grade (100 Gram Sample)

Bulk Density (optional)
Color / Roast Development Equipment & Scale
Equipment & Scale Used

Roasted Defects: _____ # of quakers

Circle the Appropriate Classification

SCA Classification: **Specialty Grade** Below Specialty Grade
 CQI Classification: **Q Arabica Grade** Below Q Arabica Grade