

Estrategia de mejoramiento de la producción cafetalera de la organización Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas: caracterización de la bebida de café

Emiliano Pérez Portilla¹

Sixto Bonilla Cruz²

José Arturo M. Hernández Solábac³

José G. Partida Sedas⁴

Resumen

En México el café es un cultivo importante, aun sin ser originario de nuestro país forma parte de la cultura productiva de las regiones subtropicales. En la década pasada la cafecultura estuvo inmersa en una fuerte crisis económica. Ante esta situación, en el sector cafetalero se implementaron algunas alternativas, entre éstas, el mejoramiento de la calidad del aromático y la producción de cafés diferenciados. En este contexto, la organización Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas S. C. planteó que era necesario desarrollar una investigación que identificara las calidades y perfiles de sabor del café, con la finalidad de fortalecer su presencia en los mercados diferenciados. En el trabajo se utilizó la base de datos que integró el Departamento Técnico de la organización de productores en 2009 y se estructuró el procedimiento analítico. Mediante análisis de correlación, pruebas de t y de χ^2 , se identificó que la variación térmica y las características del suelo afectan de manera significativa algunos atributos sensoriales del café ($p < 0.05$). Se encontró que una cantidad importante de muestras tiene calificaciones mayores a 80.0 (escala de 0-100) y un perfil aromático a chocolate-caramelo. También se identificaron algunas notas de cítricos, florales y frutales, las cuales tienen potencial para diferenciar los perfiles de sabor de la bebida. Aunque a la fecha los precios del grano han mejorado de manera importante, es recomendable que los productores sigan atendiendo el mercado de los cafés diferenciados ya que en éste los precios pueden ser más estables en el mediano plazo.

Palabras clave: Chiapas, café, evaluación sensorial, caracterización.

Strategy for the improvement of coffee production of the organization 'Ecological peasants in the Sierra Madre of Chiapas': characterization of the coffee beverage

Abstract

Coffee is an important crop in Mexico even without being originally from our country. This crop is part of the productive culture of the Mexican subtropical regions. In the past decade the coffee sector was immersed in a deep economic crisis. As a response to this situation in the coffee sector, some

1. Profesor-investigador. Centro Regional Universitario de Oriente. Universidad Autónoma Chapingo.

2. Coordinador General de la Cesmach. Jaltenango, Chis.

3. Egresado de la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zonas Tropicales. Universidad Autónoma Chapingo.

4. Profesor-investigador. Centro Regional Universitario de Oriente. Universidad Autónoma Chapingo.

alternatives were implemented, among them: improvement of coffee quality and production of differentiated coffee. In this context the organization 'Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas S.C.' stated that it was necessary to develop research to identify the qualities and profiles of coffee flavor in order to strengthen its presence in the different markets. A database integrated by the Technical Department of this organization built in 2009 was used in this piece of research. By applying an analysis of correlation, and t , χ^2 tests it was identified that the thermal variation and characteristics of the soil significantly affect some sensory attributes of the coffee drink ($p < 0.05$). It was found that a significant number of samples have a rating greater than 80 (scale of 0-100) and an aromatic profile to chocolate-caramel. There was also some hint of citrus, floral and fruits identified, which indicate a potential to differentiate drink flavor profiles. Even though coffee prices have risen recently, it is recommended that producers continue focusing attention on the differentiated coffee market because its price may be more stable in the medium term.

Key words: Chiapas, coffee, sensory evaluation, characterization.

Introducción

El género *Coffea* tiene más de 70 especies distribuidas en África tropical, Madagascar e islas cercanas, todas las especies son leñosas y varían en tamaño y forma de crecimiento (Rena *et al.*, 1994). En este género *C. arabica* y *C. canephora* son las especies más importantes desde el punto de vista económico y se han extendido como cultivos importantes en la franja intertropical. A pesar de ser África el centro de origen del café y donde aún se le puede encontrar en forma silvestre, sólo produce 12% del aromático, mientras que en el continente americano se produce 62%. Brasil es el principal país productor a nivel mundial con 32% del volumen de producción. México se encuentra entre los primeros diez

países productores aportando alrededor de 4% (OIC, 2009).

En México, el café es un cultivo importante en el contexto económico, ambiental y social. Éste forma parte de la cultura productiva de las regiones subtropicales y tropicales. Por los volúmenes de exportación, el café es un producto con el que ingresa la mayor cantidad de divisas al país aunque paradójicamente la riqueza generada por el aromático llega muy poco a los productores. En México hay una estrecha relación entre las regiones productoras de café y los sitios donde se encuentran algunas etnias que presentan altos índices de marginación y pobreza.

Desde el rompimiento de la cláusula económica de la Organización Internacional del Café (OIC) en 1989, la inestabilidad de precios del grano ha sido constante, los más bajos fueron ocasionados por la abundante producción de Brasil y Vietnam, lo que provocó que éstos cayeran casi 50% por debajo del costo de producción (Escamilla, 2007). Ante esta situación, en el sector cafetalero mundial se implementaron algunas alternativas, entre ellas: el mejoramiento de la calidad del aromático, la producción de cafés diferenciados, la diversificación productiva, el incremento del consumo interno y la valoración de los beneficios ambientales del cultivo. En el contexto del mejoramiento de la calidad del café, en México se encuentran regiones que tienen potencial para producir café de calidad suficiente para ingresar a los mercados de especialidad, así lo indican varios premios que han obtenido muestras de café de México en concursos internacionales, sin embargo, se necesita reorganizar la producción bajo este nuevo enfoque y realizar un trabajo de promoción al consumo bien estructurado (Pérez *et al.*, 2005).

En este contexto, la organización de Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas S. C. (Cesmach) planteó llevar a cabo una investigación que permitiera identificar los diferentes perfiles de sabor del café y ubicarlos geográficamente, con la finalidad de fortalecer su presencia en los mercados diferenciados ya que a la fecha cuenta con producción orgánica certificada y participa en el Comercio Justo.

CAMPESINOS ECOLÓGICOS DE LA SIERRA MADRE DE CHIAPAS S.C.

Área de estudio

Las comunidades que participan en la organización Cesmach se encuentran en la Sierra Madre de Chiapas, el cual es un extenso sistema montañoso que discurre en dirección del noroeste-sureste. Sus puntos más altos en la Reserva de la Biosfera "El Triunfo" alcanzan los 2 750 msnm (figura 1). La Sierra Madre de Chiapas está formada principalmente por rocas ígneas intrusivas (graníticas y gabroides) que datan de la era paleozoica (periodos pérmico y carbonífero). También se encuentran en menor proporción rocas sedimentarias de tipo continental que pertenecen a la era mesozoica (jurásico) y depósitos aluviales del cuaternario (Ferrari-Pedraglio *et al.*, 2007).

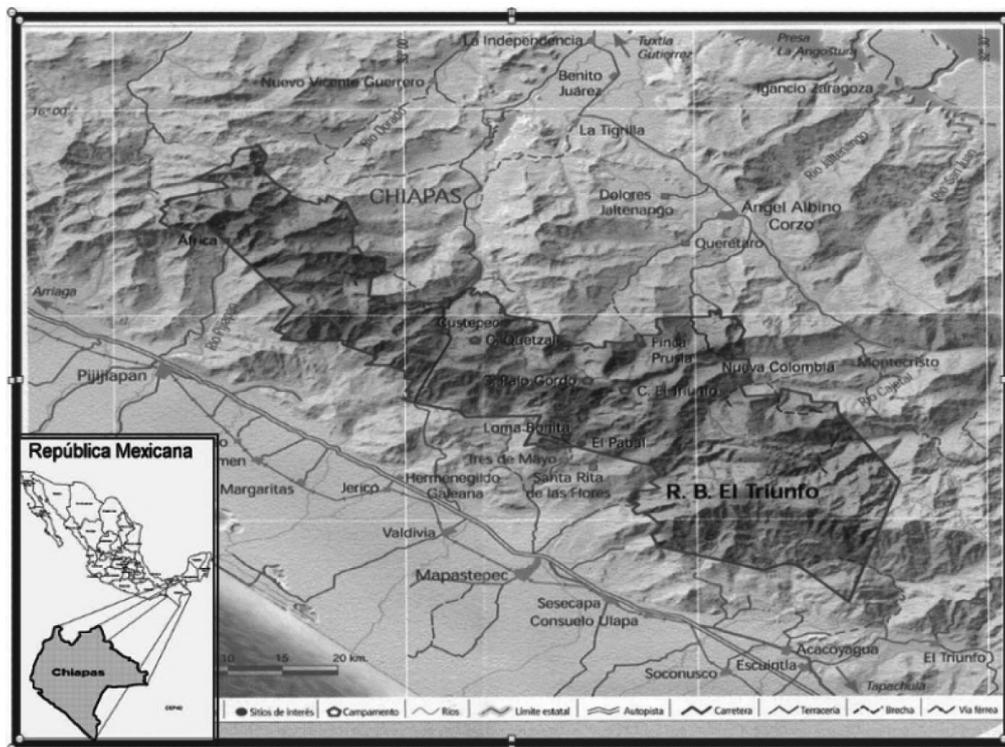
Considerando la carta temática edafológica Huixtla D1502E (Inegi, 2009), en el área de influencia de la organización de productores se encuentran cuatro asociaciones de suelos,

en las cuales las subunidades dominantes son: los litosoles, los cambisoles eútricos, los acrisoles plánticos y los acrisoles húmicos. Debido a que la zona de estudio se ubica en la parte norte del cordón montañoso (porción menos húmeda), se define un gradiente climático que oscila del cálido subhúmedo con un régimen de lluvias en verano $Aw''_2(w)$, pasa por los semicálidos húmedos $A(C)m(w'')$, hasta alcanzar los templados húmedos Cm en las partes más altas. Datos de la finca Liquidámbar que tiene una altitud de 1 042 msnm y que se ubica en la zona cafetalera de la región, registran una temperatura media anual de 21.3°C y una precipitación anual de 2 626 mm.

Metodología

En el trabajo de investigación se utilizó la base de datos que integró el Departamento Técnico de la Cesmach en 2009; a partir de ésta se estructuró el procedimiento analítico y cartográfico. La

Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva de la Biosfera "El Triunfo", área de influencia de la organización *Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas* (Cesmach S.C.)



base de datos se generó en una hoja de cálculo del programa *Excel*, la cual contiene datos de tipo geográfico y sensorial de la bebida de café. En esta hoja de cálculo a cada parcela se le asignó un código que sirvió de "identificador" en los diferentes procedimientos analíticos. La base contiene datos de 208 parcelas y fue generada de forma secuenciada según la antigüedad del productor. Los datos de ubicación de las parcelas de los productores fueron registrados con un geoposicionador (Garmin III Plus) en coordenadas geográficas UTM, el dato de posición geográfica fue tomado en el centro de cada parcela.

Evaluación sensorial de la bebida

La evaluación sensorial de la bebida la realizó el catador de la Comercializadora Mexicana de Productos Agroecológicos (Compras). Siguiendo las normas y estándares de catación para la región de Centroamérica (Chemonics International Inc., 2005), las 208 muestras se evaluaron con seis repeticiones, los descriptores que se utilizaron fueron: fragancia/aroma, sabor, resabio, acidez y cuerpo. En la evaluación numérica de cada una de las muestras se utilizó una escala con un total posible de 100 puntos. A cada descriptor se le otorgó una calificación de 0 a 10, en donde 0 es malo y 10 es excelente. Al final se sumaron las calificaciones de los cinco descriptores y se agregaron 50 puntos para obtener la calificación de la muestra. En la identificación de las notas que tenía la bebida de café se utilizó el kit de aromas *Le nez du café*.

Modelo cartográfico

En el análisis cartográfico se utilizó el programa *IDRISI 3.2* (Eastman, 2001). La base cartográfica se generó a partir del modelo digital del terreno Huixtla D1502E, escala 1:250 000 (Inegi, 2001), el cual se empleó para generar el mapa de temperatura media anual mediante análisis de regresión simple. En el análisis de regresión se utilizaron datos de las estaciones meteorológicas que se encuentran en la Sierra Madre de Chiapas (tabla 1).

También se utilizó la imagen temática edafológica Huixtla D1502E que tiene formato vectorial y escala 1:250 000 (Inegi, 2009). Por último, la imagen vectorial que representa la distribución de las parcelas se elaboró con las coordenadas geográficas que se registraron en el geoposicionador. Para generar las imágenes donde se representa la calificación y el perfil aromático de la bebida se utilizaron varios procesos analíticos y de síntesis cartográfica.

Análisis de datos

Los datos geográficos y de la evaluación sensorial se exportaron al programa *Statistica 6.1* (StatSoft Inc., 2003) para su análisis estadístico. Éstos se procesaron de manera exploratoria, primero se calcularon estadísticas descriptivas, posteriormente se realizaron análisis de correlación y pruebas de *t* (student), en el caso de variables discontinuas se efectuaron pruebas de χ^2 .

Resultados

Perfil de intensidad de los atributos sensoriales

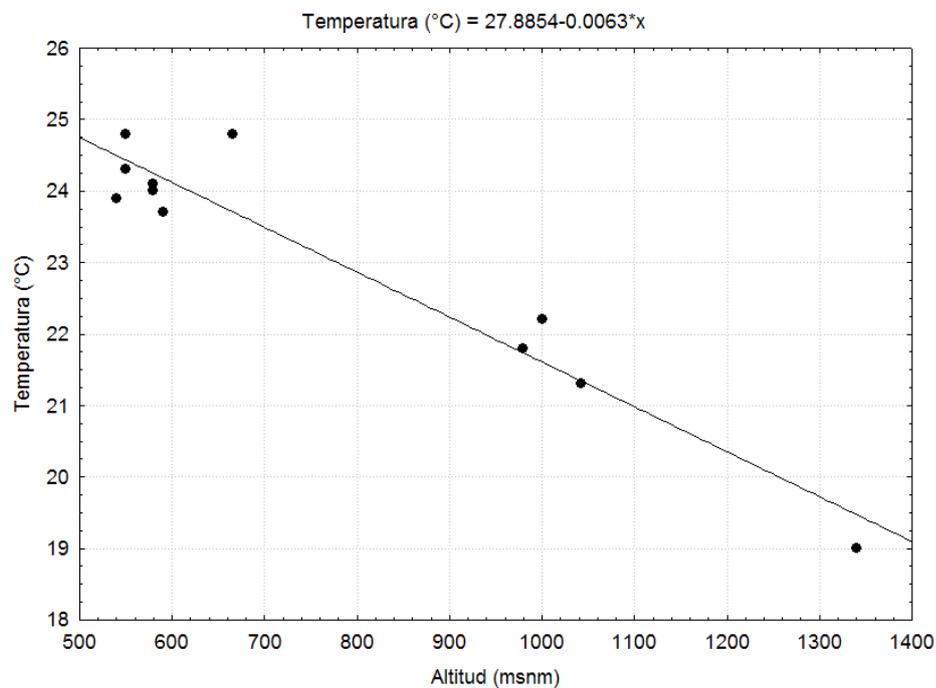
Aunque varios estudios han señalado que la altitud es un factor importante en el comportamiento de algunos atributos sensoriales de la bebida del café (Avelino, 2005; Wintgens, 2004), en el estudio se consideró que la temperatura tiene mayor sentido en un contexto ecofisiológico. De ahí la necesidad de generar un mapa que representara la variación térmica en la región de estudio. En el análisis se encontró que existe una correlación significativa ($p < 0.05$) entre la altitud y la temperatura y que estas variables se relacionan de manera inversa ($r = -0.84$) (figura 2).

Con el modelo $\hat{y} = 27.885 - 0.0063x$ se generó el mapa de temperatura media (figura 3), como puede observarse en el área de estudio se presenta una amplia variación térmica que oscila entre 2.6°C y 27.9°C, aunque pudiera haber errores de estimación de la temperatura en altitudes menores a 540 y superiores a 1 340 msnm debido a que en esas áreas no hay estaciones meteorológicas. Sin embargo, el nivel de estima-

Tabla 1. Datos de las estaciones meteorológicas que se encuentran en el área de influencia de la organización Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas S.C.

Clave	Estación meteorológica	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
07183	Benito Juárez	16° 02' 30"	92° 49' 03"	550	24.3	1536.2
07335	Querétaro	15° 50' 19"	92° 45' 20"	665	24.8	2040.6
07180	Jaltenango	15° 52' 00"	92° 43' 00"	580	24.0	1879.3
072237	Guerrero	16° 03' 00"	92° 48' 00"	550	24.8	1508.2
07063	Finca Liquidámbar	15° 47' 00"	92° 44' 00"	1042	21.3	2626.0
07037	Custepeques	15° 43' 43"	92° 58' 08"	1000	22.2	2092.0
07054	Finca Prusia	15° 43' 00"	92° 48' 00"	980	21.8	2514.4
07342	Benito Juárez	16° 04' 58"	92° 50' 26"	580	24.1	1427.5
07008	Ángel A. Corzo	15° 55' 00"	92° 43' 00"	590	23.7	1816.1
07145	San Francisco	15° 52' 15"	92° 57' 13"	540	23.9	1438.2
07159	Siltepec	15° 40' 00"	92° 16' 00"	1340	19.0	1599.8

Figura 2. Relación entre la altitud y la temperatura media anual en el área de influencia de la organización Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas S.C.



ción de la temperatura es alto ($R^2= 0.9206$) en la zona intermedia, que es donde se encuentra la producción de café. Este gradiente térmico en cierto grado es consecuencia de la presencia de la Sierra Madre de Chiapas.

Una vez que se estimó la temperatura media en la zona productora de café de la organización, se realizó el análisis de correlación entre la temperatura media con la calificación que obtuvieron las muestras en la evaluación sensorial (suma de los cinco/seis descriptores más 50 puntos), la tendencia general que se observa es que en la medida en que la temperatura desciende la calificación de la bebida aumenta ($r= -0.20$) ($p< 0.05$). Para elaborar el mapa donde se representa la calificación de la bebida de café, a partir del mapa de temperatura media se tuvo en cuenta la dispersión de los datos en la figura 4 y se decidió clasificar las muestras en dos categorías, el límite se fijó en 81.5 puntos de calificación. Con el modelo $\hat{y}= 84.3978 - 0.1479x$, en donde \hat{y} es la calificación de las muestras en la evaluación sensorial y x es la temperatura media anual, se determinó que la isoterma de 19.1°C fuera límite entre las

dos categorías. Las muestras de café con calificaciones altas (A) se encuentran en el intervalo térmico de 16.4 a 19.1°C (1 396-1 818 msnm) y las de calificaciones medias (M) en el rango de 19.1-23.7°C (669-1 396 msnm). Considerando la propuesta de la *Specialty Coffee Association of America* (SCAA) (2003) que elaboró un protocolo para evaluar cafés de especialidad, un alto porcentaje de muestras se clasifica en la categoría de muy buena calidad (94.9%) (80-84 puntos) y algunas en la categoría de excelentes (4.3%) (85-89 puntos).

En la figura 5 se presentan los resultados de la prueba de t (student), en ésta se puede observar que las dos categorías propuestas agrupan muestras con calificaciones diferentes en los atributos sensoriales ($p<0.05$), sólo no hubo diferencia en la intensidad/preferencia de la acidez, aunque muestra esta tendencia ($p=0.07$), este resultado contrasta con otros estudios en donde se ha encontrado que la intensidad de la acidez es uno de los atributos sensoriales que más se correlaciona con el comportamiento de variación térmica (Laderach *et al.*, 2011, Pérez *et al.*, 2005).

Figura 3. Mapa de temperatura media anual de la Reserva de la Biosfera “El Triunfo”, zona de influencia de la organización *Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas S.C.*

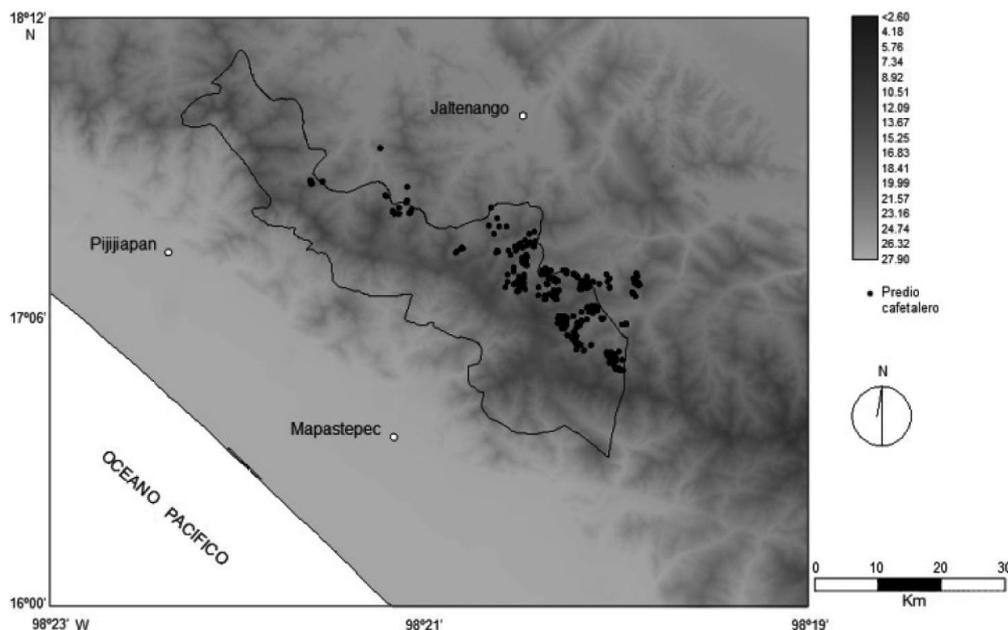


Figura 4. Relación entre la temperatura media anual y la calificación de las muestras de café en la evaluación sensorial de la bebida.

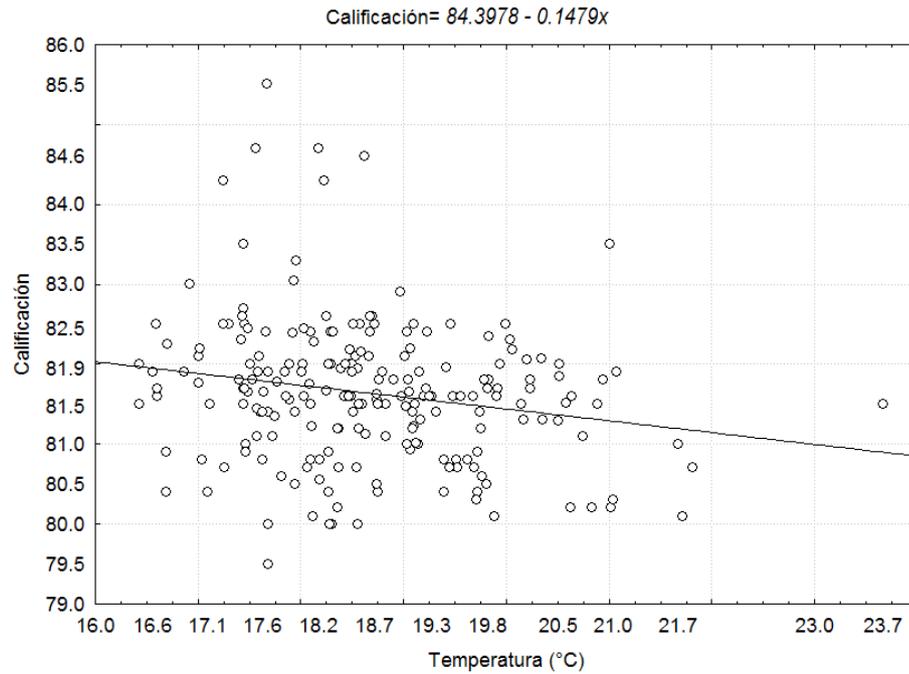
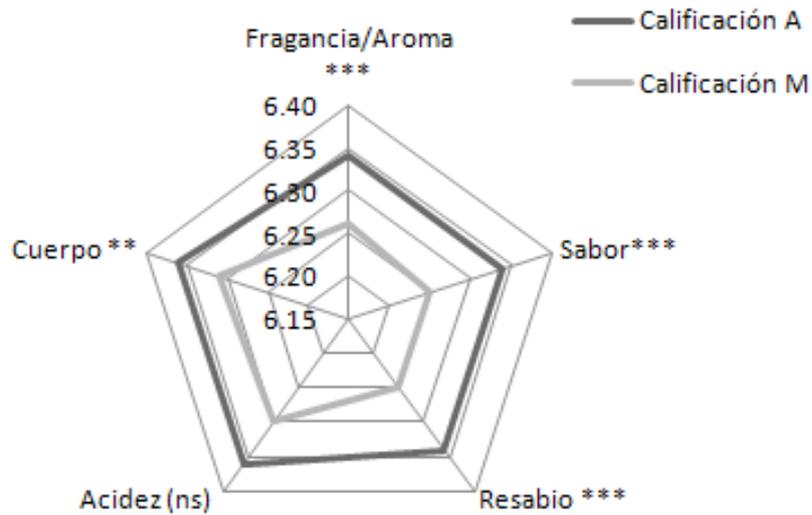


Figura 5. Intensidad/preferencia de los atributos sensoriales de la bebida de las dos categorías de café identificadas en el área de estudio. La significancia entre las categorías fue: *** $\alpha < 0.01$ y ** $\alpha < 0.05$, según la prueba de t.



El efecto negativo de las altas temperaturas en los atributos sensoriales de la bebida ha sido sugerido por Rivera (1997). Para evaluar el efecto del tipo de suelo en la intensidad/preferencia de los atributos sensoriales se utilizó análisis de varianza de efectos aleatorios (modelo II), pero no se encontró influencia significativa ($p > 0.05$).

En la figura 6 se presenta la distribución geográfica de las dos categorías de la bebida de café identificadas en el área de estudio, en ésta se puede observar que la intensidad/preferencia de los descriptores sigue el patrón térmico-altitudinal de la Sierra Madre de Chiapas en su vertiente interna (Depresión Central de Chiapas), y que una alta proporción de muestras proviene del polígono de la Reserva de la Biosfera "El Triunfo".

Perfil aromático de la bebida de café

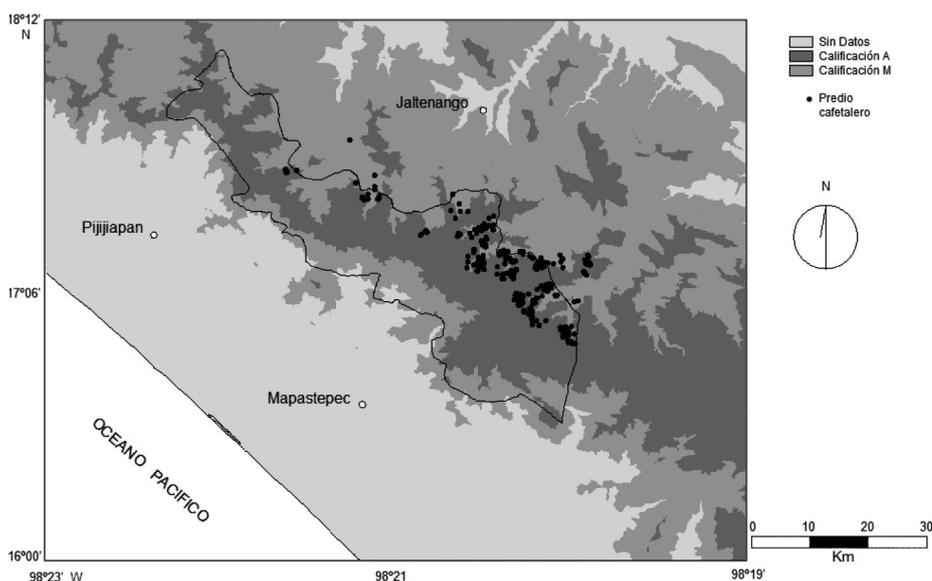
De las 208 muestras con datos de evaluación sensorial, sólo en 81 se reportaron notas aromáticas. En orden de importancia por su frecuencia son: chocolate (26), caramelo (23), cítrico (17), floral (9), frutal (5) y amaranto (1), esta última no tipificada en el catálogo de notas aromáticas del

café (Lenoir, 1997). Considerando la frecuencia de las notas, 60.5% pertenecen al grupo de los tostados (chocolate-caramelo).

En la tabla 2 se presentan las frecuencias de las notas aromáticas que tuvieron las muestras agrupadas por tipo de suelo. En la prueba de χ^2 se encontró que el tipo de suelo afecta el perfil de notas de las muestras de café ($p < 0.05$). Al revisar los datos en la tabla 2 se observa que los cambisoles tienden a presentar bebida con notas a chocolate y caramelo mientras que los litosoles a cítrico y caramelo. Es probable que las diferencias en los perfiles aromáticos del café que se presentan en los dos tipos de suelos se deban a su origen geológico, en el caso de los litosoles provienen de rocas ígneas intrusivas como los granitos y los cambisoles de rocas sedimentarias de tipo continental. Es de mencionar también que en la región se encontraron suelos que se clasifican como acrisoles, pero en las muestras de café que provienen de localidades con este tipo de suelo no fueron reportadas notas aromáticas.

Considerando los resultados de la prueba de χ^2 y la imagen de unidades de suelo se elaboró

Figura 6. Distribución geográfica de los tipos de café, con base en la calificación de los atributos sensoriales.



el mapa de notas aromáticas (figura 7), en ésta el área que se identifica con el perfil chocolate-caramelo corresponde a la zona donde dominan los cambisoles y de manera complementaria la del perfil cítrico-caramelo se relaciona con los litosoles.

En la figura 8 se presenta el resultado de la sobreposición del mapa de calificaciones de la bebida con el de notas aromáticas, el cual representa la distribución geográfica de los diferentes perfiles de sabor del café. De la sobreposición se obtuvieron los cuatro perfiles siguientes: 1: >81.5 puntos, perfil cítrico-caramelo, 2: >81.5 puntos, perfil chocolate-caramelo, 3: <81.5 puntos, perfil cítrico-caramelo y 4: <81.5 puntos, perfil choco-

late-caramelo. Por la distribución de las parcelas se puede señalar que una proporción importante de la producción de café de la organización tiene calificaciones mayores a 81.5 puntos y un perfil aromático a chocolate-caramelo; también es de mencionar que la organización tiene el potencial para diversificar los tipos de café, sobre todo en la zona de distribución de los cambisoles que es donde se identificaron muestras con notas florales y frutales, las cuales son muy apreciadas en el mercado de café de especialidad. La información que se presenta en el mapa puede considerarse como la delimitación de los tipos de café por sus características sensoriales, sin embargo se sugiere continuar con la evaluación sensorial de las muestras de cosechas siguientes

Tabla 2. Frecuencias de las notas aromáticas identificadas en el área de estudio por unidad de suelo.

Tipo de suelo	Notas aromáticas				
	Caramelo	Chocolate	Cítrico	Floral	Frutal
Cambisol	14	24	8	9	5
Litosol	9	2	9	0	0
Total	23	26	17	9	5

Figura 7. Distribución geográfica de las notas aromáticas identificadas en el área de influencia de la organización Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas S.C.

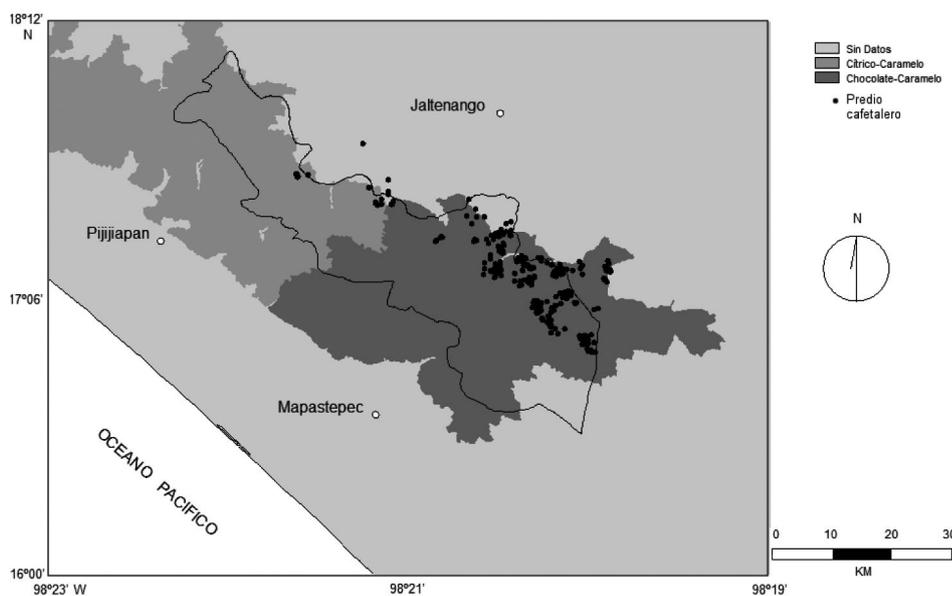
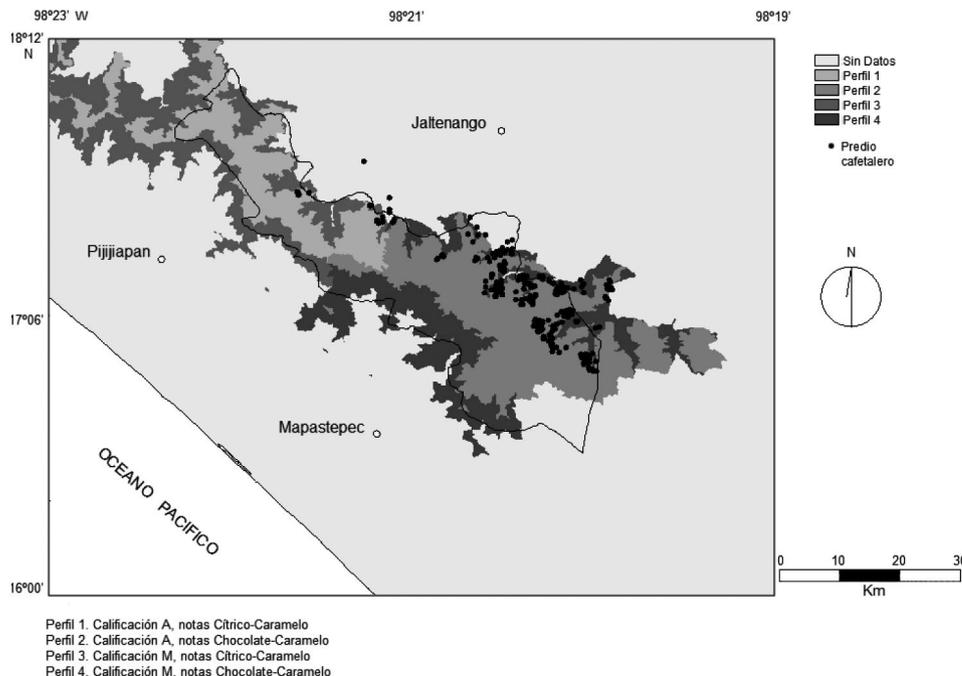


Figura 8. Distribución geográfica de los perfiles de sabor identificados en la zona de influencia de la organización *Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas S.C.*



con el fin de que se pueda validar esta caracterización a futuro.

Discusión

Las evaluaciones de calidad del café con propósitos de investigación se basan en el análisis sensorial donde el olfato y el gusto tienen un papel importante, los atributos que se han convenido para el caso del café en el mercado de especialidad son: la fragancia, el aroma, el sabor, el resabio, la acidez y el cuerpo (SCAA, 2003). Por su naturaleza, la evaluación sensorial de la bebida puede ser subjetiva cuando los criterios del investigador no son exactamente los que se consideran en el mercado y más tratándose del segmento de los cafés de especialidad. En este caso, al utilizar datos que fueron generados por un catador que está entrenado en este contexto de mercado, es posible que este sesgo se redujera de manera importante. Un paso metodológico muy importante que se realizó en el trabajo fue la depuración de la base de datos, ya que hubo

algunas muestras de café que reflejaban en las notas aromáticas de los descriptores problemas en el proceso de beneficiado, la revisión minuciosa de la base de datos condujo a evitar posibles sesgos en el comportamiento de los resultados.

Tratándose de un trabajo de tipo geográfico, uno de los retos importantes en el estudio fue identificar variables ambientales que tuvieran relación con las características sensoriales de las bebidas, en este caso, la diferenciación de los tipos de café fue posible porque tanto la variación térmica como las características de las unidades del suelo en el área de estudio afectaron los atributos sensoriales de la bebida. Es importante remarcar que en éste como en otros estudios el uso de la variación térmica explica de mejor manera el comportamiento de los atributos sensoriales del café (Laderach *et al.*, 2011; Pérez *et al.*, 2005), aunque en la actualidad se siga insistiendo en la altitud como fuente de variación. Teniendo en cuenta la tendencia en el aumento de la demanda del café de especialidad en el mercado internacional (López, 2008), es claro

que la opción para una parte importante de los productores mexicanos se encuentra en este segmento de mercado.

Considerando la calificación de las muestras y rangos de puntuación propuestos por la SCAA (2003), la mayoría de las muestras de café se clasifican de calidad muy buena y excelente (>80 puntos) y con un perfil aromático de chocolate-caramelo. Con respecto al perfil aromático, aunque el de chocolate-caramelo es un perfil un tanto común en otras regiones de México, la zona tiene potencial para diversificarlo ya que varias muestras tuvieron notas a cítricos, florales y frutales, las cuales son muy apreciadas en el mercado *gourmet* de café.

Por lo que se encontró en el estudio se puede mencionar que la producción de café de la Cesmach tiene buena calidad, que hay que mantener y quizá mejorar, esto último tal vez con la clasificación por perfiles aromáticos. La valorización de la calidad del café de la Cesmach tiene importancia en el contexto de la producción sustentable y más si consideramos que un porcentaje importante de parcelas se encuentra en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera "El Triunfo".

Conclusión

En el trabajo se analizaron datos de la evaluación sensorial de la bebida de café que realizó el juez de la Comercializadora Mexicana de Productos Agroecológicos (Compras), en el análisis se utilizaron algunas técnicas estadísticas como la correlación, pruebas de t y de χ^2 , se identificó que la variación térmica y las características del suelo afectan de manera significativa ($p < 0.05$) la mayoría de los atributos sensoriales del café. Se encontró que una cantidad importante de muestras tiene calificaciones mayores a 81.5 puntos y un perfil aromático a chocolate-caramelo. También se identificaron algunas notas de cítricos, florales y frutales, las cuales tienen potencial para diferenciar los perfiles de sabor de la bebida. Los resultados pueden apoyar la clasificación

de la producción de café de la organización con la idea de dirigirlos a nichos de mercado más especializados.

Bibliografía

- Avelino, J.; B. Barboza; J. Araya; C. Fonseca; F. Davrieux; F. B. Guyot y C. Cilas 2005. "Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terriors of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota". *Journal of the Science of Food and Agriculture* 11:1869-1876.
- Chemonics International Inc. 2005. *Normas y estándares de catación para la región de Centroamérica*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. 31 pp.
- Eastman J., R. 2001. *IDRISI 3.2 Release Two*. Clark Labs. Worcester, MA, USA.
- Escamilla P., E. 2007. *Influencia de los factores ambientales, genéticos, agronómicos y sociales en la calidad del café orgánico en México*. Tesis doctoral, Colegio de Postgraduados. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. 254 pp.
- Ferrari-Pedraglio L; y D, Morán-Zenteno y E. González-Torres. 2007. *Actualización y adaptación de la carta geológica de la República Mexicana, escala 1:2 000 000*. Instituto de Geología de la UNAM y Consejo de Recursos Minerales, México, D. F.
- Inegi. 2009. *Carta edafológica escala 1:250 000*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- Inegi. 2001. *Modelo digital del terreno escala 1:250 000*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- Laderach P.; M. Lundy; A. Jarvis; J. Ramírez; E. Pérez; K. Schepp, y A. Eitzinger 2011. "Predicted impact of climate change on coffee supply chains". En: Filho, WL *Climate management*. Springer Verlag, Berlín, pp 703-723.
- Lenoir, J. 1997. *Le nez du café*. Editions Jean Lenoir.
- López, R. 2008. *Oportunidades y limitaciones para el posicionamiento de pequeños cafetaleros de Costa Rica y sus empresas asociativas en mer-*

- cados de cafés diferenciados*. Tesis de Magister Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Antequera, Costa Rica. 155 pp.
- Mariscal A. 2004. "Transnacional busca controlar el café orgánico", *La Jornada*, abril 26. Contraportada. México.
- OIC. 2009. *Datos históricos de la producción mundial de café*. <http://dev.ico.org/asp/pdf/SUPPLY-PT2000-2007.pdf>, 24 de marzo de 2009.
- Pérez E; S. Partida y P. Martínez 2005. "Determinación de las subdenominaciones de origen del Café Veracruz (estudio preliminar)". *Revista de Geografía Agrícola* 35:23-56.
- Rena A. B.; Santos-Barros R; M. Maestri y M. Söndahl 1994. "Coffee". En: Schaffer B, y P. C. Andersen (eds.). *Handbook of environmental physiology of fruit crops*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, pp. 101-122.
- Rivera, J. 1997. *Preliminary report on the development of practical testing protocol for verification of origin of specialty coffees*. Specialty Coffee Institute, Long Beach, CA-USA.
- Robinson, P. 2008. *Small farmers. Big change: A David and Goliath story of small farmer perseverance, co-operative spirit and pride, and willingness to take risks*. <http://smallfarmersbigchange.coop/2008/04/08/44/>, 10 de marzo de 2012.
- SCAA. 2003. *Cupping protocols*. Long Beach, CA-USA.
- StatSoft 2001. *Statistica*. StatSoft Inc, Tulsa Ok- USA.
- Wintgens, J. 2004. *Factor influencing the quality of green coffee*. En: Wintgens JN (ed.) *Coffee: growing, processing, sustainable production*. Wiley-VCH, Weinheim, Alemania, pp. 789-809.