

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Escondido

División de Estudios de Posgrado



Maestría en Ciencias Genómicas

Líneas de Investigación:

- Biotecnología
- Genética y Genómica
- Sanidad animal

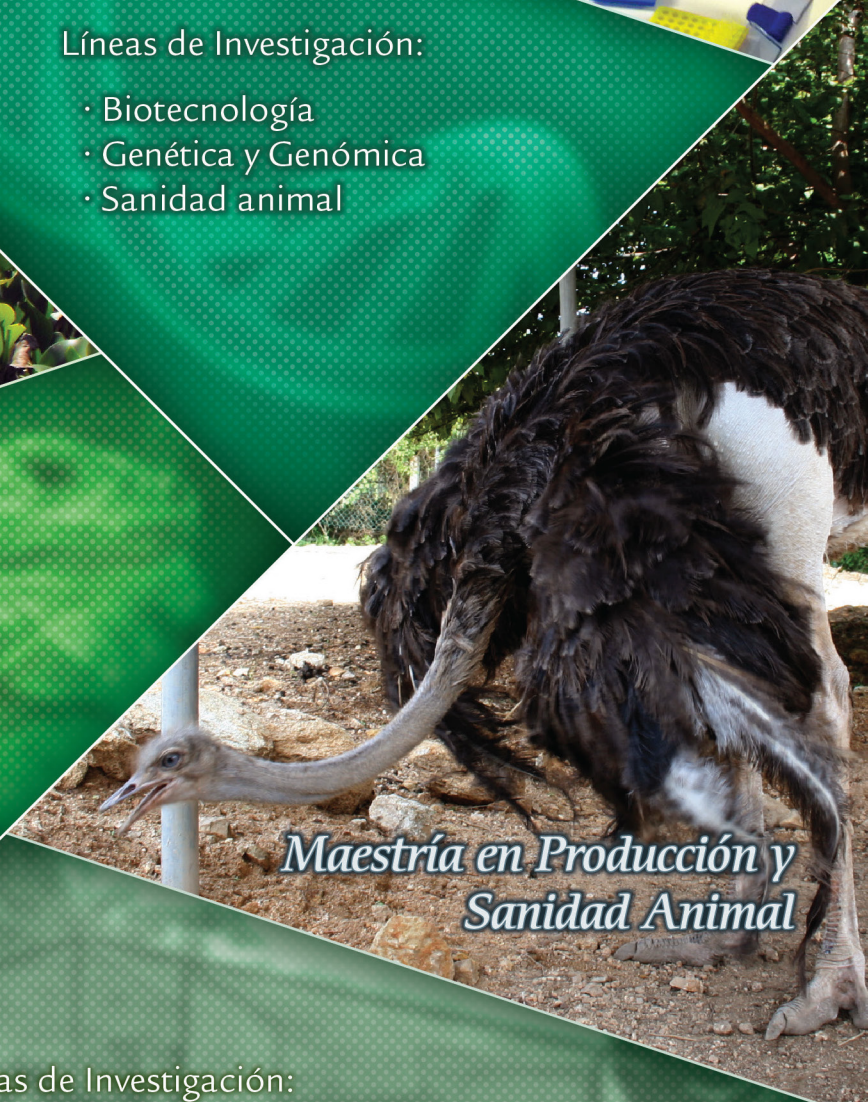


Maestría en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre

Líneas de Investigación:

- Ecología y Conservación de la Fauna silvestre
- Desarrollo sustentable
- Interacciones biológicas

Becas CONACYT



Maestría en Producción y Sanidad Animal

Líneas de Investigación:

- Producción animal en especies convencionales y no convencionales
- Socio-economía de la producción pecuaria
- Sanidad animal

Informes

Dra. María del Rosario Enríquez Rosado
Jefa de la División e Estudios de Posgrado
Tel. (958) 584 3057 Ext. 111
Fax. (958) 584 3078
posgrado@huatulco.umar.mx

www.umar.mx

Condiciones geográficas propicias para el cultivo del café en la Sierra Madre del Sur del estado de Oaxaca

Genaro Correa Pérez¹, Israel Morales Becerra² & Eustacio Ramírez Fuentes³

Resumen

Se hizo un análisis físico-geográfico general de la Sierra Madre del Sur en su porción centro-meridional, vinculado a la zona cafetalera de Oaxaca, con el propósito de determinar las características geográficas y de suelo que son propicias para el cultivo del café. Se tomaron muestras de suelo simples formando una compuesta del área de San Pedro Cafetiltlán, secándose y tamizándose en análisis de laboratorio para determinar sus propiedades y mostrar los resultados de acuerdo con la normatividad mexicana. Se encontró que el pH es neutro para todos los suelos, la capacidad de retención de agua es en promedio del 70%, su contenido de materia orgánica es alto, su textura es franco-arenosa, de tierra roja, rica en hierro. Concluyendo que las características físico-químicas del suelo son propicias para sembrar cafetos y cultivar café suave de buena calidad.

Palabras clave: Agricultura, clima, fauna, geomorfología, hidrografía, suelos, vegetación.

Abstract

A general physical-geographic analysis of the Sierra Madre Sur on its central-southern slopes was carried out - placing particular emphasis on the coffee-producing area of Oaxaca, Mexico - with the purpose of determining the geographic and soil characteristics propitious for the cultivation of coffee. Simple soil samples forming a composite of the area of San Pedro Cafetiltlán were taken. These were dried and sifted in laboratory analysis to determine their properties and show results according norms and standards specific to Mexico. The following characteristics were determined from the study: pH was neutral for the soils, water holding capacity was at an average of 70%, organic-matter content was high, the soils' texture was sandy-loam, and the earth red in color from being rich in iron. The conclusion was drawn that the physical-chemical characteristics of the soil are propitious for sowing coffee-tree saplings and cultivating mild, high-quality coffee beans.

Key Words: Agriculture, climate, fauna, geomorphology, hydrography, soils, vegetation.

Introducción

El presente artículo es resultado del proyecto de investigación "Matías Romero y el fomento del cultivo del café en Oaxaca durante el siglo XIX", contó con financiamiento interno de la Universidad del Mar, y aunque fue un proyecto de carácter histórico,

aquí se presenta un análisis geográfico apegado al rigor de la geografía clásica cuya finalidad es recuperar la tesis de Matías Romero Avendaño sobre la factibilidad de cultivar café en el estado de Oaxaca expuesta en su obra: "El cultivo del café en la república mexicana", obra publicada en 1893 en la cual

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. Cd. Universitaria, Coyoacán, Distrito Federal. CP 04510. E-mail: mar.valdivia@hotmail.com

²Universidad del Mar, campus Huatulco. Instituto de la Comunicación. Cd. Universitaria s/n, Sta. Ma. Huatulco, Oaxaca. CP 70989
E-mail: israelmorales@hualtulo.umar.mx (Responsable del seguimiento)

³Universidad del Mar, campus Puerto Ángel. Instituto de Recursos. Laboratorio de Biotecnología Ambiental. Cd. Universitaria s/n, Pochutla, Oaxaca. CP 70902. E-mail: eustacio@angel.umar.mx

se integra su folleto titulado: "El estado de Oaxaca", donde plasmó sus observaciones del trabajo de campo realizado entre los años 1878 y 1879 dando a conocer sus recomendaciones, mismas que toman vigencia y se corroboran con el trabajo de campo y el análisis realizado por los autores del presente documento que representa el esfuerzo hecho para vincular las experiencias de investigación entre la Universidad Nacional Autónoma de México, y la Universidad del Mar.

El artículo inicia con la ubicación y límites geográficos de la vertiente meridional de la Sierra Madre del Sur del estado de Oaxaca, así como un análisis geomorfológico sustentado en cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Posteriormente se proporcionan datos climatológicos sobre temperatura y precipitación predominantes en la zona de estudio enfatizando en el área cafetalera de la porción oriental de la sierra sureña, prosigue con la descripción de las corrientes hidrográficas, continuando con los aspectos generales de la vegetación y su fauna, así como las prácticas agrícolas que el hombre ha realizado, sobre todo, el cultivo del café. Finaliza destacando las propiedades del suelo que permitieron comenzar en el año de 1870 con el cultivo del café, actividad que se realiza hasta la actualidad. A razón de que los productores contemporáneos han visto disminuida su producción, atribuyéndole parte del problema a la infertilidad del suelo, se generó la necesidad de hacer estudios en los laboratorios de la Universidad del Mar. El estudio de suelo está limitado a la zona de San Pedro Cafetiltlán, población intermedia entre los municipios de San Mateo Piñas y Pluma Hidalgo, los resultados se presentan de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 021- RECNAT-2000.

La vertiente meridional de la Sierra Madre del Sur que se tomó en cuenta para este artículo se ubica entre los paralelos 15° 38'42" y 16° 22'19" de latitud Norte, así como entre los meridianos 95°50'36" y 97°47'27" de longitud Oeste. Tiene una superficie de 7,310 km², y de

acuerdo con el INEGI se ubica la porción de estudio en parte de la provincia de la Sierra Madre del Sur y de la Sierra de Miahuatlán, y en parte de las Planicies Costeras del Pacífico. Limita al norte con el parte aguas que sigue de Oeste a Este los cerros: Chicatana, San Juan, Cuellón y Nube Flan, así como San Andrés, entre otros. Al Oeste con la parte del río Verde, al Este con el río Atoyac y Topiltepec, y al sur con el litoral marítimo.

Vinculado al rubro de las rocas y según INEGI (1986), se puede indicar que desde las Bahías de Huatulco (Tangolunda) con rumbo norte, se tienen minerales de diversa naturaleza, unos son ricos en cuarzo o sílice (Si O₂) y otros en sesquióxidos de aluminio (Al₂ O₃) y de hierro (Fe₂ O₃) o bien, en óxidos de hierro (Fe O) óxidos formados con las bases, como óxido de calcio (Ca O), Óxido de sodio (Na₂ O), Óxido de magnesio (Mg O); Óxido de potasio (K₂); estos y otros compuestos se integran al suelo y los enriquecen para dar lugar al desarrollo de las plantas y los cultivos. El suelo tiene relación íntima con la vida, no puede existir vida sin suelo, ni suelo sin la vida. Con relación a las rocas, entre las ígneas intrusivas del Mesozoico se tienen los granitos que llegan a formar batolitos¹. De las metamórficas se encuentran los gneiss, esquistos y calizas metamorfozadas (mármoles). A las intrusivas ígneas del Paleozoico corresponden los granitos. Entre las ígneas extrusivas se cuentan las lavas ácidas y básicas, brechas, tobas basálticas, andesitas y otras ferro-magnesianas. Del Cenozoico inferior los pórfidos andesíticos y las intrusivas como las granodioritas, granitos y doleritas, entre otras. Junto a las montañas y cerros volcánicos, aunque estos se ubiquen en áreas metamórficas como fracturas, el dominio es de rocas ígneas extrusivas que pueden ser ricas en ferro-magnesianos u óxidos férricos que suelen dar origen a los suelos rojizos.

Las características morfológicas en lo que corresponde al meridiano 96°07'40" de longitud oeste próximo a la bahía de Tangolunda con rumbo al norte, de los 0 a los 15 km se

¹ El batolito es una formación intrusiva ígnea poco profunda, con base plana (conectada en su origen con una bolsa magmática y que tiene una superficie superior cóncava).

tienen Lomeríos y Cerros Bajos, principalmente de rocas intrusivas y metamórficas, mesozoicas; de los 15 a los 26 km Montañas de Bloque, relativamente altas, de rocas intrusivas metamórficas generalmente mesozoicas; y otras; entre los 26 y 41 km un Valle de Erosión de rocas sedimentarias como las aluviales; de los 41 a los 91 km, Montañas de Pliegue y Bloque, mayores a 600 m en altitud relativa y de rocas sedimentarias mesozoicas, y algunas otras como las intrusivas, en estructura de pilar; de los 90 a los 113, Montañas de Acumulación Volcánicas del Oligoceno al Neoceno, y algunas otras.

En el meridiano del 96°45'27" de longitud oeste, próximo a la Barra del Potrero también con rumbo al norte y de los 0 a los 20 km prevalece una Planicie Baja Pluvial y marginal a un sistema montañoso generalmente con rocas metamórficas; de los 21 a los 43 km Montañas de Bloque de rocas intrusivas y metamórficas, por lo general mesozoicas y de altura relativa mayor a 600 m; de los 43 a los 53 km rocas sedimentarias particularmente aluviales correspondientes a un Valle Erosivo, así como de otras; los 103 km, nuevamente Montañas de bloque, de rocas intrusivas metamórficas del Mesozoico, relativamente altas, así como algunas otras, y más al norte por 33 km más (hasta los 136 km de litoral), Montañas de pliegue y bloque, de rocas sedimentarias del mesozoico (y algunas otras) en estructura de pilar.

Éstas unidades morfológicas tienen a su vez subunidades o topomórficas entre las cuales se encuentran: montañas (eminencias altas), cerros (eminencias bajas), lomeríos o planos diversos (valles) y otras; que es donde se llegan a ubicar cultivos como el café y el maíz entre otros. Desde el río Verde hasta el río Atoyac, las unidades fisiográficas a partir de la costa hacia el norte, son con una amplitud promedio de 9 a 10 km la Planicie Baja Deltaica del Cuaternario, marginal a sistemas montañosos que da hasta el este del Parque Natural Lagunas del Chacahua. Más al este se tienen los Lomeríos de rocas intrusivas y metamórficas mesozoicas hasta la laguna de Cacalotepec; posteriormente se presenta un

largo tramo de Planicies Bajas Fluviales del Cuaternario y que son marginales a sierras contiguas, hasta la laguna de Chacahua (La Ventanilla); prosigue otro tramo grande de Lomeríos de rocas intrusivas mesozoicas, casi hasta donde está la Colorada y la laguna del mismo nombre.

En la zona de estudio se pueden encontrar diversos tipos de clima; desde los cálidos (A), y semisecos (B), hasta el templado (C) (García 1986). La temperatura media anual en la parte baja de las planicies que dan al litoral es mayor a 26° C. La corriente ecuatorial del Pacífico Norte que bordea la costa hace que aumente su graduación. Conforme se aleja del litoral y se sube a la sierra, la temperatura disminuye hasta 15° o 18° C a los 2,000 m de altitud. En las planicies costeras el clima es cálido todo el año, lo mismo que en la base de la Sierra Madre, las zonas térmicas, como la cálida, con temperatura mayor de 22° C, va desde el nivel del mar hasta los 1,000 m de altitud; la semicálida con temperatura media de 18° a 22° C, se tiene entre los 1,000 y 2,000 m; la templada con media menor de 18° C hasta los 2,800 m, y la semifría, con temperatura media menor de 12° C a altitudes mayores de 2,800 m, encontrándose estas temperaturas en las principales cimas de la Sierra de Miahuatlán. Son fríos en promedio los meses de diciembre y enero; solo tienen condiciones cálidas las tierras a menos de 800 m de altitud, y los más calientes son abril y mayo, en los que las temperaturas en promedio son altas hasta los 1,900 m de altitud. Son semicálidas las laderas de la Sierra Madre en enero entre 800 y 1,500 m, en mayo lo están a altitud entre 1,900 y 2,500 m. De abril a julio la zona templada se encuentra a más de 2,500 m, como en las laderas meridionales de la Sierra de Miahuatlán, en noviembre y marzo la distribución de la temperatura es equivalente a la media anual, y las zonas semifrías sólo se presentan en dichos meses a los 2,400 m o más, sin llegar a los 3,500 m.

Entre el verano y el otoño se presentan los ciclones tropicales, y aunque no todos tocan la tierra introducen una gran cantidad de humedad que transportan los vientos monzónicos de verano, provocando un aumento de

la precipitación. La precipitación es máxima en junio o julio y también en septiembre. Los vientos Alisios generalmente llegan secos, y los "nortes" no tienen mucha influencia, pues es raro que penetren profundamente. Al este, la lluvia que se establece en mayo es mayor que en el oeste, en más de 40 mm. En ambas partes, para junio llueve más de 120 mm. En el este los máximos se presentan en julio y en el oeste en agosto. Los meses más secos son febrero y marzo. El régimen pluviométrico es de verano; en invierno es menor del 5% de la anual, $w(w)$. En el Centro-Sur de Oaxaca a los 1,500 m de altura y en el área de Pluma Hidalgo el clima que corresponde es el A(c) m(w), clima semicálido húmedo monzónico, muy húmedo, con lluvias sobre todo en el verano, en otros lugares de la misma Vertiente Meridional, entre 800 y 1,100 m hasta casi los 2,000 m se tienen: A(c) w0(w), A(c) w1(w), A(c) w2(w) que son semicálidos subhúmedos (Vidal 2005).

De Oeste a Este las principales corrientes permanentes son: el río Verde con su afluente el río Tetaltepec; el río Chacalapa que desagua en la laguna costera de Pastoría; el río Pichuaca; el río Manialtepec, el río San Pedro; el río Colotepec-Yogondoy Grande, con afluentes como el río La Loma, río San Francisco Cazcalote, río La Palma, en el que confluye el río de Coatlán; el río Valdeflores; el río de el Carrizal-Magdalena-Santo Domingo, que forman el río Cozualtepec; el río Tonameca; el río Coyula; el río Copalita con sus afluentes Yuviagua, Santa Cruz, y Ozolotepec; el río Zimatlán-Jícara; el río Chacalapa y el río Ayutla. Con excepción del río Verde que atraviesa la Sierra Madre, los demás nacen en la vertiente meridional de la misma.

La vertiente centro-meridional oaxaqueña de la Sierra Madre del Sur corresponde según Rzedowski (1966), a la provincia florística Costa Pacífica de la región caribeña y del reino neotropical, pero a la vez a la provincia de las Serranías Meridionales del Reino tanto Holártico como del Neotropical, por ser un

área de transición fitogeográfica, con todo y que resulte impracticable el trazo de esta demarcación. En la porción Sierra Madre del Sur (centro meridional oaxaqueña) se tienen varios tipos de vegetación, y de acuerdo con INEGI (1986) son: Selva Baja Caducifolia, Selva Mediana Subcaducifolia, Selva Mediana Subperennifolia, Agricultura de Temporal con Selva Baja Caducifolia, Agricultura de Temporal con Selva Media Subcaducifolia, Agricultura de Temporal con Selva Media Subperennifolia, Agricultura de Temporal, Matorral y Pastizal, Sabana Tropical, Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Encino, Bosque de Pino y Bosque de Pino Encino. La Selva Baja Caducifolia, presenta árboles hasta de 15 m; en ella los árboles pierden de 75 a 100% de sus hojas en época de secas², presenta especies como *Bursera sp.* (Chupandia), *Ipomea sp.* (Cazahuate), *Ceiba sp.* (pochote) y otros. Se puede encontrar desde el nivel del mar hasta 1,900 m de altitud, desde el este del río Copalita y Zimatlán hasta el este del área costera de estudio, y casi a 40 km de la costa en el meridiano de 96°09' Oeste. La Selva Media Subcaducifolia, en ella más del 50% de los árboles corresponde a un estrato inferior de hasta 15 m de altura, y el superior hasta 35 m de altitud. Entre el 50 y 75% de las especies pierden hojas en la época de sequía. Se presenta por lo general a altitudes entre 0 y 1,300 m de altitud. Su temperatura media anual fluctúa entre 20-28°C y la precipitación media anual entre 1,000 y 1,600 mm.

El clima dominante es el Tropical con lluvia de verano (Aw), y el Tropical con lluvia monzónica de verano (Am). Tiene especies como *Brosimum alicastrum* (Capomo), *Himenaea corbaril* (Guapinol), *Lysiloma sp.* (Tepehuaje) y muchas otras. Se encuentra en el litoral desde el río Copalita hasta el río Verde, interrumpido sobre todo por los cultivos agrícolas, y en el oeste hasta la población de Valdés, casi a 40 km de la costa. La selva Mediana Subperennifolia tiene árboles de 15 a 30 m de alto, y un 25 a 50% de los mismos pierden las

² Prospera con temperaturas medias anuales entre 20 y 29° C y precipitaciones medias anuales de 600 a 1200 mm o más. Los climas dominantes son los Tropicales con lluvias de verano (Aw).

hojas en la temporada de secas. Se presenta al norte de la Selva Media Subcaducifolia y de la Selva Baja Caducifolia en la porción oriental de la Vertiente de la Sierra Madre, a altitudes entre 100 y un poco más de 1,500 m, su temperatura media anual fluctúa entre 20 y 26°C y su precipitación media anual se estima entre 1,500 y 3,000 mm. El clima dominante es el Tropical con lluvias de verano (Aw), tiene especies como *Brosimum alicastrum* (Capomo), y *Bursera simaruba* (palo mulato), entre otros. Corresponde a un área que tiene numerosos cafetos y en ella se encuentran poblados como San Miguel del Puerto, Pluma Hidalgo, San Bartolomé, Candelaria Loxicha, San Isidro del Camino, La Cafetera, Santa María Huatulco, Benito Juárez, entre otros. Sabana Tropical: tiene un dominio de gramíneas ásperas-amacolladas y ciperáceas y no le falta la vegetación arbórea dispersa.

En el área de estudio se tienen dos porciones, la del este se sitúa entre 1,000 y 700 m de altitud y se ubica a 12 km al noreste de Santa María Tonameca. La del oeste se encuentra a menos de 100 m de altitud, y se localiza a 12 km al noroeste de San Francisco Cozoaltepec. La primera porción la rodea tanto la Selva Media Subcaducifolia como la Selva Media Subperennifolia. La segunda colinda con Selva Media Subcaducifolia y Subperennifolia, así, como bosque de pino. Su temperatura media anual es de 20 a 26°C y cuenta con una precipitación media anual de 1,000 mm y más. El clima es el Tropical con lluvias en verano (Aw). Cuenta con pastos cuyos géneros comunes son *Andropogón*, *Paspalum*, *Cyperos*, *Panicum*, y otros. Bosque Mesófilo de Montaña: en la Vertiente Meridional de la Sierra Madre del Sur donde se tienen dos porciones de este tipo de bosque, en la del este pasa por su parte media el paralelo de 16° de latitud Norte, y por la del Oeste el paralelo de 16°10' de latitud Norte, en la primera se ubica Santiago Xanica, San Pedro el Alto, San Mateo Piñas, San Miguel Xochitepec, San Marcial, y en la segunda se localiza Santa María Temascaltepec, Juquila, y San Juan Coatlán, en varias partes de este bosque se ubican cafetos. Se tiene por lo general a altitudes de casi 1,000 m hasta 1,600 y más, con temperatura media

anual de 12 a 23°C, y precipitación media de 1,000 a 1,500 mm o más. Su clima es el tropical monzónico con lluvias de verano (Am), el tropical con lluvias de verano (Aw), y hasta el templado con lluvias de verano (Cw).

Al norte de Santa María Huatulco (por varios km), se tiene un bosque mesófilo con árboles hasta de 15 m, muchos de los cuales son utilizados para dar sombra a los cafetos, entre sus especies se encuentran: *Inga edulis* (chalahuite), *Sommeria guatemaltensis* (mameyito), *Sauravia nelsoni*, *Alchornea Satifolia* (palo de mujer), *Persea sp.*, *Prunus sp.*, *Ficus sp.* (matapalo) y *Montana xanthifolia*, entre otras.

Las condiciones climáticas de este bosque propician, por su atractivo, que puedan utilizar sus terrenos a pesar de lo inadecuado para desarrollar agricultura. Resulta con ello que las masas boscosas vayan desapareciendo y se presenten estadios secundarios de desarrollo y hasta erosión. Por otra parte, en éste, como sucede con otros bosques se tiene una excesiva e impropia explotación forestal. El bosque mesófilo colinda al sur con la Selva Media Subperennifolia, y al norte tanto con el Bosque de Pino-Encino como el de Encino, llamándose en el primer caso bosque mixto. Bosque de pino-encino: lo forman diversas especies de pinos y encinos, pero existe dominio de los primeros, los cuales se desarrollan a altitudes entre 1,500 a 3,000 m y más: los segundos se ubican desde los 1,000 a los 2,800 m. La temperatura media anual oscila de 10 a 18°C, y la precipitación media anual entre los 600 y 1,000 mm. El clima dominante es el templado con lluvias de verano (Cw). En la Sierra Madre el *Pinus oocarpa* es la especie frecuente, que junto con otros pinos y encinos se alterna hasta los 2,200 m. A mayor elevación prevalece el *Pinus pseudortobus*, lo mismo y por ser más alta la humedad el *Pinus herrerae*, *Pinus lawsonii* y otros.

Este bosque se tiene junto a localidades como San Juan Quiahije, Santa Catarina Loxicha, San Baltazar Loxicha, San Miguel Suchixtepec, San Marcial Ozolotepec, San Gregorio Ozolotepec, al noreste de San Miguel Talixtlahuaca y oeste de San Jerónimo Coatlán, entre otros, INEGI (1986). Bosque de

encino pino: lo forman diversas especies de encinos y pinos, con predominio de los primeros, y aunque pueden encontrarse desde una altitud baja hasta casi 3,000 metros, en el área de estudio se tienen desde los 1,000 m hasta los 2,800 m y más de altura sobre el nivel medio del mar. Las temperaturas medias anuales varían entre los 10 y los 26° C y la precipitación media anual está entre 600 y 1,300 mm anuales; prospera en climas templado con lluvia de verano (Cw), y clima tropical con lluvia de verano (Aw). En la porción de la Sierra Madre donde se localizan hay especies de *Quercus castanea*, *Quercus candicans* y otros, donde también se ubica *Pinus oocarpa* y *Pinus lawsonii*, entre varios más. Este bosque se localiza al este y oeste de San Pedro Juchatengo, al este de San José Ixtapan y bastante al norte de San Francisco Ixpantepec, y lo atraviesa el río Atoyac. Linda al sur con bosques de pino-encino, así como de encinos y pastizales .

La distribución de los animales está vinculada a la presencia de las plantas y de otros animales, los límites de distribución de estos coinciden con los de las plantas. La temperatura es un factor determinante en la distribución tanto de plantas como de animales y por esto las zonas de distribución de ambos tienen puntos de coincidencia. La región zoográfica a la que corresponde la vertiente meridional de la Sierra Madre del Sur, en el centro-sur de Oaxaca es la Neotropical, y el clima que tiene es el tropical (A) y el templado (C) donde se desarrollan selvas y bosques. En las selvas tropicales húmedas y subhúmedas no existe una fauna desbordante y parte de ella es arborícola, constituida por algunos monos, loros, guacamayas, insectos, sapos, ranas, ratones y serpientes, entre otros. En las zonas de bosque templado donde la vegetación es de árboles, arbustos y herbáceas, se presentan animales como las ardillas, culebras, insectos, lechuzas, halcones, zorros, y otros.

La diversidad de la fauna en las selvas húmedas es grande. Los mamíferos de la orden *Chiroptera* (murciélagos) y *Rodentia* (roedores), y *Carnívora* (felinos) suman más del 60% de las especies; son voladoras casi el 40%, terrestres el 35%, y netamente arborícolas el

5%. Los mamíferos voladores nocturnos predominantes son los murciélagos (*chiroptera*), con adaptaciones especiales para localizar el alimento (ecolocación y olfato) y la mayoría de ellos son insectívoros, se tienen murciélagos selváticos que consumen frutos. Entre los mamíferos no voladores se encuentra el tepezcuintle, de hábitos nocturnos que se alimenta de semillas. Entre los arborícolas diurnos están los monos que comen frutos, hojas y semillas. Los mamíferos de hábitos terrestres que pasan parte del tiempo en los árboles son los tejones. Son mamíferos nocturnos arborícolas el cacomixtle y algunas especies de marsupiales. Felívoros terrestres, como el venado temazate que casi se han extinguido. Los carnívoros constituyen casi el 20% de los mamíferos de las selvas, y entre ellos está el ocelote y el jaguar que requieren de grandes extensiones selváticas para sobrevivir.

La lluvia es otro factor en la localización, pues estas contribuyen indirectamente a su alimentación porque ayudan al crecimiento de las plantas. Son sensibles a la perturbación selvática el tapir, el venado, los felinos, los monos, el pecari, el tepezcuintle. Una de cada tres especies de aves en el mundo vive en selvas, como los tucanes y los pericos. Algunos consumen frutos, semillas e insectos, no faltan las aves rapaces diurnas y nocturnas, halcones y búhos que se alimentan de ranas, lagartijas y ratones, y otras que comen néctar de flores e insectos. Entre agosto y mayo aumenta la presencia de aves migratorias y participan con las locales en el proceso de regeneración del hábitat de paso e invernales, por el papel desempeñado como agentes dispersores de semillas de numerosas plantas que fructifican en épocas en que se presentan dichas aves. Las aves insectívoras regulan las poblaciones de insectos, y halcones y búhos regulan las de vertebrados pequeños.

Son diversos los reptiles y anfibios que constituyen casi el 30% de los vertebrados, culebras o víboras se pueden confundir en el suelo con la hojarasca, por lo que es difícil distinguirlas y peligroso pisarlas o tocarlas, las de hábitos arbóreos como los bejuquillos son venenosas. Otras al acechar a sus presas

o sentir un peligro potencial permanecen rígidas y sin moverse, por lo que pasan desapercibidas por los visitantes de la selva, que no se percatan del peligro. Entre los anfibios están las ranas, ya sea arbórea o acuática, todas consumen insectos durante la noche. Anfibios y reptiles regulan las poblaciones de insectos y de pequeños vertebrados. Los insectos son los más numerosos y rebasan a los vertebrados. Los más comunes son las hormigas que se encuentran en todos lados, y son activas tanto de día como de noche, la mayoría come artrópodos y aprovecha lo dulce y grasoso de las plantas, extienden un rastro químico pues son sordas y ciegas.

La agricultura dominante es la de temporal, y depende de la lluvia que se presenta en el verano. La agricultura de temporal generalmente es de subsistencia para los agricultores locales, con cultivos como el maíz y frijol. En las superficies planas y generalmente costeras se tienen mayores posibilidades de uso agrícola, porque los valles y los ocasionales lomeríos suaves presentan suelos con mayor profundidad, pendientes suaves, pedregosidad ocasional o moderada, lo que los hace aptos para una agricultura no meramente ocasional sino hasta estacional, que ha podido ser de riego junto a los ríos. Pastizal: surge cuando se elimina la vegetación natural u original, ya sea por desmonte, abandono agrícola, sobrepastoreo e incendio. En las proximidades del litoral de Oaxaca suelen presentarse pequeñas superficies cubiertas por pastizal de *Byrsonima* y *Curatella*, (Rzedouski 1966). Donde se logra tener vegetación de pastizal inducido se tienen mayores posibilidades de uso pecuario.

El café es un producto agrícola que se desarrolla en tierras relativamente altas, entre los 1,470 m y los 1,950 m, como es el caso de numerosos lugares en Oaxaca, pero también se puede tener desde los 400 m de altitud; estas tierras en su mayor parte son ligeramente onduladas con alguna que otra escarpa o corresponden a laderas de cerros relativamente bajos. La zona de cafetales en el Sur de Oaxaca se ubica en la porción oriental de la Sierra Madre del Sur, que es la provincia fisiográfica más importante frente al

litoral del Pacífico en el Sur de México. Esta cordillera que viene desde Zacualpan, Nay., termina al oeste del Istmo de Tehuantepec, concretamente al occidente de Santo Domingo Tehuantepec, Oax. INEGI (1986), denomina a esta parte este de la Sierra Madre como Sierra de Miahuatlán, donde inició el cultivo del café. En la vertiente meridional de esta cordillera y en terrenos cercanos relativamente al mar, con clima templado cálido o semitropical y tropical no tan cálido, subhúmedos, con suelos de origen volcánico ricos en fierro, o derivados de cenizas donde no hay heladas, se encuentran los mejores ambientes para el café. Particularmente en cañadas con riego (valles) y lomas bajas o laderas de cerros, con suelos de capa superficial negra (por el humus y a profundidad de 20 cm), con subsuelo barroso (arcilloso), amarillo y rojizo y de suficiente profundidad, donde los vientos dominantes no son fuertes y las tierras están suficientemente soleadas, entre otras, se encuentran los lugares más exclusivos para el cultivo del café. Aunque el café se puede cultivar en tierras derivadas de rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas, se considera que son más adecuados los suelos derivados de basaltos o rocas ígneas y de diabasas, donde la tierra se encuentra roja (como la "terra roxa") que es famosa por producir café de alto rendimiento, buen aroma, así como "suave" si se le compara con el café "fuerte" que se obtiene en otros suelos; los de color rojo no llegan a contener gran cantidad de alimento para las plantas (humus y minerales) pero pueden ser suficientemente profundos, y permeables, lo que permite a las raíces extenderse y obtener sustento de una extensión mucho más grande del suelo.

La porosidad propicia el buen drenaje y el movimiento de los nutrientes minerales disueltos en el agua. Si las tierras llegan a tener cierto desgaste, el uso de abonos adecuados propicia que se aumente varias veces el rendimiento. Las regiones donde se cultiva café reciben entre 1,000 y 1,600 mm de lluvia al año y son de abril a octubre o de marzo a octubre. Durante este lapso la temperatura media mensual es de 18 a 25°C, aunque en algunos

lugares oscila entre 15 y 18°C, en la época invernal y seca; la precipitación es menor a 5 y 10 mm durante cada uno de los meses, en dicho periodo la planta crece más rápidamente y da fruto, pues es cuando requiere de más humedad y mayor temperatura. El café que crece a altitudes más elevadas es de sabor excelente, sobre todo si tiene temperaturas óptimas, más luz solar, diferencias en la cantidad de lluvias y en el carácter de las mismas y tipo de suelo más adecuado, si no es que una combinación de dichos factores. La lluvia puede caer en aguaceros o no y por lo general son de convección.

En el sur de México el agua de las nubes proviene de las masas tropicales que se forman en el Pacífico. Las lluvias después de caer permiten la suficiente luz solar inclusive durante los meses más lluviosos; lluvias nada fuertes, antes y después de la temporada, ayudan a que florezcan y maduren los frutos. Contrariamente la lluvia fuerte tira las flores y los granos maduros, lo que reduce el rendimiento potencial o mengua la cosecha. Temperaturas no tan altas, poca lluvia y más luz solar favorecen más adecuadamente la maduración, la cosecha y la presentación de los granos en la cosecha. La estación de la cosecha es la que requiere más trabajo, y el trabajador rinde más en la estación con menos calor y lluvia. El viento hace mal a los cafetos por lo que se buscan los terrenos donde menos incide o transita. El secado de los granos se hace al sol y por ello se esparcen en pisos extensos y de color oscuro para que absorban más el calor. En época de aguaceros se cubren con lonas, y lo mismo llega a hacerse en la noche. Durante el día se remueven y voltean para que se facilite el secado uniformemente. El café requiere de diez meses, desde que florece la planta hasta que madura el fruto, así, como que se corten las ramas secas o maltratadas y se poden los arbustos. Durante la estación seca, el café expuesto a mayor cantidad de horas de sol tiene menos posibilidades de contraer enfermedades y plagas. La cosecha del café varía por causa de las heladas, la sequía y el viento. Un frío de unas cuantas horas, por debajo del punto de congelación es fatal para los cafetos. El café requiere de sombra (aún

en grandes alturas) y sobre todo, al principio cuando se ponen los plantíos y mientras se desarrolla y produce fruto. Generalmente es el plátano el arbusto de sombra, además de que con sus frutos se obtienen recursos económicos para los gastos de los cafetales. Si tienen mucha sombra crecen esbeltos, pero con pocas ramas y dan poco fruto, por la falta de la influencia atmosférica. En esas condiciones se doblan y les salen retoños verticales. Los cafetos se ponen a 2 o 2.5 m por cada lado seguidos. A los 8 años de plantados están en pleno desarrollo dando después frutos (Romero 1893). La mayor cantidad de cafetales en México se tiene entre los 1,450 y 1,950 m de altura. En la Sierra Madre la mayoría de los cafetales se encuentra a más o menos 1,500 m de altitud, a esta altura, muchas veces las heladas no dejan crecer el café a menos que cuenten con la protección de cerros que circunden el lugar. Un buen clima y abundante agua, así como un adecuado drenaje de los suelos favorece ventajosamente a los cafetos. La mayor parte de los cafetales prosperan con notoriedad en un clima tropical no muy cálido (Aw) o en un templado cálido (Cwa). En algunos lugares como Uruapan, Michoacán, se siembra alfalfa en los cafetales para ayudarse económicamente, pero también para contar con sus nutrientes para que el café los extraiga. Las raíces profundas aflojan el suelo y favorecen la entrada del aire y del agua, que benefician al café. En los cafetales el abono con estiércol funciona y también los abonos verde o vegetales, que sembrados y crecidos se entierran y luego se usan. El café extrae del suelo sustancias minerales que otros cultivos no los pueden tomar, (como por ejemplo la caña y el maíz). Los suelos rojos (que en Michoacán se llaman "charanda") si se les adiciona fosfatos mejoran notoriamente su fertilidad. El suelo húmifero y arcilloso es el mejor para los cafetos. Los suelos arenosos no son adecuados para el café y tampoco los lugares con lluvias desfavorables, así como los métodos de explotación mal empleados. Los suelos de barro rojo o arcilloso, profundos y derivados de lava y ceniza volcánica, con elevado contenido de potasa y fósforo se supone que le dan al café un aroma y sabores especiales.

Los nuevos tipos de arbustos cafetaleros “por su calidad y rendimiento” a base de injertos, plantándolos entre vegetación leguminosa de sombra para protegerlos de los rayos del sol de medio día, ofrecen grandes rendimientos.

En numerosos cafetales el cultivo que se practica es cuidadoso pues se les fertiliza y fumiga para controlar enfermedades y plagas, así mismo se les poda con regularidad. Existe una selección a mano de los granos de café, se recogen solo los maduros, y se evita deshojar la rama entera y que las hojas caigan al suelo. Los cafetales se tienen en almacigo por dos años, y al tercero son trasplantados para después dar su primera cosecha. En el clima caliente se acortan esos plazos, pues al año se trasplanta y a los dos o tres se cosecha. En lugares calientes la cosecha empieza en octubre o noviembre y dura un mes, en los templados empieza más tarde y dura 3 meses. Donde el café requiere riego, la cosecha se obtiene en esa misma época, y después hay otra, llamada supletoria. En cierta forma los cafetales que están separados del mar al norte de Huatulco dentro de la Sierra Madre del Sur, tienen como localidad más próxima a la Crucecita, que parece ser –aunque no necesariamente– la salida natural y comercial de los productos de la Sierra Madre. La agricultura científica del café es redituable si se siembran cafetos de alto rendimiento si esto se hace en contorno para evitar la erosión, poniendo cultivos que impidan el crecimiento de las malas hierbas (cizaña), concretamente sembrando legumbres que cubren y fertilizan, lo que hace que los cafetos sean vigorosos y rendidores. Se considera que las relativamente elevadas cuencas, las laderas de los valles localizados en medio de montañas volcánicas, como sucede en México, tienen condiciones bastante extraordinarias para el cultivo del café. Conforme se alejan del Ecuador la elevación de los cafetales disminuye. Las laderas montañosas propician buen drenaje para el cafeto pero las más inclinadas requieren de mayor labranza y mano de obra. Dificultan estas de paso el transporte. Se reafirma que las temperaturas regulares o moderadas propician al café cualidades muy especiales lo que resulta productivo, los cafetales forman áreas

boscosas siempre verdes, fijan el suelo y conservan la humedad. Las áreas arboladas vuelven a formarse en cerros y montañas y a los pocos años renace el aspecto frondoso de los entornos.

Desde 1870 existen registros en las Memorias Administrativas del Estado de Oaxaca sobre el cultivo de café en la Sierra de Miahuatlán, para 1890 la región cafetalera ya abarcaba los distritos de Juquila, Pochutla, Tehuantepec, Teotitlán, Valle de Jamiltepec, y Yahutepec. Entre 1960 y 1990 la producción estuvo regulada por el gobierno a través del Instituto Mexicano del Café (IMECAFE) mediante el cual los productores recibían los apoyos del sector público de financiamiento, asesoría técnica y regulaba la producción para beneficiar a los productores con un precio favorable, dicho organismo desapareció en 1989 perdiendo con ello el impulso económico de la cafecultura. Para el año 2011, el café se cultiva en siete de las ocho regiones que forman el territorio oaxaqueño sobre todo en los distritos de: Huautla, Cuicatlán, Pochutla, Jamiltepec, Juquila, Laollaga, Gichicovi, Putla, Jalapa, Lombardo, Tuxtepec, Ayutla, Guelatao y Miahuatlán; regiones que coinciden con municipios de alta y muy alta marginación, sinónimo de pobreza. Los productores oaxaqueños han tenido que buscar formas propias de asociación que les den cabida en el mercado internacional. Al año 2012 Oaxaca seguía siendo el tercer productor de café a nivel nacional detrás de Chiapas y Veracruz y de esta actividad dependían más de 100,000 familias (SAGARPA 2011). Aunado a las variaciones del mercado, los campesinos cafeticultores enfrentan un grave problema, han observado una baja drástica en la producción de sus cafetales; una de las causas que le atribuyen es la infertilidad del suelo. Entre el año 2011 y 2012 mediante el proyecto de investigación “Historia oral: Relaciones de convivencia en torno al café, pequeños productores de San Pedro Cafetitlán, Pochutla, Oaxaca”, en las entrevistas realizadas en el trabajo de campo los cafeticultores manifestaron que en 1990 se tenía un rendimiento promedio de 10 quintales por hectárea, mientras que en el año 2010 el rendimiento promedio fue de 1.05 quintales

por hectárea. Obedeciendo a la inquietud de los habitantes de la comunidad para saber si su tierra era fértil, se realizó un muestreo y se analizaron suelos de la zona alta y baja de la comunidad con la finalidad de conocer sus características físico-químicas. La metodología empleada se describe a continuación.

La población de San Pedro Cafetitlán se localiza entre los paralelos de longitud oeste $96^{\circ} 22' 12''$ y latitud norte $15^{\circ} 56' 13''$ a 1,219 m sobre el nivel del mar. Su temperatura oscila entre los 10° como mínima y 30° C como máxima, limita al norte con el municipio de San Mateo Piñas y al sur con el municipio de Pluma Hidalgo, en el Distrito de Pochutla. Para llevar a cabo el estudio del suelo, en cada predio seleccionado, se realizó un muestreo en zig-zag para abarcar la mayor parte del terreno; se tomaron muestras simples de aproximadamente 30 g c/u y se formó una muestra compuesta. Posteriormente se llevaron al laboratorio para su análisis. La zona de estudio se caracteriza por tener lomeríos, por lo tanto, se decidió dividir en parte alta y baja para la toma de muestras y análisis de las mismas.

Las muestras de suelo se pusieron a secar al ambiente, posteriormente se tamizaron con una malla de 2 mm, se retiraron raíces, piedras, terrones y demás material visible a simple vista, para finalmente hacer las siguientes determinaciones:

- Potencial de hidrógeno (pH). Se obtuvo el valor de pH de las muestras de suelo en una solución suelo-agua de 1:2.5, utilizando un potenciómetro (Forster 1995).
- Capacidad de retención de agua (CRA). A una muestra de 20 g de suelo se le adicionó agua hasta el punto de saturación, se dejó que filtrara toda el agua excedente y se puso a reposar por 24 horas; transcurrido el tiempo se pesó el suelo húmedo, por diferencia de peso se calculó la CRA de cada suelo (Klute 1986).
- Contenido de materia orgánica (MO). La determinación de materia orgánica del suelo se evalúa a través del contenido de carbono orgánico en el método de Walkey y

Black. Este método se basa en la oxidación del carbono orgánico del suelo por medio de una disolución de dicromato de potasio y el calor de reacción que se genera al mezclarla con ácido sulfúrico concentrado, posteriormente se titula la solución con ácido clorhídrico (Nelson & Sommers 1986).

- Clase textural. La textura de un suelo se refiere a la distribución de tamaño de las partículas aisladas que lo forman. El conjunto de partículas de un suelo cuyo diámetro medio está comprendido entre 2 y 0.02 mm se llama arena; las de diámetro medio comprendido entre 0.02 y 0.002 se llama limo, y aquellas cuyo diámetro medio es inferior a 0.002 mm (2μ) forman la arcilla. Experimentalmente se determina utilizando un densímetro del tipo Bouyoucos (Gee & Bauder 1986).

Los resultados de los análisis de las muestras de suelo se presentan en la Tabla I. De acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000, la cual "Establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis"; el pH es neutro para todos los suelos, la mayoría de las plantas crecen y se desarrollan mejor en un suelo con pH neutro. La capacidad de retención de agua es en promedio del 70%, lo cual significa que el suelo de San Pedro Cafetitlán presenta buena humedad, no la pierde por infiltración, al contrario, la retiene y la hace disponible para las plantas. El contenido de materia orgánica para cuatro muestras está en la categoría de "alto", y solo el suelo #5 presentó un valor "muy alto"; la materia orgánica en el suelo es muy importante, porque a través de la descomposición de los compuestos orgánicos que llevan a cabo los microorganismos del suelo, se hacen disponibles los nutrientes necesarios para las plantas. Un aspecto importante para mencionar, es el hecho de que los campesinos de la zona de estudio elaboran su propia composta y la adicionan a sus cafetales, con esta actividad aportan materia orgánica al suelo y lo hacen más fértil. Con respecto al tipo de textura, todos los suelos presentaron la clase textural de "franco-arenoso". Si un suelo es franco, significa que las tres fracciones (arena,

Tabla I. Características físico-químicas del suelo de Cafetitlán.

| Suelo | Zona | Características | | | | | | |
|-------|------|-----------------|----------|---------|-------|--------------|------|----------------|
| | | pH | CRA % | MO % | Arena | Arcilla % | Limo | Clase Textual |
| 1 | Baja | 6.3 | 71 | 4.7 | 70 | 7 | 23 | Franco-arenoso |
| 4 | Baja | 6.25 | 77 | 3.6 | 80 | 7 | 12 | Franco-arenoso |
| 2 | Alta | 6.3 | 77 | 5.5 | 67 | 11 | 22 | Franco-arenoso |
| 3 | Alta | 6.3 | 71 | 6.5 | 63 | 13 | 24 | Franco-arenoso |
| 5 | Alta | 6.35 | 75 | 4.6 | 80 | 8 | 12 | Franco-arenoso |

Nota: los valores son el promedio de tres replicas para cada análisis.

arcilla y limo) se encuentran en un porcentaje ideal para tener buena retención de agua, alta capacidad de intercambio catiónico, buena disponibilidad de agua y aire para las plantas. Por lo anterior, las características determinadas que presentan los suelos de San Pedro Cafetitlán son deseables para la producción de café; sobre todo si no tiene intercalado el suelo Litosol (pedregoso) resulta apto para los cafetales, sin embargo, se recomienda un análisis completo de las muestras de suelo (N total, P total y disponible, Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio).

Se puede concluir que los lomeríos de las montañas de la porción oriental de la Sierra Sur son apropiados para ubicar cultivos de café ya que son terrenos cercanos relativamente al mar con clima templado cálido, subhúmedo. El suelo es de origen volcánico, de tierra roja, ricos en fierro o derivados de cenizas donde no hay heladas, favoreciendo el ambiente adecuado para el crecimiento del cafeto. Es posible afirmar que la baja producción de los cafetales no se debe a las condiciones de fertilidad del suelo; las características físico-químicas que presenta son propicias para sembrar cafetos y cultivar café suave de buena calidad. La falta o exceso de sombra, un terreno muy cálido, con plantas envejecidas y mal sembradas, matas que han crecido en semilleros y no en almacigo, suelos que no tienen la mejor tierra, contribuyen a un mal éxito en el cultivo, desarrollo y productividad de los cafetales; sin olvidar la incidencia de plagas y enfermedades (principalmente

la roya del café) que pueden afectar el rendimiento del café. Aunado al cultivo alterno de plátano y guanábana, se recomienda alternarse con otros productos como alfalfa (por ser una leguminosa, es una fuente importante de nitrógeno en el suelo), también se pueden sembrar legumbres que cubren y fertilizan, lo que permite que los cafetos sean más vigorosos y ofrezcan un mayor rendimiento, así como un acceso mayor a recursos económicos.

Agradecimientos

A Arthur Reddin e Ileana Conde Rubio por su disposición y apoyo en la traducción y lectura del presente texto.

Referencias

- Forster, J. 1995. Chapter 3. Determination of soil pH. Pp: 55 In: Kassem, A. & Paolo N. (eds.), *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press Inc. San Diego, CA.
- García, E. 1986. *Apuntes de climatología*. Talleres Larios, México, 155 pp.
- Gee, G. W. & J. W. Bauder. 1986. Chapter 15. Particle-size Analysis. Pp: 383-412 In: Klute A. (ed.), *Methods of soil Analysis Part 1-Physical and Mineralogical Methods*. SSSA. Madison, Wisconsin USA.
- INEGI, FAO, UNESCO. 1986. *Vegetación de México*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI. 1985. *Carta del Uso Potencial, Agricultura*, Hoja México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México, escala 1:1000,000.
- INEGI. 1985. *Carta del Uso del Suelo y Vegetación de La Hoja México*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, escala 1: 1 000,000.

- INEGI. 1986. Suelos de México. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- Klute, A. 1986. Chapter 12. Water Retention: Laboratory Methods. Pp: 635-662 *In*: Klute A. (ed.), Methods of soil Analysis Part 1-Physical and Mineralogical Methods. SSSA. Madison, Wisconsin USA.
- Nelson, D. W. & L. E. Sommers. 1986. Chapter 34. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. Pp: 961-1010 *In*: Bartels, J. M. (ed.), Methods of soil Analysis Part 3-Chemical Methods. SSSA. Madison, Wisconsin USA.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. Diario Oficial de la Federación. México, 31 de diciembre 2002.
- Romero, M. 1893. El Cultivo del Café en la República Mexicana. 2ª ed., Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, México, 127 pp.
- Rzedowski, J. 1966. Vegetación de México. Trillas, México, 189-326 pp.
- SAGARPA. 2011. Proyecto estratégico de fomento productivo; Estrategia de innovación hacia la competitividad en la cafecultura mexicana; Plan de innovación de la cafecultura en el estado de Oaxaca, SAGARPA, COFUPRO. Univ. Autónoma Chapingo, Sistema Producto Café, AMECAFE, INCA Rural, México, 17-20 pp.
- Vidal, R. 2005. Las regiones climáticas de México. Instituto de Geografía, UNAM, México, 163-173 pp.

Recibido: 17 de Marzo de 2015

Aceptado: 12 de Junio de 2015