

00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

La importancia del hilite blanco (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow) (Betulaceae) en la sombra de cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla, México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE: MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)

P R E S E N T A :

ANTONIO CRUZ RIVAS

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. MIGUEL ANGEL MARTÍNEZ ALFARO



MÉXICO, D. F.

COORDINACIÓN

OCTUBRE, 2004



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS COORDINACIÓN

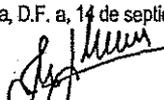
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 24 de mayo del 2004, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del alumno(a) Antonio Cruz Rivas, con número de cuenta 77101781 con la tesis titulada: "La importancia del hilito blanco (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow) (Betulaceae), en la sombra de Cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla, México", bajo la dirección del(a) M. en C. Miguel Ángel Martínez Alfaro

Presidente:	Dr. Alejandro Casas Fernández
Vocal:	M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez
Secretario:	M. en C. Miguel Ángel Martínez Alfaro
Suplente:	Dr. Javier Caballero Nieto
Suplente:	M. en C. Armando Gómez Campos

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a, 14 de septiembre del 2004


Dr. Juan José Morrone Lupi
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

Agradecimientos.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a las personas que apoyaron esta investigación durante las diversas etapas y actividades en que se desarrolló. Al M. en C. Miguel Angel Martínez Alfaro por la dirección de la tesis, sus enseñanzas, paciencia, interés y amistad que siempre ha mostrado hacia nosotros sus alumnos.

A mi Comité Tutorial formado por el Dr. Javier Caballero Nieto, el Dr. Alejandro Casas Fernández y el M. en C. Miguel Angel Martínez Alfaro, a los M. en C. Armando Gómez Campos y Juan Manuel Rodríguez Chávez por la revisión del trabajo, sus valiosas observaciones, críticas y sugerencias que me permitieron ver, comprender y abordar desde otros enfoques, ángulos y puntos de vista el fenómeno estudiado, lo cual contribuyó en mucho al mejoramiento de la tesis.

Al M. en C. Francisco Basurto Peña por la revisión del trabajo, sus atinadas sugerencias, conocimientos y experiencias que siempre solidariamente ha compartido conmigo. A la M. en C. Virginia Evangelista Oliva, al biólogo Alfredo Wong León y a la candidata a Dra. Andrea Martínez Ballesté por su apoyo y enseñanzas en los análisis estadísticos realizados en el estudio. Al M. en C. Mario Sousa Sánchez por la identificación de las especies del género *Inga* encontradas en la investigación.

A los M. en C. Miguel Angel Martínez Alfaro, Francisco Basurto Peña, Virginia Evangelista Oliva, a las biólogas Myrna Mendoza Cruz, Alma Deyanira Zurita Arzola, a los pasantes de biología Alfredo Martínez Aguilar, Lluvia Arroyo Fuentes, Roberto Alvarado Flores y a los estudiantes Amira Baltezar Rezc, Fabiola Yovana Paniagua Dorantes y José Gustavo Morales Ayala por su apoyo en los muestreos de cafetales, lo que permitió avanzar de manera ágil y rápida en el levantamiento de la información de campo requerida.

A las autoridades municipales y cafeticultores de Xochitlán de Vicente Suárez, por permitirme realizar el estudio en su comunidad, compartir con nosotros su maravillosa cultura, conocimientos y visión que tienen de la naturaleza y de la producción de café, esperando que la presente investigación sea un documento base que posibilite otras investigaciones y la búsqueda de soluciones a problemáticas concretas que giran en torno al café.

Al Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada, con registro 158268, que me permitió realizar y concluir la maestría en Ciencias Biológicas.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, al Instituto de Biología y a la Facultad de Ciencias por darme la oportunidad de formarme como profesionista y poder alcanzar estudios de posgrado.

A mis padres Elena y Genaro.

A mi esposa Verónica y a mi hija Diana Elisa.

A los pueblos indígenas de México.

Índice.

Resumen.	xiv
	Página
I.- Introducción.	1
a. Justificación.	3
b. Preguntas de investigación.	4
c. Objetivos.	6
d. Hipótesis.	6
e. Actividades realizadas.	7
II.- Antecedentes.	9
a. La sombra del café.	9
b. Estudios sobre cafetales en la Sierra Norte de Puebla.	14
c. Aspectos entomológicos y fitopatológicos del café.	17
III.- Aspectos ecológicos y biológicos del género <i>Alnus</i> y del hilito (<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schlecht.) Furlow.) (Betulaceae).	19
a. Tipos de vegetación donde se encuentra el género <i>Alnus</i> B. Ehrh.	22
b. Distribución de <i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schlecht.) Furlow.	23
c. Taxonomía del género <i>Alnus</i> .	23
d. Taxonomía de <i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> .	24
e. Usos y potencial de <i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> .	24
f. Plagas y enfermedades.	25
IV.- El área de estudio.	27
a. Factores físicos de la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	27

1. Localización.	27
2. Geología.	30
3. Orografía.	31
4. Edafología.	31
5. Hidrología.	32
6. Clima.	32
b. Factores bióticos de la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	35
1. Tipos de Vegetación.	35
2. Fauna.	36
V.- Aspectos históricos de la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	37
a. Época prehispánica.	37
b. Época Colonial.	38
c. Época reciente.	39
VI.- Condiciones socio-económicas de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	41
a. Población.	41
b. Economía.	41
c. Servicios.	42
d. Organización política.	43
e. Religión.	44
f. Danzas.	45
VII.-Marco teórico.	46
a. Análisis de la composición florística y la estructura del sistema de sombreado del cafetal.	46

b. Los árboles utilizados para el sombreado del café.	49
1. Establecimiento y crecimiento.	50
2. Arquitectura/compatibilidad.	50
3. Manejo/fisiología.	51
4. Funciones ecológicas.	52
5. Ventajas de la asociación cafetos-árboles.	52
6. Desventajas de la asociación cafetos-árboles.	53
c. Ecofisiología del café.	54
VIII.- Métodos.	56
a. Método etnográfico.	56
b. Método Ecológico.	56
c. Método estadístico.	59
IX.- Resultados.	61
a. Aspectos relacionados con los sistemas de sombreado de los cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez.	61
1. Caracterización ambiental de las plantaciones.	61
2. Cambios en la vegetación y uso agrícola para el cultivo de café.	61
3. Composición Florística de los cafetales.	63
4. La sombra del café.	70
5. Estructura vertical de los cafetales.	71
6. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales.	78
1. Marco general.	78
2. Análisis cuantitativo a nivel de cafetal: el estrato arbóreo.	81

6. 3. El Chalahuite blanco.	82
6. 4. El hilite blanco.	85
6. 5. El jonote.	88
6. 6. El cuerillo.	89
6. 7. El mal hombre.	90
6. 8. La naranja.	91
6. 9. La ocma.	91
6. 10. Valor de cobertura del estrato arbóreo.	92
7. Los principales árboles de sombra: hilite, chalahuite y jonote.	92
7. 1. Comparación del hilite en relación a los chalahuites dentro del sistema de sombreado de los cafetales.	94
7. 2. Manejo del hilite.	94
8. Sistemas de sombreado: Estructura por clases diamétricas de las especies arbóreas.	97
9. Diversidad de especies de sombra en los cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	100
9. 1. Índice de diversidad.	102
b. Tratamiento estadístico.	104
1. Análisis de varianza (ANOVA).	104
2. Análisis de conglomerados.	105
3. Análisis de Coordenadas Principales.	106
4. Prueba de Xi cuadrada.	108
c. Manejo del cafetal: calendario y prácticas agrícolas para la producción de <i>Coffea arabica</i> L. en Xochitlán de Vicente Suárez.	109
1. Variedades.	109
2. Calendario y prácticas agrícolas para la producción de <i>Coffea arabica</i> L.	109

3. Descripción: prácticas agrícolas para la producción de café.	110
3. 1. Establecimiento de semilleros- viveros.	110
3. 2. Siembra de cafetos.	111
3. 3. Chapeo de los cafetales.	112
3. 4. Poda de cafetos.	112
3. 5. Fertilización del café.	113
3. 6. Regulación de sombra (entresacado).	113
3. 7. Control de enfermedades.	114
3. 8. Fumigación de los árboles de sombra.	114
3. 9. Ixtlayada del terreno.	115
3. 10. Cosecha de cereza.	115
3. 11. Control de plagas.	115
4. Actividades post -cosecha: beneficio húmedo.	116
4. 1. Despulpado.	116
4. 2. Fermentación.	117
4. 3. Lavado.	118
4. 4. Secado.	118
4. 5. Almacenamiento.	120
d. Manejo de los cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez.	120
1. Cosecha de café en la comunidad.	122
e. Aspectos socioeconómicos alrededor de café.	123
1. Comercialización y precios del café producido en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	124

2. Economía familiar.	130
3. Infraestructura cafetalera y alternativas de producción.	139
X.- Discusión.	141
XI.- Conclusiones.	174
XII.- Bibliografía.	179
Anexos.	187
Anexo 1. Caracterización cuantitativa de las especies de sombra en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	188
Anexo 2. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales muestreados En Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	190
Anexo 3. Representación de especies e individuos empleados como sombra por clases diamétricas (cm) para una muestra de 20 cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	198
Índice de Figuras.	
Figura 1. Localización del Municipio de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	28
Figura 2. El municipio de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	29
Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación de Zapotitlán de Méndez, Puebla.	34
Figura 4. Perfil vertical de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con hilite (<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schlecht.) Furlow), Jonote (<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.), balletilla (<i>Hamelia patens</i> Jacq.), plátano (<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>Musa balbisiana</i> Colla, ocma (<i>Vernonia patens</i> HBK.) y tepejilote (<i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.).	73
Figura 5. Perfil vertical de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con chalahuite (<i>Inga latibracteata</i> Harms.), jonote (<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.), balletilla (<i>Hamelia patens</i> Jacq.), naranja (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck), aconihuitl (<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.) y <i>Piper</i> sp.	74

Figura 6. Distribución de la sombra de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con hilite (<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schlecht.) Furlow), plátano (<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>Musa balbisiana</i> Colla, higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) y <i>Conostegia</i> sp.	75
Figura 7. Distribución de la sombra de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con chalahuite (<i>Inga latibracteata</i> Harms.) y guayaba (<i>Psidium guajava</i> L.).	76
Figura 8. Distribución de la sombra de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con hilite (<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schlecht.) Furlow), higuera (<i>Ricinus communis</i> L.), jonote (<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.), balletilla (<i>Hamelia patens</i> Jacq.), guayaba (<i>Psidium guajava</i> L.), huele de noche (<i>Cestrum nocturnum</i> L.) y Tejocotillo.	77
Figura 9. Número de especies por clases de frecuencias relativas.	78
Figura 10. Distribución diamétrica para árboles de sombra en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	97
Figura 11. Análisis de conglomerados. Presencia de las 14 especies de sombra más importantes en cafetales ($r = .66$).	105
Figura 12. Análisis de Coordenadas Principales. Presencia de las 14 especies de sombra más importantes en los cafetales de Xochitlán, Puebla.	107
Figura 13. Actividades efectuadas por una muestra de 20 unidades domésticas y porcentaje de ingresos que representan en su economía en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	137
 Índice de Tablas.	
Tabla 1. Características ambientales de 20 cafetales muestreados y tipo de vegetación o actividad productiva antes de ser establecidas las plantaciones, en la Cabecera Municipal de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	62

Tabla 2. Listado florístico de las especies encontradas en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	65
Tabla 3. Familias con el mayor número de especies en una muestra de 20 cafetales.	70
Tabla 4. Familias más comunes y número de especies en los sistemas de sombreado del café.	71
Tabla 5. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) de 67 especies de sombra en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Pue. y su procedencia. Nota: Bosque Tropical Perennifolio: BTP; Bosque Mesófilo de Montaña: BMM; Vegetación Riparia: VR y Vegetación Secundaria: VS.	80
Tabla 6. Índices de Valor de Importancia por cafetal y totales para las 7 especies arbóreas de sombra más comunes en la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.	81
Tabla 7. Especies de sombra dominantes y cafetales en que coincidió su presencia.	93
Tabla 8. Distribución diamétrica (cm) para chalahuites e hilites en una muestra de 20 cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	99
Tabla 9. Diversidad de especies en cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	100
Tabla 10. Índice de diversidad Shannon-Wiener (H) para 20 cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.	103
Tabla 11. Prueba de F.	104
Tabla 12. Calendario y prácticas agrícolas para la producción de café.	110
Tabla 13. Disponibilidad de despulpadora de café a nivel familiar para realizar la práctica de despulpado.	117
Tabla 14. Disponibilidad de patio de secado a nivel familiar para realizar la práctica del secado de café.	119
Tabla 15. Prácticas agrícolas realizadas durante el ciclo cafetalero 2000 – 2001 en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	121
Tabla 16. Cosecha de café en la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla. Para una muestra de 20 cafetales.	122

Tabla 17. Comercialización: intermediarios y precios (pesos (\$)/quintal de pergamino y pesos (\$)/kg de cereza) del café producido en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	126
Tabla 18. Precios del café en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla y localidades vecinas.	128
Tabla 19. Precios del café producido en Xochitlán de Vicente Suárez ciclo 2002-20003.	129
Tabla 20. Situación de la cafeticultura local en los próximos 5 años.	131
Tabla 21. Resultados económicos obtenidos por los cafeticultores locales.	132
Tabla 22. Ventajas y desventajas de mantener un cafetal en la actualidad.	132
Tabla 23. Actividades agrícolas relevantes en la economía familiar.	133
Tabla 24. Tipo de mano de obra y número de jornales ocupados en las prácticas agrícolas durante el ciclo cafetalero 2000 - 2001 en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	134
Tabla 25. Salario por jornal agrícola en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	135
Tabla 26. Actividades no agrícolas efectuadas por los miembros de las familias Xochitecas.	135
Tabla 27. Localidades de trabajo temporal y actividades de migrantes de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	136
Tabla 28. Importancia económica de la cafeticultura en porcentaje para 20 familias en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.	138
Tabla 29. Características biológicas de las especies dominantes en cafetales, consideradas por los campesinos para la función del sombreado.	157
Tabla 30. Atributos favorables del hilite blanco como árbol de sombra.	159
Tabla 31. Características ecológicas de las especies dominantes.	162

Resumen.

Esta investigación forma parte del proyecto "Sistemas Agrícolas en la Sierra Norte de Puebla" dirigido por el M. en C. Miguel Ángel Martínez Alfaro, quien es investigador del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. Fue realizada en la comunidad nahuatl de Xochitlán de Vicente Suárez, ubicada en la transición de los climas templados de la Sierra Norte de Puebla y los cálidos del declive al Golfo de México, dentro del cinturón cafetalero de la Sierra, lo que la hace una región cultural y biológicamente muy compleja e interesante.

Aún considerando la continua baja de los precios internacionales del café en la última década, la cafecultura sigue siendo una actividad económica importante para el país, la Sierra Norte y Xochitlán. El objetivo de la tesis es conocer la composición florística y la estructura de los sistemas de sombreado de los cafetales y dentro de estos, la importancia relativa del hilite blanco (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow) con respecto a las demás especies utilizadas como sombra del café.

Se calculó el Índice de Valor de Importancia de las especies de sombra identificando las más relevantes que son, el chalahuite blanco (*Inga latibracteata* Harms), el hilite blanco y el jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.), además de los diferentes usos que la gente hace de ellas y los atributos biológicos y culturales que las hacen importantes para la función del sombreado. También se calculó el Índice de Diversidad (Shannon-Wiener) de las parcelas muestreadas encontrando valores de medianos a bajos.

Un análisis de conglomerados separó dos grandes grupos de cafetales, uno con chalahuite y el otro con hilite. Mediante un Análisis de Coordenadas Principales (PCO) se realizó una tipología de parcelas que señaló cuatro grupos en relación al hilite, chalahuite y jonote; una prueba de Ji cuadrada indicó que el tipo de clima está relacionado con la composición florística de las parcelas. Una ANOVA mostró que los índices de diversidad de los cafetales son influidos por su exposición al sol y la altitud en que se ubican.

Se describen el calendario y las prácticas agrícolas para la producción del café y las condiciones socioeconómicas que actualmente viven los campesinos en relación a dicha actividad. Se discute el manejo y potencial del hilite como un componente del cafetal orientado a la producción orgánica.

Abstract

This investigation is inside of the project "Agricultural Systems in the Sierra Norte de Puebla" directed by Miguel Angel Martínez Alfaro, who is investigator of the Botanical Garden in the Institute of Biology, UNAM. We worked in the Nahuat community of Xochitlán de Vicente Suárez, located in the transitional area between the cold and warm climates, on the Sierra Madre Oriental slopes, within the coffee belt. This region has high cultural and biological diversity.

Although in the last decade the international price of the coffee has been very low, its' production continues being an important economic activity for Xochitlán. The main objective for this work is to know the vegetation structure of the shadow coffee plantations, emphasized the relative importance of the hilite tree (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow) and comparing to the other species used as shade tree.

Information on abundance, frequency and dominance gave us the importance value index of the species. The species with higher importance value are chalahuite (*Inga latibracteata* Harms), hilite and jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.). Besides, registered the different uses that people make of them and the biological attributes what makes important for the shady function. The diversity index (Shannon-Wiener) of the sampling plots was calculated finding values of medium to low.

A cluster analysis separated two great groups of coffee plantations, one of them with chalahuite and other with hilite as shade trees. A PCA was made and result in a typology with four groups in relation to the presence of hilite, chalahuite and jonote; an ANOVA was carried out showing that the diversity index of the coffee plantations are influenced by the sun exposition and elevation of the plots. Test of square Ji indicated that the climate and the floristic composition of the plots are related.

Agricultural calendar and practices for the coffee production and the socioeconomic conditions are described in relation to actual live conditions of the farmers. The management and potential of hilite as an important component of the coffee plantations are discussed.

**La importancia del hilite blanco (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.)
Furlow) (Betulaceae) en la sombra de cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez,
Puebla, México.**

I.- Introducción.

Con excepción del petróleo, el café (*Coffea arabica* L.) es la mercancía más valiosa en el comercio internacional mundial (Acland, 1971). Actualmente la cafecultura es una de las actividades económicas más importante del sector agrícola mexicano y una de las principales generadoras de divisas. En 1997, se captaron 827 millones de dólares por su venta en los mercados internacionales, lo que representó el 1.43% del Producto Interno Bruto Agropecuario (Fernández, 1998); según Hernández (1999), alcanza alrededor de 700 millones de dólares anuales.

Se exporta a 58 países y existen 760,000 ha con 280,000 cafecultores distribuidos en los 12 estados productores de México, beneficiando directamente a más de 3,000,000 de habitantes. De los más de 5,000,000 de sacos que se cosechan anualmente, Chiapas es el principal productor y participa con el 30%, lo sigue muy de cerca Veracruz, Puebla con el 16% y Oaxaca con el 13% de acuerdo a la cosecha 98/99 (Lavin, 1999). Según datos del desaparecido Instituto Mexicano del Café "INMECAFE" en 1989 en Puebla existían 14,136 productores ocupando una superficie cultivada de 67,700 ha con una producción anual estimada de 1,184,286 quintales (Moguel y Toledo, 1996).

A pesar de la caída en los precios internacionales del café en la última década, la falta de apoyos crediticios y la ausencia de una política nacional favorable a los pequeños productores, su cultivo sigue manteniéndose como la principal actividad económica en varias regiones de México. Una de ellas es La Sierra Norte de Puebla, no obstante que especies como la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) y en menor grado el mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. B. Moore et Stearn), están cobrando importancia en los ingresos de las unidades domésticas de esa región.

Xochitlán de Vicente Suárez es una comunidad nahuat ubicada en La Sierra Norte de Puebla, donde la producción de café se da bajo un dosel de árboles que le proporcionan sombra. Una de estas especies arbóreas, el hilito blanco (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow) por su copa angosta, hoja pequeña, la gran cantidad de materia orgánica que aporta al suelo, sus capacidades de fijar nitrógeno asociado con microorganismos y establecer relaciones micorrícicas, la posibilidad de obtener madera y leña de calidad aceptable (Russo,1994; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Muschler, 2000) y su amplia disponibilidad en la región, tiene un potencial relevante para un uso más intensivo por parte de los cafecultores locales en la búsqueda de satisfacer objetivos agrícolas dentro de las plantaciones, satisfactorios materiales y la generación de ingresos monetarios que les permitan mejorar su nivel de vida.

En esta investigación se plantea analizar el papel ecológico y la importancia relativa, que con respecto a las demás especies utilizadas en el sombreado de los cafetos, tiene las poblaciones de hilito blanco dentro de la estructura florística los cafetales de Xochitlán. Los atributos y la arquitectura de los árboles seleccionados determinan la fisonomía de un cafetal (Muschler, 2000).

En un sistema agroforestal, los árboles son el componente más grande y dominante (en tamaño y cobertura). A través de sus efectos ecológicos en la conservación y fertilidad del suelo, captación y mantenimiento de humedad, disponibilidad de hábitats para aves, mamíferos e insectos, valor económico por la producción de fruta, madera y leña, al ser incluidos en sistemas cafetaleros pueden contribuir local y regionalmente hacia una sostenibilidad ecológica y económica. Los factores ambientales modificados por los árboles (luminosidad, temperatura y humedad) deben coincidir con los requerimientos del café para generar beneficios por la combinación cafetos-árboles, estos beneficios pueden incluir efectos positivos en la producción y calidad del café, así como ahorros financieros cuando permiten disminuir el nivel de insumos necesarios (Muschler, 2000).

Ante la crisis actual, una opción ecológica y económicamente atractiva para los agricultores indígenas que está cobrando interés en algunos lugares de la sierra, es la reorientación de la producción del café hacia el manejo orgánico. Desde tal perspectiva, por sus características biológicas el hilite se presenta como una especie con un alto potencial económico dentro de los cafetales.

a. Justificación.

La comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez fue elegida para realizar la investigación por ser una región indígena, donde la producción de café representa la principal actividad económica. Además, del interés por comprender desde el punto de vista ecológico la diversidad florística, la importancia relativa de las principales especies dentro de los sistemas de sombreado de los cafetales y su complejidad estructural, donde uno de los elementos es el hilite. Los trabajos en parcelas de productores son escasos y de tipo cualitativo, hay pocos estudios que describen las características estructurales y la diversidad de especies maderables que posibiliten definir criterios para plantaciones de café creciendo bajo sombra (Soto-Pinto *et al.*, 2000). También existe inquietud e interés por este tipo de estudios por parte de varios productores de la región, que busca promover alternativas de manejo de sus recursos naturales hacia la sustentabilidad.

Diversas investigaciones en el país (Moguel y Toledo, 1999; Beaucage, 1998; Soto-Pinto *et al.*, 2000, Souza, 2002) y en otras regiones del mundo (Beer *et al.* 1998; Herzog en Wilson, 1999), sobre los efectos de las especies de sombra en los agroecosistemas cafetaleros han demostrado la importancia de la cobertura arbórea en la conservación de la biodiversidad y el suelo, la regulación del ciclo hidrológico, la productividad de dichos sistemas en los niveles local y regional y su impacto en las condiciones socio-económicas de los campesinos. También se han reconocido problemáticas ligadas al establecimiento de la sombra y su manejo. En el caso de Xochitlán, consideramos que un conocimiento más profundo sobre estos aspectos y las

especies involucradas, puede ayudar a mejorar el manejo de tan notables sistemas de producción agroforestal para la economía serrana.

En la localidad, tradicionalmente los agricultores utilizaban como sombra para el café algunas especies de la vegetación primaria: cedro (*Cedrela odorata* L.), higuera (*Ficus mexicana* Miq.), caoba (*Swietenia macrophylla* King), palma de coyule (*Scheelea liebmanii* Becc.) y encino blanco (*Quercus* sp.); actualmente se emplean con mucho menor frecuencia debido a la disminución del bosque tropical perennifolio y del bosque mesófilo de montaña. Más comúnmente ocupan especies de vegetación secundaria: cuerillo (*Trema micrantha* (L.) Blume), hilite blanco (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow), balletilla (*Hamelia patens* Jacq.), ocma (*Vernonia patens* HBK.), jonote (*Helicarpus appendiculatus* Turcz.) y especies cultivadas como chalahuites (*Inga* spp.) y plátano (*Musa acuminata* Colla x *Musa balbisiana* Colla). Ocasionalmente emplean pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) y mango (*Mangifera indica* L.). Recientemente algunos productores han incluido plantas de hiquerilla (*Ricinus communis* L.) para cubierta temporal.

Los árboles de hilite blanco como elementos del sombreado permanente señalan características favorables: proporcionan buena sombra, aportan una considerable cantidad de materia orgánica al suelo y además se puede obtener leña, situación que aparentemente les favorece. Consideramos que estudiar el papel de ésta especie, es relevante para entender algunos aspectos de los sistemas de sombreado en los cafetales locales.

b. Preguntas de investigación.

Al visitar la comunidad y observar los cafetales, uno puede darse cuenta que hay diversas especies arbóreas y arbustivas dentro de sus sistemas de sombreado; los campesinos casi siempre hicieron referencia a la importancia del chalahuite como parte de estos, pero muchos de ellos también mencionaron la relevancia del hilite. En los recorridos de campo notamos que este último aparecía frecuentemente, sobre todo en

las parcelas establecidas en la parte alta de la localidad. En relación a su presencia, importancia y papel nos hicimos las siguientes preguntas y nos dimos a la tarea de encontrar posibles respuestas.

i) ¿Cuál es la importancia relativa de hilite dentro de los sistemas de sombreado de los cafetales en la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez?

ii) ¿Cuáles son las características biológicas-ecológicas y las razones culturales por las que los agricultores integran al hilite dentro de los sistemas de sombreado de sus cafetales?

iii) ¿Es una planta que crece de manera espontánea, es tolerada, promovida, cultivada?

iv) ¿Cómo es el manejo que los agricultores aplican al hilite para su aprovechamiento?

v) ¿De qué manera contribuye esta especie a la sustentabilidad de una plantación de café?

A continuación se indican los objetivos y la hipótesis de esta investigación.

c. Objetivos.

General.

- Conocer la composición florística y la estructura de los sistemas de sombreado de los cafetales locales, la importancia relativa del hilite dentro de éstos y las razones por las que los campesinos favorecen su presencia.

Particulares.

- Analizar los estratos que conforman los cafetales y las especies que incluyen.
- Determinar la abundancia, frecuencia, dominancia e importancia relativa del hilite en relación a los demás árboles de sombra en los cafetales locales.
- Conocer el manejo que los campesinos hacen del hilite dentro de los sistemas cafetaleros.
- Identificar las ventajas y/o desventajas que conlleva incluir árboles de hilite como parte de los sistemas de sombra de los cafetales.

d. Hipótesis.

Dentro de los sistemas de sombreado de los cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, el hilite es uno de los árboles dominantes y su abundancia en la zona alta de la comunidad, se debe a que presenta características biológicas y ecológicas que son aprovechadas por los campesinos al incluirlos dentro de sus parcelas.

e. Actividades realizadas.

En los recorridos de campo realizados durante la investigación se efectuaron las siguientes acciones:

Fecha	Actividad
14-21/09/2001	Contacto con autoridades municipales y cafeticultores. Entrevistas abiertas; visitas a cafetales.
23-27/02/2002	Contacto con miembros y directivos de la "Sociedad de Solidaridad Social Pequeños Productores de Xochitlán"; revisión de documentos estadísticos de la sociedad, complementación de padrón de productores, entrevistas abiertas y visitas a cafetales. Selección de colaboradores de campo.
6-12/03/2002	Muestreo de cafetales y entrevista estructurada.
22/03 a 2/04/2002	Muestreo de cafetales y entrevista estructurada.
18/04 a 22/04/2002	Muestreo de cafetales y entrevista estructurada.
21-25/03/2003	Entrevista estructurada

Idealmente hubiéramos querido pasar más tiempo en la comunidad para observar con mayor amplitud y profundidad los aspectos estudiados de los cafetales, sobre todo en relación a su manejo y a la fenología del hilite. Cabe mencionar, que el tiempo de muestreo se redujo substancialmente al contar con el apoyo del equipo de estudiantes y técnicos académicos que dirige el M. en C. Miguel Angel Martínez Alfaro, quién también participó en los recorridos y toma de datos.

También quisiera señalar que nuestras visitas a Xochitlán coincidieron con momentos muy difíciles en la vida comunitaria alrededor del café, debido a las continuas bajas de los precios internacionales en los últimos 10 años, razón por la cual los cafetales están siendo manejados y cosechados parcialmente, situación que se reflejó en el conjunto de datos obtenidos en nuestro trabajo de campo. La mayor parte de la información obtenida corresponde al ciclo cafetero 2000-2001, porque la fase más intensa del muestreo se desarrolló cuando tal ciclo había terminado y la cosecha 2001-

2002 se encontraba a la mitad, finalizando antes que ésta última. De otra forma, los datos levantados hubieran sido más fragmentados. Posteriormente, en el 2003 se efectuó una última visita en la que recabamos información que creímos necesaria para complementar la investigación.

En coordinación con las autoridades municipales y los miembros de la Sociedad de Solidaridad Social "Asociación de Pequeños Productores de Xochitlán de Vicente Suárez", se complementó el padrón de productores que habitan la Cabecera Municipal. De un total de 164 cafecultores, mediante números al azar se eligió una muestra de 20 de ellos correspondiendo al 12 % del listado, sus cafetales se tomaron como unidades de estudio, lo cual permitió definir el universo de trabajo y la elección de los sitios de muestreo.

II.- Antecedentes.

a. La sombra del café.

El origen del café se ha identificado en las tierras altas de Etiopía entre los 1,600 a 2,800 msnm, en un clima relativamente frío de 20 °C con respecto a los promedios tropicales y con lluvias moderadamente altas de 1,600 a más de 2,000 mm anuales, aunque el área de origen no es tan húmeda como en zonas de bosque tropical lluvioso (Wilson, 1999; Alvim y Kozlowski, 1977). El café se establece como un arbusto de mediana altura en los bosques semi-abiertos, aún en estado silvestre crece bajo sombra parcial. El hábitat natural de la mayoría de las aproximadamente 90 especies del género *Coffea* es el estrato bajo (sotobosque) de un bosque. Por tanto, las primeras plantaciones fueron con sombra; la primera práctica consistía en remover arbustos y árboles de la parte inferior de la vegetación, luego esta práctica fue reemplazada por la siembra de cafetos bajo árboles especialmente plantados (Wilson, 1999).

Hay varios factores que influyen sobre los beneficios de la asociación entre árboles y café. Su cultivo bajo sombra no solamente le proporciona las condiciones de luminosidad, temperatura y humedad para su crecimiento, también se generan ingresos adicionales por la producción de madera, frutos y leña. Además, hay cambios indirectos en función de las modificaciones microclimáticas y cambios a largo plazo en la fertilidad del suelo (Muschler, 2000).

El sombreado puede producir otros efectos, las raíces de los árboles frecuentemente exploran diferentes niveles del suelo que las raíces de los cafetos y absorben nutrimentos que finalmente alcanza el cultivo mediante la caída de hojas y su descomposición. También hay competencia por humedad, aunque ésta puede disminuir porque la sombra reduce la velocidad del viento y la insolación a su alrededor. Otras situaciones potenciales que pueden presentarse son la incidencia de plagas y enfermedades, costos en el mantenimiento de los árboles, daños al café por las podas a dichos árboles y obstrucción de maquinaria. El nivel de tales efectos es variable, las

condiciones locales deben ser consideradas cuando se decide sobre las necesidades de sombra (Wilson, 1999).

Algunos estudios han demostrado que rendimientos mayores pueden ser obtenidos con café a pleno sol manejado intensivamente, pero en otros han sido más bajos que en cafetales con umbrío, los resultados han sido inconsistentes (Beer *et al.*, 1998). Cuando comparamos estos comportamientos o el efecto de diferentes especies de sombra, un grupo de factores es el que varía más bien que el factor especie; en cada tratamiento un manejo óptimo podría ser empleado. Esto implica diferentes densidades de cafetos y árboles, podas, fertilización y aplicación de otros agroquímicos en orden para evaluar el potencial de cada especie de sombra y el manejo a pleno sol. La importancia relativa de los diferentes efectos de los árboles de sombra y por tanto su necesidad, es fuertemente afectado por las condiciones del sitio, un hecho que ha generado controversia estimulando la discusión sobre las ventajas y desventajas de su empleo y los criterios de selección (Beer *et al.*, 1998).

Las mayores producciones de café sin sombra se dan entre los 900 y 1,200 msnm; a menores elevaciones la producción de café sin cobertura decrece fuertemente en respuesta a las altas temperaturas, mientras que a elevaciones superiores disminuye por las bajas temperaturas y posiblemente a daños por el viento. Sin embargo, el sombreado del café en elevaciones óptimas deprime la producción, pero sobre suelos con limitaciones de almacenamiento de nutrientes y agua a cualquier altitud, el potencial de cosecha de café sin sombra contra el sombreado es reducido o aún revertido (Beer *et al.*, 1998).

De acuerdo con Sánchez (1990), Wilson (1999) y Alvim y Kozłowski (1977) se considera al café como una planta que necesita poca luz para desarrollarse, su fotoperiodo varía de 4 a 5 horas diarias, requiere un ambiente fresco (14 a 25 °C) y humedad suficiente (1,500-2,000 mm/año) para poder tener las condiciones ideales para su crecimiento, floración y fructificación. No obstante cultivarse bajo sombra, el trabajo de los fitomejoradores ha posibilitado su cultivo a pleno sol.

Nutman (1937, citado en Alvim y Kozlowski, 1977), reportó que la tasa fotosintética del café en Tanzania varió directamente con la intensidad de la luz cuando fue baja, pero cuando fue alta la tasa decreció. El autor concluyó que la fotosíntesis fue mayor con intensidades de luz moderada y que la asimilación diaria fue más grande bajo sombra que en el sol. También señala que el decremento de la fotosíntesis a medio día podría ser explicada por el cierre estomático inducido por la acción directa de la luz solar y no por el balance de agua en la hoja. Alvim (1968, citado en Alvim y Kozlowski, 1977) observó que la apertura estomática incrementó gradualmente con la intensidad de luz por arriba de los 20,000 lux y señaló un agudo decremento entre los 60,000 y 90,000 lux. Alvim y Havies (1958, citados en Alvim y Kozlowski, 1977) en Costa Rica atribuyeron el cierre estomático durante periodos de alta intensidad de luz a la deshidratación de la hoja. Según Wilson (1999) por arriba de los 25 °C la actividad fotosintética es reducida porque aumenta la tasa de respiración.

Diversos estudios (Moguel y Toledo, 1999; Beaucage, 1998; Soto-Pinto, *et al.*, 2000, Souza, 2002), han demostrado la importante riqueza biológica que existe en las plantaciones tradicionales de café bajo sombra en grupos tales como árboles, arbustos, herbáceas y epífitas, mamíferos, aves, reptiles, anfibios y artrópodos. Su análisis reveló que las zonas productoras se localizan en regiones de gran importancia biogeográfica y ecológica, donde se ponen en contacto las especies neotropicales y neárticas.

Dentro de la composición florística de los cafetales, son varias las especies de árboles que se utilizan como parte del sombreado. Comúnmente, la mayoría de las asociadas al café arábigo son leguminosas: *Acacia* spp., *Albizia* spp., *Senna* spp., *Erythrina* spp., *Gliricidia* sp., *Inga* spp., y *Leucaena* spp.; *Grevillea robusta* A. Cunn. no es leguminosa pero se considera un buen árbol de sombra (Wilson, 1999; Acland, 1971; Barradas y Fanjul, 1984; Beaucage, 1998).

Casuarina spp. sin ser leguminosas tienen la capacidad de fijar nitrógeno y aunque no se consideran las mejores, son usadas para sombrear al café. Kumar *et al.*

(1992, citados en Wilson, 1999) discutieron el uso de *Parkia roxburghii* G. Don en la India. En Tanzania se emplea *Cordia abyssinica* R. Br. (Acland, 1971).

En el norte del Estado de Paraná en Brasil, Baggio *et al.* (1997) evaluaron el efecto de *Grevillea robusta* A. Cunn., intercultivado con café. Se plantó en cinco densidades: 26, 34, 48, 71 y 119 árboles/ha. Comparado con café creciendo sin sombra, no hubo disminución de los rendimientos bajo *Grevillea* a densidades de 26, 34 y 48 árboles/ha. La productividad económica total fue más alta para la combinación de café y *Grevillea* a 34, 48 y 71 árboles/ha y la protección contra heladas severas fue mejor con densidades de 71 y 119 árboles/ha.

En Cuetzalán, Puebla, Beaucage (1998) encontró que el café conocido como criollo o nativo crece mejor en umbrío; la sombra de *Inga* spp. le posibilita soportar la corta estación seca (abril-mayo), protege sus flores de los violentos vientos y los posteriores aguaceros del verano y del invierno. Por su parte, Sánchez (1990) encontró que el café cultivado bajo cubierta es de mejor calidad que el que se cultiva a pleno sol; el establecimiento de un cafetal con umbrío tiene la desventaja que hay que trabajar un poco más, pero se gana un suelo fértil y superior calidad del grano (Sánchez, 1990). No obstante, Willey (1975, citado en Beer *et al.*, 1998) concluye que la sombra puede afectar la calidad de un producto vegetativo, pero que los efectos sobre la calidad del grano de café probablemente sean muy poco significativos.

Al discutir el valor de la sombra y la distribución de los árboles en cafetales Andrade (1988, citado en Wilson, 1999) indica que las plantaciones que producen altos rendimientos son sistemas demandantes de grandes cantidades de insumos y usualmente no tienen sombra. Sin embargo, los pequeños productores quienes están restringidos a insumos limitados la mantienen, frecuentemente esto se observa como parte de un sistema de cultivo múltiple. Una razón para mantener árboles en plantaciones de cultivos perennes es el ingreso obtenido por sus frutos y/o madera, estos productos pueden suplementar los ingresos de los agricultores cuando los precios del café están bajos (Beer *et al.* 1998).

Muchos pequeños productores tienen sistemas de policultivo en los cuales frecuentemente incluyen cafetos como arbustos de mediana altura. Por ejemplo, en la India Kurikanthimath *et al.* (1994) describen un sistema de cultivo de altura múltiple usando café, clavo (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr.) y pimienta negra (*Piper nigrum* L.). Por su parte, Herzog (1994, citado en Wilson, 1999) reportó en Costa de Marfil plantas de café bajo una mezcla de árboles, la mayoría de los cuales son usados tradicionalmente para muchos propósitos.

Otro autor como Acland (1971), concluye que el sombreado sólo se justifica totalmente en altitudes elevadas donde modifica la temperatura lo suficientemente para permitir a los árboles de café crecer normalmente. A bajas altitudes puede prevenir condiciones forzadas y entonces reducir el riesgo de sobreproducción; su popularidad en tales áreas sin embargo, yace más en el hecho de que reduce los costos de producción, especialmente en los deshierbes y aplicación de fertilizantes, aunque reduce el potencial de producción al mismo tiempo.

El café cultivado a pleno sol da mayores cosechas pero sólo por poco tiempo ya que las plantas se agotan rápidamente, ya debilitadas son presa fácil de las enfermedades; también se requiere de mayores cantidades de fertilizante químico (Wilson, 1999; Sánchez, 1990). El combate contra las malezas exige mucha mano de obra, o en su caso grandes cantidades de herbicida que es tremendamente perjudicial al suelo.

En un estudio sobre cafetales en Chiapas, se calculó el porcentaje de cobertura, la densidad del flujo fotónico directa, difusa y total bajo el dosel de varios cafetales. Al relacionar esto con la producción obtuvieron información de cuales porcentajes de sombra fueron los que promovieron los mayores rendimientos de café empleando modelos generales lineales y análisis de correlación (Soto-Pinto *et al.* 2000). Estos autores también estudiaron la diversidad florística y estructura de los cafetales en base a las formas de vida, arreglo en estratos y a la distribución de las especies de sombra en nueve clases diamétricas. Además, aplicaron un Análisis de

Coordenadas Principales basado sobre el Índice de Similitud de Jaccard para identificar grupos de parcelas por su composición florística mediante el programa computacional NTSYS.

En otra investigación sobre cafetales rústicos en dos áreas del sureste de México, Souza (2002), estudió su estructuración, diversidad vegetal y papel sobre el paisaje, analizando algunas implicaciones sobre diferentes factores que influyen en el mantenimiento de la diversidad vegetal a escala local y regional. También analiza los componentes alfa y beta de la biodiversidad para conocer el papel de los cafetales rústicos en su conservación, encontrando que estas plantaciones son el resultado del proceso de manejo de la biodiversidad y los recursos naturales por parte de los campesinos a diferentes escalas, donde el agricultor decide que especies deben permanecer o ser eliminadas. Los procesos de propagación, colonización y establecimiento de especies silvestres que también influyen en la determinación de la estructura florística no están bajo su control, pero algunas veces los aprovecha.

En la literatura existen pocos trabajos sobre el hilito como parte de sistemas agroforestales. Russo (1994) en Costa Rica señala que los agricultores mantienen *Alnus acuminata* HBK. en potreros y como árboles de sombra para café desde hace más de 90 años. Los árboles son regenerados naturalmente (tocones) o plantados desde viveros, espaciándolos de 8 a 14 m, con cerca de 100 árboles/ha. El uso de esta especie tiene beneficios sobre la fertilidad del suelo y la obtención de madera y leña. También indica que el ganado vacuno produce más leche en potreros donde crece hilito en comparación con potreros que no lo incluyen.

b. Estudios sobre cafetales en la Sierra Norte de Puebla.

Como parte de las investigaciones dirigidas por M. A. Martínez sobre agricultura tradicional en la Sierra Norte de Puebla, está el trabajo de Basurto (1982), quien en un estudio sobre huertos familiares en dos comunidades nahuats:

Yancuictlalpan y Cuauhtapanaloyan encuentra que el huerto cafetal es el mejor representado en la zona. Se trata de pequeños cafetales aledaños a la habitación en los que se tienen una gran cantidad de árboles y plantas medicinales. Para sombra, emplean: chalahuite peludo (*Inga latibracteata* Harms), jeneculle (*Inga jinicuil* (Schlecht.) Vatke), chalahuite verde (*Inga leptoloba* Schlecht.), naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.), plátano (*Musa acuminata* Colla x *M. balbisiana* Colla) y pimienta (*Pimenta dioica* (L.) Merrill). En el estrato arbóreo superior (discontinuo y formado por árboles de gran porte) tienen cedro (*Cedrela odorata* L.), caoba (*Swietenia macrophylla* King), pochota (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) y zapote chico (*Manilkara zapota* (L.) Van Royen).

Aparicio y García (1995) en un trabajo sobre percepción botánica, analizan la visión del mundo natural por los Totonacos de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, señalando que en los diferentes sistemas de cultivo la presencia de determinadas especies es importante para su buen funcionamiento. En el cafetal se siembran principalmente árboles de chalahuite (*Inga pavoniana* Don e *Inga jinicuil* (Schlecht.) Vatke) y cuacuitile (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.), que además de proporcionar sombra a los cafetos intervienen en la fijación de nitrógeno; también al tirar sus hojas sirven como cobertura del suelo. Otros árboles presentes son el cuamaite (*Ocotea dendrodaphne* Mez.) y el palo de agua (*Dendropanax arboreus* (L.) Decne & Planch.), especies que participan en ésta última función.

Cruz (1995) en un estudio sobre sistemas agrícolas tradicionales, describe los sistemas cafetaleros recién establecidos en la parte baja de la comunidad de Jilotzingo, Mpio. de Zacatlán. Para proporcionar sombra a los cafetos durante junio siembran "ailite" (*Alnus firmifolia* Fern.), chalahuite (*Inga jinicuil* (Schlecht.) Vatke), plátano (*Musa acuminata* Colla x *M. balbisiana* Colla) y guayaba (*Psidium guajava* L.). El ailite es un árbol muy estimado pues además de proporcionar condiciones de luz y temperatura favorables para el desarrollo del café, produce mucha hoja y abona el suelo en gran medida. Reconociendo tales ventajas en dicho mes de junio colectan plántulas de ailite del bosque mesófilo de montaña y se transplantan a los cultivos, donde son sembrados

en la periferia de los terrenos. Al ir creciendo sus ramas formarán la cubierta que dará sombra al café.

Evangelista (1999), en la comunidad de Naupan identificó que los cafetales por su composición pueden ser de dos tipos: con sombra de ailite (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow) en las partes más altas 1,200-1,400 msnm y con diversas plantas de sombra en las zonas más bajas, encontrando zapote negro (*Diospyros dygina* Jacq.) y plátano desde los 1,200 msnm, mango (*Mangifera indica* L.) a los 1,000 m y chalahuite (*Inga* spp.) entre los 850 y 900 donde se hallan los cafetales más diversificados. Varios de los cafetales de las partes más altas se plantaron originalmente sin sombra, como recomendaban los técnicos del INMECAFE para la prevención de la roya. Sin embargo, los campesinos optaron por la sombra de ailite, entre otras cosas porque consideran que sus hojas son una "mejora" natural (abono verde) que ayuda a los cafetos. Para plantar los ailites van a traerlos al monte (vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña, bosque de encino o mixto de pino-encino) y extraen arbolitos de aproximadamente 30 cm. de alto y los transplantan en los cafetales en cepas de 20 x 20 cm, cada 6 u 8 m. En los cafetales más diversificados no se observa una distribución uniforme de los árboles de sombra.

Como un sistema de barbecho corto Basurto (2000) encontró en Eloxochitlán y Huahuaxtla, Puebla, que cuando una superficie con bosque mesófilo de montaña se desmonta para sembrar la asociación maíz-*Phaseolus polyanthus* Greenman (incluyendo unas pocas plantas de *P. coccineus* L.), luego de un ciclo de siembra que dura 9 meses, el terreno se deja en descanso durante cuatro o cinco años desarrollándose asociaciones puras de *Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow. Siendo una especie con gran capacidad de rebrote a partir de tocones y de rápido crecimiento, al cubrirse el periodo de barbecho los árboles alcanzan de 8 a 15 cm de diámetro a la altura del pecho y una talla de 6 a 7 m, estos terrenos no son fertilizados.

Martínez *et al.* (1995) señalan que el hilite se emplea a lo largo de toda la Sierra Norte como combustible, sombra de café, colorante y medicina.

c. Aspectos entomológicos y fitopatológicos del café.

Los microclimas bajo sombra afectan algunas plagas y enfermedades, *Leucoptera meyricki* Ghesa un importante minador de la hoja es inhibido por el sombreado, mientras que el barrenador de la cereza es fomentado debido a la ausencia de sus parásitos o depredadores naturales (Wilson, 1999). Los árboles de sombra atraen aves que comen arañas, insectos y sus larvas, en ausencia de las aves el aumento de las plagas es casi inmediato (Wilson, 1999). *Leucoptera coffeella* Guerin-Meneville es un lepidóptero que está presente en todos los sistemas cafetaleros, tiene mayor incidencia en las plantaciones a pleno sol y las ubicadas en zonas calurosas con mala regulación de sombra (Sánchez, 1990). La broca del grano del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es la plaga más perjudicial de este cultivo, una buena regulación de sombra contribuye a su control. Esta última práctica también ayuda a regular plagas como los piojos harinosos del follaje (*Pianococcus citri* Risso; *Pseudococcus jongispinus* Torgioni-Tozzeti; *Feris virgata* Cockerell; *Orthezia insignis* Browne) y al chacuatete (*Idiarthron subquadratum* S. y P.) (INI, 1996). La araña roja (*Oligonychus coffeae* Nietat) se encuentra distribuida en la mayoría de las regiones cafetaleras del país, es una plaga propia de cafetales que se localizan a altitud elevada y su severidad está ligada a la falta de sombra con prolongados periodos de sequía (INI, 1996).

El sombreado excesivo puede promover niveles elevados de humedad por falta de ventilación y entrada adecuada de luz, situación que contribuye al establecimiento de diversos hongos como la roya (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) que puede atacar fuertemente a los cafetos (Wilson, 1999; Sánchez, 1990). *Ceratocystis fimbriata* Ellis y Halsted que causa marchitamiento, cáncer del café o mal del machete en Latinoamérica, es una enfermedad que se controla podando los árboles de sombra y los cafetos, lo cual reduce la humedad alrededor de estos últimos (Wilson, 1999). Con

una cobertura abundante también se pueden presentar problemas con el ojo de gallo (*Mycena citricolor* Berk-kurt), antracnosis (*Colletotrichum coffeanum* Noak), derrite (*Phoma costarricensis* Ech.), mal de hilachas (*Corticium koleroga* Cooke (Van Hoehnel), cercospora (*Cercospora coffeicola* Berk-Cooke), mal rosado (*Corticium salmonicolor* B. y Br.) y la pudrición negra de la raíz o maya (*Rosellina bunodes* (Berk. & Broome) Sacc.).

III.- Aspectos ecológicos y biológicos del género *Alnus* y del hilito (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow.) (Betulaceae).

La incursión por parte de varias especies de árboles y arbustos en el curso de la sucesión ecológica es frecuentemente tan impetuosa, que algunos autores se refieren a este proceso como una invasión. Datos de Falinski (1980) indican que la lista de especies que invaden viejos campos agrícolas abandonados, pastizales, poblados en ruinas y áreas recientemente abiertas (por ejemplo, en el retiro de glaciares) incluyen individuos de unos pocos géneros: *Salix*, *Populus*, *Betula*, *Alnus*, *Pinus* y *Juniperus*. El mismo autor indica que estudios sobre sucesión llevan a la conclusión de que algunas de las causas del éxito excepcional obtenido por especies arbóreas y arbustivas de tales grupos en la colonización son:

- * Una fuerte tendencia a la propagación vegetativa, con una efectiva multiplicación generativa.
- * Anemogamia: polinización por el viento (con excepción de *Salix*).
- * Anemocoria: dispersión de semillas por el viento (con excepción de *Juniperus*).
- * Dioicismo (con excepción de *Alnus*, *Betula* y *Pinus*, los cuales son monoicos y hermafroditas).
- * Proantia: florecimiento antes del desarrollo del follaje.
- * Tendencia a una aparición en masa y aglomeración.
- * Bajos requerimientos nutricionales.
- * Ciclo de vida corto.

* Rápido crecimiento vegetativo.

* Maduración relativamente temprana para la reproducción generativa.

Estos atributos posibilitan a dichas plantas una tasa reproductiva alta, amplia distribución, establecimiento efectivo en áreas alteradas y un rápido crecimiento, que les permite gran éxito en las primeras etapas de la sucesión ecológica.

Por su parte, La Caro y Rudd (1985), señalan que la vegetación secundaria se caracteriza por su habilidad para vivir en sitios perturbados de bosques, bajo un rango amplio de condiciones ambientales. Las especies secundarias viven comparativamente vidas cortas, son de rápido crecimiento, presentan una buena dispersión de semillas y generalmente toleran condiciones de sombra. También reportaron que la materia orgánica producida por estas plantas tiene una tasa de descomposición más rápida que la de vegetación primaria debido a la diferencia de sus características estructurales físicas y químicas.

El género *Alnus* prospera en las riberas de los ríos y en pendientes húmedas, aunque también se le encuentra en laderas montañosas muy inclinadas con condiciones secas. Se desarrolla en áreas de nubosidad con neblina frecuente; su rango de temperatura va de 4 a 27 °C y puede soportar temperaturas que bajan temporalmente a 0 °C. La precipitación va de 1,000 a 3,000 mm o más. Se presenta en suelos limosos o limo arenoso de origen aluvial o volcánico, profundo y bien drenado, amarillo-rocoso, cambisol vértico y eútrico de textura mediana, regosol rojizo rico en materia orgánica, grava, arena, arcilla y toba andesítica (Russo, 1994; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999). *Alnus* spp. son catalogados como plantas pioneras, se desarrollan bien en sitios perturbados y favorecen el establecimiento de otras especies dada su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico (Russo, 1994; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

El género incluye cerca de 30 especies de árboles y arbustos caducifolios o subcaducifolios y monoicos, nativos del Hemisferio Norte y los Andes. *Alnus acuminata* subsp. *arguta* crece de 10 a 30 m de altura (aunque en plantaciones algunos individuos llegan a superar los 42 m), con diámetros a la altura del pecho de 35 hasta 100 cm; presenta una copa angosta de abierta redondeada a piramidal, puede comportarse como perennifolia, caducifolia o subcaducifolia (Russo, 1994; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

Es una especie secundaria, pionera, de crecimiento rápido que regenera naturalmente en áreas abiertas y perturbadas, se establece rápidamente en espacios que dejan otros árboles. Crece en ambientes húmedos, usualmente a lo largo de bancos de arroyos, ríos, lagunas y pantanos donde forma típicos manchones en estado puro llegando a formar bosquecillos secundarios de considerable extensión. Se encuentra en suelos profundos bien drenados con alto contenido de materia orgánica, aunque está comúnmente sobre suelos poco profundos tales como los de laderas. Se desarrolla en suelos con un pH tan bajo como 4.5. Forma una simbiosis con *Frankia alni* (Woronin) Von Tubeuf, una bacteria fijadora de nitrógeno que pertenece al grupo de las actinobacterias. También establece asociaciones micorrícicas con el hongo *Glomus intraradix* Schenck & Smith (Russo, 1994; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

El hilite es una especie importante en las etapas sucesionales tempranas de los bosques de pino-encino y en bosques mesófilos de montaña de muchas regiones del este de México, siendo relevante en los procesos de regeneración de los bosques. Su dispersión es principalmente por el viento, las semillas maduran en febrero, marzo y agosto en Suramérica y de septiembre a enero en Costa Rica (Russo, 1994; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999). Está bien adaptada a suelos húmedos, climas fríos y nubosos pero le afectan los vientos secos y muy fríos que le provocan un pobre desarrollo; presenta autopoda o poda natural. La mayoría de las especies del género *Alnus* florecen en primavera pero *A. maritima*, *A. nepalensis* y *A. nitida* lo hacen en otoño.

a. Tipos de vegetación donde se encuentra el género *Alnus* B. Ehrh.

Los bosques de *Pinus* y de *Quercus*, los de *Abies*, *Alnus*, *Cupressus*, *Juniperus* y *Liquidambar*, así como otras comunidades vegetales características de las montañas de México acusan significativas semejanzas florísticas con las regiones de clima templado y frío de las latitudes medias y altas del hemisferio boreal, sobre todo de los Estados Unidos de América y Canadá. El género *Alnus* igualmente está presente en Centroamérica e incluso posee representantes más al sur, también tiene representantes en Eurasia (Rzedowski, 1978).

Los bosques de *Quercus* están muy difundidos en el hemisferio Boreal y en América encuentran su límite sur en Colombia, pueden presentarse como bosques puros dominados por una o varias especies de *Quercus*. Más frecuentemente admiten en su composición árboles diversos encontrándose a menudo el género *Alnus*. Cerca de Honey, Puebla, existe un bosque de unos 15 m de alto con *Quercus*, *Clethra*, *Alnus* y *Cornus* en el estrato arbóreo. La Sierra Madre Oriental en las partes correspondientes a Hidalgo, norte de Puebla y norte de Veracruz presenta un mosaico de vegetación muy complejo y aún poco estudiado, del cual forman parte prominente diferentes tipos de encinares (Miranda y Sharp, 1950 citados en Rzedowski, 1978).

Los pinares en las zonas de clima templado y semihúmedo no constituyen el único tipo de vegetación prevaleciente, pues compiten ahí con los bosques de *Quercus* y a veces con los de *Abies*, *Juniperus*, *Alnus* y con algunas otras comunidades vegetales (Rzedowski, 1978), como las de *Crataegus*, *Arbutus*, *Salix*, *Prunus*, *Garrya*, *Buddleia* o con helechos.

En el centro de México, *Abies religiosa* es la especie frecuente en pinares de grandes alturas puede ir acompañado de *Pinus*, *Cupressus*, o *Pseudotsuga* y a veces también de *Quercus*, *Alnus* y otros árboles. De acuerdo con observaciones preliminares referentes a la Cuenca de México en relación a la sucesión secundaria en los bosque

de *Abies*, se presenta un bosque de *Pinus* y de *Alnus* (Madrigal, 1967 en Rzedowski, 1978).

En los bosques mesófilos de montaña existen elementos tropicales, así como representantes de afinidad francamente boreal como *Quercus candicans*, *Alnus* spp. y *Tilia mexicana* entre otros. Las masas puras de *Liquidambar styraciflua* se consideran al menos en la mayoría de los casos, como una fase sucesional tendiente a reestablecer un bosque mixto de *Liquidambar* y otros árboles que representan la condición climax. Más frecuentes aún que estos últimos son, en el este de México las comunidades dominadas por *Alnus arguta*, que prosperan sobre todo en zonas de agricultura nómada o seminómada (Rzedowski, 1978).

Los bosques de galería son agrupaciones arbóreas que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. En México, estos bosques se presentan en altitudes de 0 a 2,800 m y entre las especies dominantes más características se encuentran algunas del género *Alnus* siendo las más extendidas y frecuentes, las que son plantas propicias de clima más fresco y húmedo (Rzedowski, 1978).

b. Distribución de *Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow.

Es nativa del continente americano, se distribuye desde México al norte de Argentina en elevaciones entre 1,200 y 2,800 msnm donde la precipitación anual es de 1,000 a 3,000 mm o más; aparece donde la media anual de temperatura se encuentra entre 4° y 27° C, sin embargo puede soportar temperaturas bajo cero por breves periodos.

c. Taxonomía del género *Alnus*.

La clasificación de las especies mexicanas del género *Alnus* es un tanto confusa. Rzedowsky (2001) describe al género *Alnus* con seis especies: *A. acuminata*,

A. arguta, *A. glabrata*, *A. jorullensis*, *A. firmifolia* y *A. lutea*. Furlow (1979) da otra clasificación: *Alnus acuminata* subsp. *arguta*, *A. acuminata* subsp. *glabrata*, *A. jorullensis* subsp. *jorullensis* y *A. jorullensis* subsp. *lutea*. Ambos autores sugieren la necesidad de profundizar más en la investigación taxonómica del género; se requiere todavía de muchas observaciones y trabajo de campo pues la delimitación entre especies y subespecies no parece ser aún clara (Rzedowski , 2001).

d. Taxonomía de *Alnus acuminata* subsp. *arguta*.

Hay considerable confusión en la taxonomía de *Alnus acuminata*; Furlow (1977) reportó la especie como *Alnus acuminata* HBK. pero en su última revisión (1979) la clasificó como *Alnus acuminata* subsp. *arguta*. Russo (1994) señala que la especie también ha sido descrita como *Alnus jorullensis* HBK. por Carlson y Dawson en 1985 y que Holdrige en 1951 concluyó que si existen poblaciones de subespecies aparentemente integradas una dentro de la otra, por sus similitudes en la madera y características silviculturales ellas pueden ser consideradas como una sola especie, al menos desde un punto de vista silvícola.

e. Usos y potencial de *Alnus acuminata* subsp. *arguta* .

Especies de *Alnus* se han asociado con maíz, frijol, pastos, café, mora silvestre y helechos de exportación; se han utilizado como sombra para ganado y linderos de potreros en Brasil y Costa Rica. En este último caso, los árboles pequeños se deben proteger del ganado hasta que alcancen 4 o 5 m de altura, se hace imprescindible eliminar la competencia de plantas herbáceas o arbustivas durante los 2 o 3 primeros años aún en plantaciones silvopastoriles. También han sido utilizadas en programas de reforestación en varias partes del mundo. Sin embargo, pese a su enorme potencial para la regeneración de suelos degradados, su enorme capacidad para fijar nitrógeno atmosférico y establecerse en sitios erosionados, no hay información especializada que reúna los conocimientos y experiencias logrados con estas especies (Russo,1994; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

Alnus acuminata subsp. arguta es un árbol multipropósito de gran interés forestal, se cultiva extensivamente en plantaciones a lo largo de la cordillera central desde Costa Rica a Perú. En Brasil y Costa Rica se emplea en potreros como sombra para el ganado y linderos, donde los pastos se benefician indirectamente por la fijación de nitrógeno, aunque su producción puede disminuir si el sombreado es excesivo. Es una especie con potencial para reforestación; se puede plantar desde los 1,500 hasta los 2,800 m. Existen plantaciones productivas con el fin de obtener abono verde. En cuanto a su manejo se reproduce fácilmente y casi exclusivamente por semillas que los productores secan en otoño y siembran en primavera bajo una cubierta ligera de tierra; ocasionalmente se propaga mediante estacas, chupones e injertos. Sus plántulas se encuentran fácilmente en suelos perturbados y terraplenes; estas se usan como un "stock" para plantar (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

Su madera se emplea en la fabricación de artesanías e instrumentos musicales, puertas, pisos, cercas, muebles, palillos, mangos para herramientas, en la construcción de puentes y pilotes rústicos. Tiene un gran potencial para la producción de madera, leña y carbón; con su pulpa se elabora papel de buena calidad; la corteza contiene taninos que pueden emplearse para curtir cueros, además de algunas propiedades medicinales (antiescrofulosa y astringente), se emplea contra afecciones cutáneas y sífilis. Varias especies de *Alnus* son cultivadas como ornamentales (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

f. Plagas y enfermedades.

Según Russo (1994), el hilite es susceptible a ataques por los defoliadores *Nodonota irazuensis* Jacoby y *Nodonota cf. pávula* Jacoby (Coleóptera, Chrysomelidae). El barrenador del tallo *Scolytoes alni* (Coleóptera, Scolytidae) ha sido observado en Costa Rica durante la estación seca. Vertebrados tales como *Sciurus* spp. (Rodentia, Sciuridae) causan descortezamiento y *Sylvilagus brasiliensis* L. (Lagomorpha, Leporidae) destruye plántulas. Los hongos *Fusarium* sp. y *Trichoderma*

sp. dañan las semillas; *Colletotrichum* sp. y *Phomopsis* sp. afectan las hojas; *Rosellinia* sp. Ataca tallos y raíces de árboles maduros.

En Xochitlán, sobre los árboles de hilite llegan ha establecerse plantas parásitas de la familia Loranthaceae conocidas como "injertos" (*Struthanthus densiflorus* (Benth.) Standl. y *Phoradendron nervosum* Oliver), los daños que les causan no son graves.

IV.- El área de estudio.

a. Factores físicos de la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

1. Localización.

El Municipio de Xochitlán de Vicente Suárez (con Cabecera Municipal, del mismo nombre) pertenece al Distrito de Desarrollo Rural de Zacapoaxtla. Su extensión territorial es de 45.92 Km². Entre ambas localidades existe una distancia de 27 Km (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

Tradicionalmente el nombre de Xochitlán ha sido traducido como "Lugar Florido", derivado de las raíces nahuas: xóchitl: flor y tlán: lugar, abundante (Molina, 1977); también se conoce como "Entre las Flores" (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988). Se localiza a los 19° 58' 52" Latitud Norte y los 97° 37' 22" Longitud Oeste (ver Figuras 1 y 2). La comunidad está rodeada por cerros elevados, entre los que destacan por su altura el Elotepetl, el Mezcaitepetl y el Ocotzoltepetl. Sus límites municipales son con Zoquiapan en el norte, Xochiapulco al sur, al oriente Nauzontla y al poniente Huitzilán y Zapotitlán de Méndez (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

Se llega a esta población por la carretera Amozoc-Teziutlán-Martínez de la Torre (México 129), con desviación en el km 115 para tomar la carretera Zacapoaxtla-Cuetzalán (Puebla 207). A Xochitlán se llega por la carretera Interserrana (Puebla 208) que entronca con la Carretera Zacapoaxtla-Cuetzalán en el km 32, en el sitio denominado la "Cumbre" (Basurto, 2000).

El paisaje Xochiteco es un complejo mosaico compuesto por cafetales, potreros, milpas, chilares, terrenos en barbecho, acahuals de distintas edades, parches de vegetación primaria, el área semi-urbana, el tramo de la carretera interserrana que cruza el poblado, caminos secundarios, el río Zempoala y arroyos tributarios.

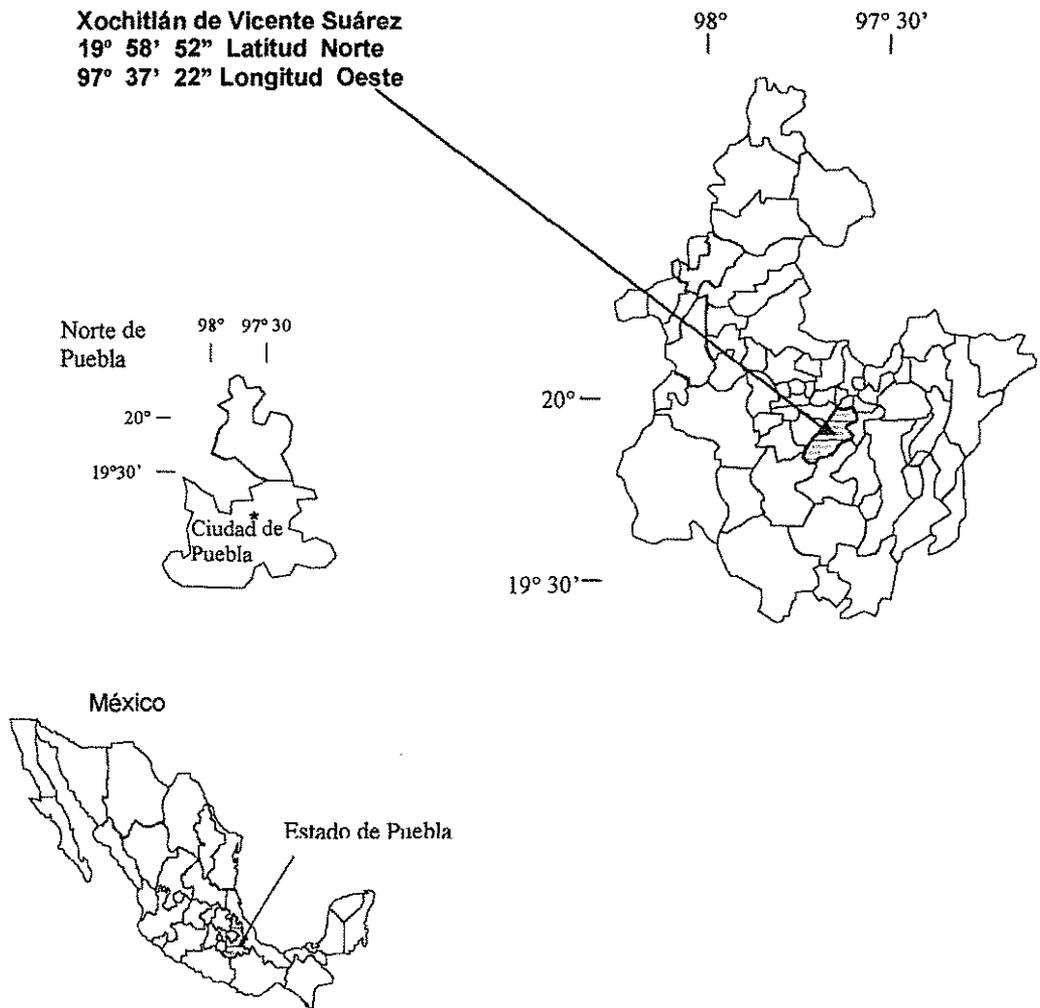


Figura 1. Localización del Municipio de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

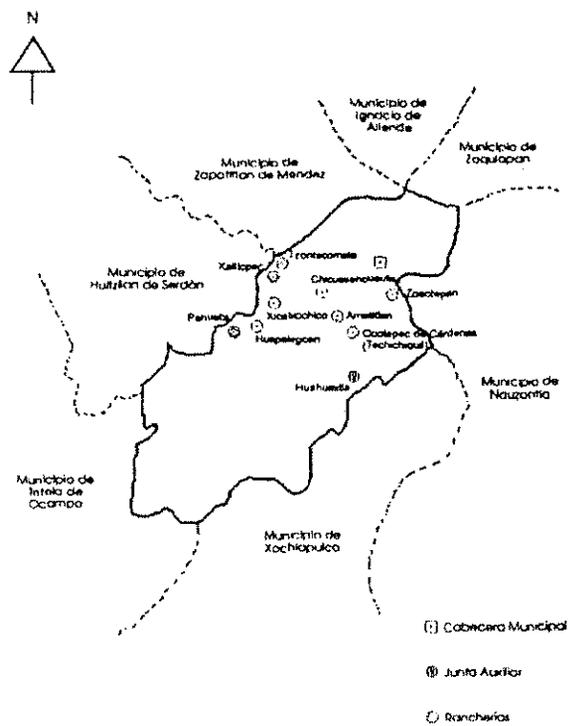


Figura 2. El municipio de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

2. Geología.

Desde el punto de vista geológico la Sierra Norte de Puebla se forma por tres provincias morfotectónicas: 1) Sierra Madre Oriental, 2) Eje Volcánico Transversal y 3) la Planicie costera del Golfo (Ferrusquia, 1993). Pertenece a la Subprovincia del Carso Huasteco, la que presenta anticlinales orientados hacia el Oeste.

La Provincia de la Sierra Madre Oriental abarca en Puebla la porción nor-oeste donde las rocas más antiguas están clasificadas como metamórficas y sedimentarias del Paleozoico. Sin embargo, las que tienen afloramientos más extensos son las sedimentarias de ambiente marino del Mesozoico, aunque también hay pequeños afloramientos de roca de tipo continental del Triásico. Las rocas más jóvenes son las volcánicas de composición ácida y básica del Terciario Superior y Cuaternario, que coronan el paquete plegado de rocas del Mesozoico (Anónimo, 1987).

Tomando como base la parte más occidental de la región, se considera que afloran rocas volcánicas del Cenozoico Medio y Superior, las que se encuentran en discordancia petrográfica con areniscas, lutitas y calizas del Jurásico y Cretácico Superior, rocas que generalmente afloran a lo largo de la Sierra Madre Oriental (Anónimo, 1987).

Sobre los sedimentos antes mencionados y en el flanco oriental de la Sierra hay calizas, lutitas, areniscas y margas, así como conglomerados del Cretácico Superior, Paleoceno, Eoceno y Oligoceno; estos sedimentos conservan un rumbo noroeste-sureste. Las arenas del Mioceno y los sedimentos recientes del Plioceno y Pleistoceno, se sitúan de una manera burda y general en la Planicie Costera del Golfo (Anónimo, 1987).

Estructuralmente la región estudiada forma parte de los plegamientos de la Sierra Madre Oriental, los que manifiestan grandes estructuras geológicas que

constituyen una serie de anticlinales, sinclinales, fallas y fracturas menores, las que presentan rumbos oeste-noroeste y este-sureste (Anónimo, 1987).

3. Orografía.

La Sierra Norte de Puebla está formada por cordilleras más o menos individuales, paralelas, comprimidas las unas contra las otras y que suelen formar grandes o pequeñas altiplanicies intermontanas. El relieve del municipio es muy accidentado, al norte presenta un complejo montañoso que se levanta entre los ríos Apulco, Zempoala y Cuxcateno, se caracteriza por sus continuos ascensos y descensos y por sus cerros aislados entre los que destacan el Oztolotepec, el Ixtaczayo, este último es el de mayor altura del municipio. La parte central presenta una estrecha cañada intermontana labrada por el río Zempoala y representa la zona más baja del municipio. Finalmente, al sur se levanta una zona de montañas, destacando en ella el cerro Catzunin, que alcanza 1,200 msnm. La altura del municipio oscila entre 500 y 1,400 msnm. (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

4. Edafología.

El territorio del municipio presenta tres grupos de suelos:

a) Andosol (T): suelos derivados de cenizas volcánicas recientes, muy ligeros y de alta capacidad de retención de agua y nutrientes. Son esponjosos con texturas de migajón arenoso o francos y en ocasiones migajones limosos o arcillosos. Pueden ser ricos en materia orgánica pero generalmente muy ácidos y pobres en nutrientes, de color pardo o grisáceo oscuro. Presenta alta susceptibilidad a la erosión y fuerte fijación de fósforo. Ocupa extensas áreas del suroeste y centro-este de Xochitlán (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988; Anónimo 1987).

b) Litosol (L): son suelos de escaso desarrollo, muy someros (menos de 10 cm de espesor) sobre roca o tepetate; determinados en gran parte por las condiciones

topográficas de fuertes pendientes. No son aptos para cultivos de ningún tipo. Se presentan en la ribera del Zempoala y del Apulco, al noreste del municipio (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988; Anónimo 1987).

c) Luvisol (L): son suelos ricos en nutrimentos; con horizonte cálcico o presencia de material calcáreo por lo menos en la superficie. Se localizan en zonas dispersas del municipio (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988; Anónimo 1987).

5. Hidrología.

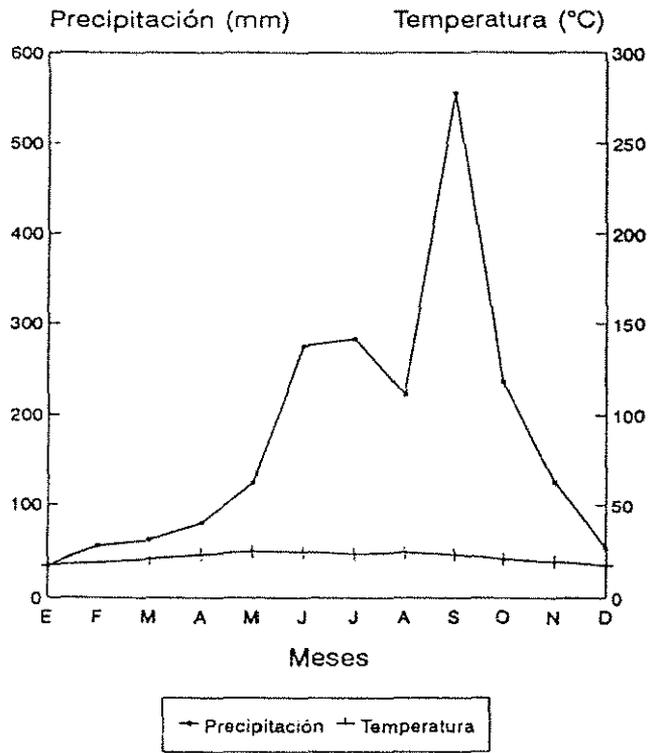
El municipio se encuentra en la cuenca del río Tecolutla que tiene su origen en las partes altas de la Sierra Norte de Puebla y en el Eje Neovolcánico, en los límites de Puebla con Tlaxcala e Hidalgo siendo algunos de sus afluentes más importantes los ríos Apulco, Laxaxalpan, Cuxcateno, Tecuantepec, Zempoala y Necaxa. Presenta una superficie de 8,080 km² de la cual el 65 % se ubica en territorio poblano con un escurrimiento anual de 7,529 millones de metros cúbicos. Xochitlán, está rodeado por el río Zempoala que corre en un profundo cañon, en la zona también pasan el río Tepecopan y los arroyos Quetztepolapan, Apipías, Atepolihui, Texaxacat, Tehuihuitz, Pecapan y Santa Elena que son afluentes del Zempoala (Anónimo, 1987).

6. Clima.

El municipio se ubica en la transición de los climas templados de la Sierra Norte y los cálidos del declive del Golfo: se reconocen dos tipos de climas: a) C(fm): templado húmedo, con lluvias todo el año; temperatura media anual entre 12 y 18 °C; temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C; precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; la lluvia invernal con respecto a la anual es menor del 18%. Se identifica en la porción meridional del municipio; b) (A)C(fm): clima semicálido húmedo con lluvias todo el año; temperatura media anual mayor de 18 °C; temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C; precipitación del mes más seco mayor de 40 mm de lluvia invernal con

respecto a la anual es menor del 18%. Es el clima predominante, se presenta en la porción central y septentrional de la comunidad estudiada (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988; Anónimo, 1987). En la comunidad de Xochitlán no existe estación meteorológica, sin embargo, se presenta el diagrama ombrotérmico de la estación que se encuentra ubicada en el municipio vecino de Zapotitlán de Méndez, en donde se tienen registrados los datos climáticos más cercanos a la región de estudio (Ver Figura No 3).

La precipitación anual presenta una variación de 2,000-2,500 mm de lluvia, con un promedio mensual: 220 mm. La humedad relativa anual es del 70 al 80 % y la humedad relativa en días soleados va del 40 al 50 %. Se presentan vientos dominantes que provienen del este y reciben el nombre de "Ventolina" con velocidades de 0.6 a 1.7 m/seg y 2 a 6 Km/hora (Anónimo, 1987).



Fuente: García, 1981.

Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación de Zapotitlán de Méndez, Puebla.

b. Factores bióticos de la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

1. Tipos de Vegetación.

A pesar de estar muy afectada por las actividades humanas, biológicamente es una zona muy interesante y compleja en términos de la vegetación existente, el Bosque Mesófilo de Montaña se presenta en varios manchones entre los 800 y 1,400 msnm. Especies características son: *Liquidambar styraciflua* L.; *Quercus sartorii* Liebm.; *Q. germana* Schitdl. et Cham.; *Q. crassifolia* Humb. et Bonpl.; *Clethra pringlei* S. Watson; *Magnolia schiedeana* Schitdl., *Podocarpus reichei* Buchh. et A. Gray., *Cercis canadensis* L. y *Acer skutchii* Rehder. Contiene un estrato arbóreo con especies más afines a las zonas boreales, mientras que en el estrato arbustivo predominan los elementos tropicales (Rzedowski, 1978).

Existen pequeñas áreas de bosque tropical perennifolio abajo de los 1,000 msnm, con especies características como: *Brosimum alicastrum* Sw., *Cojoba arborea* (L.) Britton et Rose, *Zuelania guidonia* (Sw.) Britt. et Millsp., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Cedrela odorata* L., *Swietenia macrophylla* King y *Ficus* spp. (Basurto, 2000). La vegetación subacuática que Rzedowski (1978) denomina bosque en galería cuenta con la presencia de géneros como: *Platanus*, *Populus*, *Salix*, *Taxodium*, *Astianthus*, *Ficus*, *Bambusa*, *Inga*, *Pachira*, *Acer*, *Alnus*, *Carya* y *Fraxinus*, encontrándose entre los 700 y 1,200 m de altitud.

Los manchones y relictos de vegetación primaria tienden a presentarse en las zonas más abruptas y menos adecuadas para las actividades agrícolas: (barrancas, riscos, cañadas), esta situación en parte ha permitido su existencia actual.

2. Fauna.

De acuerdo con Villalobos (1994), la fauna es rica y relativamente abundante, existiendo grupos como:

Anfibios: ranas común, negra y arbórea.

Reptiles: culebra mano de metate; mazacuate; lagartijas tecana y verde y tortuga.

Aves: martín pescador; calandria; chupamirto; dominico; jilguero; clarín; chachalaca; palomas: barranqueña, coquita, torcaza y viajera; papán real; tucaneta; perdiz; primavera; tecolote chico; tordo real; tortola; zopilote; perico; golondrina; garza blanca; cojolito.

Mamíferos: armadillo; cacomixtle; conejo de monte; tepezcuitle; ardilla gris; ardilla panza colorada; comadreja; coyote; mapache; murciélago; nutria; puerco espín; jabalí; tejón; temazate; tuza; zorrillo; oso hormiguero; tlacuache; zorra.

Peces: anguila; pez bobo; charal grande; perca; sardina de río y trucha.

Crustáceos: acamaya, cozoles o langostinos; burritas.

Insectos: hormigas; avispas; abejas; grillos; libélula; luciérnagas y mariposas.

V.- Aspectos históricos de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

a. Epoca prehispánica.

Desafortunadamente no se tienen suficientes datos que permitan reconstruir con certeza la historia prehispánica de la región. Sin embargo se han planteado ideas generales acerca de los distintos tipos de asentamientos que se ubicaron en la zona que actualmente ocupa Xochitlán. Se considera probable que los primeros grupos que se sedentarizaron en la localidad fueron de origen huasteco (avanzada realizada a través de los actuales territorios de San Luis Potosí e Hidalgo), hacia los años 200 o 300 de nuestra era. Posteriormente entraron en contacto con grupos totonacos, logrando estos últimos establecerse como sector dominante aprovechando las bases económicas y sociales de subsistencia que anteriormente habían diseñado los huastecos (ENAH, 1992).

El poblamiento de la Sierra Norte de Puebla hacia la primera mitad del siglo XIV lo constituían principalmente grupos totonacos dispersos, de los cuales se tienen escasos antecedentes (ENAH, 1992). Aparentemente, en el transcurso de dicho siglo se dan incursiones de grupos de habla náhuatl procedentes del altiplano, que movidos por la expansión del imperio Mexica se fueron estableciendo paulatinamente en la Sierra desplazando a las poblaciones ahí establecidas (Nutini, 1974).

De acuerdo con Byam (1968, citado en Inzunza, 1988), una de las grandes conquistas de Moctezuma Ilhuicamina se desplaza de Tollantzinco a Tlapacoyan (población ubicada en el lado occidental de la Sierra en las cercanías de Huauchinango) y de ahí a Tlatlauquitepec "cortando las rutas de Tlaxcallan hacia el noreste", lo cual sucede alrededor de 1450. Esto permite suponer que hacia la segunda mitad del siglo XV la porción oriente de la Sierra Norte se encuentra bajo el dominio de la sociedad azteca, siendo parte de la unidad política controlada por el imperio.

Formando parte esta región del trayecto del altiplano central hacia la costa, los mexicas sostienen una ardua guerra contra los grupos allí asentados, hasta finalmente dominar la zona y llegar hasta Tuxpan en tierras del actual Estado de Veracruz . Esta visión tan general nos permite sin embargo, vislumbrar el grado de importancia cultural y económico del lugar, ya que en él se asentaban y convivían grupos nahuastlaxcalteca, huastecos y totonacos (ENAH, 1992; Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

Haciendo una revisión de los archivos municipales de Nauzontla, Puebla, Inzunza (1988) encontró que existe documentación que hace referencia a un cacicazgo del mismo nombre. De la relación de linderos expuestos se identifican aproximadamente la mitad e incluyen en su totalidad al actual municipio de Nauzontla y parcialmente a Xochitlán, Tetela de Ocampo, Xochiapulco y Zacapoaxtla. En función de las referencias de colindantes que ahí se hacen, es factible suponer que al momento de la conquista la organización económica indígena de la porción oriental de la Sierra Norte tenía como base núcleos de población asentados en espacios geográficos claramente delimitados y con relativa autonomía denominados posteriormente por los españoles como cacicazgos (Inzunza, 1988)

b. Epoca Colonial.

Para 1580, la localidad de Zacapoaxtla estaba sujeta política y administrativamente a Tlatlauquitepec; para 1629 constituía ya un pueblo separado y no se le volvió a llamar estancia. Pero sí se llamó pueblos conjuntamente a Zacapoaxtla y sus sujetos: "Pueblos de Zacapoaxtla, Nauzontla y Xochitlán, estos dos últimos eran estancias que dependían eclesiásticamente del primero. Nauzontla y Xochitlán por su parte, no cambiaron su "estatus" de estancias sujetas, sólo pasaron a depender de una nueva y diferente cabecera (García, 1987).

A principios del siglo XVII los habitantes de Xochitlán concurrían en su mayoría al pueblo de Nauzontla a escuchar misa. El padre encargado de "la evangelización de

los naturales" era Fray Alonso de Grageda (ENAH, 1992). En 1632, las disensiones internas llegaron al punto que las estancias de Zacapoaxtla, Nauzontla y Xochitlán pidieron separarse de su nueva cabecera. No es sino hasta 1633 que se finaliza la construcción de la iglesia principal dedicada al Santo Patrono de la localidad: San Bartolomé. Nombre que se consigna en documentos de la época: San Bartolomé Xochitlán (ENAH, 1992).

En realidad tanto Nauzontla como Xochitlán eran localidades muy pequeñas; Xochitlán cumplió sus aspiraciones de hacerse independiente de Zacapoaxtla antes de 1743. Durante este periodo permanece bajo la jurisdicción eclesiástica de San Juan de los Llanos perteneciente al antiguo Distrito de Zacapoaxtla (1750), después de 1772 alcanzó el grado de cabecera de doctrina (ENAH, 1992; García, 1987).

c. Epoca reciente.

Según Nutini (1974), hacia mediados del siglo XIX, con excepción de los centros administrativos y comerciales de Teziutlán, Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec, la población de la Sierra Norte de Puebla se debe considerar totalmente indígena. El mismo autor señala que en 1870, con la introducción del café a la región comenzó a desarrollarse el mediano latifundio y la incorporación de sus habitantes tanto indígenas como mestizos al mercado.

Para el año de 1901 la región se convirtió en Villa de Romero Rubio y no es sino hasta 1930 cuando se constituyó en municipio libre con el nombre de Xochitlán de Romero Rubio. En los tiempos de la revolución, el General Barrios que dominaba la zona que comprende Xochitlán, designó como gobernador al capitán May Bincei. Durante esos años se introdujo el teléfono, se hizo el trazado de las calles principales que en lo general se mantienen hasta nuestros días y se construyeron rutas de comunicación terrestre: un puente que cruzaba el río Zempoala y una parte del camino que va hacia La Cumbre (ENAH, 1992).

En la segunda mitad del siglo XX se sospechaba que el "niño héroe" Vicente Suárez había nacido en Xochitlán. Conforme avanzó la investigación se confirmó tal aseveración, encontrándose en el archivo parroquial la fe de bautizo de este personaje. Para 1982, siendo Gobernador Constitucional del Estado el licenciado Guillermo Jiménez Morales, toma el nombre con el que hasta ahora se le conoce: Xochitlán de Vicente Suárez (ENAH, 1992).

VI.- Condiciones socio-económicas de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

a. Población.

La población total del municipio es de 11, 760 habitantes, de éstos 8, 777 (74.63%) son indígenas nahuas y 1,067 (14.2%) son monolingües, el resto pertenecen al grupo mestizo; en la cabecera Xochitlán de Vicente Suárez están asentadas 2,481 personas (Secretaría de gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988). La mujer usa falda negra, blusa blanca, rebozo o chal; el hombre viste calzón y camisa de manta sombrero de palma y huaraches de correa.

b. Economía.

La actividad económica principal es la agricultura, los cultivos más importantes en cuanto a la generación de ingresos monetarios para las unidades domésticas son café y pimienta de exportación. Productos como cacahuate, naranja, tomate, jitomate guajillo, frijol, maíz, chile, calabaza, plátano y frutales se destinan a la subsistencia y venta en los mercados locales y regionales. El régimen de tenencia de la tierra es de propiedad privada. Aunque hay algunas excepciones, la mayoría de los campesinos poseen menos de 5 hectáreas de terreno.

La comunidad de Xochitlán por muchos años ha vivido básicamente del cultivo de café, sin embargo debido a la caída de los precios internacionales durante la última década los ingresos para los campesinos han disminuido drásticamente. Además existe una cadena de acaparadores (coyotes) locales y regionales quienes son los verdaderos beneficiarios de la actividad cafetalera. No se ha podido romper esta estructura ni sus mecanismos comerciales para orientarla a favor de los cafecultores. En los tres últimos ciclos de cosechas (1998-1999; 1999-2000; 2000-2001), los precios se han desplomado aún más, colocando a los productores mestizos e indígenas en una apremiante situación económica, ya que su producción es la principal actividad generadora de ingresos local y regionalmente. El sector mestizo de la población controla la economía

del municipio, teniendo la propiedad de los cafetales de más de 5 ha, ganado y comercios medianos y pequeños. Muy pocas familias indígenas pueden emprender el establecimiento de pequeños comercios por falta de capital.

Alrededor de cuarenta familias se dedican a la construcción de cohetes, castillos y otros tipos de juegos pirotécnicos, los cuales se elaboran con materiales locales, pues están hechos de cañaveral (*Arundo donax* L.), lazo y cera de Campeche. Otra de las actividades es el turismo, por la presencia de las grutas "Atepolihūi", en honor al río del mismo nombre. Recientemente el Ayuntamiento acaba de adquirir la casa del "niño héroe" Vicente Suárez para darle mantenimiento y convertirla en museo como parte del atractivo "histórico -turístico" de la comunidad (comunicación personal de las actuales autoridades municipales). Además se dedican a la pesca de crustáceos y peces, a la caza en menor medida y a la recolección de hierbas y frutos silvestres.

Las mujeres confeccionan blusas bordadas con estambre o hilo y las sobrecorren con chaquiras, principalmente con motivos florísticos y faunísticos con tonalidades coloridas, para venderlos el día de plaza en Xochitlán, Cuetzalán y Zacapoaxtla. Se fabrican muebles rústicos y se hacen labores de alfarería (ENAH, 1992; Secretaría de gobernación y Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

c. Servicios.

Es un Municipio con un moderado grado de urbanización, cuenta con servicio eléctrico, agua potable, centros de salud y correo; hay servicios radiofónico y de televisión, teléfonos (casetas públicas), escuelas a nivel pre-escolar y primaria. La cabecera municipal cuenta con una secundaria técnica, una biblioteca, un auditorio, un mercado, tres comedores, una taquería, dos farmacias, una sastrería y dos tortillerías (una privada y otra comunal). Actualmente la tortilla se está vendiendo a 4.50/kg, precio que es cincuenta centavos más caro con respecto al precio oficial. Cabe mencionar que la tortillería comunitaria promovida por los campesinos y apoyada por la presidencia municipal fracasó, no funcionó y la maquinaria está parada por problemas

organizativos. También existe una carnicería establecida y tres o cuatro temporales que se ubican en la calle principal (Vicente Suárez).

El transporte interserrano consta de colectivos, taxis y camiones, hay dos hoteles, pequeños y medianos comercios, una pequeña fábrica embotelladora de agua potable que genera algunos empleos permanentes, panaderías y un beneficio de café anteriormente administrado por el INMECAFE (Instituto Mexicano del Café) que los productores locales están intentando poner en funcionamiento. Cuenta con tres tiendas comunitarias del sistema DICONSA en los barrios de Tatempa, San Lázaro y Centro de la Cabecera Municipal. Este sistema solidario ayuda a los campesinos a adquirir productos de consumo (alimentos de origen agrícola e industrial y herramientas) a precios más bajos que en los negocios particulares y el mercado local.

d. Organización política.

Es un municipio principalmente "priista" (Partido Revolucionario Institucional), donde los pobladores mestizos tienen el control político, ya que se ocupan de los principales cargos de gobierno. Está organizado administrativamente en nueve comunidades y una Junta Auxiliar:

Comunidad	Significado
1) Amatitán:	Tierra del papel amate.
2) Chicoasencuauta:	Lugar de seis árboles (chicoasen: seis; cuauta: árboles o palos).
3) Huapaglecan:	Lugar de donde se sacan tablas (huapal: tabla).
4) Ocotepc de Cárdenas:	Cerro del ocote o del pino.

- 5) Pahuata: Tierra de pahuas o chichinas (malformación lingüística de Pahiahuautla).
- 6) Tzontecomata: Tierra de las cabezas de piedra (tzonteca: cabeza).
- 7) Xicalxochico: Lugar de la flor de xical.
- 8) Zoateopan: Cihuateopan: mujer en la casa de piedra.
- 9) Xaltipac: Sobre la arena (xal: arena; tipac: sobre).

La Junta Auxiliar recibe el nombre de Huahuaxtla: Lugar del Guaxi, o Lugar donde abunda el guaxi (*Leucaena* sp.).

En la Cabecera Municipal existen los barrios de Itzcuinta kakiloyan, San Lázaro, Centro, Tecorrallcan, Talchichi, La Laja, Tatempa y Techiquiquil (Villalobos, 1994).

e. Religión.

Xochitlán es una comunidad católica donde las autoridades civiles trabajan muy de cerca con las organizaciones sociales y religiosas para el desarrollo de las diferentes festividades que se llevan a cabo a lo largo del año. La importancia de esta relación radica en que las fiestas (semana santa, navidad, etc) son espacios propicios para el fortalecimiento de las relaciones sociales que fomenta la identidad de grupo. Existen organizaciones religiosas llamadas "Hermandades", que consisten en asociaciones de personas que se encargan de realizar las festividades al interior de los templos. Las "Mayordomías" son cargos anuales cuya función es llevar a efecto la procesión de cofradías (imágenes de los santos), además de convidar comida y hospedaje durante la víspera y la fiesta, tanto a los invitados como a los danzantes (ENAH, 1992). En el plano civil destacan las fiestas patrias (15-16 de septiembre) y el aniversario del natalicio de Vicente Suárez (3 de abril).

f. Danzas.

Una de las expresiones culturales más notables e importantes de la región serrana son las danzas tradicionales. Representan una parte fundamental de los sistemas de religiosidad popular que participan en todo el ciclo de festividades religiosas, son un elemento básico del sistema de cargos y mayordomías de los pueblos que viven en nuestro territorio. La danza ritual se convierte en un vehículo de comunicación entre seres superiores y los hombres, permite a la vez interactuar e interceder frente a las divinidades, como comunicar también a la gente el mensaje de los santos o del don divino recibido (Juárez, 1996). Las principales danzas que se llevan a cabo son: Los Santiagos; Los Migueles; Los Negritos; Los Matarachines; Los Charros o Toreadores; Los Tecotines; Los Moros y Cristianos; Los Voladores; Los Quetzalines; Los Tejedores y Los Huehues.

VII.-Marco teórico.

a. Análisis de la composición florística y la estructura del sistema de sombreado del cafetal.

Desde una perspectiva ecológica, se considera a la vegetación como un componente del ecosistema y en el caso estudiado de sistemas agroforestales. El cual exhibe los efectos de las condiciones medioambientales y los procesos histórico sociales que se han dado en circunstancias diversas en una región y sus localidades. Las comunidades vegetales presentan composiciones florísticas y arreglos particulares.

La estructura de la vegetación se define por el arreglo espacial de las especies, tanto horizontal como vertical (donde el factor luz es un componente decisivo de tal organización) y por la abundancia de cada una de ellas, además de su presencia temporal en cierta fase sucesional de la vegetación (Goldsmith, 1976; Krebs, 1985). Es descrita por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) como una situación estable o dinámica en una población o comunidad donde es posible detectar cualquier tipo de organización, por mínima que sea (Monedero, 1998). De acuerdo con este autor, esta definición incorpora la proposición que tal estructura puede ser representada por un modelo matemático, una ley estadística de distribución o a través de la clasificación de sus parámetros característicos: composición florística, altura de los árboles, volúmenes de las masas foliar y maderable a nivel de la comunidad y la distribución espacial de los árboles.

El reconocimiento de capas en la vegetación sobre la base de diferentes alturas, es un enfoque estructural para la descripción de la vegetación y es inherente a la clasificación de formas de vida de las especies que las componen. Cada capa es descrita en términos de su altura y la información florística, se emplea como un suplemento para describir la organización de tipos complejos de vegetación (Goldsmith, 1976) o agroecosistemas. Estos arreglos permiten el establecimiento de diversos microambientes donde se dan diferentes interacciones ecológicas al interior de un

sistema vegetal natural o como en este caso, en un sistema cafetalero. El ordenamiento vertical de las comunidades es un factor importante que afecta su funcionamiento, tratándose de la fotosíntesis en las plantas o de la competencia y de la actividad depredadora en los animales (Krebs, 1985).

Para la determinación de estratos, Sarukhán (1969) empleó las alturas promedio y máxima de los individuos de las diferentes especies, observó el número de especies que presentaron una talla promedio similar y el número de agrupamientos que se podían hacer de esta forma. Hecho lo anterior, escogió las alturas máximas que poseen los árboles dentro de una categoría, eligiéndose como límite de ella, siempre y cuando este límite no excediera el promedio de la categoría inmediata superior. Aunque este procedimiento para la identificación de capas verticales de la vegetación es considerado arbitrario por el autor, señala que los resultados obtenidos fueron bastante aceptables.

Una comunidad biológica es un conjunto de poblaciones vegetales y animales interactuando. Como un sistema tiene características estructurales y funcionales, una prioridad de los ecólogos ha sido desarrollar índices para describirlas cuantitativamente. El análisis de las comunidades biológicas tiene el objetivo de relacionar formalmente la estructura y función de la comunidad, pero los principios ecológicos generales están justamente comenzando a emerger (Francis, 1986). Este punto de vista es aplicable al estudio de los cafetales, ya que, si bien son sistemas creados por el hombre contienen comunidades biológicas con características, propiedades e interacciones particulares.

De acuerdo con Sarukhán (1969), una de las finalidades de un gran número de estudios ecológicos de la vegetación de una región dada es llegar a entender la importancia de las especies dentro de la comunidad que forman, pudiendo emplear diversos criterios, enfoques y métodos pero siempre buscando caracterizar a la comunidad y conocer el papel que juega cada una de ellas. En los trabajos sinecológicos existe el afán de identificar a las especies que regulan primordialmente al sistema de la comunidad. Al referirse a las "especies dominantes", se habla de las especies que ejercen mayor dominio sobre el conjunto de plantas que componen la

comunidad y que con mayor amplitud y constancia modifican las condiciones físicas (temperatura, luminosidad y humedad) donde se desarrollan.

Al analizar desde un punto de vista cuantitativo la estructura florística de un bosque mesófilo tropical en Aragua, Venezuela, Monedero (1998) consideró un Índice de Valor de Importancia que incluyó variables estructurales como: número de árboles (densidad), área basal, volumen de madera, cobertura foliar, número y porcentaje de subparcelas ocupadas por árboles, comparando la importancia relativa de cada especie. Para analizar asociaciones entre especies calculó el número de subparcelas compartidas por ambas. Por su parte Krebs (1985) señala que para obtener el Valor de Importancia de una especie, se suman los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia; a cada especie le corresponde un porcentaje que va de 0 a 100 en cada parámetro, por lo que la escala de valores de importancia va de 0 a 300.

Considerando los factores que probablemente determinan la capacidad competitiva de las especies vegetales y su influencia en la comunidad, en un estudio de las selvas de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell. en la Planicie Costera del Golfo de México, Sarukhán (1969) empleó la densidad (número de individuos por unidad de área), la frecuencia (distribución de los individuos en la zona) y el área basal (como una estimación de la biomasa) para determinar su grado de dominancia. Por importancia relativa se entiende el valor porcentual representado por una especie del total del valor de los parámetros de todas las especies de la comunidad. Normalmente se obtiene por la adición de los valores relativos o porcentuales de abundancia, frecuencia y dominancia que son los parámetros utilizados en nuestro estudio, su relación nos da como resultado el "Índice de Valor de Importancia" (I.V.I.).

Citando a Sakai, Sarukhán (1969) define la capacidad competitiva como la aptitud de una planta para cumplir su ciclo de vida, producir suficientes propágulos capaces de distribirse, germinar rápido y efectivamente y continuar con su ciclo manteniéndose a lo largo del tiempo. Tal proceso, está relacionado con el grado y constancia con que las plantas pueden modificar el ambiente en el que crecen y de la

influencia que ejercen sobre el resto de la comunidad. La influencia de una especie sobre la comunidad a su vez está en relación con "el número de individuos, la distribución que presentan en el área que cubre y la biomasa relativa que posee".

El número de individuos o densidad juega quizá el papel más importante en los mecanismos competitivos. El espaciamiento de los individuos en las poblaciones vegetales estimado como frecuencia de una especie, indica la homogeneidad con que los individuos están repartidos en la comunidad y por ende su capacidad para soportar todas las microvariaciones que puedan encontrarse dentro de una comunidad. Los factores densidad, frecuencia y biomasa intervienen con la capacidad competitiva de una especie para determinar su éxito en la competencia por los elementos bióticos. Se debe ver como se pueden conjugar dichos factores para definir la dominancia o sujeción a las demás especies de la comunidad (Sarukhán, 1969).

Desde estos enfoques desarrollados para el estudio de la vegetación visualizamos el estudio de los sistemas de sombra en los cafetales. Las características de los estratos de sombra determinados por la composición botánica, número de capas verticales (sub-estratos), grado de espesura del dosel, características de la copa y el manejo de los árboles (podas, adelgazamiento y replantación) varían grandemente entre las principales zonas ecológicas y entre los cultivos dentro de cada una de las zonas en respuesta a los factores biofísicos y socio-económicos (Beer *et al.*, 1998).

b. Los árboles utilizados para el sombreado del café.

Hay una gran diversidad de tipos de sombra en los cafetales; la decisión sobre el uso de árboles y donde plantarlos depende de tres grupos de factores: los objetivos de la producción, las condiciones ambientales y los insumos disponibles. Para satisfacer las diferentes necesidades de sombra se pueden utilizar diferentes especies arbóreas con sus características específicas de competitividad o compatibilidad. Entre los atributos más importantes que determinan la compatibilidad de un árbol están: su arquitectura de copa, los cambios fenológicos, su tasa de crecimiento y el desarrollo

radicular. Otro factor importante para escoger especies adecuadas es el tipo de sombra requerido (sombra óptima) definido por las dos dimensiones intensidad y distribución o patrón de sombra, así como de la habilidad de una especie para generar sombra dentro del margen de su sombra óptima (Muschler, 2000).

Los criterios más importantes para escoger especies promisorias se pueden agrupar según los usos: maderables, frutales, forrajes, leña, apicultura, medicina, control biológico y servicios ambientales; de acuerdo a la forma de la copa que determina el tipo de sombra proyectada, adaptación al clima y suelo, compatibilidad con el café y a otros factores como: especie local o exótica y disponibilidad de semillas. Los atributos y la arquitectura de los árboles seleccionados determinan la fisonomía de un cafetal (Muschler, 2000).

Según Muschler (2000), las especies empleadas para sombra deben presentar ciertos atributos deseables para asociarlas al café como podrían ser los siguientes:

1. Establecimiento y crecimiento:

- * Fácil establecimiento.

- * Crecimiento rápido y alta producción de biomasa/productos.

2. Arquitectura/compatibilidad:

- * Mejora el ambiente para el crecimiento del café (microclima; nutrientes).

- * Arquitectura y fenología complementarias para los requerimientos del café.

- *Compite poco con los cafetos por agua y nutrientes.

* Copa abierta y angosta para permitir mayor penetración solar y un número alto de árboles (sobre todo en el caso de maderables y frutales).

* Hojas pequeñas para mayor penetración de la luz.

* Sistema radicular fuerte y profundo (absorción de nutrientes no accesibles para los cultivos; micorrizas/nódulos) pero no competitivos.

* Sin efectos alelopáticos para el café.

* Ramas y tallos no quebradizos, raíces fuertes (alta resistencia a los embates del viento).

* No susceptibles a enfermedades y plagas, ni hospederos de ellas.

* Sin potencial de convertirse en una maleza agresiva.

3. Manejo/fisiología:

* Tolerante a tensión ambiental (establecimiento en pleno sol).

* Autopoda

* Tolera podas fuertes (árbol de servicio).

* Rebrotar fácilmente (árbol de servicio).

* Fijación de nitrógeno

4. Funciones ecológicas:

- * Fomenta el control biológico.
- * Provee hábitats para aves (locales y migratorias)
- * Fomenta la conservación y fertilidad de los suelos.

Desde luego que no existe una especie arbórea que posea todos los atributos mencionados pero si es deseable que se cubra hasta donde sea posible la mayor parte de ellos para buscar una mejor integración de especies arbóreas dentro de los sistemas cafetaleros en zonas donde el sombreado sea necesario y factible.

Al asociar árboles con plantas de café, se reconocen ventajas y desventajas que tienen que ser valoradas por los agricultores locales al incluirlos dentro de sus sistemas de producción. En relación a esto se tiene lo siguiente.

5. Ventajas de la asociación cafetos-árboles de sombra:

- * Microclimas más moderados: temperaturas más estables; menor transpiración; reducción de la velocidad del viento.
- * Cafetos más vigorosos y resistentes a plagas y enfermedades.
- * Vida útil más larga de los cafetos: menor desgaste/agotamiento y menor variabilidad entre las plantas.
- * Puede mejorar la producción y calidad del café en ambientes marginales para su cultivo.

- * Menor incidencia de enfermedades (cercospora y antracnosis) y malezas agresivas (sobre todo poaceas) adaptadas a niveles altos de luz.
- * Contribución a mantener la fertilidad del suelo incluyendo control de la erosión.
- * Reducción potencial de los insumos requeridos (fertilizantes, herbicidas, funguicidas) y aumento en la eficiencia de aprovechamiento de los fertilizantes .
- * Productos adicionales: hojarasca, frutos y madera.
- * La producción de madera reduce la necesidad de extraerla de los bosques.
- * Aumento de la biodiversidad (aves migratorias y control biológico).
- * Hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin) pueden ser favorecidos.

6. Desventajas de la asociación cafetos-árboles:

- * Puede disminuir la producción de café, lo que es más evidente en ambientes óptimos para su cultivo y cuando se emplean demasiados árboles y/o especies incompatibles.
- * Puede requerir fondos y mano de obra adicional para establecer y manejar los árboles. Aunque en muchos casos es un costo menor que el requerido para el manejo de malezas.
- * Es posible favorecer enfermedades y plagas adaptadas a humedad alta o asociadas a niveles elevados de materia orgánica.
- * Es posible el daño a cafetos por la caída de ramas y durante la extracción de la madera.

* Se pueden dificultar las labores de manejo del cafetal.

* Los árboles podrían ser hospederos potenciales para nuevas plagas o enfermedades.

c) Ecofisiología del café.

De acuerdo con Muschler (2000), el café originario del sotobosque de Etiopía mantiene características de adaptación a las condiciones de sombra, ésta modifica factores ambientales y atributos de los cafetos como:

* Cantidad y calidad de luz solar (reducción de la radiación fotosintéticamente activa y de la relación luz roja/infrarroja).

* Temperatura del aire, suelo y hojas de los cafetos.

* Vientos.

* Humedad relativa del aire y humedad del suelo (períodos de exceso y déficit de agua).

* Apertura, cierre y funcionamiento de estomas.

* Transpiración y potencial hídrico de los cafetos

* La productividad neta de los cafetos puede ser máxima con sombra intermedia. A temperaturas altas, la respiración de la planta aumenta más rápido que la fotosíntesis.

* Inducción y formación floral, así como la maduración del fruto.

* Desarrollo vegetativo del cafeto (hojas más grandes y tallos más largos).

La radiación solar y la sombra juegan papeles muy importantes en el crecimiento y la producción del café:

* El follaje del cafeto necesita de la energía solar para producir, su rendimiento es mayor bajo niveles óptimos, en muchos casos intermedios de luz solar.

* La temperatura promedio óptima para el café está entre 18 y 22 °C.

* Por su origen en los bosques sombríos y por sus características fisiológicas (por ejemplo fotoinhibición), el cafeto se comporta mejor a mediano o largo plazo bajo niveles intermedios de sombra (aunque se pueden alcanzar cosechas "pico" en ausencia de sombra, pero solamente a corto plazo).

*El exceso de sombra es perjudicial para la producción del cafeto.

VIII.- Métodos.

En la investigación empleamos los siguientes:

a. Método etnográfico.

Entrevistas abiertas en relación a la cafecultura de la región.

Entrevista estructurada para obtener información sobre las condiciones ambientales, socio-económicas y tecnológicas en que se produce el café.

Registro fotográfico.

b. Método Ecológico.

Muestreo por cuadrantes: mediciones de la estructura florística de los cafetales.

Para el estudio de la estructura y composición florística al interior de cada cafetal siguiendo a Gentry (1990), se tiró un cuadrante de 50 m de largo (eje y) por 10 m de ancho (eje x), de cada uno se tomó su orientación y porcentaje de pendiente. El establecimiento se hizo tomando siempre el lado más largo del terreno y partiendo de las coordenadas $x=5$ y $y=10$.

A su vez, cada cuadrante se dividió en 5 subcuadrantes de 10 x 10 m (100 m²), dentro de estos se mapeo la posición espacial (horizontal) de los individuos con un metro de altura o más en base a sus coordenadas. De cada planta se midió la altura total, altura a la primera rama, cobertura y diámetro a la altura del pecho (dap) para las

especies arbóreas; en el caso de los arbustos se consideraron las mismas variables excepto el dap. La división de los 20 cuadrantes en 100 subcuadrantes permitió estudiar características ecológicas de los cafetales a un nivel de microescala (Monedero, 2000). Los muestreos abarcaron una superficie total de 1 ha.

Se tomaron en cuenta aspectos como la densidad de cafetos y especies encontradas en las parcelas, formas de vida (árbol, arbusto, hierba) y su arreglo vertical con el fin de identificar el número de estratos de sombra con base a su altura, la posición de sus copas y follaje de los árboles y arbustos con respecto al suelo. Se levantó información sobre los usos que los campesinos hacen de las diversas especies.

Se registró la presencia cualitativa de plantas menores a un metro, para reconocer elementos florísticos a ese nivel y plántulas de arbustos y árboles que forman parte de la estructura y composición de los cafetales.

Realizamos colectas botánicas para registrar las familias, géneros y especies presentes en la composición florística de los cafetales. Los ejemplares fueron depositados en el MEXU, del Instituto de Biología de la UNAM.

Análisis ecológico: Valor de Importancia de las especies de sombra y diversidad vegetal de los cafetales.

Con los datos levantados se calcularon los siguientes parámetros (Krebs, 1985; Smith and Smith, 2001):

$$\text{Abundancia: } \frac{\text{número de individuos de una especie}}{\text{área muestreada}}$$

$$\text{Abundancia relativa: } \frac{\text{abundancia de una especie}}{\text{total de abundancias para todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia: } \frac{\text{total de área basal o valor de cobertura de una especie}}{\text{área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa: } \frac{\text{dominancia para la especie}}{\text{total de dominancia para todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia: } \frac{\text{número de parcelas donde ocurre la especie}}{\text{número total de parcelas muestreadas}}$$

$$\text{Frecuencia relativa: } \frac{\text{valor de la frecuencia para una especie}}{\text{total de frecuencias para todas las especies}} \times 100$$

Índice de Valor de Importancia : Abundancia relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa

Estos parámetros nos proporcionaron valiosa información sobre cada especie, su papel, influencia e importancia en la estructura de los cafetales locales.

Utilizando el modelo de Shannon-Wiener (Kent and Coker, 1992), obtuvimos los índices de diversidad de los 20 cuadrantes muestreados. Con estos datos se compararon las condiciones entre parcelas.

c. Método estadístico.

La construcción de un histograma de frecuencias nos permitió ubicar el número de especies más comunes y a las más raras como parte de los sistemas de sombreado, de acuerdo a su distribución en distintas clases.

Siguiendo a Soto-Pinto *et al.* (2000), para analizar la estructura de los cafetales por clases diámétricas, los individuos de cada especie fueron ordenados dentro de nueve clases:

1 - 10	10.1- 20	20.1- 30	30.1- 40	40.1- 50	50.1- 60	60.1-70	70.1 - 80	> 80
--------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	-----------	------

Empleando el Programa Glim 4.0 (Modelaje lineal generalizado interactivo), se llevó a cabo una ANOVA para conocer el efecto de la altitud, exposición del cafetal al sol, prácticas agrícolas realizadas y el número de jornales invertidos (familiares y contratados) sobre el índice de diversidad de los cafetales.

Para realizar una tipología de cafetales se utilizó el programa de Análisis Multivariado NTSYSpc 2.11F (Rohlf, 2002), mediante un Análisis de Conglomerados y Coordenadas Principales (PCO) basado en el Índice de Similitud de Jaccard se estudiaron semejanzas florísticas y agrupaciones entre parcelas, lo que permitió explicar cuáles especies definen patrones en las plantaciones y su comportamiento.

Con los grupos de plantaciones obtenidos en el análisis de PCO se construyeron dos tablas de contingencia, una considerando la exposición al sol y la otra con el tipo de clima, una prueba de "Xi cuadrada" nos permitió identificar las relaciones de asociación o independencia entre la composición florística de los sitios y dichas variables que en los resultados se muestran.

IX.- Resultados.

a. Aspectos relacionados con los sistemas de sombreado de los cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez.

1. Caracterización ambiental de las plantaciones.

La investigación se llevó a cabo en un gradiente altitudinal que va de los 720 a los 1,300 msnm, en cafetales con pendientes de 5 a 80%. Existen dos tipos de climas: semicálido húmedo por debajo de los 800 m y templado húmedo por arriba de este nivel. Los tipos de suelos o "tierras" presentes son: polvilla (textura gruesa, color pardo amarillento claro a pardo oscuro); barrial (consistencia chiclosa con humedad y dura al secarse, color pardo pálido a pardo amarillento); fuerte (entre polvilla y barrial); pedregosa (con afloramientos rocosos); roja (arcilla rojiza); gravilla (abundancia de piedras pequeñas); negra (con materia orgánica) y arenosa (delgada y suelta, color amarillo parduzco). Para cada plantación se identificó su exposición con respecto a: si el sol le pega directamente de frente cuando sale "terreno frontero", o si es alcanzado por la radiación horas más tarde "terreno no frontero". El tiempo que las parcelas llevan de ser cafetales fluctúa de 4 a 50 años y la edad los cafetos va de 2 a 15 (ver Tabla 1).

2. Cambios en la vegetación y uso agrícola para el cultivo de café.

Los sistemas naturales como los tipos de vegetación primaria (en el caso estudiado el bosque mesófilo de montaña, el bosque tropical perennifolio y la vegetación riparia), o los sistemas artificiales como los cultivos sufren transformaciones a través del tiempo, son dinámicos; estos cambios estructurales cualitativos y cuantitativos pueden ser originados a través del impacto de procesos naturales: incendios, caídas de árboles por viento, lluvias, deslaves, huracanes, terremotos, entre otros (Ricker y Douglas, 1997) o por la acción del hombre al modificar un ecosistema o parte de él para su propio beneficio y desarrollo socio-cultural y económico, alterando el paisaje de una región o de una localidad. En el caso de Xochitlán la sustitución de

Tabla 1. Características ambientales de 20 cafetales muestreados y tipo de vegetación o actividad productiva antes de ser establecidas las plantaciones, en la Cabecera Municipal de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Localidad (cafetal)	Altitud (mnm)	Tipo de clima	* Tipo de Suelo (Tierra)	Exposición al sol	Pendiente %	Tamaño de la parcela: ha	Tipo de café cultivado	Años de ser cafetal	Edad de los cafetos (años)	Tipo de vegetación o actividad productiva anterior al café.
Tepetitán	1,300	templado	povilla, barrial	frontero	5-80	1	catarra, mundo novo	10	3	mípa (cultivo de maíz criollo-frijol)
Celoztoc	1,100	templado	fuerte	no frontero	10-30	1	catarra	4	2; 4	mípa (cultivo de maíz criollo-frijol)
Acatamanz	1,100	templado	barrial	frontero	80	0.75	criollo, catarra	10	8; 10	mípa (cultivo de maíz criollo)
Tahcozotoc	1,070	templado	povilla	no frontero	60	1	catarra, criollo	7	7	cafetal con plantas de la variedad criolla
Tecorrañcan	1,050	templado	barrial	no frontero	5-10	4	mundo novo	10	10	mípa (cultivo de maíz criollo)
Pocapan	1,040	templado	pedregosa, barrial, roja	no frontero	15-20	1	criollo, mundo novo, catarra	8	3; 6; 8	potrero
Aconco	1,020	templado	barrial, fuerte	frontero	25	2	catarra, mundo novo	30	12	mípa (cultivo de maíz criollo-frijol)
Palenque	1,000	templado	povilla, roja	no frontero	40	3.5	catarra, criollo, mundo novo	25	7	pinahuistle o matorral joven (acahuatl)
Tenamicoyan	1,000	templado	barrial	frontero	15-20	0.4	mundo novo	25	10	mípa (cultivo de maíz criollo-frijol)
Cuetztlápan	980	templado	barrial, povilla, pedregosa	frontero	25-50	3.5	catarra, criollo, pacamara	15	8	mípa (cultivo de maíz criollo-frijol)
Texaxcat	950	templado	barrial	frontero	25	1	catarra, gamica, criollo	7	7	pinahuistle o matorral (acahuatl joven)
Las Higuerillas	940	templado	barrial	frontero	5-10	1	catarra	10	5	mípa (cultivo de maíz criollo)
Macpalapa	920	templado	barrial	no frontero	30	1	criollo, bourbon, gamica	15	1; 15	mípa (cultivo de maíz criollo-frijol)
Tepetitán	890	templado	povilla, gravilla, pedregosa	no frontero	55-60	1.3	catarra	20	10	cafetal
Ixcaco	880	templado	povilla; negra	no frontero	60	2.5	catarra	14	8	pinahuistle o matorral (acahuatl joven)
Tepéhican	870	templado	barrial	frontero	25-30	1.5	catarra, mundo novo, criollo	13	8	mípa (cultivo de maíz criollo-frijol)
Texcalapa	850	templado	pedregosa	no frontero	65	2	criollo, catarra	40	10	monte (bosque tropical perennifolio)
Laxtamán	800	semicálido	barrial	frontero	25	12	catarra, criollo, mundo novo	50	8	mípa (cultivo de maíz criollo)
Atexayaca	790	semicálido	barrial, gravilla, pedregosa	no frontero	70	0.6	criollo	15	12	cafetal con plantas de la variedad criolla
Tzatzapota	720	semicálido	arenosa, barrial, pedregosa	no frontero	63	0.5	criollo, mundo novo	50	10	*monte* (bosque tropical perennifolio)

* Tipo de suelo:

povilla: títlo tal (tierra suelta)

barrial: tal zoquit (tierra todaea)

fuerte: chichuactaz (tierra entre povilla y barrial)

pedregosa: teñalá (tierra con afloramientos rocosos)

roja: tal chichi (arcilla)

gravilla: tepochal (tierra resbalosa y con muchas piedritas)

negra: yec tal (tierra negra)

arenosa: xal tal (tierra arenosa)

áreas de vegetación primaria mediante las actividades agrícolas comenzó en tiempos pre-hispánicos y se aceleró durante la colonia y la época moderna (ENAH, 1992). De acuerdo con algunos informantes el café entró a Xochitlán poco después que fueron establecidas las primeras fincas cafetaleras en el municipio vecino de Cuetzalán del Progreso hacia 1860 (Beaucage, 1998).

La evolución (historia y procesos de sucesión) de un sistema vegetal natural o uno agrícola permite reconocer los cambios que han sufrido y sus dinámicas en tiempo y espacio, así como identificar y asociar a ellos los fenómenos naturales o socio-culturales y económicos que los han influenciado. Lo que nos da oportunidad de conocer y entender su desarrollo hasta el momento actual, dado que cada sitio dentro de una área rural tiene una historia diferente (Ricker y Douglas, 1997). Lo anterior proporciona valiosa información para buscar un mejor entendimiento, manejo y aprovechamiento de los recursos que involucran, también posibilita acercarnos a la visión, conocimiento y experiencia de los agricultores que viven directamente de ellos. La Tabla 1 señala los usos anteriores de los terrenos que actualmente ocupan los cafetales muestreados en esta investigación, de acuerdo a información de los campesinos que hoy en día tienen la propiedad legal sobre éstos.

3. Composición florística de los cafetales.

En la comunidad de Xochitlán, a pesar de los bajos precios del café en los últimos 10 años su producción sigue siendo una actividad económica importante. Como parte de la composición florística de los cafetales los campesinos tienden a integrar diversas especies, 67 proporcionan sombra al café, de las que 55 tienen otros usos. Estas y otras pueden ser toleradas, fomentadas o cultivadas y son utilizadas en la satisfacción de diferentes necesidades agrícolas o de consumo material de las familias como alimentos, combustible, ornamentales, medicina, madera, etc. o en la obtención de dinero en los mercados local y regional.

De manera general, si consideramos a toda la vegetación presente las plantaciones involucran una gran diversidad de especies con distintas densidades por unidad de área; puesto que cada parcela es única, dentro de sus estructuras existen variados arreglos espaciales (verticales/horizontales) y temporales. De los muestreos y colectas botánicas se obtuvo un listado florístico, la Tabla 2 indica las especies encontradas en la muestra de 20 parcelas. Hasta donde la información disponible lo permite se incluyen: nombre local, familia, nombre científico (género o especie), forma de vida, usos y frecuencia relativa de las plantas utilizadas para el sombreado.

Cabe mencionar que cinco especies arbóreas y una arbustiva empleadas en el sombreado de los cafetos no pudieron ser identificadas al no encontrarse individuos fértiles; sin embargo, los campesinos sí las reconocen e incluso tienen importancia para ellos, por lo que se integraron al listado. También se incluyeron cuatro especies de helechos, es muy importante señalar que existe una gran abundancia de plantas de este grupo y de otros: musgos, líquenes, orquídeas, bromélias que crecen sobre troncos y ramas de árboles y arbustos que forman parte de las plantaciones, además de algunas herbáceas menores de un metro de tamaño y enredaderas que no se colectaron. Tampoco de ellas se tomaron datos cualitativos de presencia, por lo que con toda seguridad la diversidad vegetal de las parcelas es mayor que la presentada en este trabajo si se cuantificaran dichos grupos.

Tabla 2. Listado florístico de las especies encontradas en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Nombre local	Familia	Nombre científico	Forma de vida	Usos *	Frecuencia relativa **	Número de colecta
	Acanthaceae	<i>Odontonema callistachyum</i> (Schlecht. et Cham.) <i>O. Kuntze.</i>	Hierba	7		154; 160
Equizote (ic Zot xochit)	Agavaceae	<i>Yucca aloifolia</i> L.	Arbol	1; 5; 6		
Quiltonile espinoso	Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Hierba	1		
	Amaranthaceae	<i>Iresine</i> sp.	Hierba			13; 14
Mango	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Arbol	1; 2; 3	0.49	
Jobo	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Arbol	1; 2; 3	0.49	213
Bienvenido (cacatecohuit)	Anacardiaceae	<i>Tapirira mexicana</i> Marchand	Arbol	2; 3; 8	0.98	
Chirimoya	Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Arbol	1; 2; 3	0.49	
Cojón de gato	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i> L.	Arbol	2; 3; 7	0.49	178; 179
	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. et Planch.	Arbol	2; 3; 7	0.49	
	Araliaceae	<i>Oreopanax aff. capitatum</i> (Jacq.) Planch. & Decaisne	Arbol	2; 3	0.49	233; 234
Granada amarilla (ajahuini)	Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Hierba	1		336; 337
Mafafa (pitzotquilit)	Araceae	<i>Xantosome robustum</i> Schott	Hierba	1		
Tepejilote	Arecaceae	<i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.	Arbusto	3; 10	1.46	176; 177
	Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Hierba	7		
	Asteraceae	<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc. Ex Pers.	Hierba			11; 12
Mozote (mozot)	Asteraceae	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Hierba	1		197; 198
Calzadilla	Asteraceae	<i>Coryza canadensis</i> (L.) Cronquist	Hierba	7		
Hoja santa	Asteraceae	<i>Eupatorium morifolium</i> Mill.	Hierba	7		44; 45
	Asteraceae	<i>Melampodium divaricatum</i> (L.) Rich.	Hierba	14		36; 166
	Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> HBK.	Hierba			40; 41
Aconxihiitl	Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Arbusto	3; 7	3.90	
	Asteraceae	<i>Neurolaena lobata</i> (L.) R. Br. Cf.	Arbusto			75; 76
	Asteraceae	<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	Arbusto	7		72; 73
	Asteraceae	<i>Senecio grandifolius</i> Less.	Arbol	2; 3	1.46	
Quelite de conejo	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Hierba	1		92; 93
	Asteraceae	<i>Tithonia</i> sp.	Arbusto	10		
Ocma cohuit	Asteraceae	<i>Vernonia patens</i> HBK.	Arbol	2; 3	2.44	37; 39
Gachupina	Balsaminaceae	<i>Impatiens balsamina</i> L.	Hierba	10		34; 143

Tabla 2. Listado florístico de las especies encontradas en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Nombre local	Familia	Nombre científico	Forma de vida	Usos *	Frecuencia relativa **	Número de colecta
Xocoyule (xocoyoli)	Begoniaceae	<i>Begonia heracleifolia</i> Cham. et Schlecht	Hierba	1; 7		237; 238
	Begoniaceae	<i>Begonia muricata</i> Blume	Hierba	10		119; 120
Xocoyule (xocoyoli)	Begoniaceae	<i>Begonia nelumbifolia</i> Cham. et Schlecht.	Hierba	1; 10		
Hilite blanco (hillit)	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schlecht.) Furlow	Arbol	2; 3; 4	4.88	56; 57
Jacaranda	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> Don	Arbol	2; 3	0.49	
Chanacol blanco	Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Arbol	5; 8		138; 141
Berro	Brassicaceae	<i>Rorippa nasturtium-acuaticum</i> (L.) Hayek	Hierba	1		114; 190
Chaca	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Arbol	2; 3; 5; 6	0.98	
Nopal (nocpal)	Cactaceae	<i>Opuntia</i> sp.	Arbusto	1		
Papaya	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Arbol o arbusto	1; 2; 3	0.49	
Papatliila (izhuat)	Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.	Hierba	15		
	Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i> HBK.	Hierba			194; 196
	Caryophyllaceae	<i>Stellaria ovata</i> Willd. ex Schlecht.	Hierba			133; 191
Hormiguillo (aska cohuit)	Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Arbol	2; 3; 7; 8	0.98	
	Covulvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Hierba			
Mataín morado	Commelinaceae	<i>Commelina difusa</i> Burm. f	Hierba	7		
	Commelinaceae	<i>Gibasis pellucida</i> (Mart. & Gal.)	Hierba			227; 228
Pata de gallo (totopoquilit)	Commelinaceae	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schlecht.	Hierba	10		
Mataín	Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i> hort. ex Bosse var. <i>zebrina</i>	Hierba	10		42; 43
	Crassulaceae	<i>Kalanchoe fedtschenkoi</i> Hamet et Perr.	Hierba			142
	Crassulaceae	<i>Sedum</i> sp.	Hierba			
Iztahuatle (izlahuat)	Dilleniaceae	<i>Saurauia cana</i> Keller	Arbusto o Arbol	2; 3	1.46	
Zapote Negro	Ebenaceae	<i>Diospyros dygina</i> Jacq.	Arbol	1; 2; 3; 8	0.49	
	Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i> Poepp. et Endl.	Hierba			
Cacahuatillo (xicalcohuit)	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Swartz	Arbol	1; 2; 3	0.49	
Sangre de grado (escohuit)	Euphorbiaceae	<i>Crotón draco</i> Schlecht.	Arbol	2; 3; 7	1.46	146; 147
Noche buena	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	Arbusto	10		
	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia lacera</i> Boiss	Hierba			209; 210
Mata mujer	Euphorbiaceae	<i>Cnidocofus multilobus</i> (Pax) I. M. Johnston	Arbusto	1		131; 132
Higuenilla	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Arbusto	2; 3; 7; 1	3.90	262; 263

Tabla 2. Listado florístico de las especies encontradas en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Nombre local	Familia	Nombre científico	Forma de vida	Usos *	Frecuencia relativa **	Número de colectas
Xocopaque	Ericaceae	<i>Gaultheria acuminata</i> Schlecht. et Cham.	Arbusto	1		23; 24
	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Arbol o arbusto	7		
Equimite (equimixochit)	Fabaceae	<i>Erythrina americana</i> Mill.	Arbol	1; 5; 6		139; 140
Chalahuite blanco	Fabaceae	<i>Inga latibracteata</i> Harms	Arbol	1; 2; 3	8.29	302; 303
	Fabaceae	<i>Zapoteca tetragona</i> (Wild.) H. Hernández	Arbusto	3	0.49	
Texocotl	Flacourtiaceae	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	Arbol	2; 3	0.49	223; 225
Maicillo	Flacourtiaceae	<i>Pleuranthodendron lindenii</i> (Turcz.) Sleumer	Arbol	2; 3	0.49	
Tilan xihuit	Gesneriaceae	<i>Columnnea schiedeana</i> Schlecht.	Hierba	1		
Gladiola	Iridaceae	<i>Gladiolus</i> sp.	Hierba	10		
	Iridaceae	<i>Sisyrinchium scabrum</i> Schlecht. et Cham.	Hierba			212
	Iridaceae	<i>Tritonia crocosmiiflora</i> (Lemoine) G. Nicholson	Hierba			124
Nogal (michpacohuit)	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	Arbol	1; 2; 3	1.46	
	Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Hierba			62; 63
Canela	Lauraceae	<i>Cinnamomun vera</i> Ness	Arbol	2; 3; 7	0.49	16; 17
Aguacatillo	Lauraceae	<i>Nectandra sanguinea</i> Rottb.	Arbol	2; 3; 8	0.49	182; 183
Aguacate (ahuacat)	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Arbol	1; 2; 3	1.46	
Carboncillo	Lauraceae	<i>Persea</i> sp.	Arbol	2; 3; 8	0.49	
	Liliaceae	<i>Smilax aristolochiifolia</i> Mill.	Hierba			201; 202
Injerto	Loranthaceae	<i>Struthanthus densiflorus</i> (Benth.) Standl.	Hierba			
Injerto	Loranthaceae	<i>Phoradendron nervosum</i> Oliver	Hierba			
	Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Hierba	7		65; 301
Piocho	Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	Arbol	2; 3; 7; 8	0.98	
Caoba	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Arbol	2; 3; 8	0.49	
Tinajillo	Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Arbol	2; 3	1.95	241; 242
	Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Hierba			
Capulín de potrero (teshuat)	Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don ex DC.	Arbusto	1		333; 334
	Melastomataceae	<i>Conostegia</i> sp.	Arbol	1; 2; 3	2.44	
Higuera	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Arbol	5; 6		338; 339
Amate	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Arbol	2; 3.	0.49	
Chamaque	Musaceae	<i>Heliconia bihai</i> L. f.	Hierba	2; 3; 13	0.98	

Tabla 2. Listado florístico de las especies encontradas en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Nombre local	Familia	Nombre científico	Forma de vida	Usos *	Frecuencia relativa **	Número de colecta
Plátanos: pera, tabasco y roatán (xochi cual)	Musaceae	<i>Musa acuminata</i> Colla x <i>Musa balbisiana</i> Colla	Hierba	1; 2; 3	3.90	
	Myrsinaceae	<i>Ardisia compressa</i> HBK.	Arbusto			214; 215
Capulín	Myrtaceae	<i>Eugenia capuli</i> (Schlecht. et Cham.) Berg	Arbol	2; 3	0.49	229; 231
Guayaba (xalxocotcohuit)	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Arbol	1; 2; 3	1.46	
Pomarosa	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Arbol	1, 2; 3	0.49	
	Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	Hierba			298; 299
Trueno	Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Arbol	2; 3	0.98	
Gordolobo	Papaveraceae	<i>Bocconia arborea</i> S. Watson.	Arbusto	2; 7	0.49	122
	Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i> L.	Hierba	7		168; 169
Lionacas tziquitzi	Piperaceae	<i>Peperomia pellilimba</i> C. DC. ex Trel.	Hierba	1		
Tequililt	Piperaceae	<i>Peperomia rotundifolia</i> (L.) HBK.	Hierba	1		
Ormequelite (omequilt)	Piperaceae	<i>Piper auritum</i> HBK.	Hierba	1		70; 300
	Piperaceae	<i>Piper diandrum</i> C. DC.	Hierba			219
	Piperaceae	<i>Piper oblongum</i> H B K.	Hierba			217; 218
	Piperaceae	<i>Piper sanctum</i> (Miq.) Schlecht.	Hierba			221; 222
	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	Arbusto	3	2.44	
Pasto	Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	Hierba			272; 273
Hierba elefante	Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Hierba	16		267
Lengua de vaca	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Hierba	1		
Nispero	Rosaceae	<i>Eryobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Arbol	1, 2; 3	0.49	
Durazno	Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.	Arbol	1; 2; 3	0.49	
Zarza	Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.	Hierba	1		
Café	Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	Arbusto	9		
Balletilla	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Arbol o Arbusto	2; 3; 7	6.83	50; 165
	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	Arbusto	2; 3	0.49	
Lima de castilla	Rutaceae	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm) Swingle	Arbol	1; 3	0.49	
Limón real (limón cohuit)	Rutaceae	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm) Swingle	Arbol	1; 3	0.98	
Naranja	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Arbol	1; 3	3.41	7; 8
Toronja	Rutaceae	<i>Citrus x paradisi</i> Macfaday	Arbol	1		
Mandarina cohuit	Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Arbol	1; 3	0.49	

Tabla 2. Listado florístico de las especies encontradas en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Nombre local	Familia	Nombre científico	Forma de vida	Usos *	Frecuencia relativa **	Número de colecta
Garrochillo	Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i> DC.	Arbol	2; 3; 8	0.98	
	Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp.	Arbusto	3	0.49	
	Sapindaceae	<i>Serjania racemosa</i> Schumacher	Arbusto			
	Simaroubaceae	<i>Picramnia antidesma</i> Swartz	Arbusto	3; 7	0.49	
Floribundio	Solanaceae	<i>Brugmansia x candida</i> Pers.	Arbusto	2; 3; 12	0.49	
Chiltepin (chiltecpin)	Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Hierba	1		
Huele de noche	Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Arbusto	3; 7	2.93	161; 162
Tomatillo del fino (chapululu)	Solanaceae	<i>Physalis gracilis</i> Miers	Hierba	1		77; 79
Hierbamora	Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Hierba	1		244; 268
	Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i> D. Don	Arbusto	3		80; 81
	Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	Hierba			21; 22
	Solanaceae	<i>Witheringia solanacea</i> L'Hér.	Arbusto			105; 106
Jonote blanco (itzacxonot)	Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	Arbol	2; 3	8.29	249; 250
Tepejonote	Tiliaceae	<i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.	Arbol	2; 3	0.49	
Cuerillo (totocohuit)	Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arbol	2; 3	3.90	152; 156
Mal hombre (quiute yohuiltz)	Urticaceae	<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	Arbol	2; 3; 7	3.41	46; 49
	Urticaceae	<i>Pilea</i> sp.	Hierba			
Flor de dulce (sopec xihuit)	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Hierba o Arbusto	1, 7		
	Verbenaceae	<i>Clerodendrum</i> sp.	Hierba o Arbusto	10		149; 150
Tabaquillo	Verbenaceae	<i>Comulia grandifolia</i> (Schlecht. et Cham.) Schauer	Arbusto	2; 3	0.49	
Bejuco (xomecat)	Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. et Bonpl. ex Roem. et Schult.	Hierba	1		
Cacasaca		No identificada	Arbol	2; 3	0.49	
Acuilcohuil		No identificada	Arbol	2; 3	0.49	
Cuahuxot chico		No identificada	Arbol	2; 3	0.49	
Toctocohuit		No identificada	Arbol	2; 3	0.49	
Tejocotillo		No identificada	Arbol	2; 3	0.49	
Tempi		No identificada	Arbusto	3	1.46	
	Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp.	Hierba			
Pezma	Polypodiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Hierba			1; 2
	Polypodiaceae	<i>Stigmatopentis cf. Longicaudata</i> (Liebm.) C. Chr.	Hierba			
	Selaginellaceae	<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. et Grev.) Spring	Hierba			

Categorías de usos identificados: 1: comestible; 2: sombra de café; 3: leña; 4: alfardas; 5: cercas vivas; 6: linderos; 7: medicinal; 8: maderable; 9: bebida estimulante; 10: ornamental; 11: aceite; 12: forraje para aves de corral; 13: ceremonial; 14: forraje para cerdos; 15: envoltura para tamales y 16: forraje para ganado vacuno.

** Nota: los datos de frecuencia relativa corresponden a plantas que están relacionadas con la función de sombreado de los cafetos.

Eliminando las restricciones señaladas, dentro de la composición florística de 20 cafetales de Xochitlán encontramos 68 familias, 123 géneros y 140 especies. La Tabla 3 indica las familias que más especies presentaron.

Tabla 3. Familias con el mayor número de especies en una muestra de 20 cafetales.

Familia	No. De Géneros	No. de Especies
Asteraceae	13	13
Solanaceae	6	8
Euphorbiaceae	6	7
Piperaceae	2	7
Rutaceae	1	5
Fabaceae	4	4
Commelinaceae	4	4
Lauraceae	3	4
Anacardiaceae	3	3
Begoniaceae	1	3
Meliaceae	3	3
Myrtaceae	3	3
Rosaceae	3	3
Rubiaceae	3	3
Verbenaceae	3	3
Sapindaceae	3	3

4. La sombra del café.

Salvo escasas excepciones de agricultores que están optando por la producción a pleno sol con las variedades caturra, garnica y pacamara, la mayoría de los cafetales presentan sistemas de sombreado, aún cuando se cultiven variedades de café que no la requieren, como las mencionadas. Los doseles son diversos y complejos, incluyen especies nativas e introducidas que presentan formas de vida arbóreas, arbustivas e incluso herbáceas como el caso del plátano y el chamaque.

De las plantas encontradas en los sitios, del total de 67 que intervienen en el proceso de sombreado, 48 son arbóreas, 17 arbustivas y 2 herbáceas (ver Tabla 2).

Reconocimos 37 familias, 55 géneros y 61 especies más 5 árboles y 1 arbusto que no fueron identificadas taxonómicamente, pero que se incluyeron en los análisis por ser importantes para los campesinos dentro de los cafetales en que se registraron; la Tabla 4 muestra a las familias más comunes.

Tabla 4. Familias más comunes y número de especies en los sistemas de sombreado del café.

Familias	No de especies
Rutaceae	5
Lauraceae	4
Myrtaceae	3
Anacardiaceae	3
Asteraceae	3
Euphorbiaceae	3
Meliaceae	3

El chalahuite, hilite, jonote e higuerrilla son muy estimadas por los agricultores como sombra, alimento, madera, leña y medicina. Otras con gran valor y potencial de explotación menos preferidas para proteger a los cafetos son: cuerillo, plátano, balletilla y algunas poco frecuentes: amate, sangre de grado, nogal y caoba también están presentes y probablemente establecen relaciones de competencia o complementariedad con los cafetos y otras especies a través del sombreado y la disposición de sus raíces.

5. Estructura vertical de los cafetales.

Las alturas de los árboles fluctuaron entre 1 y 20 m y las de los arbustos estuvieron entre 1 y 8 m, los promedios por especie son señalados en el Anexo No. 1. La organización vertical de los cafetales es compleja, está constituida por 3 a 5 estratos, uno herbáceo que abarca del nivel del suelo a 1 m de altura con hierbas y plántulas de arbustos y árboles que más adelante formarán parte de la estructura del cafetal; dos arbustivos, el primero entre 1 y 4 m ocupado principalmente por los cafetos, tepejilote y aconxihuitl, el segundo de 4 a 8 m incluye higuerrilla, iztahuate, chamaque,

papaya, floribundio, plátano, balletilla y *Piper* sp. y dos arbóreos, uno de 8 a 14 m con especies como chalahuite blanco, hilite blanco, cuerillo, jonote, zapote negro, piocho, aguacate, sangre de grado, *Conostegia* sp. y jacaranda, el otro de 14 a 20 m con individuos emergentes de amate, mango y ocasionalmente hilite.

Individuos de especies arbóreas como ocma, trueno, naranja, lima, limón, níspero, canela, guayaba, chaca, durazno, cacasaca, *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. et Planch., mal hombre, etc fueron encontradas en uno o en los dos estratos arbustivos, lo que posiblemente se deba a que no han desarrollado su máximo crecimiento o a que sean individuos de talla mediana. Las Figuras 4 y 5 muestran dos perfiles verticales de cafetales de Xochitlán; las Figuras 6, 7 y 8 señalan tres vistas desde arriba.

Por su composición florística, arreglo de los estratos y manejo, algunos cafetales se asemejan a los sistemas que Moguel y Toledo (1996) denominan "policultivo comercial" en los que se incluyen especies de *Inga*, cítricos, plátanos y guayaba, son los sistemas que en las décadas de los setentas y ochentas promovió en la zona el desaparecido INMECAFE. Sin embargo, en el caso de Xochitlán muchos cafetales ubicados en la zona alta de la comunidad, de manera relevante integran elementos nativos como el hilite (sembrado por los campesinos) que puede provenir del bosque mesófilo de montaña, vegetación riparia y principalmente de vegetación secundaria establecida en acahuals. Varias plantaciones de las zonas semicálida y templada también incluyen otras especies nativas que son toleradas y que provienen también de vegetación secundaria como el jonote, cuerillo, sangre de grado, cojón de gato, mal hombre, iztahuate, hormiguillo, balletilla y la ocma. Algunos cafetales de la parte semicálida contienen caoba, amate y zapote negro originarios del bosque tropical perennifolio y vegetación riparia respectivamente.

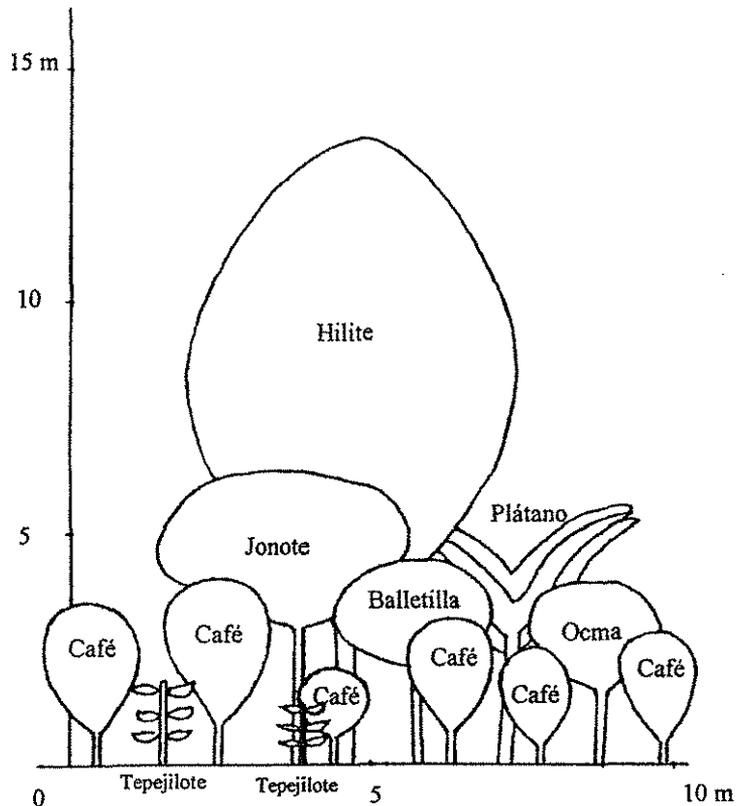


Figura 4. Perfil vertical de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con hilite (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow), Jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.), balletilla (*Hamelia patens* Jacq.), plátano (*Musa acuminata* Colla x *Musa balbisiana* Colla), ocma (*Vernonia patens* HBK.) y tepejilote (*Chamaedorea oblongata* Mart.).

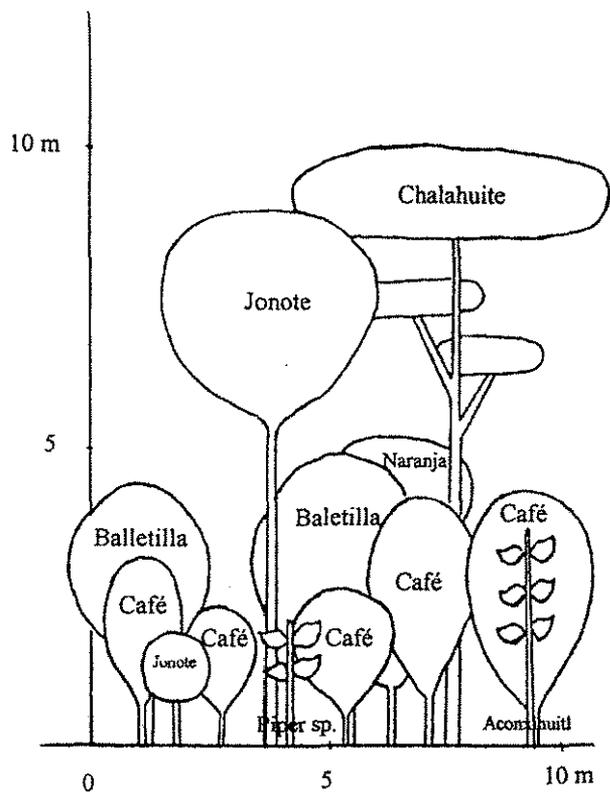


Figura 5. Perfil vertical de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con chalahuite (*Inga latibracteata* Harms.), jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.), balletilla (*Hamelia patens* Jacq.), naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), aconxihuitl (*Montanoa tomentosa* Cerv.) y *Piper* sp.

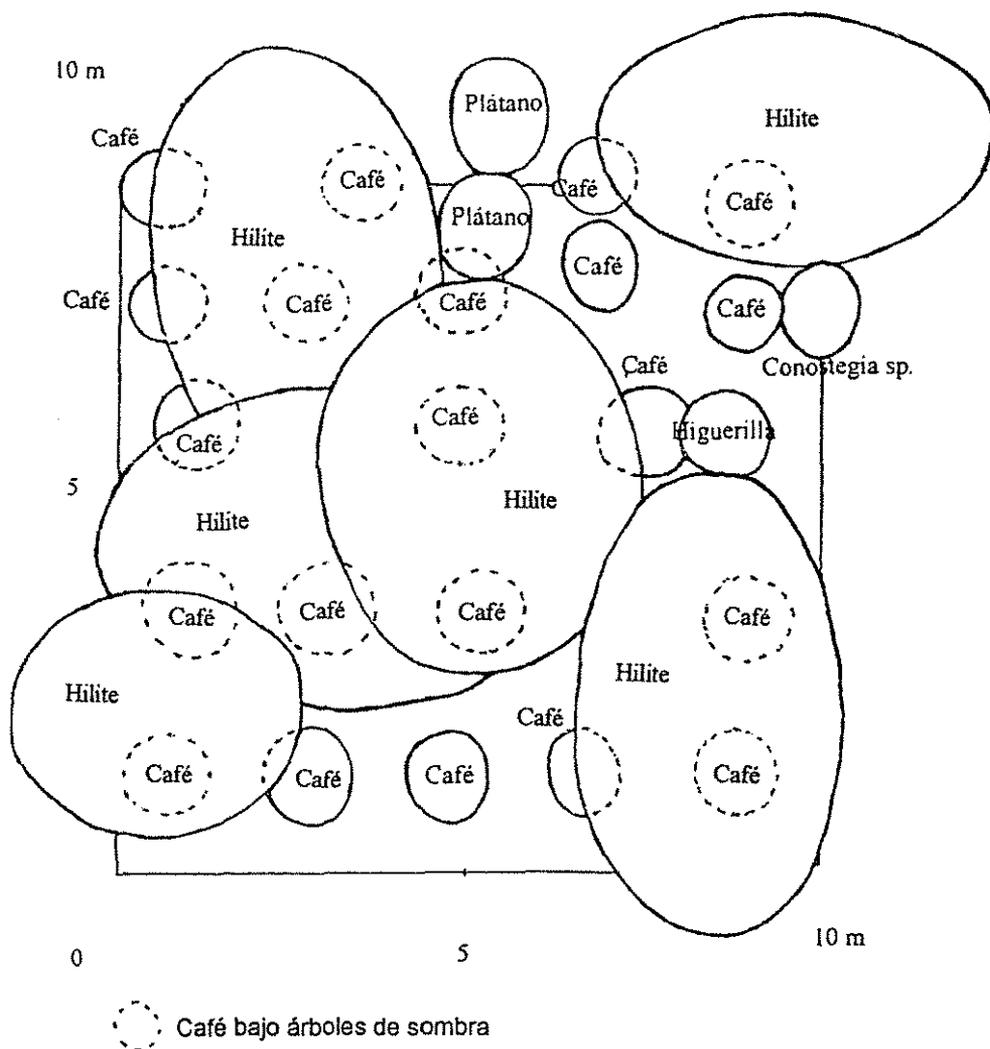


Figura 6. Distribución de la sombra de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con hilite (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow), plátano (*Musa acuminata* Colla x *Musa balbisiana* Colla), higuierilla (*Ricinus communis* L.) y *Conostegia* sp.

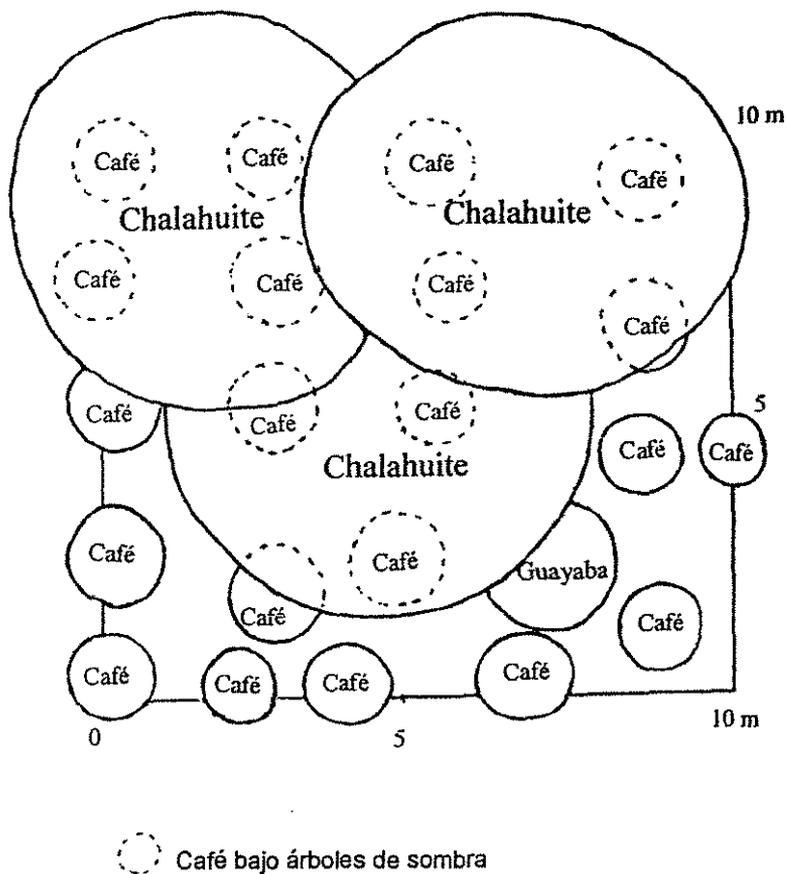


Figura 7. Distribución de la sombra de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con chalahuite (*Inga latibracteata* Harms.) y guayaba (*Psidium guajava* L.).

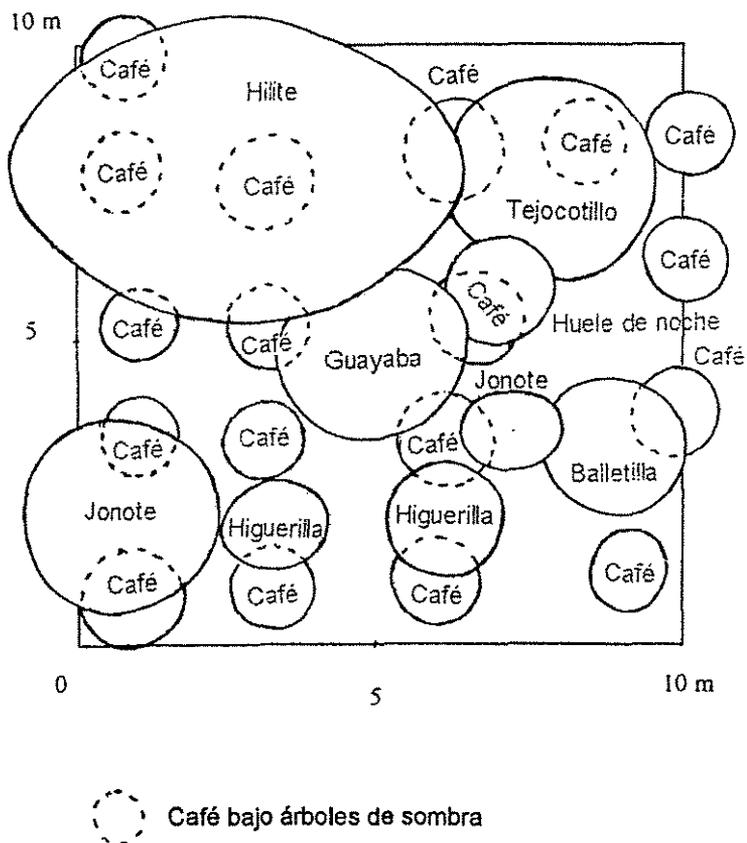


Figura 8. Distribución de la sombra de un cafetal (subcuadrante de 10 x 10 m) con hilite (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow), higuequilla (*Ricinus communis* L.), jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.), balletilla (*Hamelia patens* Jacq.), guayaba (*Psidium guajava* L.), huele de noche (*Cestrum nocturnum* L.) y Tejocotillo.

6. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales.

6. 1. Marco General.

La Figura 9, nos presenta el histograma de frecuencias relativas por clases de las especies que conforman los sistemas de sombra de 20 cafetales.

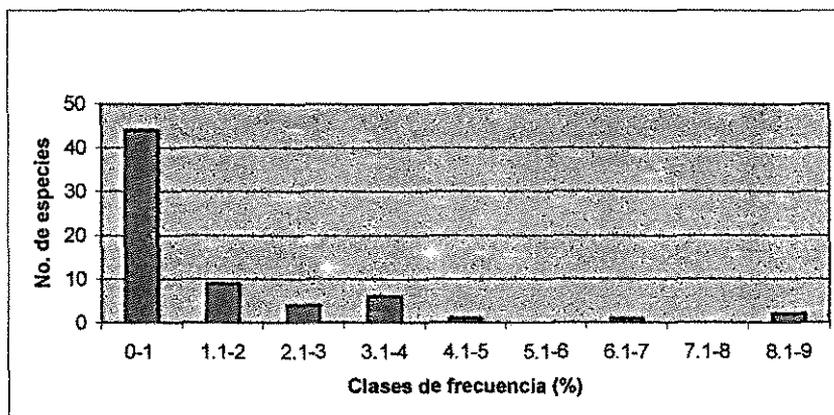


Figura 9. Número de especies por clases de frecuencias relativas.

De 63 especies que presentan una frecuencia menor o igual a 4, hay 44 en la clase correspondiente a valores entre 0-1, lo cual significa que sólo están presentes en uno o dos cafetales. Las especies con frecuencias igual o mayores a 5 son escasas, con el hilite en la clase de 4.1 a 5, la balletilla en la de 6.1-7 y el chalahuite y el jonote en la clase de 8.1-9 siendo las que aparecen más comúnmente en los cafetales (ver Anexo 1).

En un primer momento se realizó un análisis para caracterizar cuantitativamente la estructura general de 20 parcelas y conocer el **Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)** de cada una de las especies arbóreas y arbustivas que incluyen.

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

La Tabla 5 muestra al conjunto de 67 especies (48 arbóreas; 17 arbustivas y 2 herbáceas) que forman parte de los sistemas de sombreado de los cafetales y su procedencia. Cabe indicar que aparecen algunas no señaladas o no consideradas en las encuestas por los campesinos como las mejores o ideales, pero están presentes en los cafetales y por su forma de vida, arquitectura y tamaño ejercen influencia al sobreponer sus hojas, ramas y troncos sobre o entre los cafetos y otros árboles o arbustos.

Desde el marco de referencia general que nos proporciona la Tabla 5, identificamos catorce especies con un I.V.I. mayor de 5. De este grupo siete son árboles, donde el chalahuite blanco es el dominante, seguido del jonote, hilite blanco, cuerillo, mal hombre, naranjo y ocma. Seis son arbustos, cuyo orden de importancia fue *Piper* sp., balletilla, aconxihuitl, higerilla, tepejilote e iztahuate. El plátano, que es una hierba gigante tuvo un valor de importancia mayor que cualquiera de los arbustos. También es notorio que el plátano, *Piper* sp., balletilla, aconxihuitl e higerilla presentaron I.V.I.s más altos que árboles como el mal hombre, naranja y ocma.

En esta perspectiva global, la combinación de los parámetros considerados resultó en distintos **Índices de Valor de Importancia**, obteniendo la importancia relativa de cada una de las especies de sombra utilizadas en la comunidad. El chalahuite blanco es con mucho la especie más dominante, según nuestros datos presenta la frecuencia y el valor de cobertura más altos y la segunda mayor abundancia. El jonote se presenta como la segunda especie dominante, su frecuencia es similar a la señalada en el caso anterior y tiene la abundancia más alta lo cual influyó en gran medida en los resultados obtenidos, su valor de cobertura es menor que los correspondientes al chalahuite y al hilite. Este último es el árbol que ocupa el tercer lugar en relevancia. Las demás especies presentan una importancia bastante menor.

Tabla 5. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) de 67 especies de sombra en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Pue. y su procedencia. Nota: Bosque Tropical Perennifolio: BTP; Bosque Mesófilo de Montaña: BMM; Vegetación Riparia: VR y Vegetación Secundaria: VS.

No.	Especie	I. V. I.	Procedencia	No.	Especie	I. V. I.	Procedencia
1	Chalahuite	49.6398	Cultivo	35	Maicillo	1.6300	VS y VR
2	Jonote	33.8766	VS	36	Plocho	1.5642	Cultivo
3	Hilité	31.3944	VS y BMM	37	Chamaque	1.5131	VS
4	Cuerillo	16.2061	VS	38	Paullinia sp.	1.3995	VS
5	Plátano	14.224	Cultivo	39	Garrochillo	1.348	VS
6	Balletilla	11.1344	VS	40	Trueno	1.2756	Cultivo
7	Piper sp.	12.0214	VS	41	Hormiguillo	1.2123	VS
8	Aconihuitl	9.6532	VS	42	Carboncillo	1.1795	BT P
9	Naranja	7.7237	Cultivo	43	Jacaranda	1.1398	Cultivo
10	Higuera	8.6165	Cultivo	44	Lima	0.9856	Cultivo
11	Mal hombre	8.4513	VS	45	Aguacatillo	0.9182	BTP
12	Tepejilote	6.7670	BTP	46	Cojón de gato	0.8631	VS
13	Ocma	5.7393	VS	47	Acuilcohuitl	0.8221	VS
14	Iztahuate	5.2580	VS	48	Cacasaca	0.8139	VS
15	Conostegia sp.	4.4961	VS	49	Texocotl	0.7415	VS
16	Huele de noche	3.9807	VS	50	Cacahuatillo	0.6753	BTP
17	Sangre de grado	3.8262	VS	51	Durazno	0.6795	Cultivo
18	Mango	2.9737	Cultivo	52	Canela	0.6712	Cultivo
19	Cuahuexot chico	2.8146	VS	53	Chirimoya	0.6692	Cultivo
20	Guayaba	2.7586	Cultivo	54	Tejocotillo	0.6542	VS
21	Amate	2.6513	BTP	55	Floripondio	0.6223	Cultivo
22	Nogal cimarrón	2.5430	Cultivo	56	Papaya	0.6223	Cultivo
23	Tinajillo	2.5347	VS	57	Tabaquillo	0.6296	VS
24	Toctocuahuitl	2.4289	VS	58	Nispero	0.6246	Cultivo
25	Zapote negro	2.2259	VR	59	Dendropanax arboreus	0.6169	VS
26	Senecio grandifolius	2.1622	VS	60	Gordolobo	0.6141	VS
27	Capulín	2.1441	VS	61	Mandarina	0.6141	Cultivo
28	Aguacate	2.0830	Cultivo	62	Pomarosa	0.6032	Cultivo
29	Tempi	2.0199	VS	63	Picramnia antidesma	0.6032	VS
30	Bienvenido	1.9780	BTP	64	Caoba	0.6023	BTP
31	Chaca	1.9143	VS	65	Psychotria sp.	0.6019	VS
32	Tepejonote	1.7536	VS	66	Jobo	0.6010	VS
33	Limón	1.6587	Cultivo	67	Zapoteca tetragona	0.6002	VS
34	Oreopanax aff. capit.	1.6353	VS y VR	67	Total	300.00	-----

6. 2. Análisis cuantitativo a nivel de cafetal: el estrato arbóreo.

Para el análisis cuantitativo de la estructura a nivel de cada uno de los cafetales y su comparación, la investigación se centró en el estrato arbóreo por ser el que con mayor grado y constancia influye en las condiciones de luminosidad, temperatura y humedad dentro de los sitios y en el que se encuentra la especie de mayor interés para nuestro estudio. En este nivel, además de los parámetros ya indicados para el marco general de las especies de sombra, se incluyeron valores relativos de área basal en relación a la dominancia (ver Anexo 2). La Tabla 6 nos indica los **Índices de Valor de Importancia** resultantes por cafetal y la suma total para cada una de las 7 especies arbóreas más comunes en los sistemas de sombreado de 20 parcelas.

Tabla 6. Índices de Valor de Importancia por cafetal y totales para las 7 especies arbóreas de sombra más comunes en la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.

Localidad (cafetal)	Chalahuíte	Hilite	Jonote	Cuerillo	Naranja	Mal hombre	Ocma
Macpalapa	267.5654	25.8157	24.1870		63.8717	18.5602	
Tenamicoyan		310.0285			89.9715		
Cuetzinapan	244.3553		109.3091	31.8857		14.4500	
Tepetitán	55.5410	193.5839	103.3944	29.5744	17.9063		
Tepehican	261.4811		72.1939	28.2264		38.0987	
Texcalapa	27.8644		146.3562	225.7794			
Pocapan	121.6880	174.0670	10.8505				93.3946
Tecorrallcan		293.1033			106.8967		
Tepexitán	177.3814		101.6521			85.3799	35.5866
Las Higuierillas	369.9973		30.0027				
Talxococtoc	24.4725		209.7108	138.3722	27.4445		
Acatamaniz	36.0237	301.3335	62.8428				
Aconco	102.5538	133.8134	94.6309				69.0019
Laxtamani	110.7244		233.4634		41.7322	14.0800	
Texaxacach	236.3715	18.0204	74.0907		29.9302	41.5872	
Ixcalco	67.8510	298.3319	33.8171				
Atexayaca	54.3490		30.6347	286.6895			28.3269
Tzatzapota	15.9570		141.2612	83.0170		143.4043	16.3605
Celoztoc		373.3151	26.6849				
Palenque	256.6121			143.3879			
I. V. I. Total	2430.7888	2121.4126	1504.8823	966.9325	377.7532	355.5601	242.6705

Contrastando los resultados obtenidos en las Tablas 5 y 6, se notan algunos cambios; la inclusión del área basal como un parámetro más en el estudio cuantitativo de las plantaciones locales modificó los I.V.I.s de cuatro especies (hilite blanco, jonote, mal hombre y naranjo) del estrato arbóreo en relación al marco general.

Tomando como referencia a los cafetales individuales, los resultados demostraron que el chalahuite blanco se mantuvo como la especie más relevante dentro de los sistemas de sombreado, seguidos en importancia por el hilite, jonote, cuerillo, naranjo, mal hombre y por último la ocma.

A continuación presentamos información ecológica y etnobotánica relativa a cada uno de los principales árboles de sombra dentro de las plantaciones.

6. 3. El Chalahuite blanco.

Los chalahuites son plantas que provienen de tierra caliente, se obtienen de viveros que los campesinos establecen en sus parcelas o en zonas aledañas a sus habitaciones, o de los que nacen de las semillas que caen y germinan en los cafetales. Los productores reconocen dos tipos: el blanco (*Inga latibracteata* Harms) y el rojo (*Inga punctata* Willd.), su diferenciación se hace por el color de la madera que presentan.

El blanco es el que emplean para el sombreado del café, es de copa ancha, sus hojas son anchas y de medianas a grandes, los árboles adultos producen un gran follaje en forma de sombrilla distribuido a diferentes niveles del suelo, alcanzan hasta 15 metros de altura. El chalahuite rojo también es de copa extendida, su hoja es más pequeña y menos ancha, se encuentran en baja abundancia en los huertos familiares y huertos cafetales.

De acuerdo a los modelos arquitectónicos para árboles que Hallé *et al.* (1978) consideran, el chalahuite blanco muestra las características descritas por Troll, donde

todos los ejes son plagiotrópicos siendo la arquitectura constituida por superposición; a los ejes principales contribuyen en parte el tronco y en parte las ramas, quedando erecta la parte proximal más frecuente y secundariamente después de la caída de las hojas.

Su distribución fue amplia, ya que se encontró un total de 92 individuos en 17 sitios (85 % de la muestra), tanto de la zona templada (14) como del área semicálida (3); 8 son fronteros (F) y 9 no fronteros (NF). Dominó en 7: Macpalapa, Cuetzinapan, Tepehican, Tepexititan, Las Higuerillas, Texaxacat y Palenque, todos localizados en la parte alta de Xochitlán. Su I.V.I. máximo: 369.9973 se dio en Las Higuerillas y el mínimo: 15.9570 en Tzatzapota. Abarcó la amplitud del gradiente altitudinal de 720 a 1300 msnm. Sin embargo, sus I.V.I.s más altos (exceptuando Texcalapa) se registraron en las parcelas establecidas entre los 800 y 1000 msnm donde se da la transición entre los climas semicálido y templado; abajo y arriba de estas cotas altitudinales los I.V.I.s fueron bajos. Los porcentajes de pendientes de estos terrenos estuvieron entre el 5-80%, con valores entre 5-65% donde la importancia de esta especie fue mayor. No se halla asociado estrechamente a una orientación particular de los cafetales.

En la muestra, su densidad varió de 20 a 460 individuos/ha con un promedio de 108. Los tipos de suelo en que se desarrollan incluyeron toda la gama reconocida para la comunidad: polvilla, barrial, fuerte, pedregoso, rojo, gravilla, negro y arenoso. Es una de las especie más comunes y dominantes, es la más importante según la mayoría de los campesinos entrevistados porque:

la hojarasca que produce aporta una gran cantidad de abono de muy buena calidad enriqueciendo la fertilidad del terreno de cultivo; la raíz es fresca, mantiene la humedad del suelo lo que mejora las condiciones para el crecimiento de los cafetos; son árboles que crecen altos y de hoja grande por lo que proporcionan la mejor sombra al café: "dan sombra gruesa". Sus ramas se extienden en varios niveles de altura y tienen mucho follaje, lo cual les permite cubrir más terreno; su fruto es comestible; se obtiene

leña y aunque al arder no deja braza, se considera de mejor calidad que la del hilite, no es muy difícil partir los troncos con ayuda de una hacha. La hojarasca forma un colchón que protege al suelo de la erosión e impide el establecimiento de malezas y sus hojas se descomponen rápidamente.

También se tienen algunas limitantes, pues las especies de chalahuites son atacados por algunas plagas; en su follaje se produce una especie de "polvillo", que al caer sobre una planta de café hace que esta se "envarijone": el cafeto produce puras varas y nada de hojas, flor y fruto. Las plantas parásitas conocidas como "injertos" (*Phoradendron nervosum* Oliver y *Struthanthus densiflorus* (Benth.) Standl.), que se establecen en sus ramas (a veces de manera abundante) en ocasiones llegan a caer sobre plantas de café, donde se pueden fijar causándoles daños graves y aún la muerte.

Un gusano negro conocido como "rosquilla" o "xolcueta" ataca las hojas de los chalahuites causando su defoliación total. Hace dos años la entonces SAGAR proporcionó insecticida para acabar con esta plaga; en opinión de los campesinos su efecto no es grave, ya que los árboles no mueren, vuelven a retoñar y continúan aportando la sombra necesaria al café.

A pesar de ser muy estimado como sombra del café, el chalahuite es un árbol delicado "chiquión" y de crecimiento lento, además para que crezca adecuadamente hay que abonarlo. Los individuos pueden crecer entre 10 y 15 m de altura (dependiendo de la especie), pero tardan de 5 a 8 años en alcanzar la primera talla dependiendo del cuidado que se les dé.

El chalahuite tira su follaje en junio, se queda "pelón" y no da tanta sombra en este periodo, lo que no es crítico porque coincide con los cielos nublados y las precipitaciones del temporal, disminuyendo la intensidad y efecto negativo de la radiación solar en la tasa fotosintética del café. Esta situación posibilita una buena ventilación que evita humedad excesiva. Sin embargo en meses posteriores después

de desarrollarias, cuando llueve sus hojas acumulan agua y producen goteras grandes que pueden erosionar el suelo.

6. 4. El hilite blanco.

Los hilites son plantas provenientes de tierra fría, abundan en acahuales, orillas de La Carretera Interserrana y caminos de terracería, sitios donde hubo deslaves o derrumbes, potreros y cafetales; también se hallan en manchones de bosque mesófilo de montaña y de vegetación riparia. En la localidad los campesinos reconocen dos variantes: el blanco (*Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow) y el rojo (*Alnus jorullensis* HBK. subsp. *jorullensis*); cada tipo se puede identificar de acuerdo al tamaño y tonalidades de los colores de las hojas, ya que las del blanco son más anchas y blanquecinas y las del rojo son más rojizas. Sin embargo, también hay informantes que señalaron que las hojas son iguales en sus características para los dos tipos y la diferencia, desde su perspectiva está en los rasgos de la madera.

El hilite blanco es el que utilizan para el sombreado de los cafetos, pues proyecta buena sombra a pesar de tener una copa angosta, piramidal y abierta. Su tronco es más “liso” que el rojo, tiene menos “cuencas” o “nudos” de tal forma que al partir (rajar) su madera con una hacha no representa mucho trabajo, “es fácil”, porque es suave y se parte derecho. En cambio el tronco del rojo crece “torcido”, tiene muchos “nudos” y “chipotes”, la madera no se puede “rajar” fácilmente; además, se ramifica más abajo y eso aumenta la dificultad para cortarlo. Éstas características son favorables para su manejo dentro del cafetal. Su madera se emplea en la construcción de viviendas y como combustible.

Alnus acuminata subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow presenta el plan de crecimiento descrito por Attims (Hallé *et al.*, 1978), donde la arquitectura está determinada por ejes con crecimiento continuo, diferenciado por un tronco monopodial y ramas equivalentes. La ramificación puede ser continua o difusa; la floración es siempre lateral y no afecta la construcción de las yemas.

En los 10 sitios (50 % de la muestra analizada), 5 fronteros y 5 no fronteros donde es notable la presencia del hilito se registraron un total de 58 individuos. Fue dominante en 8 parcelas de la parte alta: Tenamicoyan, Tepetitán, Pocapan, Tecorralican, Acataniz, Aconco, Ixcalco y Celoztoc, alcanzó el valor más alto en Celoztoc: 373.3151 y el más bajo en Texaxacat: 18.0204. Estos sistemas se ubican en un rango altitudinal que va de 880 a 1300 msnm correspondiendo a la zona alta de clima templado de Xochitlán, sus densidades van de 20 a 240 árboles/ha con un promedio de 116. En los cafetales donde existe esta especie la mayoría (8) presentó suelo barrial, además de los tipos polvilla, rojo, pedregoso, fuerte y negra, lo cual puede ser importante en su crecimiento y desarrollo. El porcentaje de pendiente de estos terrenos va del 5 al 80 %. Sus valores de I.V.I.s más altos se dieron entre los 1000-1300 msnm, aunque en Ixcalco que se ubica a 880 msnm su valor también fue alto.

En relación a la sobresaliente presencia del hilito blanco, los agricultores entrevistados señalaron de acuerdo a su punto de vista las razones por las que este árbol les es de gran utilidad:

proporciona buena sombra a los cafetos; la raíz es fresca, aporta humedad al suelo y por lo tanto a las plantas de café; tira muchas hojas de sus ramas y son un buen abono natural. Sus hojas se descomponen rápidamente; es una especie de crecimiento rápido, talla alta y tronco recto; se obtiene leña y carbón de buena calidad para el consumo familiar o para vender a otras familias de donde se obtienen ingresos económicos para las unidades domésticas. No crecen malezas por la sombra que proyecta, además su hojarasca cubre el suelo impidiendo su establecimiento; son plantas fáciles de conseguir en las partes altas o en los alrededores de Xochitlán, ya que sus semillas son dispersadas por el viento; es una especie fuerte y resistente a plagas. Sus hojas son pequeñas y no produce goteras grandes que erosionen al suelo en la época de lluvia, son como un sedazo que elimina este problema; su prendimiento o respuesta favorable al trasplante es rápido. Se puede mantener dentro del cafetal de 7 a 10 años antes de ser aprovechado como madera y leña; se obtiene madera para alfardas de techos de casas.

También indican que los hilites son árboles muy resistentes a calores, heladas, plagas y enfermedades, aspectos por los que también son estimados; sin embargo, los terrenos cálidos y pedregosos limitan su desarrollo. Su crecimiento es muy rápido, en un año pueden alcanzar hasta tres metros de altura y ser usados como sombra, casi no se podan ni necesitan ser abonados. Son de copa estrecha pudiendo alcanzar hasta 25 m de altura.

No son gravemente atacado por plagas que a su vez afecten el crecimiento de los cafetos, salvo los "injertos" (*Phoradendron nervosum* Oliver y *Struthanthus densiflorus* (Benth.) Standl.) que llegan a secar algunos individuos, pero esto sucede en baja escala por lo que no se considera una situación amenazadora o problemática.

Según algunos informantes de edad avanzada que fueron consultados, por lo menos desde 1940 en la comunidad se vienen ocupando los árboles de hilite como sombra del café. Es un árbol silvestre que el productor conscientemente incluye, fomenta y protege en su parcela porque solventa varias de sus necesidades y expectativas agrícolas, materiales y le da la posibilidad de ganar dinero mediante la venta de madera y leña.

Durante el tiempo en que se realizó la investigación se hicieron algunas observaciones sobre la fenología de los árboles de hilite aunadas a la información que nos proporcionaron los campesinos.

En el periodo de mayo a junio las semillas en los frutos están bien secas, en junio las "tiran" y son dispersadas por el viento (aunque es posible encontrarlas todo el año), durante este mismo mes empiezan a aparecer las plántulas. Semillas y plántulas se desarrollan muy bien en áreas derrumbadas por el efecto de fuertes lluvias. Es excelente para colonizar suelos sueltos como los que quedan luego de un derrumbe o la construcción de una carretera (Vázquez -Yanes *et al.*, 1999; Russo, 1994).

Durante el mes de septiembre en los árboles de hilite las inflorescencias han comenzado su desarrollo y están tiernas, presentan un color verde claro. En los individuos también se nota la presencia de frutos más grandes y anchos y sus hojas ya no se ven tan verdes, más bien se ven grisáceas. El hilite puede comportarse como perennifolio, deciduo o semideciduo (Vázquez -Yanes *et al.*, 1999; Russo, 1994), en Xochitlán se comporta como un árbol semideciduo. Tira sus hojas parcialmente durante los meses de octubre a enero, por lo que mantiene follaje a lo largo del año. En los meses de abril-mayo los individuos retoñan después de estar con pocas hojas "delgadas de hojas" y aumenta la cantidad de follaje al avanzar en su desarrollo. Tarda unos cinco años en crecer a una altura de 10-15 m., todo depende del cuidado que se le proporcione, debe protegerse en las etapas de plántula y juvenil del ataque de las hormigas arrieras.

6. 5. El jonote.

Es una especie de gran relevancia en la comunidad, abunda en zonas perturbadas de selvas altas o medianas perennifolias o subperennifolias (Pennington y Sarukhán, 1968) y cafetales. Presenta características acordes al modelo de Roux (Hallé *et al.*, 1978), donde la arquitectura es determinada por un tronco ortotrópico monopodial el cual señala crecimiento continuo. Las ramas son plagiotrópicas, la floración es variable pero principalmente lateral sobre las ramas, lo cual no influye en la arquitectura.

Tiene una amplia distribución, se registraron 116 individuos en 17 cafetales (85 % de la muestra) localizados en la zona baja (3) y en la parte alta (14), 8 son fronteros y 9 no fronteros. Por tal razón se le puede encontrar a lo largo del gradiente altitudinal estudiado de 720 a 1300 msnm. Sobresalió en 2 parcelas: Talxococtoc en la zona templada y Laxtamani en la parte semicálida. Su máximo estuvo en Laxtamani: 233.4634 y el mínimo en Pocapan: 10.8505. Los agroecosistemas en que crece se asocian a todos los tipos de suelos encontrados para la comunidad: polvilla, barrial, fuerte, pedregoso, rojo, gravilla, negro y arenoso, comparte estas condiciones con los

árboles de chalahuite. El porcentaje de pendiente de los sitios en que se registró fue de 5 a 80 %. Sus densidades de población son de 20 a 840 individuos/ha con un promedio de 136. Sus mayores I.V.I.s se localizaron tanto en la zona baja como en la zona alta.

El jonote, es muy utilizado como sustituto para el sombreado del café cuando por alguna razón escasean los chalahuites o los hilites considerados como los mejores árboles de sombra dentro de la estructura del cafetal. Los campesinos señalaron los siguientes puntos en relación al sombreado y la utilidad que proporciona esta especie:

por ser de hoja ancha genera de regular a buena sombra, aporta bastante hojarasca al suelo, sin embargo el abono que libera al descomponerse se considera de baja calidad; su hoja es grande y al caer a la tierra forma un colchón que evita el establecimiento de malezas. En su tronco se producen hongos comestibles; es un árbol que se puede aprovechar durante 10 años; su corteza sirve para amarres; se obtiene leña de aceptable calidad. Al abundar en la zona es fácil de obtener.

6. 6. El cuerillo.

Se encuentra en acahuales y cafetales con una abundancia regular, tiene amplia distribución en los trópicos y subtrópicos de América. Su presencia y distribución son menores comparadas con la especie anteriores, se reconocieron 38 individuos en 8 cafetales (40 % de la muestra) ubicados en la tierra cálida (2) y en terrenos templados (6), 3 son fronteros y 5 no fronteros, fue notorio en 2: Texcalapa en la zona templada y Atexayaca en la parte semicálida. Su mayor valor se dio en Atexayaca: 286. 6895 y el más escaso en Tepehican: 28.2264. Sus densidades van de 20 a 340 árboles/ha con 95 en promedio. Se le halla a lo largo del gradiente altitudinal de 720 a 1300 msnm, estableciéndose en todos los tipos de suelo existentes: polvilla, barrial, pedregoso, rojo, gravilla, negro y arenoso, excepto los del tipo fuerte. Los porcentajes de pendiente de los sitios en que se encontró van de 5 a 80 % expuestos directa e indirectamente al sol. Su mayor número de individuos se registra en las partes baja y media de la cañada del río Zempoala, aunque también es alta en un cafetal de la zona templada. Sus I.V.I.s

son mayores en las parcelas ubicadas entre los 790 – 850 msnm, aunque de los 1000 a 1070 msnm también presenta valores importantes.

En referencia a la utilidad que obtienen del cuerillo los agricultores señalaron que:

proporciona buen sombreado para el desarrollo de los cafetos; es de rápido crecimiento; se obtiene leña de buena calidad; aporta hojarasca al suelo; nace y crece sólo. Es fácil de conseguir ya que se desarrolla mucho; es buen sustituto para el sombreado del café cuando los árboles de hilito o chalahuites escasean.

6. 7. El mal hombre.

Crece en abundancia en acahuales, en cafetales su presencia es de regular a escasa. Se observaron 30 individuos en 7 parcelas (35 % de la muestra), en tierra cálida (2) y en terrenos templados (5), 3 son fronteras y 4 no fronteras, dominó en una de la zona semicálida: Tatzapota, correspondiendo a su I.V.I. más relevante: 143.4043 y fue mínimo en la Laxtamani: 14.0800. Sus densidades van de 20 a 220 árboles/ha con 85 en promedio. Se le encontró de 720 a 980 msnm., crece en suelos de los tipos: polvilla, barrial, pedregoso, gravilla, negro y arenoso. Las parcelas en que se ubicó tienen porcentajes de pendiente que van de 25 a 63 %. Sus I.V.I.s más altos se hallan en los sitio establecidos entre 720 a 950 msnm. El mayor número de individuos se halla en las partes baja y media de la cañada del río Zempoala.

En relación al mal hombre la gente entrevistada comentó que:

da regular sombra al café; aporta leña para el consumo de la familia; tiene uso medicinal.

6. 8. La naranja.

Se cultiva en pequeña escala, es común en huertos familiares y en cafetales, se presenta con una abundancia de regular a escasa. Registramos 28 individuos en 7 plantaciones (35 % de la muestra), de las zonas baja (1) y alta (6), 4 son fronteras y 3 no fronteras, en un rango altitudinal de los 800 a los 1300 msnm. No dominó en ninguna y tuvo valores máximo y mínimo en los lotes Tecorralican: 106.8967 y Tepetitan: 17.9063 respectivamente. Los suelos de estos sitios son de los tipos barrial y polvilla, con porcentajes de pendiente de 5 a 80 %. Sus I.V.I.s más altos se detectaron en las parcelas establecidas entre los 920 y 1050 msnm.

Sobre la naranja se obtuvieron las siguientes respuestas de los campesinos:

aunque su sombra no es muy buena, da fruta para el consumo familiar y se consigue algún ingreso en dinero mediante su venta en los mercados locales o regionales y también se obtiene leña.

6. 9. La ocma

Se le encuentra en densidades bajas en acahuales, manchones de bosque mesófilo de montaña que aún persisten en la comunidad y en cafetales. De los árboles seleccionados para el análisis a nivel de sitio es la especie que apareció con menos frecuencia. Como parte de la composición de los cafetales se identificaron 22 individuos en 5 parcelas (25 % de la muestra), 2 de la zona semicálida y 3 de la templada, 1 es frontero y 4 no fronteros. Sin sobresalir en ninguno, su valor máximo se dio en Pocapan: 93.3946 y el mínimo en Tzatzapota: 16.3605. Fue ubicado en un rango altitudinal de 720 a 1040 msnm. Sus mayores densidades se registraron en la parte alta del poblado, siendo de 20 a 260 individuos/ha con un promedio de 88, crece en todos los tipos de suelo: polvilla, barrial, fuerte, pedregoso, rojo, gravilla, negro y arenoso, con porcentajes de pendiente entre 15-70%. Sus I.V.I.s mayores se dan en los cafetales establecidos a alturas de 1020-1040 msnm.

Con respecto a la ocma fue señalado que:

su sombreado es de regular calidad y se obtiene leña para el consumo familiar.

6. 10. Valor de cobertura del estrato arbóreo.

Considerando a las especies arbóreas, en conjunto los 9 cafetales fronteros (45 % de nuestra muestra) sumaron un valor de cobertura total de: 5,729.9108 en comparación con las 11 (55%) parcelas no fronteras que alcanzaron un total de: 5,003.8691. Estos valores coinciden con el planteamiento de los agricultores en el sentido de que los primeros, al estar expuestos a más horas de luz durante el día, requieren una mayor cobertura para el buen desarrollo de los cafetos. El número de individuos, su altura, la forma de la copa, la extensión de las ramas, el espesor de la masa foliar, las podas realizadas por los agricultores y la distribución horizontal de los árboles pueden contribuir a esta situación.

En el caso del hilite y del chalahuite la distribución en el terreno puede ser en hileras o sin un orden aparente. Para las demás especies, el arreglo horizontal es sin un orden aparente.

7. Los principales árboles de sombra: hilite, chalahuite y jonote.

Por mucho, estas tres especies arbóreas son las más relevantes y estimadas por los cafecultores locales para proporcionar sombra a los cafetos, sobre todo las dos primeras a las que asignan una gran importancia. En la muestra se identificaron 7 cafetales, 4 no fronteros y 3 no fronteros, todos ubicados en la zona alta y templada de Xochitlán donde coincidió la presencia de éstos árboles dominantes: Macpalapa, Tepetitan, Pocapan, Acatamaniz, Aconco, Texaxacat e Ixcalco, ver Tabla 7.

Tabla 7. Especies de sombra dominantes y cafetales en que coincidió su presencia.

Localidad (Cafetal)	Chalahuíte	Hilite	Jonote	Dominancia
Macpalapa (NF)	267.5654	25.8157	24.1870	Ch
Tenamicoyan		310.0285		
Cuetzinapan	244.3553		109.3091	
Tepetitán (F)	55.5410	193.5839	103.3944	H
Tepehican	261.4811		72.1939	
Texcalapa	27.8644		146.3562	
Pocapan (NF)	121.6880	174.0670	10.8505	H
Tecorralkan		293.1033		
Tepexitán	177.3814		101.6521	
Las Higuierillas	369.9973		30.0027	
Talxococtoc	24.4725		209.7108	
Acatamaniz (F)	36.0237	301.3335	62.6428	H
Aconco (F)	102.5538	133.8134	94.6309	H
Laxtamani	110.7244		233.4634	
Texaxacat (F)	236.3715	18.0204	74.0907	Ch
Ixcusco (NF)	67.8510	298.3319	33.8171	H
Atexayaca	54.3490		30.6347	
Tzatzapota	15.9570		141.2612	
Celoztoc		373.3151	26.6849	
Palenque	256.6121			
I. V. I. Total	2430.7888	2121.4126	1504.8823	7

Los árboles de chalahuite dominaron en dos: Macpalapa y Texaxacat, en estos casos encontramos que la frecuencia, abundancia y dominancia (cobertura y área basal) relativas más altas correspondieron a los chalahuites, en comparación con jonote y el hilite (ver Anexo 2).

Los hilites dominaron en cinco cafetales; en cuatro de ellos: Tepetitán, Pocapan, Acatamaniz e Ixcusco los valores relativos de frecuencia, abundancia y dominancia (cobertura y área basal) fueron más altos para el hilite en comparación con el jonote y el chalahuite (ver Anexo 2). En la parcela Aconco, los valores relativos de abundancia y dominancia en relación a la cobertura son más altos en el jonote y el chalahuite respectivamente, sin embargo la dominancia en relación al área basal es mayor para el hilite, lo cual posibilita que el I.V.I. más grande se cargue a su favor. El jonote no dominó en ninguna de éstas parcelas.

7.1. Comparación del hilite en relación a los chalahuites dentro del sistema de sombreado de los cafetales.

Existen diversas percepciones en relación a la eficiencia de cada especie empleada para producir sombra y a los beneficios que aportan a las parcelas. De la muestra estudiada, el 60% de los cafecultores entrevistados (12) mencionó que los chalahuites son los mejores árboles de sombra. Un 40% de los productores (8) consideró a los hilites como los árboles más adecuados para dicha función.

7. 2. Manejo del hilite.

Hay dos formas de apropiarse y utilizar este recurso: una es aprovechar los árboles que se encuentran en zonas de bosque mesófilo perturbadas y que se dejan al establecer un cafetal y la otra más comúnmente es coleccionar y transplantar los arbolitos a los terrenos donde se cultiva o se va a cultivar café. También se pueden aprovechar las plantas que crecen en los cafetales después de que sus semillas caen al suelo y germinan, lo que sucede en grado mínimo.

De acuerdo con Russo (1994) y Vázquez-Yáñez *et al.* (1999), la forma más común de propagación del hilite es por medio de sus semillas mediante semilleros y posteriormente viveros. Sin embargo, según la experiencia local, es difícil hacerlas germinar, no han podido lograr resultados satisfactorios. Algunos individuos se obtienen de los que nacen en los cafetales, pero son muy pocos, porque a decir de los campesinos "en Xochitlán hay terrenos templados y calientes y el hilite es una planta de tierra fría, la semilla nace bien en tierra fría, aquí no se da bien". Dado su comportamiento como especie pionera, los cafetales como sistemas agroforestales probablemente no presenten las condiciones ecológicas (de áreas abiertas y perturbadas) para la germinación natural de las semillas, el establecimiento de las plántulas y su desarrollo.

Hay personas que se dedican a buscar y coleccionar (arrancar) hilites y a ellos se les pide "por encargo" cuando alguien tiene pensado incluirlos en su cafetal para el sombreado, actualmente se pagan \$ 50.00 a \$ 60.00 por un ciento o "rollo" de arbolitos, los que son obtenidos de terrenos ubicados a mayores alturas que Xochitlán. Los individuos se pueden conseguir en zonas de derrumbes provocados por las fuertes lluvias que se presentan durante el temporal, sitios en los que prosperan muy bien; en potreros establecidos a la orilla de la Carretera Interserrana, en el tramo que va de Xochitlán a Nauzontla, sobre todo en el sitio conocido como Tepetzinco. Otras localidades de donde también obtienen hilites son: Zoateopan, Los Gavilanes, La Cumbre, Huahuaxtia y Talcozaman encontrándose en potreros, acahuales o manchones de bosque mesófilo de montaña; las plantas deben traerse con tierra en la raíz (pilón) para asegurar su sobrevivencia y un prendimiento efectivo, "así no fallan". Estas plantas son fáciles de adquirir en estas áreas de la Sierra Norte de Puebla.

Para el trasplante al cafetal, el arbolito de hilite debe tener la raíz derecha, la planta tiene una sola raíz que se va hacia abajo de manera vertical, conforme crece se va extendiendo. La práctica se realiza de junio a septiembre periodo en que se aprovechan las lluvias, aunque también "pegan" en diciembre aprovechando las lloviznas traídas por los "nortes" que entran a la región. Los individuos a transplantar deben tener una talla de 30 a 70 cm (hasta de 1 m de altura pueden llegar a prender); sin embargo, cuando un arbolito es más grande, un metro de altura o más, al sacarlo es muy probable que la raíz se reviente, al dañarse esta estructura tarda mucho en prender y crecer.

Con la ayuda de una pala, se hace una cepa de 20 cm de lado por 20 cm de profundidad o de 25 cm de lado por 25 cm de profundidad dependiendo del tamaño del arbolito y su raíz. Para protegerlos de ataques de las hormigas arrieras durante el mes de mayo se aplica cal al pie del árbol, estos insectos defolían tanto individuos grandes como pequeños.

En Xochitlán, en un terreno a cultivar y en el que no existan especies de sombra, antes de sembrar el café primero se deben meter los hilites, para que cuando se incorpore el café, ya exista un cierto nivel de sombra o ésta se haya establecido definitivamente. Hasta el momento se han encontrado dos estrategias de distribución de los árboles dentro del terreno, según la visión del campesino y sus intereses:

a) Dentro del cafetal los árboles de hilito están distribuidos sin una distancia ni un orden determinado en hileras. Dependiendo de qué tan cerrada o abierta esté o se quiera tener la sombra, sí los individuos se encuentran muy juntos y hay un sombreado excesivo que afecta negativamente al café (baja intensidad de luz y exceso de humedad), entonces los hilites se “desraman” (podan) o se “entresacan” (se quita al individuo completo). Aunque en realidad se podan poco, ya que presentan autopoda (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Russo, 1994); las ramas y troncos obtenidos por estos medios se aprovechan como leña sobre todo si los árboles son grandes; las prácticas se hacen con machete o hacha. Se consideran mejores para sombra cuando no han crecido mucho.

Sí por el contrario, los árboles están muy separados, la cubierta es rala y la radiación solar excesiva puede dañar a los cafetos, se meten algunos individuos donde se piensa que hacen falta.

b) Los hilites se pueden sembrar en hileras con distancias de 5 a 10 m entre una y otra, al interior de éstas los individuos también se arreglan con distancias similares. Al ser de copa estrecha (piramidal), una medida que toman los campesinos para sombrear más terreno y cubrir más cafetos es plantar los árboles lo más cerca posible (5 m). Al crecer, sí la sombra es demasiada o hace falta, se procede como en el caso anterior.

En algunos potreros de “zacate estrella” (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilger) se tiene la presencia de hilites distribuidos de forma irregular en manchones; se pueden combinar las dos especies. Los árboles dan sombra al ganado y el zacate crece bien si ésta no es excesiva. El crecimiento del pasto indirectamente se ve favorecido

por la fijación de nitrógeno que hacen los nódulos (de la actinobacteria *Frankia alni* (Woronin) Von Tubeuf) que se forman en la raíz del hilito y además se obtiene madera y leña de calidad aceptable (Vázquez -Yanes *et al.*, 1999; Russo, 1994).

8. Sistemas de sombreado: Estructura por clases diamétricas de las especies arbóreas.

Las especies arbóreas por su número, distribución, talla, cobertura y biomasa son las que en mayor grado y constancia modifican la temperatura, humedad y entrada de luz al interior de los cafetales (Sarukhán 1969; Beer *et al.*, 1998; Muschler, 2000). Se encontraron 486 individuos de 48 especies en 20 cafetales (1 ha total de terreno). Su altura fluctuó de 1 a 20 m y los diámetros a la altura del pecho (dap) variaron de 1 a 153 cm. La Figura 10 señala la distribución diamétrica en cm de los árboles encontrados como sombra, organizada en 9 clases (Soto-Pinto, 2000).

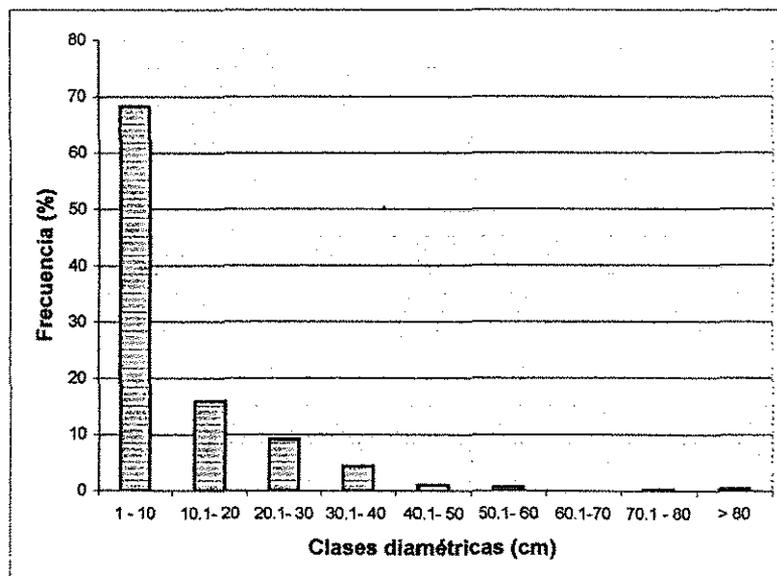


Figura 10. Distribución diamétrica para árboles de sombra en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

La gran mayoría de ellos, representada por un 68.31% (332 individuos) se hallan en el rango de 1-10 cm de dap y un 31.69 % (154 árboles) presentaron un dap > 10 cm. En éste segundo grupo el arreglo dentro de las clases quedó como a continuación se describe: en 10.1 a 20 cm se ubicó un 16.04 % (78); 20.1 a 30 cm: 9.05 % (44); 30.1 a 40 cm: 4.32 % (21); 40.1 a 50 cm: 1.02 % (5); 50.1 a 60 cm: .61 % (3); 60.1 a 70: 0 % (0); 70.1 a 80: .20 % (1) y finalmente sólo 2 individuos: 0.41 % alcanzaron una medida > 80 cm (ver Anexo 3).

Considerando los árboles de mayor interés para el estudio, los hilites contribuyen de manera importante a los diámetros que van de 10 a 60 cm y los chalahuites lo hacen en el rango de 10 a 50 cm de dap. Los jonotes son significativos en el rango de 10 a 40 cm. A nivel de parcela, el cafetal Laxtamani presentó 43 individuos en la clase de 1-10 cm de dap (5 chalahuites; 7 naranjos; 30 jonotes y 1 mal hombre). Texcalapa registró 38 árboles en dicha clase (3 chalahuites; 21 jonotes y 14 cuerillos) y en Cuetzinapan encontramos 22 individuos (20 chalahuites; 1 mal hombre y 1 jonote).

El sitio Tecorrallcan incluye el mayor número de hilites (4) con diámetros de 30.1 a 40 cm, siguiéndole Acatamaniz con tres hilites; esta clase contiene 9 chalahuites, 11 hilites, 1 jonote y 3 cuerillos. Dentro de cuatro parcelas se observó un árbol ubicado en la clase de 40.1 a 50 cm de dap: Texaxacat, 1 chalahuite; Tepetitan, 1 hilite; Tecorrallcan, 1 hilite y Acatamaniz, 1 hilite. En el rango de 50.1 a 60 cm no se encontró ningún chalahuite, de hilite se encontraron 2 ejemplares, uno en Tecorrallcan y otro en Acatamaniz.

La Tabla 8 señala la distribución diamétrica para el hilite y el chalahuite en relación a los cafetales en que se registraron (10 y 17 respectivamente) de los 20 que fueron muestreados. Aquí, cabe señalar que un chalahuite con un dap menor de 1 cm se dejó fuera de ésta distribución, por lo que su número es de 91 individuos en comparación con los 92 totales encontrados en la muestra (ver Anexo No. 1).

Tabla 8. Distribución diamétrica (cm) para hilites y chalahuites en una muestra de 20 cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Hilite	1 – 10	10.1- 20	20.1- 30	30.1- 40	40.1- 50	50.1- 60
Macpalapa	1					
Tenamicoyan	3			2		
Tepetitán	1	1	4		1	
Pocapan	3	8	1			
Tecorralicán		1	5	4	1	1
Acatamaniz				3	1	1
Aconco				2		
Texaxacat		1				
Ixcálco		2	1			
Celoztoc	2	8				
Totales: 58	10	21	11	11	3	2

Chalahuite	1 – 10	10.1- 20	20.1- 30	30.1- 40	40.1- 50	50.1- 60
Macpalapa	1	1	2	2		
Cuetzinapan	20	2				
Tepetitán	1		1			
Tepéhicán	3			2		
Texcalapa	3					
Pocapan	4	2	1			
Tepexítitan		1	1			
Las Higuerrillas	2	2	4	2		
Talxocoztoc	1					
Acatamaniz		1				
Aconco		1	1			
Laxtamani	5	1	2			
Texaxacat	5	3	2	1	1	
Ixcálco	2					
Atexayaca	2					
Tzatzapota	1					
Palenque	1	1	1	2		
Totales: 91	51	15	15	9	1	

9. Diversidad de especies de sombra en los cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

La diversidad de los cafetales es de moderada a baja, las parcelas con menor variación presentan chalahuite y algún frutal como guayaba, naranja o plátano en bajas densidades. Sin embargo también hay parcelas con hilite que presentan pocas especies e individuos. La Tabla 9 señala el número de especies e individuos encontrados en nuestra muestra de 20 parcelas, ordenadas en relación a la altitud en que se ubican, también se indica su exposición al sol.

Tabla 9. Diversidad de especies en cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla. Se consideran 67 especies de sombra con un total de 895 individuos en 20 cafetales.

Localidad (Cafetal)	Altura (msnm)	Orientación	No. Spp.	No Individuos
Tepetitán	1300	F	12	31
Celoztoc	1100	NF	9	31
Acatamaniz	1100	F	6	14
Talxococtoc	1070	NF	5	14
Tecorrallcan	1050	NF	3	23
Pocapan	1040	NF	10	83
Aconco	1020	F	12	33
Palenque	1000	NF	4	13
Tenamicoyan	1000	F	8	19
Cuetzinapan	980	F	8	42
Texaxacat	950	F	10	42
Las Higuierillas	940	F	4	16
Macpalapa	920	NF	9	18
Tepexititan	890	NF	12	44
Ixcalco	880	NF	12	41
Tepehican	870	F	12	33
Texcalapa	850	NF	11	72
Laxtamani	800	F	11	88
Atexayaca	790	NF	16	50
Tzatzapota	720	NF	31	188

Son notorias las diferencias que se dan entre algunas parcelas en cuanto a la diversidad de plantas y su abundancia. Destaca Tzatzapota por el relativamente alto

número de especies (31) e individuos (188) de sombra que contiene, esto se debe a que dicho cafetal no ha sido atendido con regularidad desde hace diez años, lo que ha permitido el establecimiento de la vegetación secundaria y su desarrollo. Aquí la abundancia de cafetos fue muy baja (solamente 11 individuos en el cuadrante de 500 m²) y prácticamente han sido desplazados por el acahual. Atexayaca con 16 especies y 50 individuos y Laxtamani con 11 especies y 88 individuos también son notorios en estos aspectos, siendo cafetales que en los últimos cuatro años se han trabajado irregularmente debido a lo poco atractivo de los precios del café y donde igualmente se han establecido especies secundarias. Estos tres cafetales se localizan en la parte semicálida (720-800 msnm) de la comunidad donde las altas temperaturas y precipitación favorecen el crecimiento vegetal.

En el caso de Pocapan ubicado en la zona templada el número de especies (10) no es muy alto, pero si el número de árboles (83) lo que probablemente se deba a los intereses del campesino propietario y al manejo que viene aplicando.

De acuerdo a las respuestas vertidas por los campesinos, la orientación de los cafetales con respecto al sol es muy importante para la composición y estructura de los sistemas de sombreado. A un terreno "frontero" el sol le pega directamente desde que sale, la incidencia de radiación solar es más elevada y por lo tanto se requiere una mayor cobertura que proyecte la sombra adecuada para el crecimiento de los cafetos. En nuestra muestra detectamos 9 cafetales fronteros, pudiendo reconocer que el número de especies y su abundancia que conforman sus sistemas de sombreado puede ser de bajo a alto, donde es posible distinguir varias situaciones. El cafetal de Las Higuerrillas es el menos diverso con 4 especies de sombra y con una abundancia baja de 16 individuos, sin embargo el área muestreada presentó 6 árboles de chalahuite con valores de dap entre 20-40 cm siendo de los individuos más altos y grandes que encontramos para esta especie, los que proyectan un sombreado amplio y denso sobre los cafetos.

Otro cafetal frontero poco diverso es Acatamaniz, conteniendo 6 especies con 14 individuos, pero contando en el área estudiada con 5 árboles de hilite con valores de dap entre 30-60 cm, correspondiendo a los individuos más grandes que registramos de la especie, los que cubren una buena cantidad de terreno, aún teniendo una copa estrecha en comparación con la de los chalahuites.

Los cafetales fronteros más diversos son Tepetitan: 12 especies con 31 individuos), Tepehican: 12 especies con 33 individuos y Aconco: 12 especies con 33 individuos. Aunque Tepetitan contiene un hilite entre 40-50 cm de dap y Aconco dos hilites entre 30-40 cm de dap, de manera general estas tres parcelas presentan árboles con daps de 10 a 30 cm e incluyen un mayor número de individuos arbustivos. En el caso de un terreno frontero que necesita más sombra para disminuir la cantidad e intensidad de radiación solar que llega a las plantas de café se pueden tener pocos árboles medianos o grandes, o bien, más árboles pequeños a medianos y un mayor número de arbustos, de acuerdo a los niveles de sombra que requieren los cafetos para su buen desarrollo según la perspectiva de los agricultores.

9. 1. Índice de diversidad.

Una forma de medir la biodiversidad es con los modelos de alfa, beta y gama; la diversidad "alfa" es el número de especies dentro de un área o comunidad (Kent y Coker, 1992) y para el caso estudiado, de un cafetal. Un gran número de índices han sido elaborados y empleados tratando de expresar la diversidad de una muestra o un cuadrante mediante un valor numérico. Utilizando el modelo de Shannon-Wiener que considera el número de especies (riqueza) y su abundancia relativa obtuvimos un valor de 3.2478 para la muestra de 20 cuadrantes. La tabla 10 señala los resultados obtenidos a nivel de cafetal individual.

Tabla 10. Índice de diversidad Shannon-Wiener (H) para 20 cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.

Localidad (cafetal)	Altura (msnm)	Orientación	Índice de diversidad
Tepetitán	1300	F	2.1449
Celoztoc	1100	NF	1.7968
Acatamaniz	1100	F	1.6308
Talxococtoc	1070	NF	1.3317
Tecorrallcan	1050	NF	0.8379
Pocapan	1040	NF	1.8867
Aconco	1020	F	2.2650
Palenque	1000	NF	1.1190
Tenamicoyan	1000	F	1.8509
Cuetzinapan	980	F	1.4410
Texaxacat	950	F	1.9398
Las Higuierillas	940	F	0.9869
Macpalapa	920	NF	1.9269
Tepexitlán	890	NF	1.8805
Ixcálco	880	NF	1.8143
Tepehican	870	F	2.1031
Texcalapa	850	NF	1.9320
Laxtamani	800	F	1.7221
Atexayaca	790	NF	2.2624
Tzatzapota	720	NF	2.6080

El mayor Índice de Diversidad lo encontramos en Tzatzapota (2.6080) ubicado en la zona semicálida y en un terreno no fronterero, el valor mínimo pertenece a Tecorrallcan (0.8379) que es una plantación no frontera localizada en la parte alta. Según nuestros datos, los valores más pequeños se ubican en la zona alta aunque también podemos reconocer números altos en los sitios fronteros de Aconco y Tepetitán. Los datos sugieren que los cafetales de Xochitlán cuentan con una diversidad de baja a media en relación a las especies de sombra que forman parte de su composición florística.

b. Tratamiento estadístico.

1. Análisis de varianza (ANOVA).

Empleando el Programa Glim 4, se efectuó una ANOVA (análisis de varianza) donde se consideró al Índice de Diversidad como variable dependiente en relación a la influencia que sobre ella ejercen la altitud, exposición del cafetal con respecto al sol, manejo del cafetal (prácticas agrícolas realizadas) y el número de jornales invertidos (familiares y contratados). El modelo consistió en la identificación de los efectos de cada variable por sí sola e interaccionando en pares, tercias y entre las cuatro. Los resultados (ver Tabla 11) señalaron que la exposición al sol y la interacción altitud-exposición incidieron sobre el Índice de diversidad.

Tabla 11. Prueba de F.

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Exposición con respectoa al sol	1.050	1	1.050	7.384	0.013
Altitud.exposición	1.499	2	0.745	5.271	0.015
Error	2.275	16	0.142		
Total	3.777	19			

La R2 fue: 67.486.

2. Análisis de conglomerados.

La Figura 9 muestra el análisis de conglomerados en relación a la "Presencia de las 14 especies de sombra (7 arbóreas y 7 arbustivas) más importantes en los cafetales".

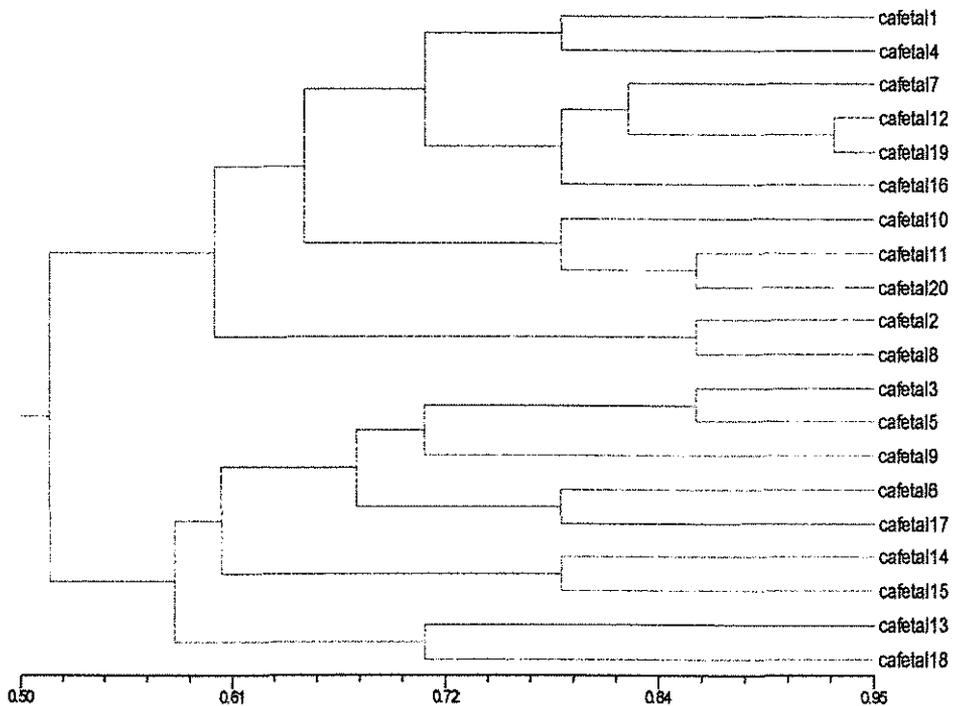


Figura 11. Análisis de conglomerados. Presencia de las 14 especies de sombra más importantes en cafetales ($r = .66$).

Se obtuvo una $r = .66$, el dendrograma señala una división inicial donde se pueden reconocer dos grandes bloques. El primero constituido por tres agrupaciones, en la mayor encontramos que las parcelas 1 Macpalapa, 4 Tepetitán, 7 Pocapan, 12 Acatamaniz y 16 Ixcálco comparten hilite blanco, chalahuite blanco, jonote e higuierilla;

mientras que la 19 Celoztoc presenta hilite blanco, jonote e higuierilla. Estas tres últimas especies son comunes a tales plantaciones.

Los lotes 10 Las Higuierillas, 11 Talxococtoc y 20 Palenque forman un segundo agrupamiento que coinciden en la presencia de chalahuite blanco. Un tercero separado de los anteriores lo hacen las parcelas 2 Tenamicoyan y 8 Tecorrallcan presentando hilite blanco y naranja.

En el segundo bloque tenemos que todas las parcelas comparten chalahuite blanco y jonote, donde los cafetales 3 Cuetzinapan, 5 Tepehican, 9 Tepexititan, 6 Texcalapa y 17 Atexayaca establecen un agrupamiento en que también hay cuerillo, balletilla y aconxihuitl, exceptuando el cafetal 9 Tepexititan donde existen estas dos últimas especies, pero no el cuerillo.

Dos grupos más son establecidos por los cafetales 4 Laxtamani y el 15 Texaxacat, donde además de las dos especies comunes a este segundo bloque presentan mal hombre, naranja, balletilla y plátano; 13 Aconco y 18 Tzatzapota además de chalahuite y jonote incluyen ocma, balletilla, *Piper* sp. y tepejilote.

3. Análisis de Coordenadas Principales (PCO).

La Figura 10 señala la proyección espacial de la Primera y Segunda Coordenadas Principales en relación a la presencia-ausencia de las 14 especies de sombra más importantes en los cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez.

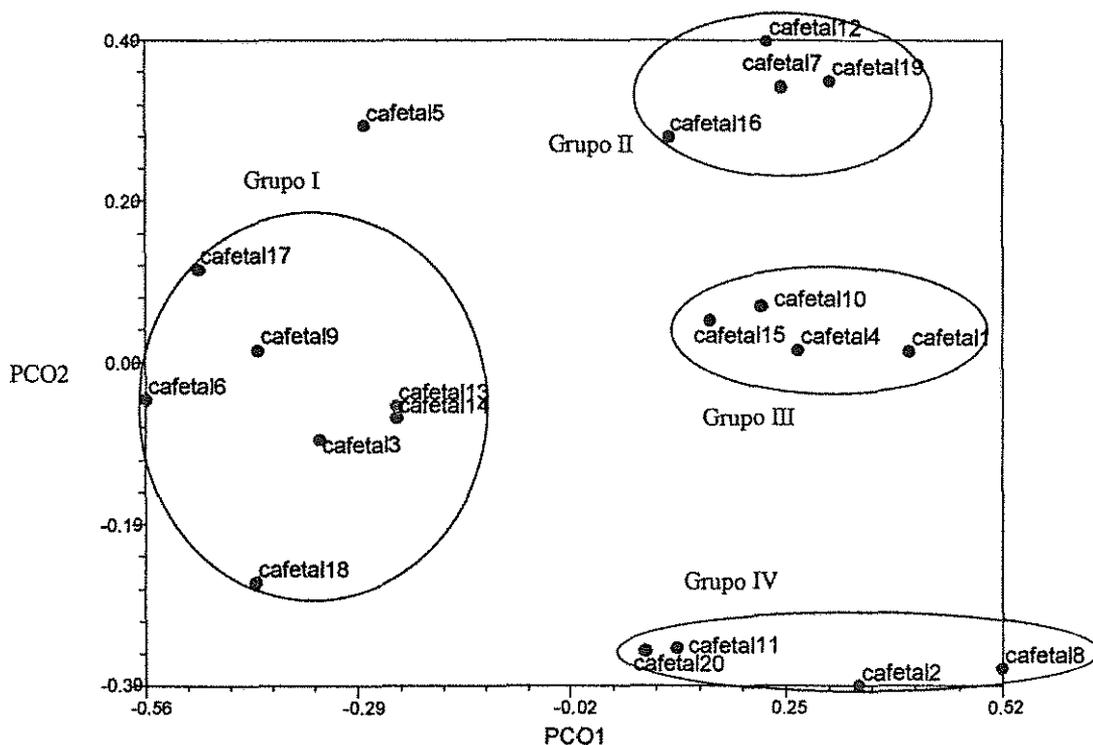


Figura 12. Análisis de Coordenadas Principales. Presencia de las 14 especies de sombra más importantes en los cafetales de Xochitlán, Puebla.

En la gráfica se pueden reconocer cuatro grupos de cafetales, en el I (3 Cuetzinapan; 6 Texcalapa; 9 Tepexititan; 13 Aconco; 14 Laxtamani; 17 Atexayaca; 18 Tzatzapota) las especies comunes son el jonote y chalahuite blanco, además de haber otras. En el grupo II (7 Pocapan; 12 Acatamaniz; 16 Ixcalco; 19 Celoztoc), hay jonote, hilite blanco, chalahuite blanco y otras lo mismo que en el grupo III (1 Macpalapa; 4 Tepetitán; 10 Las Higuerillas; 15 Texaxacat), la diferencia se da en que varía la composición de las especies menos comunes o raras. En el grupo IV (2 Tenamicoyan; 8 Tecorrálican; 11 Talxococtoc; 20 Palenque) puede presentarse cualquiera de las tres especies más frecuentes, además de otras.

En el caso de la Primera Coordinada Principal los pesos más altos correspondieron a las variables jonote (0.6443) y chalahuite blanco (0.5871), en la Segunda Coordinada Principal el peso más alto fue para el hilito blanco (0.6687).

b.4. Prueba de "Xi cuadrada".

Considerando los cuatro grupos de cafetales obtenidos en el análisis de PCO, se construyeron dos tablas de contingencia, la primera en relación a las variables exposición al sol (frontero; no frontero) y la segunda con el tipo de clima (templado; semicálido), cabe señalar que por su parecido y tratando de cubrir lo mejor posible los supuestos para esta prueba, con los grupos III Y IV se formó uno solo. La "Xi cuadrada", en cada caso nos permitió realizar una prueba de asociación entre dos modos de clasificar los datos. Por asociación entendemos que la clasificación de acuerdo a una regla afecta los resultados de la clasificación de acuerdo a otra regla (Bryson y Heiny, 1981). La hipótesis nula (H_0) en una tabla de contingencia es que los dos métodos de clasificación son independientes.

En el primer caso los resultados fueron no significativos ($p > 0.05$), la exposición de la parcela no afectó la composición florística de las plantaciones. En el segundo encontramos que el tipo de clima esta relacionado significativamente ($p < 0.05$) con la composición florística de las parcelas. Para el grupo I la prueba de Residuos Ajustados de Haberman señaló valores de -2.4712 para los sitios ubicados en terrenos templados y 2.4712 en el caso del área semicálida.

c. Manejo de los cafetales en la Cabecera Municipal de Xochitlán de Vicente Suárez.

1. Variedades.

De acuerdo con algunos informantes de edad avanzada que fueron consultados, al menos desde 1895 ya se producía café de la variedad "typica" en Xochitlán. Actualmente se cultivan las variedades "caturre", "mundo novo" o "mando novo", "bourbón", "criollo" o "típica", "garnica" y "pacamara" o "guacamara". Esta última de reciente introducción (semillas que trajeron del poblado de Cuetzalán) tiene el fruto (capulín) y la semilla (corazón) más grandes obteniéndose buenos rendimientos, puede crecer sin sombra, aunque se tiene que limpiar constantemente. El café criollo no es delicado "chiquión", requiere menos limpias y es considerado como el de mejor calidad, éste y la variedad "bourbón" requieren de sombra para su crecimiento; las otras variedades cultivadas pueden o no crecer bajo umbrío. El café caturra fue introducido hace 30 años por técnicos del desaparecido Instituto Mexicano del Café (INMECAFE), quienes trajeron semillas y "pesetillas" de Cuetzalán. Los plantones de café de 20 a 40 cm de altura se adquieren en la propia comunidad o de los poblados vecinos de Zoquiapan, Jonotla, Huitzilán, Cuetzalán y Zapotitlán. Las pequeñas plántulas con pilón (con tierra en la raíz para que no quede desnuda) se consiguen de \$ 1.00 a \$ 2.00 en la región, hay quién los vende a \$ 3.00 o \$ 4.00, pero en las actuales condiciones económicas (debido a la caída de los precios del café) en que se encuentran los campesinos es imposible pagar esos precios, también se venden plantones pero su precio por adquirirlos es mayor.

2. Calendario y prácticas agrícolas para la producción de *Coffea arabica* L.

La Tabla 12. señala el calendario y las labores culturales que se llevan a cabo en la comunidad.

Tabla 12. Calendario y prácticas agrícolas para la producción de café.

Práctica agrícola	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Establecimiento de semilleros-viveros.						X	X	X	X			
Siembra de cafetos.						X	X		X			
Chapeo (limpia con Machete).			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Poda de cafetos.			X	X	X							
Fertilización.				X	X	X				X		
Regulación de sombra (entresacado)					X	X			X			X
Control de enfermedades					X	X			X			X
Fumigación					X							
Ixtlayar (limpia con azadón)						X						
Cosecha	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Control de plagas (broca)	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Despulpado	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Fermentación	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Lavado	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Secado	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Almacenamiento	X	X	X	X	X				X	X	X	X

3. Descripción: prácticas agrícolas para la producción de café.

3. 1. Establecimiento de semilleros- viveros.

Se realiza durante los meses de junio a septiembre cuando hay humedad suficiente para la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas. Son

seleccionadas las semillas más grandes y pesadas, con las dos almendras en buenas condiciones (sin picaduras ni manchas). La tierra para los viveros se mezcla con pulpa de café descompuesta o con el abono producido por las hojas del chalahuite, se llenan las bolsas para vivero y allí se deposita una semilla por bolsa. Para el sombreado de las plántulas se utiliza la pezma (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) y cañaveral (*Arundo donax* L.). Para la estructura del vivero (barrotes) se puede emplear madera de hilito, chalahuite, nogal y otros árboles.

Los semilleros-viveros se establecen en las casas o en los cafetales de los productores, donde los pueden vigilar y mantener adecuadamente. Se pueden instalar individualmente o de manera grupal.

3. 2. Siembra de cafetos.

La temporada idónea para sembrar plantones de café es durante el lapso de junio a julio cuando hay bastante humedad por ser parte de la temporada de lluvias; en septiembre todavía se puede llevar a cabo, pero existe el peligro que no llueva y las plantas se pueden perder. Se requieren unos 15 días de lluvia para que los plantones "prendan", deben tener la raíz derecha, de al menos 10 cm de longitud. Los hoyos (cepas) para siembra deben ser de 20 cm de lado por 40 cm de profundidad, pero pueden alcanzar hasta los 50 cm de lado, se practican con palas y zapapicos.

La distancia entre hileras puede ser de 2 a 3 m y al interior de ellas las plantas se colocan a distancias de 1.5 a 2 m. Una práctica común es establecer los cafetos a 2 m por 2 m. Las densidades de siembra por ha para la muestra estudiada van de 220 hasta 3,300, con un promedio de 2,159 cafetos/ha. Los individuos se arreglan y distribuyen sobre el espacio horizontal de acuerdo al interés y conocimiento del campesino, que toma en cuenta la sombra que proyectan los árboles y arbustos empleados con ese fin; se busca utilizar el suelo de la manera más intensa y eficiente.

Sin embargo, actualmente cuando uno visita las parcelas se nota que en varias de ellas el arreglo en hileras no es tan estricto. Debido a la falta de manejo motivada por los bajos precios del café, algunos cafetos provenientes de las semilla que caen al suelo han logrado establecerse y crecer fuera de las filas, por lo que el ordenamiento de las plantas no es tan aparente.

3. 3. Chapeo de los cafetales.

Generalmente se realizan dos o tres limpieas o chapeos por ciclo, se hacen con machete y gancho de madera. Dentro del terreno se cortan todas las hierbas que se considera limitan o afectan por competencia el desarrollo de los cafetos, los residuos se dejan descomponer en la parcela.

El primer chapeo se efectúa durante marzo-mayo, el segundo se hace en los meses de junio-agosto y el tercero de septiembre a noviembre para que cuando inicie la temporada de cosecha, los terrenos estén limpios y se puedan trabajar. El número de limpieas depende de la visión y conocimiento del agricultor en el manejo de la planta y su situación económica.

3. 4. Poda de cafetos.

Para la poda de cafetos se emplea el machete, se lleva a cabo de marzo a mayo fomentando el crecimiento de ramas y hojas (cogoyos), la floración, la formación adecuada de la estructura de los cafetos para su fácil manejo; las ramas viejas y enfermas también son eliminadas. Los residuos maderables de los cafetos se emplean como leña, la que se considera de buena calidad, produce brazas que arden por un buen rato.

3. 5. Fertilización del café.

Se puede realizar de abril a junio y en octubre; el abono se necesita donde la tierra está baja en fertilidad "cansada". En la zona baja de la cañada del río Zempoala "en lugares arrinconados y protegidos" la tierra es fértil "está muy abonada" y no necesita fertilizante, a esos terrenos llegan todos los nutrimentos que arrastran el agua o el viento, además hay más humedad que llega por filtración o escurrimiento.

Se pueden emplear agroquímicos como la urea y el 18-12-06 (NPK), se consiguen en Zacapoaxtla o Xochitlán, en costales de 50 kg. Muchos productores han dejado de emplear agroquímicos desde unos 10 años a la fecha por falta de capital, por interés en cuidar su salud, la del suelo y obtener un producto sano, o por el uso de árboles para sombra que proporcionan abono orgánico a las parcelas mediante la descomposición de su hojarasca. En menor grado se usa la pulpa de café en composta como abono orgánico, la intención es enriquecer los niveles de fertilidad del suelo y poner a disposición de los cafetos los nutrimentos necesarios para su mejor desarrollo.

3. 6. Regulación de sombra (entresacado).

Dependiendo de cómo se van desarrollando (tamaño y espesor) las ramas y el follaje de las especies de sombra se lleva a cabo de mayo a junio, en septiembre y en diciembre. Para la práctica se usan hachas, machetes, tijeras, serruchos, mecates y a veces escaleras. Al retirar las ramas, troncos e incluso árboles cuyos follajes proporcionan sombra en demasía, o que están enfermos, viejos o muertos, se mantienen las condiciones de luz, humedad y ventilación adecuadas para el crecimiento del café, el control de plagas y enfermedades. Además, se eliminan "estorbos" para la práctica de cosecha. En época de calores los porcentajes de sombra que los agricultores manejan son los mayores con el fin de disminuir la cantidad de radiación solar y su intensidad que inciden sobre los cafetos. En época de lluvia los porcentajes de sombra deben ser menores para evitar la presencia de enfermedades; en invierno

un porcentaje mayor de sombreado protege a los cafetos de posibles heladas, sobre todo en la parte alta (1,000-1,300 msnm).

Para la regulación de sombra se necesita que por lo menos intervengan dos personas. Una de ellas se sube al árbol a podar y amarra según el caso, un tronco o una rama, cuidando que al cortarla no vaya a caer bruscamente sobre los cafetos y dañarlos; cuando se tira un árbol se hace por partes. La estructura en cuestión (tronco o rama) sostenida por el lazo se baja poco a poco, la persona que está abajo la dirige y acomoda entre las hileras de café (pasillos), o en sitios donde no hay plantas, posteriormente la "pican" y de allí obtienen leña para el consumo familiar. Los árboles de hilite se regulan poco porque sus ramas secas caen fácilmente.

3. 7. Control de enfermedades.

Se llegan a presentar el ojo de gallo (*Mycena citricolor* Berk-kurt), el mal de hilachas (*Corticium koleroga* Cooke (Van Hoehnel) y la roya (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.), pero su incidencia no es de mayor gravedad, se controlan con la labor la regulación de sombra, que permite ventilación y entrada de luz al sistema. El empleo de agroquímicos para combatir estas enfermedades prácticamente es nulo, tal situación es favorable para producir un café limpio como un primer paso para la transformación a orgánico.

3. 8. Fumigación de los árboles de sombra.

En mayo se aplica una fumigada contra un gusano defoliador de los chalahuites, el agroquímico que emplean para su control es proporcionado por técnicos de la SAGARPA. Los ataques de esta larva suelen ser severos.

3. 9. Ixtlayada del terreno.

Durante el mes de junio los cafetales se ixtlayan o deshieran con azadón para evitar competencia por malezas. Ésta práctica es un modalidad de la limpia, las hierbas no deseadas se pueden arrancar superficialmente o desde la raíz. Esto último no se recomienda porque se remueve mucho el suelo y se puede provocar erosión.

3. 10. Cosecha de cereza.

Abarca el periodo que va de fines de septiembre hasta mayo. Se realizan 3 cortes (inicio, bueno y rebuscada) su temporalidad e intensidad dependen del tipo de café, clima y la ubicación de los cafetales en las zonas baja o alta. Desde fines de septiembre e inicios de octubre, en los terrenos correspondientes a la parte baja de Xochitlán en sitios como Zempoala, Atempan, Tzatzapota y Xaltipac comienza el corte de café. En la zona alta, la cosecha comienza después de Todos Santos y termina hasta mayo. El periodo de mayor actividad es durante el segundo corte. posteriormente continua pero con menor intensidad. Son utilizados costales, chiquihuites y mecapaes. La producción es variable, se comporta de manera alternada con un año de producción elevada y al siguiente disminuye.

Dependiendo de la cantidad de frutos que se hayan producido por planta y su estado de madurez, un cortador experimentado levanta de 30 a 70 kg de café cereza por jornal. Para obtener un quintal (57.5 kg) de café pergamino se requieren de 220 a 270 kilos de café cereza, dependiendo del tipo de café, tamaño del grano y su nivel de maduración. Un buen rendimiento se alcanza con 230-240 kg /quintal, el mejor rendimiento se obtiene durante el segundo corte.

3. 11. Control de plagas.

Desde el año pasado (2002) en la comunidad se detectó la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari), para combatirla y aminorar su impacto sobre las

cosechas los técnicos de la SAGARPA en coordinación con los agricultores están implementando medidas sanitarias como no dejar cerezas en los arbustos, recoger y hervir los frutos que hayan caído al suelo de 5 a 10 minutos para matar a la plaga, además de medidas de control biológico mediante el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin (INI, 1996). Las actividades se llevan a cabo durante el periodo de cosecha.

4. Actividades post-cosecha: beneficio húmedo.

Sí los productores deciden no vender a los intermediarios su café en cereza, deben realizar una serie de prácticas que recibe el nombre de beneficio húmedo. Después de ser desprendidos de las ramas, en los frutos da inicio el proceso de fermentación (que incluso sucede al estar las cerezas en las ramas) y no pueden permanecer almacenados por más de 12 horas porque la calidad del café es afectada de forma negativa. Estas labores se efectúan paralelamente a la cosecha, en los tiempos ya señalados según se trate de las zonas baja o alta, siendo las siguientes:

4. 1. Despulpado.

Consiste en separar la "cáscara" (piel o exocarpo) y la pulpa (mesocarpo) del fruto para obtener las semillas de café. De las 20 familias de cafecultores que entrevistamos, 14 (70%) de ellas poseen una despulpadora con que realizan la actividad: 11 (55%) cuentan con una máquina manual y 3 (15%) con una eléctrica. Las 6 restantes (30%) carecen de tal instrumento; para cubrir esta labor 5 (25%) piden prestada una máquina a algún familiar o vecino quien se las facilita de manera solidaria y 1 agricultor (5%) declara no necesitarla puesto que siempre vende su producto en cereza (ver Tabla 13).

Tabla 13. Disponibilidad de despulpadora de café a nivel familiar para realizar la práctica de despulpado.

Localidad (cafetal)	no	si	tipo de despulpadora
Macpalapa		X	manual
Tenamicoyan		X	manual
Cuetzinapan		X	manual
Tepetitan		X	manual
Tepehican		X	manual
Texcalapa		X	manual
Pocapan		X	manual
Tecorralican		X	eléctrica
Tepexitlan	X		---
Las Higuenillas	X		---
Talxococtoc		X	manual
Acatamaniz	X		---
Aconco	X		---
Laxtamani		X	eléctrica
Texxacach		X	manual
Ixcalco		X	eléctrica
Atexayaca	X		---
Tzatzapota		X	manual
Celoztoc	X		---
Palenque		X	manual

4. 2. Fermentación.

Consiste en el reposo y descomposición durante un periodo de 12 hasta 72 horas de la capa de mucílago que cubre a las semillas del café obtenidas después de separar la cáscara y la pulpa, según algunos productores 72 horas es el tiempo ideal para que se lleve a cabo una buena fermentación y las semillas adquieran el olor y el sabor adecuados para obtener la mejor calidad en su producto.

Dependiendo de la producción y del alcance económico de la familia está actividad se realiza en tanques o piletas de tamaño pequeño, si no se cuenta con esta infraestructura mínima las semillas se dejan fermentar en cubetas de plástico.

4. 3. Lavado.

Continuando con las labores, en las piletas o cubetas mencionadas las semillas de café son "lavadas" (enjuagadas) varias veces con agua limpia, hasta que los restos de la capa de mucílago se desprenden totalmente y estas quedan libres de residuos de dicho material.

4. 4. Secado.

Posteriormente las semillas de café se exponen al sol para que sequen extendiéndolas en el área correspondiente al patio de secado, de vez en vez son removidas con una pala de madera para que toda las semillas y su superficie queden expuesta al sol y sequen uniformemente. El patio de secado es una área ubicada junto a la casa del productor de unos cuantos metros cuadrados de superficie aplanada y cubierta con una capa de cemento. En ocasiones, el producto también se pone a secar en las azoteas de las habitaciones, cuando el techo es de cemento (colado) cumple con la función de los patios.

De acuerdo con el punto de vista de los productores, cuando el tiempo es bueno y hace calor (sol) el secado se puede cubrir en un lapso de 24-36 horas "de dos a tres soles" (días), si las condiciones no son tan favorables como en el mes de diciembre se requieren "hasta cinco soles" (60 horas) para un buen secado.

De nuestra muestra de 20 productores, 12 (60%) tienen patio de secado y 8 (40%) no cuentan con él. De éstos últimos, 2 (10%) emplean las azoteas de sus casas para secar su café, 4 (20 %) utilizan patios que consiguen a préstamo con algún familiar o vecino, 1 (5%) instala tendales en el patio de su casa hechos con cañas (*Arundo donax* L.) para poner a asolear su producto y por último otro agricultor (5%) declara no necesitar esta infraestructura puesto que siempre vende su producto en cereza (ver Tabla 14).

Tabla 14. Disponibilidad de patio de secado a nivel familiar para realizar la práctica del secado de café.

Localidad (cafetal)	No	Si
Macpalapa		X
Tenamicoyan		X
Cuetzinapan		X
Tepetitán	X	
Tepéhican		X
Texcalapa	X*	
Pocapan		X
Tecorralicán		X
Tepexitán	X	
Las Higuerrillas	X	
Talxocoztoc		X
Acatamaniz	X	
Aconco	X	
Laxtamani		X
Texxacach	X*	
Ixcálco		X
Atexayaca	X	
Tzatzapota		X
Celoztoc		X
Palenque		X

* Emplean la azotea de sus casas

El producto resultante de esta serie de prácticas post-cosecha o "beneficio húmedo" es el llamado café pergamino. Se conoce como café oreado a las semillas que todavía no están bien secas y sus niveles de humedad no son los óptimos para su almacenado y comercialización.

En relación a las actividades correspondientes al beneficiado húmedo, de la muestra estudiada 13 productores (65%) las han venido realizando a pesar de la crisis en los precios del café; otros 3 (15%) ya no las hicieron este año; 1 campesino (5%) tiene 2 años de no llevarlas a cabo; 1 productor (5%) tiene 3 años sin beneficiar su café, otro (5%) desde hace más de cinco no las efectúa y finalmente 1 unidad doméstica (5%) nunca lo ha hecho porque siempre a vendido en cereza.

Según los puntos de vista y a pesar de todo en el primer caso los productores buscan obtener los mejores precios beneficiando su café, para los restantes en estos tiempos no vale la pena trabajar tanto ya que no obtienen la remuneración justa.

4. 5. Almacenamiento.

El café pergamino se guarda en costales de yute o de plástico y en chiquihuites, los que son almacenados durante la temporada de cosecha por varios días e incluso meses en alguna de las habitaciones que ocupa la familia como vivienda, rara vez se cuenta con un cuarto que cumpla exclusivamente los servicios de bodega. Se busca el momento en que los precios alcanzan su nivel más alto; sin embargo, no conviene guardarlo por un año o más tiempo porque se "añeja" y su precio es castigado en el mercado. Para su venta, el café se lleva en dichos costales o chiquihuites a los sitios de venta con los "coyotes" locales o regionales.

d. Manejo de los cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez.

Durante el ciclo agrícola 2000-2001 (y en dos o tres ciclos anteriores) varias de las prácticas agrícolas incluidas en el manejo de los cafetales no se llevaron a cabo por la mayoría de los productores. Pocos cafecultores por diversos intereses y con algunos recursos disponibles han seguido trabajando estos agroecosistemas según las modalidades de la producción local. Por ejemplo, algunos productores señalan que de las tres limpiezas que se deben dar al cafetal sólo están realizando dos, una o ninguna (ver Tabla 15); lo mismo sucede con la fertilización, muchos no la están llevando a cabo por falta de recursos para adquisición de agroquímicos o abonos orgánicos. En la cosecha sucede lo mismo, no hay dinero para pagar jornales. Los bajos precios no permiten obtener el dinero suficiente para cubrir por completo las prácticas agrícolas que incluye su calendario.

Tabla 15. Prácticas agrícolas realizadas durante el ciclo cafetalero 2000 – 2001 en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Localidad (cafetal)	Chapeo	Poda de cafetos	Fertilización	Regulación Sombra	Cosecha (cortes)
Macpalapa	X (2)	X (1)	--	X (1)	X (3)
Tenamicoyan	X (2)	--	--	--	X (3)
Cuetzinapan	X (2)	--	--	--	X (3)
Tepetitán	X (3)	X (1)	X (1)	X (1)	X (3)
Tepehican	X (2)	--	--	--	X (3)
Texcalapa	--	--	--	--	X (1)
Pocapan	X (3)	--	X (3)	X (1)	X (2)
Tecorralican	X (1)	X (1)	--	X (1)	X (3)
Tepexitán	X (1)	--	--	--	X (2)
Las Higuerrillas	X (1)	--	--	--	X (3)
Talxococtoc	X (2)	--	--	--	X (1)
Acatamaniz	X (2)	--	--	--	X (1)
Aconco	--	--	--	--	X (3)
Laxtamani	--	--	--	--	--
Texaxacat	X (2)	X (1)	X (1)	X (1)	X (3)
Ixcusco	X (3)	X (1)	--	--	X (3)
Atexayaca	X (2)	X (1)	--	X (1)	X (3)
Tzatzapota	--	--	--	--	--
Celoztoc	X (2)	--	--	--	X (3)
Palenque	X (1)	X (1)	--	X (1)	X (3)

() Número de veces que en este ciclo realizó la práctica en el cafetal.

En la actividad de cosecha, debemos mencionar que varios productores recogieron café cereza durante el periodo correspondiente a cada uno de los tres cortes que se realizan, sin embargo no terminaron de levantar su producto completamente (ver Tabla 16). También comentaron que la poda de cafetos y la regulación de sombra no necesariamente se deben de hacer cada año, sino cuando el café y las plantas de sombra lo necesiten, por ejemplo: cuando las plantas son jóvenes no hay porque hacerlo.

Una alternativa que han encontrado varios productores para equilibrar la falta de ingresos por la crisis cafetalera ha sido la de tostar y moler café, el que venden por kilo en Xochitlán o en la ciudad de Puebla.

1. Cosecha de café en la comunidad.

Los campesinos son proveedores de cereza y pergamino, pero fundamentalmente son "pergamineros" para los mercados regionales más importantes: Zacapoaxtla, Cuetzalán, Zapotitlán y Huitzilán. También señalan que la producción varía de un año otro, en uno, la cosecha puede ser alta y al siguiente puede disminuir ligera o drásticamente, también señalan que el café sombreado da "capulines" más grandes y pesados. La Tabla 16 se organizó de acuerdo a los datos proporcionados por las unidades familiares a quienes se aplicó la encuesta, que incluye preguntas sobre la cantidad de café obtenida en los últimos tres ciclos de cultivo (1998-1999, 1999-2000 y 2000-2001).

Tabla 16. Cosecha de café en la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla. Para una muestra de 20 cafetales.

Localidad (cafetal)	Cosecha: ciclo			Presentación
	1998-1999	1999-2000	2000-2001	
Macpalapa*	10 quintales	10 quintales	10 quintales	pergamino
Tenamicoyan**	3 quintales	3 quintales	4 quintales	pergamino
Cuetzinapan**	11000 kg	12000 kg	7000 kg	cereza
Tepetitan**	no cosechó	no cosechó	1000 kg	cereza
Tepehican*	6 quintales	4 quintales	10 quintales	pergamino
Texcalapa **	no cosechó	no cosechó	100 kg	cereza
Pocapan**	1000 kg	1000 kg	2000 kg	cereza
Tecorralcan**	400 kg	500 kg	500 kg	pergamino
Tepexititan**	2000 kg	900 kg	900 kg	cereza
Las Higuerillas*	6 quintales	6 quintales	3 quintales	pergamino
Talxococtoc**	15 quintales	14 quintales	150 kg	pergamino, cereza
Acatamaniz**	200 kg	250 kg	450 kg	cereza
Aconco**	14 quintales	8 quintales	3000 kg	pergamino, cereza
Laxtamani	no cosechó	no cosechó	no cosechó	--
Texaxacat**	1800 kg	1800 kg	2500 kg	cereza
Ixcusco*	50 quintales	70 quintales	50 quintales	pergamino
Atexayaca**	500 kg	250 kg	500 kg	cereza
Tzatzapota	no cosechó	no cosechó	no cosechó	--
Celoztoc**	500 kg	1000 kg	1500 kg	cereza
Palenque**	65 quintales	30 quintales	25 quintales	pergamino

* Cafetales (4) que se cosecharon totalmente.

** Cafetales (14) que se cosecharon parcialmente.

Al no efectuar mediciones directas ni estimaciones sobre las cantidades de cereza, pergamino y oro obtenidos como cosecha en los cafetales muestreados, tomamos como referencia las respuestas vertidas por los cafecultores. La información confirmó que sólo 4 productores (20%: Macpalapa, Tepehican, Las Higuierillas e Ixcusco) levantaron completamente su cosecha en los ciclos referenciados; 14 agricultores (70%: Tenamicoyan, Cuetzinapan, Tepetitán, Texcalapa, Pocapan, Tecorrallcan, Tepexitán, Talxococtoc, Acatamaniz, Aconco), Texaxacat, Atexayaca, Celoztoc y Palenque) lo hicieron parcialmente, ya que se dieron cuenta que el valor del producto no costaba la inversión en mano de obra familiar y contratada, prefiriendo "dejar caer el café" o establecer acuerdos con familias sin tierra (proletarios rurales) para que éstos "aprovecharan hasta donde fuera posible" las cerezas a cambio de jornales para el mantenimiento de sus cafetales, sobre todo en labores de chapeo o alguna otra práctica agrícola involucrada en su manejo.

Cabe señalar que en los cafetales de Tepetitán y Texcalapa, no se realizó la práctica durante los dos primeros años, pero sí en el tercero, por lo que fue ubicado en la categoría de "cosechados parcialmente". Otros dos productores 10% (Laxtamani y Tzatzapota) no cosecharon en este lapso, una familia señaló no haber recogido su producto debido a los bajos precios y otra indicó no haberlo hecho en el transcurso de los últimos diez años influyendo en parte la caída en los precios y otras actividades económicas a las que han dedicado mayor tiempo y atención. Debido a la situación anterior los datos sobre producción de café cereza y pergamino son parciales, no contamos con información completa que nos permita caracterizar adecuadamente este punto central de las actividades cafetaleras.

e. Aspectos socioeconómicos alrededor de café.

Proyectando las condiciones que se vivieron durante el ciclo 2000-2001, para la próxima cosecha del ciclo 2001/2002 la situación se complica mucho debido a la caída continua en los precios internacionales del café. En ésta temporada se estima que la producción va a ser mayor, pero ahora los productores consideran que están peor que

nunca, su producto tiene menor precio que el año anterior. Siendo la cafecultura la actividad económica que "movía" a la comunidad, en lo que resta de este año y el inicio del siguiente van a tener muchas carencias de todo tipo por falta de dinero.

Hace tres años (ciclo 98-99) el café tuvo un valor medio, pero en los dos últimos ha estado muy bajo; los cafetales "están hierbosos, montañosos y abandonados", no se han trabajado, no se les da el mantenimiento requerido porque no hay dinero con que pagar los jornales necesarios para complementar la labores familiares. En este último lapso se dejó perder mucho café al no ser cosechado ya que su valor no costó las labores culturales y apenas quedó un poco de dinero para "el gasto" de la unidad doméstica.

En estos momentos tan difíciles en que viven los productores, aún existe fé y esperanza en el café porque según su visión ha sido y aun es el eje de su economía, del que han vivido desde hace mucho tiempo; sin embargo, señalan ser realistas y estar buscando otras opciones económicas (que podrían ser parte de los mismos cafetales). Si la situación en los precios no mejora en uno o dos años, algunos estarían pensando en comenzar a tumbar los cafetales para producir otros cultivos, el café es su apoyo principal, pero ya van tres años que no levanta; sin embargo, la mayoría de los campesinos menciona que mantendrán sus cafetales "a ver que pasa" en los siguientes años. Todos los cafecultores están muy desanimados porque el precio no sube, pero van a esperar a ver si en las próximas cosechas se compone.

1. Comercialización y precios del café producido en la comunidad de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

El productor comercializa su café en las presentaciones de cereza o pergamino, decisión en la que influyen las condiciones económicas de la familia, la infraestructura con que cuenta y su valor en el mercado. De acuerdo con 15 productores (75% de la muestra), cuando los precios son altos aunque el beneficiado húmedo representa bastante trabajo y tiempo es mejor vender en pergamino pues se agrega valor al

producto y se accede a la mayor ganancia posible. En ésta situación, el trabajo y tiempo invertidos se recuperan al venderlo; además bajo dicha presentación se puede almacenar incluso por varios meses esperando mejores precios, en cereza no posible guardarlo porque se fermenta rápidamente. También señalaron que cuando los precios bajan, como en los últimos cuatro años conviene vender en cereza, porque el esfuerzo invertido en la transformación a pergamino no se recupera por el poco dinero que obtienen. En otros casos, hay unidades domésticas que “van al día” y se ven en la necesidad de vender en cereza porque requieren dinero de forma inmediata para su subsistencia; los que tiene más recursos puede almacenar café pergamino por algún tiempo. Algunos de ellos comentaron que en la situación actual no les satisface lo obtenido por cualquiera de las dos variantes; sin embargo, aunque sea poco, algún dinero están sacando de sus cafetales.

Cuatro productores (20% de la muestra) indicaron que aún estando barato el café prefieren venderlo en pergamino, porque se le gana un poco más aún a costa de una buena cantidad de trabajo y uno más (5%) señaló que de cualquier manera tiene que vender en cereza porque no cuenta con la infraestructura mínima para obtener pergamino. Existe una cadena de intermediarios locales quienes compran y acaparan café para después revenderlo con los intermediarios regionales que se ubican en los poblados de Zapotitlán de Méndez, Huitzilán de Serdán, Cuetzalán del Progreso y Zacapoaxtla (ver Tabla 17). En está última localidad se encuentran varios beneficios secos donde se transforma a oro y de allí se exporta principalmente hacia los Estados Unidos; además de haber algunos comerciantes que cuentan con la infraestructura necesaria para tostar y moler café. En Huitzilán hay una organización de productores que están tostando, moliendo y empacando café con el fin de venderlo directamente al consumidor. En Zapotitlán, el Estado muestra interés en establecer un beneficio seco para captar, transformar y comercializar la producción de la zona vía el Fondo de Apoyo a Empresas en Solidaridad (FONAES). También hay intermediarios regionales de Cuetzalán y Zapotitlán que pagan a intermediarios locales por comprar y acaparar café para ellos; en otras ocasiones vienen personalmente o mandan gente contratada a Xochitlán para adquirir el producto directamente del campesino lugareño.

En relación a la cadena de comercialización del café, 14 agricultores (70% de la muestra) señalaron que actualmente el problema fuerte es que su producto no tiene precio, ya que cuando su valor es alto aun vendiendo a los coyotes locales y regionales consideran que les va bien, para ellos ésta vía de comercialización no es problema. Para 6 productores (30% de la muestra) además de los bajo precios, los coyotes si son una dificultad pues al contar con dinero para acaparar y vehículos para transportar el café se quedan con buena parte de la riqueza que ellos generan, pues lo venden a mayores precios en localidades como Zacapoaxtla, Teziutlán y Puebla. Desde su punto de vista debe haber un contrapeso a esta cadena para alcanzar los mejores precios para el cafecultor, como lo hacía el INMECAFE antes de su desaparición.

Tabla 17. Comercialización: intermediarios y precios (pesos (\$)/quintal de pergamino y pesos (\$)/kg de cereza) del café producido en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Localidad (cafetal)	Presentación	Cantidad/ Unidad de Medida	Intermediario	Localidad de venta	Precio (\$) (2000-2001)
Macpalapa	pergamino	10 quintales	Local *	Huitzilán	345.00/q
Tenamicoyan	tostado y molido	230 kg	Estatad	Puebla	20.00/kg
Cuetzinapa	pergamino	29 quintales	Local	Xochitlán	290.00/q
Tepetitán	cereza	1000 kg	Local	Xochitlán	1.50/kg
Tepehican	cereza	10 quintales	Local	Xochitlán	290.00/q
Texcalapa	cereza	100 kg	Local	Xochitlán	1.20/kg
Pocapan	cereza	2000 kg.	Local	Xochitlán	1.20/kg
Tecorralican	pergamino	500 kg	Regional (Cuentalán)	Xochitlán	6.5/kg
Tepexititan	cereza	900 kg	Local	Xochitlán	1.50/kg
Las Higuerillas	pergamino	3 quintales	Regional	Zacapoaxtla	270.00/q
Talxococtoc	cereza	150 kg	Local	Xochitlán	1.30/kg
Acatamaniz	cereza	400 kg	Local	Xochitlán	1.00/kg
Aconco	cereza	3000 kg	Local	Xochitlán	1.35/kg
Laxtamani	--	--	--	--	--
Texxacach	cereza	1250 kg	Local	Xochitlán	1.20/kg
	pergamino	100 kg	Local	Xochitlán	5.5/kg
Ixcalco	pergamino	50 quintales	Regional (Cuetzalán)	Xochitlán	368.00/q
Atexayaca	cereza	500 kg	Local	Xochitlán	1.50/kg
Tzatzapota	--	--	--	--	--
Celoctoc	cereza	1500 kg	Local	Xochitlán	1.50/kg
Palenque	cereza	700 kg	Local	Xochitlán	1.20/kg
	pergamino	22 quintales	Local	Xochitlán	300.00/q

* Intermediario local al servicio de un intermediario regional de Huitzilán.

Desde el año pasado (2002) y el actual (2003) para la comercialización, tanto productores como compradores deben estar registrados ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y tener sus facturas correspondientes con lo cual demuestran lo que vendieron y adquirieron respectivamente. A los cafeticultores, dichos documentos les sirven como comprobantes si quieren recibir los alcances que les está proporcionando el Consejo Poblano del Café; en el caso de los Intermediarios no todos cumplen con estas disposiciones fiscales pues hay intermediarios "piratas" que tratando de evitar impuestos no se registran, al no hacerlo corren el peligro de ser detectados y sancionados.

Una alternativa que genera mayores posibilidades de remuneración por su trabajo y producto, que algunos campesinos han comenzado a desplegar con su propio ingenio y alcance ha sido la fabricación de pequeñas tostadoras de café, para después molerlo y empaquetarlo en bolsas de nylon de 1 kg y así ofrecerlo directamente en la comunidad o en la región al consumidor potencial (visitante o turista). Incluso es posible vender esta presentación fuera de la sierra, uno de nuestros colaboradores señaló que en el mes de mayo del año pasado 2000 logró colocar 700 kilos en la ciudad de Puebla con un comprador amigo suyo, obteniendo un precio de \$20.00/kg, negocio que le resultó favorable.

En el ciclo 1999-2000 el kg de café cereza valía \$ 2.00 y el peón quería de a \$1.00-1.50/kg, el dueño del cafetal se quedaba solamente con \$ 1.00 o .50, muchos no cosecharon "lo dejaron caer" y otros "lo dieron a medias". Los precios por kilo o quintal en las presentaciones cereza y pergamino se han mantenido bajos, la Tabla 18 nos da información al respecto en la última parte del ciclo 2000-2001 y el primer semestre del ciclo 2001-2002.

Tabla 18. Precios del café en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla y localidades vecinas.

Fecha: año 2001	Localidad	Tipo de café	unidad de medida	Precio (\$)
septiembre	Xochitlán	cereza	Kg	0.60 a 1.00
septiembre	Xochitlán	pergamino	Kg	6.00
oct-nov	Cuetzalan	cereza	Kg	0.60 a 1.00
oct-nov	Jonotla	cereza	Kg	0.60 a 1.00
oct-nov	Tuzamapán	cereza	Kg	0.60 a 1.00
oct-nov	Reyes de Vallarta	cereza	Kg	0.60 a 1.00
oct-nov	Huehuetla	cereza	Kg	0.60 a 1.00
oct-nov	Tenanpulco	cereza	Kg	0.60 a 1.00
oct-nov	Ayotoxco	cereza	Kg	0.60 a 1.00
oct-nov	Hueytamalco	cereza	Kg	0.60 a 1.00
oct-nov	Xochitlán	cereza	Kg	0.60 a 1.00
oct-nov	Cuetzalan	pergamino	Kg	6.00
oct-nov	Jonotla	pergamino	Kg	6.00
oct-nov	Tuzamapan	pergamino	Kg	6.00
oct-nov	Reyes de Vallarta	pergamino	Kg	6.00
oct-nov	Huehuetla	pergamino	Kg	6.00
oct-nov	Tenanpulco	pergamino	Kg	6.00
oct-nov	Ayotoxco	pergamino	Kg	6.00
oct-nov	Hueytamalco	pergamino	Kg	6.00
oct-nov	Xochitlán	pergamino	Kg	6.00

Fecha: año 2002	Localidad	Tipo de café	unidad de medida	Precio (\$)
febrero	Tetelilla de Islas	cereza	Kg	1.00
febrero	Tetelilla de Islas	pergamino	Kg	5.00
febrero	Xochitlán	cereza	Kg	1.00-1.20
febrero	Xochitlán	pergamino	Kg	5.00-6.50
marzo	Xochitlán	cereza	Kg	1.00-1.20
marzo	Xochitlán	pergamino	Kg	6.50
abril	Xochitlán	cereza	Kg	1.10-1.30
abril	Xochitlán	pergamino	Kg	6.00
abril	Zacapoaxtla	pergamino	Kg	6.70
abril	Cuetzalán	pergamino	Kg	7.00
junio	Xochitlán	pergamino	Kg	6.00
julio	Xochitlán	pergamino	Kg	6.00

Para el ciclo 2002-2003 los precios del café se mantuvieron bajos, son indicados en la Tabla 19.

Tabla 19. Precios del café producido en Xochitlán de Vicente Suárez ciclo 2002-20003

Mes	Cereza (\$/Kg)	Pergamino (\$/Kg)
Enero	1.20-1.40	5.00-6.00
Febrero	1.50-1.60	7.00-8.00
Marzo	1.10-1.40	5.50-7.00

Durante estos tres meses los jornaleros estuvieron pidiendo de a 1.00 a 1.20 /kg de cereza cortado, quedando una magra ganancia al propietario del cafetal. Se repitió el mismo esquema que los años anteriores, muchos dejaron caer su café y otros lo dieron a medias.

Como el campesino no tiene dinero para pagar jornales, una estrategia que se puede seguir es que el dueño del cafetal (patrón) y el jornalero (peón) se reparten el producto por mitades ("a medias"), pero a veces los peones ni siquiera aceptan estos tratos por que el dinero que obtienen por la venta del café levantado no alcanza para nada: "es mucho el trabajo y poca la paga".

La situación en el futuro próximo se ve complicada, al parecer no habrá repuntes en el siguiente ciclo debido a la oferta que será presentada por los 51 países productores a nivel mundial (grandes, medianos y pequeños). "Se proyecta que la producción mundial se incrementará en un 10.8 % en el próximo ciclo de cosecha (2002-2003) para llegar a 124 millones de costales (cada uno de 64 kg). Como resultado habrá más producto en el mercado mundial, con lo que se espera que los precios para los productores bajarán cada vez más" (Cason y Brooks, 2002). Tal situación agudizará y presionará todavía mas la difícil condición económica de los cafetaleros locales y regionales en particular y la de los productores a nivel nacional en general.

2. Economía familiar.

Las unidades familiares de acuerdo a su percepción del mundo, saberes y alcances desempeñan diversas actividades agrícolas y no agrícolas para obtener ingresos en dinero y materiales que les permiten su existencia, mantenimiento y desarrollo. Cada caso particular es bastante complejo y cada una de ellas genera estrategias que les posibilitan asegurar su subsistencia dependiendo de los miembros que estén en edad de trabajar y los que haya que alimentar.

En cuanto a sus actividades económicas los campesinos señalan que durante muchos años el café ha sido y sigue siendo el producto fundamental en la vida de Xochitlán, para varios de ellos continua siendo su mejor opción aun en las adversas condiciones actuales; "la planta no tiene la culpa de lo que pasa, no ha sido ingrata" el problema ha sido la sobreoferta en el mercado mundial. Sus terrenos tienen vocación para la cafecultura y a pesar de que "aquí crece de todo" es difícil pensar en meter otros productos porque tampoco tienen buen mercado; un ejemplo es el chile serrano, estos tres últimos años muchos lo comenzaron a cultivar pero el año pasado (2002) su precio se desplomó y salieron perdiendo.

El tener un cafetal establecido implica al menos el trabajo de cuatro o más años, ya tienen los cafetales y no los van a perder tan fácilmente, porque aunque sea poco les siguen dando y es de lo que han vivido durante todos estos años. Las plantas están y eso significa un gran esfuerzo por lo que les da lástima tumbarlos "de un solo golpe". Mientras puedan mantener sus plantaciones aunque sea obteniendo poco (pero seguro), pues el café lo siguen comprando los intermediarios, varios agricultores piensan continuar con su producción. También comentan que están impuestos al trabajo del café "a muchos de nosotros es lo único que nos enseñaron a producir", aunque por los bajos precios y los pocos ingresos no se puede dar buena atención al cafetal y apenas van sacando lo del día.

En relación al futuro de la cafecultura en la comunidad en el corto plazo (1 a 5 años), la Tabla 20 señala las repuestas de los productores de nuestra muestra.

Tabla 20. Situación de la cafecultura local en los próximos 5 años.

No. de productores	Porcentaje (%)	Objetivo en el corto plazo (1 a 5 años)	Motivación
14	70	Mantener su cafetal.	Esperanza que mejore el precio del café.
3	15	Aguantar 1 o 2 años más.	Si no sube el precio, meter potrero.
2	10	Aguantar 1 o 2 años más.	Si no sube el precio, cultivar maíz para subsistencia.
1	5	Aguantar 1 o 2 años más.	Si no sube el precio, meter limón o naranja, o vender su cafetal.

Bajo las condiciones actuales a mediano y largo plazo es difícil predecir que va a pasar con las plantaciones, todo va a depender de los que suceda en los siguientes ciclos inmediatos; si los precios no mejoran se corre el riesgo de perder muchas parcelas, los valiosos recursos físico-bióticos que contienen y probablemente haya fuertes impactos al ambiente por la pérdida de la vegetación arbórea.

Otro factor que influyó en el interés del campesinado sobre el mantenimiento y permanencia de sus cafetales, fue el apoyo otorgado para la cosecha por el Consejo Poblano del Café durante los ciclo 2001-2002 y 2002-2003 a través de un programa emergente, donde se consideró 1 ha de terreno y 7 quintales/ha por productor. Se les proporcionó un "alcance" de 20 dólares/quintal para llegar al precio internacional (60 dólares en el primer ciclo y 80 en el segundo), algunos productores levantaron su café para poder acceder a este recurso.

Sin embargo el dinero es recuperable, no es a fondo perdido, en realidad es un crédito que se va a empezar a pagar en el momento en que el precio mejore alcanzado

o rebasando la barrera de 85 dólares. El dinero otorgado se les va a ir descontando de sus ventas hasta finiquitar su cuenta personal.

La Tabla 21 considera los comentarios de los agricultores en relación a los tres últimos ciclos cafetaleros en cuanto a resultados económicos.

Tabla 21. Resultados económicos obtenidos por los cafecultores locales.

No. de productores	Porcentaje (%)	Ganaron dinero	Perdieron dinero	Sallieron a mano
2	10	X		
5	25		X	
13	65			x

En cuanto a la conveniencia de tener un cafetal en estos momentos actuales la Tabla 22 presenta la visión de los productores.

Tabla 22. Ventajas y desventajas de mantener un cafetal en la actualidad.

No. de productores	Porcentaje (%)	Les reditúa un poco de dinero, leña y fruta	Le reditúa un poco de dinero y fruta	Están perdiendo dinero
14	70	X		
1	5		x	
5	25			X

La Tabla No. 23 muestra otras actividades agrícolas económicamente importantes para algunas familias de Xochitlán.

Tabla 23. Actividades agrícolas relevantes en la economía familiar.

No. de productores	Porcentaje (%)	Actividad	Objetivo
7	35	Cultivo de maíz	Subsistencia y si se puede un poco para venta local.
5	25	Cultivo de frijol	Subsistencia y si se puede un poco para venta local.
1	5	Cultivo de chile serrano	Venta en mercado regional.
1	5	Cultivo de palmas	Venta local de plantas de ornato.
7	35	Cría y engorda de cerdos	Venta local de carne.
1	5	Ganadería de vacuno	Venta de carne mercado estatal
1	5	Ganadería de ovinos	Venta local de carne.
1	5	Siembra de árboles	Venta de pequeñas cantidades de leña.

En las labores agrícolas principalmente se emplea mano de obra familiar y trabajo asalariado, en ocasiones también se da el intercambio de trabajo por "mano vuelta". Como la mayoría de los campesinos tienen poco terreno ellos mismos son quienes hacen el trabajo por eso dicen que les ha resultado hasta el momento mantener los cafetales; el problema lo tienen los propietarios con 10 ha o más, ya que no tienen dinero para pagar jornales y no ganan ni lo mínimo, incluso a veces salen perdiendo.

En situaciones de crisis como la que se vive actualmente se intercambia café cereza por jornales ("se da a medias"), el peón aprovecha el producto y lo paga al dueño de la parcela mediante jornales para el mantenimiento de los cafetales, sobre todo en las actividades de limpia o chapeos; se da el caso de un productor que cambia leña por jornales. El trabajo comunal o "faena" con fines agrícolas es raro, más bien se da en otras actividades como cuando se organizan las fiestas patronales.

Para el caso del café, los hombres participan en todas las prácticas agrícolas relacionadas con su producción; las mujeres participan más activamente en la cosecha,

aunque también lo hacen en las labores de limpia con azadón (ixtlayada), despulpado y lavado.

La Tabla 24 presenta el tipo de mano de obra y la cantidad de jornales utilizados por los campesinos en las prácticas aplicadas durante el ciclo cafetalero 2000-2001:

Tabla 24. Tipo de mano de obra y número de jornales ocupados: asalariados (Asal.) y familiares (Fam.) en las prácticas agrícolas durante el ciclo cafetalero 2000-2001 en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Localidad (cafetal)	Chapeo		Poda cafetos		Fertilización		Regulación de sombra		Cosecha	
	Asal.	Fam.	Asal.	Fam.	Asal.	Fam.	Asal.	Fam.	Asal.	Fam.
Macpalapa	30	0	0	15	0	0	10	0	58	0
Tenamicoyan	17	0	0	0	0	0	0	0	23	0
Cuetzinapan	0	50	0	0	0	0	0	0	175	0
Tepelitan	0	60	0	6	0	8	0	10	0	36
Tepehican	60	0	0	0	0	0	0	0	45	12
Texcalapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Pocapan	0	60	0	0	0	30	0	20	40	10
Tecorrallcan	6	6	10	0	0	0	10	0	4	8
Tepeixtitlan	15	0	0	0	0	0	0	0	12	12
Las Higuerillas	20	0	0	0	0	0	0	0	17	0
Talxococtoc	60	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Acatamaniz	14	0	0	0	0	0	0	0	6	6
Aconco	0	0	0	0	0	0	0	0	60	15
Laxtamani	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Texaxacat	40	0	0	5	8	7	6	6	31	31
Ixcalco	45	0	0	15	0	0	0	0	260	30
Atexayaca	32	0	5	0	0	0	7	0	2	12
Tzatzapota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celoztoc	0	22	0	0	0	0	0	0	0	30
Palenque	0	25	0	10	0	0	0	4	134	12

Las labores que más se efectuaron fueron los chapeos y la cosecha, en las que algunas familias ocuparon mayor cantidad de mano de obra asalariada. Las otras actividades se realizaron con baja intensidad empleando más trabajo familiar.

En el caso del trabajo contratado, la Tabla 25 indica el salario por jornal agrícola para los años 2001-2003. En la región, la paga por laborar en el campo es baja; se obtiene mejor remuneración realizando otro tipo de actividades.

Tabla 25. Salario por jornal agrícola en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

Año	Pesos (\$)/jornal
2001	30.00 – 40.00
2002	40.00 – 50.00
2003	30.00 – 50.00

Las unidades familiares tratan de complementar sus ingresos realizando actividades no agrícolas dentro del municipio y en las localidades vecinas (ver Tabla 26), los productores o algún miembro de su familia desempeñan actividades como:

Tabla 26. Actividades no agrícolas efectuadas por los miembros de las familias Xochitecas.

No. de productores	Porcentaje (%)	Oficio o profesión
1	5	albañilería
1	5	embotelladora local
1	5	excavación de terrenos
1	5	corte y confección
2	10	chofer
1	5	doctor
1	5	electricista
1	5	policia municipal
1	5	pirotecnia
1	5	radiotécnico
1	5	fletes
2	10	herrería
1	5	maestro normalista

Esto les permite tener otras entradas para subsanar su déficit en la cafecultura. A manera de ejemplo, el productor que se desempeñó como albañil prestando sus servicios a particulares en la construcción de viviendas y en la Presidencia Municipal (construcción de una cancha de basquet-bol, rescate y mantenimiento de la casa donde nació el cadete Vicente Suárez) durante el año 2001 recibió un salario de \$ 50.00 a 60.00 por jornal. Algunos campesinos que poseen habilidades y conocimientos para

efectuar los oficios y profesiones señaladas buscan contratos para desarrollarlas pues obtienen más dinero en comparación con las labores agrícolas.

Dadas las condiciones económicas generadas por los bajos precios del café, en los últimos años se ha incrementado el flujo migratorio en busca de trabajo a centros urbanos fuera del municipio y la región. La tabla 27 muestra algunas de las localidades a donde pobladores de Xochitlán salieron a laborar temporalmente durante el periodo 1998-20002, en la búsqueda de ingresos para el desarrollo de sus familias.

Tabla 27. Localidades de trabajo temporal y actividades de migrantes de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

País	Localidad	Actividad realizada
México	Distrito Federal	Albañil; taquero; mecánico, panadero; chofar; trabajo doméstico.
México	Puebla	Excavaciones; mecánico; reforestación; trabajo doméstico.
México	Xalapa, Veracruz	Albañil; electricista;
México	Tlaxcala	Albañil
Estados Unidos	Atlanta, Georgia	Albañil
Estados Unidos	Carolina del Sur	Albañil
Estados Unidos	Sherman, Texas	Albañil

Un ejemplo que podemos citar es la ciudad de Puebla, lugar donde comúnmente trabajadores migrantes venden su mano de obra, muchos de ellos laboran en la empresa Teléfonos de México, realizando excavaciones para instalaciones subterráneas; en esta actividad como pago semanal en el año 2001 obtenían la cantidad de \$ 760.00, que es más de lo que ganaban semanalmente en labores agrícolas en Xochitlán. La ciudad de México es otra localidad donde gente de la comunidad migra temporalmente a realizar diversas actividades; también se dan casos (que van en aumento) de agricultores que salen a trabajar como braceros a los Estados Unidos.

En relación a la atención gubernamental a familias xochitecas 8 (40% de la muestra) reciben recursos del Consejo Poblano del Café mediante un programa de apoyo a la cosecha; 4 (20%) de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) a través del PROGRESA (Programa de Educación, Salud y Alimentación) dirigidos a la educación primaria de sus hijos y 1 (5%) del Fondo Nacional de Apoyo para Empresas en Solidaridad (FONAES) en la producción de chile serrano.

La Figura 13 señala las actividades económicas agrícolas y no agrícolas que realizan las unidades campesinas y los porcentajes de ingresos que les representan en su manutención, desarrollo y reproducción.

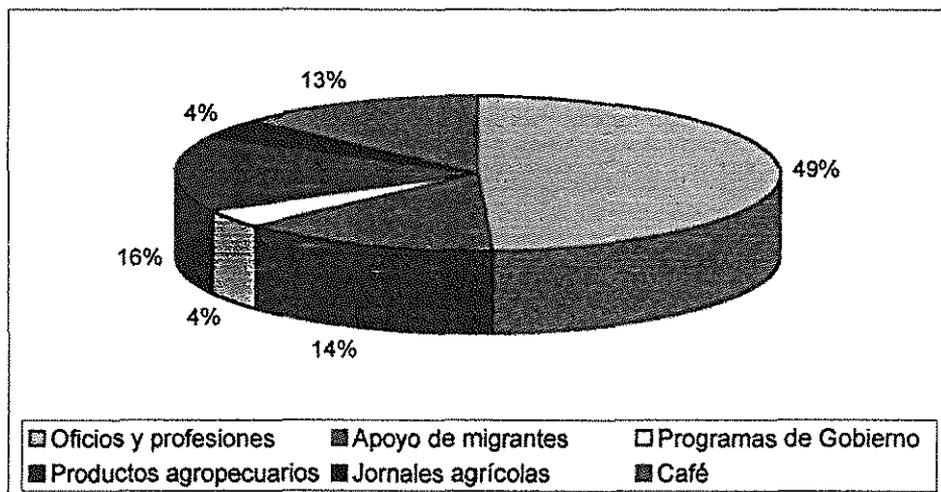


Figura 13. Actividades efectuadas por una muestra de 20 unidades domésticas y porcentaje de ingresos que representan en su economía en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

En las condiciones actuales un 49% de los ingresos totales de las familias corresponde al trabajo en oficios y profesiones; las entradas por productos agropecuarios (maíz, frijol, cerdos y chile serrano) representan un 16% y el apoyo de personas migrantes un 14%. La producción de café sólo significa un 13%, los recursos derivados de jornales agrícolas 4% y el apoyo gubernamental 4% son los de menor

aporte. Contrastando ésta información con años en que los precios del café fueron altos (por ejemplo la década de los ochentas), cuando incluso para algunas familias la cafecultura llegó a representar el 100 % de sus ingresos, la caída de los precios internacionales del café iniciada en los noventas y continuada hasta nuestros días ha disminuido dramáticamente su relevancia en la economía de las familias locales.

La Tabla 28 señala la relevancia del café (%) en la economía (ingresos totales) de una muestra de 20 familias campesinas.

Tabla 28. Importancia económica de la cafecultura en porcentaje, para 20 familias en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.

No. Cafetal	Importancia (%) de la cafecultura en la economía familiar
Macpalapa	64.10
Tenamicoyan	42.98
Cuetzinapan	19.74
Tepetitán	36.63
Tepehican	34.60
Texcalapa	9.02
Pocapan	19.27
Tecorrallcan	3.97
Tepexititán	1.03
Las Higuierillas	12.96
Tsbxocoztoc	22.73
Acatamaniz	17.53
Aconco	11.59
Laxtamani	0.00
Texaxacat	31.91
Ixcalco	22.29
Atexayaca	14.33
Tzatzapota	0.00
Celoztoc	11.46
Palenque	7.91

Únicamente en el caso de Macpalapa 64.10 % el café representa más de la mitad de sus ingresos totales, en las demás situaciones no se alcanza este valor que llega a ser menor al 10 % en de Texcalapa: 9.02 %, Tecorrallcan: 3.97 %, Tepexititán: 1.03 %, Palenque: 7.91, Laxtamani: 0.00 % y Tzatzapota: 0.00 %. En estos dos últimos

cafetales los productores decidieron no levantar sus cosechas en relación a los 3 ciclos cafetaleros anteriores, ya que les ha sido incosteable. Los datos confirman la grave situación financiera en que se encuentran los campesinos de Xochitlán, siendo una localidad que en su historia reciente ha vivido del café; los pequeños y medianos comercios también están en crisis por la drástica caída del consumo de productos agrícolas e industriales por falta de dinero.

3. infraestructura cafetalera y alternativas de producción.

En la comunidad de acuerdo al censo realizado en coordinación con las autoridades locales y la "Asociación de Pequeños Productores de Xochitlán de Vicente Suárez" con figura jurídica de Sociedad de Solidaridad Social, hay 164 familias de cafecultores en la Cabecera Municipal, cuentan con un beneficio húmedo que no han podido reactivar, según ellos están tratando de organizarse para darle un mejor uso a esas instalaciones que antes trabajaban con el INMECAFE. El gobierno (como es tradicional) poco apoyo les proporciona para impulsar e incentivar la cafecultura en la región. De acuerdo con sus palabras sigue pasando lo mismo de siempre, los beneficios de los programas institucionales se quedan entre las personas que más recursos tienen, pues cuando alguien posee muy poca tierra o no tiene, automáticamente queda fuera de estos proyectos de desarrollo comunitario. Como ya se mencionó una alternativa que ven viable y que ya han emprendido algunos productores es tostar y moler café, aunque sea en pequeña escala, pues de esta forma obtienen un mejor precio por su producto.

Una opción alternativa que está probando un grupo de agricultores apoyados por FONAES (Fondo Nacional de Apoyo a Empresas en Solidaridad), es el cultivo del chile serrano. En el 2001 consiguieron un buen precio por este producto en la ciudad de Zacapoaxtla, primero se les pagó entre \$ 15.00-20.00/kg, posteriormente subió a \$ 22.00 y 28.00/kg, varios campesinos al ver este ejemplo consideran tal posibilidad.

Algunos piensan que la floricultura también es una buena oportunidad, otros están cultivando chile manzano y tomate. Un problema adicional es la falta de vehículos que les impide llevar los productos fuera de la comunidad, a otros mercados de la región.

X.- Discusión.

En Xochitlán de Vicente Suárez el cultivo del café comenzó al menos desde 1895 y ha continuado hasta la fecha como una actividad agrícola importante, no obstante la grave crisis causada por la sobreoferta mundial, que en la última década ha ocasionado bajas constantes en los precios internacionales. La zona alta presenta condiciones ecológicas favorables para un producto de buena calidad: 900-1300 msnm, temperatura anual media de 18 °C, una precipitación anual de 2000 a 2500 mm y un breve periodo de sequía en abril-mayo.

Actualmente el manejo de las plantaciones se da principalmente bajo el método "convencional", basado en el uso de un paquete tecnológico con variedades de café mejoradas, agroquímicos (fertilizantes y funguicidas), sombra de chalahuite (*Inga*) y producción de frutales comerciales como cítricos y plátanos, que el desaparecido INMECAFE promovió en las décadas de los setentas y ochentas.

Otro factor histórico anterior, que probablemente influyó en el uso del chalahuite en los sistemas de sombreado locales es indicado por Beaucage (1998), quien en una investigación en San Miguel Tzinacapan, Mpio. de Cuetzalán, Puebla señala que en 1860 al introducir *Coffea arabica*, hoy conocido como café "criollo o nativo", los productores se dieron cuenta que crecía mejor bajo sombra. Al parecer, los primeros cultivadores mestizos seleccionaron *Inga* spp. nativas por sus particulares propiedades: crecen fácilmente de estacas sembradas en la tierra, su desarrollo es más rápido que el de las plantas de café y los árboles adultos despliegan un gran follaje en forma de sombrilla a 20 metros sobre el suelo. Además, sus hojas son un excelente abono y no sufren daño por las podas, lo cual es necesario cuando el follaje se vuelve demasiado grueso. Los árboles han sido conocidos por la gente del área por largo tiempo y usados para cercas vivas, leña y la parte interior de sus vainas (arilo) se consume como una golosina.

Algunos cafecultores de edad avanzada de Xochitlán señalan que el café fue llevado de Cuetzalán a su comunidad tiempo después (1895, o tal vez antes) de iniciar su cultivo en dicho municipio, siendo probable que adoptarán el uso del chalahuite como parte de los sistemas de sombreado, influenciados por la forma en que se comenzó a cultivar en esa localidad vecina.

Sin embargo, frecuentemente encontramos variantes de cafetales que incluyen especies arbóreas y arbustivas provenientes de la vegetación secundaria para la función del sombreado. En menor grado se tiene café "natural" (sin empleo de insumos industrializados) en algunos terrenos de la ribera del río Zempoala que aún conservan su fertilidad natural, o en el caso de unidades domésticas con bajos ingresos que no pueden adquirir agroquímicos y desde hace unos 10 años no los emplean. El manejo "orgánico" es del interés de algunas familias pero aún es escaso el conocimiento y la experiencia con que cuentan, las labores que se realizan en ésta dirección se reducen a la elaboración ocasional de compostas y su aplicación.

Los cafetales con chalahuite estructural, socioeconómica y técnicamente muestran algunas semejanzas con lo que Moguel y Toledo (1996; 1999) denominan "policultivo comercial", que implica la total remoción de los árboles del bosque original y la sombra es proporcionada por especies arbóreas cultivadas principalmente fabáceas, que se consideran apropiadas para dicha función como los chalahuites (*Inga spp.*) y otras especies que además tienen alguna utilidad comercial: hule (*Castilla elastica* Cerv.), pimienta, cedro, cítricos y plátano. Son plantaciones bastante homogéneas con una baja diversidad biológica, donde regularmente se hace uso de productos agroquímicos (fertilizantes, insecticidas y fungicidas), los rendimientos de café son relativamente altos y la producción es dirigida al mercado. Generalmente sus propietarios son campesinos que hablan español y poseen menos de 5 ha de terreno, por lo que su producción es a baja escala. Tales condiciones son parecidas a las existentes en Xochitlán, pero difieren en que aquí, sólo los fertilizantes químicos son empleados con regularidad y los cultivos comerciales son cítricos, plátano y guayaba.

Las variantes en que los agricultores integran al sistema de sombreado plantas nativas de vegetación secundaria como el hilite, jonote, balletilla, ocma, iztahuate y mal hombre son muy diferentes en composición florística. Contrastan del caso citado arriba en que la biodiversidad vegetal es un poco mayor y los agricultores que la mantienen y manejan pueden ser mestizos o indígenas, en los otros aspectos son similares. En las parcelas, pocas especies de vegetación primaria se encuentran como sombra.

Los cafetales xochitecos también muestran algunas semejanzas a las plantaciones encontradas por Evangelista (2000) en Naupan, Puebla, con ailite en las partes más altas 1200-1400 msnm, zapote negro y plátano desde los 1200 msnm, mango desde los 1000 m y chalahuite entre los 850 y 900 donde están los cafetales con sombra más diversificada; lo mismo que a las descritas por Cruz (1995) en Jilotzingo, Puebla, con ailite, chalahuite, plátano y guayaba en altitudes de 1300-1400 m.

Por el contrario, son muy diferentes a los sistemas con "sombra de montaña" estudiados por Soto-Pinto *et al.* (2000) en Chilón, Chiapas, en un gradiente de 800 a 1200 msnm con *Inga pavoniana* Donn., *Oecopetalum mexicanum* Gr. & Th., *Chrysophyllum mexicanum* (Brand) Standl., *Belotia mexicana* Shum. y *Musa sapientum* L., *Astrocharium mexicanum* Liemb., *Chamaedorea cataractarum* Liemb., *Inga punctata* Willd., entre otras y a los encontrados por Souza (2002) en Polhó, Chiapas, en altitudes entre 1150 y 1250 msnm con *Oecopetalum mexicanum* Gr. & Th., *Vernonia deppeana* Less., *Croton draco* Schlecht., *Persea americana* Mill., *Persea schiedeana* Ness, *Inga cf. leptoloba* Schlecht, *Inga vera* Willd e *Inga xalapensis* Benth., etc. y Rancho Grande, Oaxaca con *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Inga latibracteata* Harms, *Trema micrantha* (L.) Blume, *Lippia myriocephala* Schitdl. & Cham., *Heliocarpus donnellsmithii* Rose, *Pouteria zapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn, *Persea americana* Mill., *Persea schiedeana* Ness, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck y *Musa acuminata* Colla x *Musa balbisiana* Colla además otras, a altitudes entre 660 y 1150 msnm.

De acuerdo con Moguel y Toledo (1996; 1999), en el sistema de producción "rusticano o de montaña", los arbustos de café substituyen a las plantas que crecen en el

sotobosque de los bosques tropicales o templados, presenta una alta biodiversidad pues solamente es removido el estrato más bajo de la vegetación primaria. Como resultado, la cubierta de árboles originales se mantiene y debajo de ellos crecen los cafetos. En México, este tipo de manejo puede ser observado en áreas relativamente aisladas, donde es adoptado por grupos indígenas, se caracteriza por un manejo mínimo de los cafetos, sin uso de agroquímicos y bajos rendimientos. En Xochitlán, cada vez es más rara la presencia de este tipo de sistema, debido a la disminución de la vegetación primaria por el impacto de la agricultura y la ganadería.

Las estructuras de los cafetales locales son complejas de acuerdo a las especies que las constituyen, sus abundancias relativas y los arreglos espaciales (verticales: estratificación y horizontales: espaciación) temporales que presentan. Además de que cada sitio al ser único en cuanto a su composición florística y estructura contribuye a la heterogeneidad de las parcelas (Soto-Pinto *et al.*, 2000).

El reconocimiento de tres (uno herbáceo, uno arbustivo y uno arbóreo) a cinco estratos (uno herbáceo, dos arbustivos y dos arbóreos) muestran la complejidad estructural de las plantaciones locales. El primer estrato arbóreo, presenta chalahuite, hilite, cuerillo, jonote, zapote negro, sangre de grado y jacaranda; el segundo contiene individuos emergentes de amate, mango y ocasionalmente hilite. Comparado con lo encontrado por Soto-Pinto *et al.* (2000) en Chilón y Jitolol quien reconoció cafetales con cinco estratos: uno herbáceo, dos arbustivos y dos arbóreos con *Inga pavoniana* Donn, *I. punctata* Willd, *Belotia mexicana* Schum., *Heliocarpus appendiculatus* Turcz. e *I. sapindoides* (Willd.) Poir., como árboles emergentes, aunque con alturas diferentes el arreglo en cinco capas coincide con algunos de los cafetales más complejos de Xochitlán. Sin embargo la composición florística, su origen y distribución en el terreno difiere considerablemente.

Muchos cafetales tradicionales que frecuentemente tienen un componente de sombra diverso incluyendo en ocasiones más de 50 especies arbóreas, en términos de su estructura determinada por la composición florística, la arquitectura de los árboles definida

como "la expresión morfológica visible de su plano genético o plan de crecimiento en cualquier tiempo" (Hallé, 1978), el número de estratos verticales y su altura, el grado de espesor de la masa foliar, el manejo que aplica el productor: podas, siembras, tolerancia, adelgazamiento (Beer *et al.*, 1998) y las condiciones ecológicas en que crecen entre los paralelos 22° N a 26° S, altitudes entre 300 y 1800 m, precipitación media anual de 1300 a más de 2000 mm con una estación seca de tres a cuatro meses, temperatura media anual entre 15 a 24 °C (Alvim y Koslowski, 1977; Wilson, 1999) semejan al bosque natural más que cualquier otro sistema agrícola.

En México algunas plantaciones de café con sombra se han comparado favorablemente a los bosques naturales como refugio para árboles y epífitas, aves, reptiles, mamíferos, anfibios y artrópodos (Moguel y Toledo, 1999; Martínez y Peters. 1996; Beer *et al.*, 1998; Soto-Pinto *et al.*, 2000; Souza, 2002). Dada una rica flora regional, los bosques son particularmente favorables para la coexistencia de una gran cantidad de especies en la misma comunidad, porque ellas proporcionan muchos nichos diferentes. El bosque provee un amplio arreglo de diferentes microclimas internos horizontal y verticalmente; existen especies arbóreas con diferentes grados de tolerancia a la sombra. Los mismos árboles son el entramado de una amplia serie de hábitats para plantas trepadoras y epífitas como para grupos de animales, el dosel provee un gran número de nichos espaciales-temporales (Whitmore, 1999). Los cafetales como sistemas agroforestales, tienen un alto potencial como refugio para la biodiversidad particularmente en áreas deforestadas.

Según Escalona y Castillo (1996), en los cafetales hay gran variedad de elementos florísticos y aunque su cantidad no puede compararse con la del bosque, se puede considerar que son similares desde el punto de vista ecológico funcional. En ambos casos, cafetal y bosque las especies arbóreas, arbustivas, herbáceas, epífitas, etc., evitan la erosión del suelo, mantienen el equilibrio de los nutrientes, los ciclos microbiológicos y reciclan la materia orgánica. Sin embargo, la sustitución del bosque por los cafetales conlleva implícitamente la reducción del hábitat para muchas especies

vegetales y animales que desaparecerán como recurso potencial con posibilidades de ser aprovechados.

Las plantaciones locales no son tan diversas como los que Beer *et al.* (1998) señalan, pero la diversidad que contienen algunos de ellos no es tan escasa y las especies que incluyen representan variados y valiosos recursos que los cafecultores actualmente emplean y conservan. Algunas de éstas especies representan un potencial de uso y aprovechamiento relevante como madera, leña, medicina, artesanías, abono verde, protección del suelo, etc., que pueden ser alternativas económicas para los campesinos.

El número total de especies de sombra que encontramos en una muestra de 20 plantaciones fue 67 (48 arbóreas; 17 arbustivas y 2 herbáceas), siendo interesante señalar que 55 de ellas (82.08%), tienen otro u otros usos que permiten a los campesinos proveerse de diferentes materiales para cubrir necesidades de consumo familiar o para obtener dinero por su venta en los mercados locales y regionales.

Es notorio que únicamente 7 especies (10.44%) son originarias del bosque tropical perennifolio, ubicándose en los sistemas de sombreado de algunos predios de la parte semicálida. 1 (1.49%) proviene de vegetación riparia; 2 (2.98%) se pueden encontrar en vegetación riparia o vegetación secundaria y 1 (1.49%) en bosque mesófilo de montaña o vegetación secundaria. 35 (52.23%) provienen de vegetación secundaria y 21 (31.34%) son plantas cultivadas. A diferencia de lo que encontraron Soto-Pinto *et al.* (2001) en los Altos de Chiapas quienes reportaron que 71 (90%) de 77 especies vegetales creciendo en plantaciones rústicas de café son plantas nativas provenientes del bosque mesófilo de montaña y del bosque tropical perennifolio. Souza (2002) en el sureste de México (los Altos Chiapas y el Norte de Oaxaca) también en parcelas rústicas ubicó 35 especies de sombra de las cuales 77% son originarias de las selvas secundarias y maduras de la región.

Por tanto, en los sistemas de sombreado locales existen pocos elementos provenientes de bosques primarios, teniendo mayor relevancia las especies secundarias y las cultivadas. Sarukhán (1969) nos dice que es indudable que la vegetación secundaria de las zonas tropicales en México, ha venido adquiriendo cada vez más importancia sobre la primaria, tanto en extensión como en su implicación biológica, social y económica. Existe en la vegetación secundaria un número potencial igual o mayor de especies forestales aprovechables que en las comunidades primarias y que pueden encontrarse en mayor abundancia que estas últimas.

La situación anterior podría deberse a que históricamente Xochitlán es un lugar de la Sierra que ha estado poblado desde tiempos pre-hispánicos, probablemente desde los años 200 o 300 de nuestra era, las actividades de subsistencia (caza, pesca, recolección) y la economía agrícola de los primeros grupos indígenas establecidos debieron haber generado los primeros cambios en la vegetación por influencia humana (ENAH, 1992). Durante la colonia, a inicios del siglo XVII, al consolidarse la administración colonial se comenzó a ejercer control sobre la zona, que se intensificó en el siglo siguiente debido al impulso que se dio a la producción de cerámica vidriada y objetos de hierro y bronce, actividades que requerían mano de obra indígena y el consumo de grandes cantidades de carbón, lo que generó deforestación en la Sierra de Puebla. Posteriormente, en el año de 1860 (época histórica de la Reforma) florecieron las haciendas cuando se introdujo el café, lo que también debió afectar al paisaje y a los ecosistemas locales (Nutini y Barry, 1974). Hoy en día, el crecimiento poblacional presiona fuertemente sobre la tierra, lo que no permite periodos de barbecho largo en los que se pueda recuperar la vegetación primaria, que solamente existe en terrenos abruptos.

El número de especies (riqueza) de sombra registrado por cafetal resultó de bajo a medio, variando de 3 a 31 con un promedio de 10. Su abundancia relativa (número de individuos) fue de 13 a 188, con un promedio de 45. Calculando el Índice de Diversidad Shanon-Wiener (ID) reconocimos que las composiciones florísticas de las plantaciones individuales incluyen una diversidad de baja a media, los valores fluctuaron entre

0.8379 en Tecorralican y 2.6080 en Tzatzapota. Para la muestra de 20, obtuvimos un valor relativamente alto de 3.2478, lo que sugiere que la mayor diversidad de especies de sombra está dada por los cafetales en su conjunto. Por su parte, en su estudio de cafetales en Chilón, México, Soto-Pinto *et al.* (2000) encontraron una riqueza promedio de 3.5 especies por parcela.

Sabemos que no contamos con las condiciones ideales para el empleo de éste índice, como son el obtener las muestras de una población infinitamente grande, de un área de vegetación conservada y poseer un conocimiento profundo sobre el total (cosa muy difícil de lograr) o por lo menos de la mayoría (cuáles y cuantas son) de las especies que constituyen las comunidades vegetales primarias de la región (Kent y Coker, 1992) y en nuestro caso de las comunidades de los cafetales, para utilizarlos con fines comparativos. Sin embargo, creemos que su uso nos proporcionó información valiosa para comprender la diversidad contenida en las parcelas locales.

El análisis de varianza (ANOVA) señaló que la exposición del cafetal con respecto al sol y la interacción exposición-altitud influyeron en los valores de (ID). Ecológicamente cada especie tiene la capacidad de crecer en cierta franja altitudinal menos o más amplia y en condiciones de alta luminosidad o de umbrío de acuerdo a la información genética que poseen y a sus respuestas de sobrevivencia frente al ambiente, lo que se refleja en su arquitectura, forma, tamaño y disposición de las hojas, el contenido de clorofila y sus mecanismos de propagación y dispersión.

En la zona baja de Xochitlán, en la Cañada del río Zempoala de los 720 a los 850 m de altitud donde la vegetación primaria corresponde a bosque tropical perennifolio y vegetación riparia, los cafetales no fronteros de Tzatzapota y Atexayaca alcanzaron los mayores ID's. Son predios alejados de la zona de viviendas y de difícil acceso, poco manejados (sobre todo el primero) en los últimos cinco años, debido a la desmotivación que ha provocado en sus dueños la caída de los precios del café y donde la sucesión ecológica ha permitido el establecimiento de vegetación secundaria con capacidad para crecer en terrenos sombreados como el jonote, cuerillo (Oberbauer y Donnelly, 1986,

en Whitmore, 1998), ocma e iztahuate. Lo anterior podría contribuir en parte a explicar su relativamente alta diversidad, ya que son parcelas que requieren menos sombra que los terrenos fronteros y cuyos propietarios actualmente dedican su mayor atención a actividades económicas como la ganadería, una profesión y diversos oficios con lo que obtienen mejores ingresos.

La mayoría de las especies que incluyen las parcelas citadas son secundarias, con varias de ellas toleradas por su utilidad para el agricultor y de amplia distribución: balletilla, mal hombre, cuerillo, ocma, aconxiuhtl, jonote, *Piper* sp.; algunas provienen del bosque tropical perennifolio: caoba, tepejilote, aguacatillo, carboncillo, bienvenido y la vegetación riparia: zapote negro, maicillo. Otras son cultivadas: mango, nogal, pomarrosa, chalahuite blanco, plátano. Los mangos y el zapote negro fueron de los árboles más grandes registrados en la muestra, el resto de los individuos son de talla pequeña y mediana. Laxtamani es una plantación frontera que tuvo un ID medio, no presenta especies de vegetación primaria, incluye muchos individuos de talla pequeña y algunos medianos para la función del sombreado; presenta jonote, balletilla, chalahuite, plátano, naranja y aguacate. En relación al manejo y a las condiciones socioeconómicas en las que se encuentra, su situación es similar a los casos anteriores.

En la zona alta, entre los 850 y 920 msnm el cafetal frontero de Tepehican en mayor grado y los no fronteros de Ixcálco, Macpala, Tepexitán y Texcalapa tuvieron Índices de Diversidad relativamente altos; aunque son sitios alejados del área semi-urbanizada no es tan difícil llegar a ellos. Los tres primeros lotes han recibido relativamente mayor atención y los dos últimos se han trabajado menos desde hace cinco años a la fecha. En estos casos se nota que de acuerdo a sus objetivos y necesidades de consumo familiar los campesinos mantienen un sombreado diversificado, principalmente incluyen especies secundarias toleradas: cuerillo, jonote, iztahuate, sangre de grado, promovidas: hilito blanco y algunas especies cultivadas: naranja, mandarina, chalahuite blanco, plátano e higuera.

A pesar de ser la zona de transición entre el bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical perennifolio los cafetales no comparten especies de ambos tipos de vegetación; solamente en Texcalapa se ubicó al amate y en Tepexititán al bienvenido, originarios del bosque tropical. A excepción del amate mencionado que fue el árbol más grande de la muestra, en este grupo de parcelas los individuos son de pequeños a medianos. Salvo en Macpalapa, los dueños de estas parcelas decidieron invertir menos tiempo, energía y dinero en la cafecultura, poniendo más interés en algunos oficios, labores agrícolas propias: cría de cerdos, cultivo de maíz y frijol o como jornaleros en milpas y chapeo de otros cafetales, de donde obtienen más ingresos.

También en la parte alta, donde la vegetación primaria es el bosque mesófilo de montaña en la franja de 940 a 1300 msnm los cafetales fronteros Aconco, Tepetitán, Texaxacat y Tenamicoyán presentan los ID's más altos, aunque sus valores son medianos en Cuetzinapan y Acatamaniz y bajo en Las Higuerrillas. Son predios cercanos a la zona de viviendas bastante accesibles, que han recibido una atención de mínima a moderada. Al ser terrenos expuestos directamente al sol requieren un mayor sombreado, lo que también ayuda a disminuir el impacto de las heladas que ocasionalmente llegan a presentarse en invierno. Las estrategias de los campesinos influyen, los del primer grupo mantienen la sombra con un mayor número de especies y un alto número de individuos de talla pequeña a mediana y algunos grandes; en los siguientes casos, Cuetzinapan señala un esquema parecido al anterior y en los dos cafetales restantes existen pocos individuos con tamaño medio a grande.

Las Higuerrillas y Cuetzinapan son dos de las plantaciones donde más se nota el modelo de producción promovido por el desaparecido INMECAFE. Los terrenos no fronteros de Pocapan y Celoztoc tuvieron ID's relativamente altos, en Talxococtoc, Tecorrallcan y Palenque fueron bajos; son localidades cercanas al área habitacional sin problemas de acceso y trabajados con poca y mediana regularidad. En los dos primeros los árboles son de pequeños a medianos, en los tres últimos algunos son pequeños y otros de medianos a grandes. En Palenque se observa que los productores han seguido el diseño que fomentó el INMECAFE. Especies comunes en los sitios ubicados

en la altitud antes referida son: jonote, hilite blanco, chalahuite blanco, cuerillo, balletilla, higuierilla, ocma, naranja, plátano y guayaba. Igualmente, los productores están poniendo más énfasis en otras actividades económicas (ya citadas) que en sus propios cafetales.

Los datos sugieren que actualmente la mayor riqueza de especies de sombra en las parcelas además de la orientación y la interacción exposición-altitud está relacionada con la vegetación secundaria, los objetivos y conocimientos de los agricultores, lo que se refleja en su diversidad, mantenimiento, manejo y abundancia relativa para satisfacer cuestiones agronómicas y necesidades de consumo familiar.

En cuanto a la historia de las plantaciones, en dos de las que son más diversas: Tzatzapota y Texcalapa anteriormente existía bosque tropical perennifolio, en contraste otras parcelas que ya eran cafetales: Atexayaca y Tepexititan e incluso milpas: Tepetitán, Aconco, Laxtamani, Ixcalco y Tepehican también los son. Los cafetales con menor número de especies se hallan en terrenos donde hubo milpas: Tecorrallcan, Las Higuerrillas y Acatamaniz, aunque uno que era un acahual joven: Palenque y otro un cafetal: Talxococtoc igualmente cuentan con un número bajo. En las de diversidad media: Celoztoc, Tenamicoyan, Cuetzinapan, y Macpalapa antes hubo milpa; en Pocapan se encontraba un potrero y en Texaxacat un acahual joven.

Con respecto al tiempo que los terrenos se han dedicado al cultivo de café, ocho abarcan de 4 a 10 años; seis entre 13-20; tres de 25 a 30 y tres van de 40 a 50. El transcurso del tiempo también influye en el establecimiento y presencia de determinadas especies de vegetación secundaria o primaria. Conforme avanzan las diferentes fases de la sucesión ecológica, las condiciones ambientales (luz, temperatura, humedad, nutrientes del suelo) van siendo modificadas por las comunidades presentes en cada fase, lo mismo sucede con el crecimiento y presencia de especies cultivadas, fomentadas o toleradas según lo vaya previendo el agricultor. Estas poblaciones vegetales, debido al interés del campesino disminuyen, se mantienen o incrementan su número al interior del cafetal para cubrir objetivos agrícolas

(sombra, fertilidad del suelo, control de malezas, etc), necesidades materiales de la familia (leña, alimentos, medicina, etc) o la obtención de dinero. La cantidad de especies e individuos sería también afectada por el tamaño del cafetal, su capacidad competitiva y el número que podría soportar el sistema hasta llegar a su estabilización dentro de su propia y compleja dinámica.

En relación a la composición florística de las plantaciones, un primer Análisis de Coordenadas Principales (PCO) con valores cualitativos de presencia-ausencia para las 67 especies de sombra no distinguió agrupaciones de manera clara, en la gráfica no se identificaron patrones de variación florística debido a que la composición de los sistemas de sombreado de las parcelas es heterogénea. El comportamiento observado mostró de manera general, que los sistemas de sombreado comparten un pequeño grupo común y que los diferentes cafetales incluyen un número diverso de especies menos comunes compartidas con pocas o con ninguna plantación, situación también reconocida por Souza (2002).

Considerando a las especies con un Índice de Valor de Importancia mayor a 5, un segundo análisis de PCO que incluyó a un grupo de 7 arbóreas, 6 arbustivas y 1 herbácea permitió realizar una tipología de cafetales separando cuatro grupos de parcelas por la presencia de jonote, chalahuite blanco, e hilite blanco. Además de incluir a otras especies, el grupo I básicamente presentó chalahuite-jonote; el II y el III hilite-chalahuite-jonote y en el IV podemos encontrar a cualquiera de las tres. De los cafetales del grupo I, cinco se ubican en la Cañada del Río Zempoala a altitudes entre 720 y 890 msnm y dos se hallan en su parte alta entre 980 y 1020 msnm. Los de los grupos II y III se localizan de los 880 a los 1300 msnm. Los del grupo IV están entre los 1000 y 1070 msnm.

Tomando en cuenta a los cuatro grupos anteriores, una prueba de "Xi cuadrada" señaló que la exposición de los cafetales con respecto al sol no influyó sobre su composición florística. Exceptuando al iztahuate que siempre estuvo asociada a predios no fronteros, las demás especies se encontraron en ambos tipos de terrenos, incluso la

mayoría tuvo una proporción cercana al 50-50. En cambio el tipo de clima sí afectó la composición, las parcelas que incluyen hilite siempre están asociadas al clima templado de la parte alta de Xochitlán; las plantaciones que presentan chalahuite y jonote se pueden encontrar en los dos tipos de climas a lo largo del gradiente altitudinal. La prueba de residuos de Haberman sugiere que los cafetales que contiene las dos últimas especies tienen la posibilidad de ser encontrados tanto en terrenos semicálidos como templados, lo que permite al agricultor su manejo en un rango climático más amplio, sobre todo del jonote.

Desde nuestro marco general de 20 parcelas y 67 especies de sombra reconocimos que el chalahuite (**49.6398**) en primer lugar, el jonote (**33.8766**) en segundo y el hilite (**31.3944**) en tercero, son las tres más estimadas y utilizadas, presentando **Índices de Valor de Importancia** mucho más altos que las demás. En el caso del chalahuite los parámetros (valores relativos) que más influyeron fueron la frecuencia y la cobertura, el jonote tuvo la mayor abundancia y su frecuencia también fue alta y en el hilite fue importante su cobertura.

A nivel de cafetal, donde consideramos a cada parcela individual y a la suma total de los "IVI's" obtenidos en cada una de ellas, el chalahuite (**2430.7888**) se mantuvo como dominante. Sin embargo, el hilite (**2121.4126**) desplazó al jonote (**1504.8823**) del segundo lugar en importancia, situación en la que los valores de área basal tuvieron un peso relevante. Dentro de las plantaciones por mucho, son las especies dominantes que con mayor amplitud modifican sus condiciones físico-bióticas. Es interesante señalar que en la muestra identificamos siete cafetales, cuatro fronteros y tres no fronteros, todos ubicados en la zona alta (880-1,300 msnm) y templada de Xochitlán en los que coincidió la presencia de los tres árboles más importantes. El chalahuite dominó en dos sitios y el hilite en cinco, encontrando en cada caso que sus respectivas frecuencias, abundancias y dominancias (cobertura y área basal) relativas fueron mayores. El jonote no dominó en ninguna parcela. Esta situación puede deberse a que la intersección de las tres especies se da en condiciones de altitud y clima más

favorables al desarrollo del hilite y a que los campesinos lo incluyen para sacar ventaja de su comportamiento.

En cuanto a la preferencia de los productores por las especies arbustivas de sombra, tenemos que aunque en menor grado, las especies del estrato arbustivo también influyen en las condiciones ambientales y en el desempeño de los sistemas cafetaleros. Igualmente, aportan en la solución de objetivos agrícolas (sombreado, control de la erosión del suelo, aporte de materia orgánica, etc.) y necesidades de consumo material de las unidades domésticas siendo algunas de ellas muy significativas. De hecho, el plátano y cuatro arbustos *Piper* sp., balletilla, aconxihuitl e higuerilla presentaron I.V.I.s mayores que tres especies de árboles: mal hombre, naranja y ocma, lo cual nos da una idea de su importancia en el sombreado y para los agricultores.

En su estudio sobre selvas en la Planicie Costera del Golfo de México, Sarukhán (1969) considera que la presencia y abundancia de las plantas de una comunidad en un lugar, momento y ambiente dados, es la resultante a través de cierto tiempo, de la acción de dicho ambiente sobre las plantas y de su capacidad competitiva. Esta última se relaciona con el grado y la constancia con que ellas modifican el medio en el que se desarrollan y de la influencia que ejercen sobre el resto de la comunidad. La influencia de una especie sobre la comunidad, a su vez está en relación tanto con el número de sus individuos y la distribución que presenta en el área que cubre, como en la biomasa relativa que posee. En un sistema cafetalero, además de la permanente presión del ambiente y la capacidad competitiva de las plantas, intervienen e impactan directamente al cultivo los objetivos del agricultor, las especies de su interés, los arreglos en que las organiza, el manejo tecnológico y la intensidad con que lo aplica en relación a su conocimiento, recursos con que cuenta y sus alcances. Sus interacciones se reflejan directamente en la composición florística, estructura, dinámica y fisonomía que presenta un cafetal.

Sembrando, fomentando o tolerando la presencia de especies de sombra de su

predilección contribuyen a mantener los diferentes niveles de dominancia e importancia relativa de los árboles que les representan mayor utilidad. De esta forma, también promueven el mantenimiento de la biodiversidad y su conservación.

Tomando en cuenta la cobertura de las especies de sombra encontramos un valor total superior para los cafetales fronteros (5916.9600) en comparación con los no fronteros (5003.8691) incluyendo a los estratos arbóreo y arbustivo. Esta situación se debe a que los cafetos que crecen en parcelas directamente expuestas al sol requieren más sombra pues reciben una cantidad más alta de luz por día. Mayores niveles de sombra se pueden alcanzar con dos estrategias diferentes, en la primera es posible mantener pocos árboles de tamaños mediano a grande y en la segunda un mayor número de individuos de tallas pequeñas a medianas. Además influyen la distribución horizontal de los individuos que en el caso del hilite y del chalahuite puede ser en hileras o sin un orden aparente, la forma de la copa, su altura, cobertura y las podas aplicadas. En las demás especies, los arreglos horizontales son sin un orden en hileras.

Es notorio un desarrollo más amplio de la cobertura en los estratos arbustivos de algunas parcelas no fronteros, lo cual puede deberse a una elevada disponibilidad de luz directa o difusa al presentar menores niveles de sombra proyectada por los árboles, ya que en varios de estos cafetales el número de árboles puede ser de regular a alto, pero son individuos de talla pequeña a mediana que proyectan un sombreado menos denso. Como en el caso anterior, también influyen la distribución horizontal de los arbustos (que es sin un orden aparente en hileras), su arquitectura, altura y cobertura. Salvo el caso del iztahuate que siempre se encontró en cafetales no fronteros, todas las demás especies fueron ubicadas en parcelas expuestas directamente o no al sol.

Considerando la estructura de los cafetales en relación al diámetro a la altura del pecho (dap) de los individuos arbóreos, Monedero (1998) en Aragua, Venezuela, en un bosque mesófilo de montaña encontró una densidad de 2,457 árboles > 3 cm de dap/ha, donde un 73% de estos individuos tuvieron un dap > 3 cm pero < 10 cm, lo que

según el autor se compara favorablemente con la literatura, la cual nota una gran variabilidad para los bosques tropicales húmedos. Por su parte Gentry y Terborgh (1990) en Cocha Cashu, Perú, solamente registraron 203 árboles entre 2.5-10 cm de dap en .1 ha de terreno, siendo uno de los valores más bajos para cualquier bosque amazónico. Soto-Pinto *et al.*, (2001) en Chilón, México, para 36 parcelas obtuvo una media de 177 árboles/ha con un dap < 10 cm, con un mínimo de 0 y un máximo de 500. En nuestro caso encontramos que un 68.31% (332 individuos) se hallan en el rango de 1-10 cm de dap y un 31.69 % (154 árboles) presentaron un dap > 10 cm.

El jonote con 86 arbolitos aporta el mayor número en la clase diamétrica más pequeña (1 a 10 cm de dap), seguido del chalahuite con 51; el hilite solamente tuvo 10 en esta clase. Tal situación tiene que ver con el manejo y los mecanismos de dispersión de los árboles, ya que los individuos de hilite de 30 a 100 cm de altura son trasplantados después de ser recolectados; en cambio los jonotes crecen de las semillas que propaga el viento o de las que caen de los árboles ya establecidos, lo mismo que los chalahuites, aunque estos últimos también pueden ser trasplantados después de obtenerse mediante viveros. Esto es muy importante por que en el corto y mediano plazos serán los individuos que conformarán el sistema de sombreado de una parcela. En la clase diamétrica de 10 a 20 cm las tres especies anteriores son también las que más árboles aportan: el hilite con 21, el jonote con 19 y el chalahuite con 18; en este caso el mayor número (aunque la diferencia es mínima) de las dos primeras especies probablemente empiece a reflejar su tasa de crecimiento rápido en relación a la tercera.

Para las clases diamétricas medianas los hilites contribuyen de manera importante a los diámetros que van de 20 a 60 cm y los chalahuites lo hacen en el rango de 20 a 50 cm de dap; los jonotes son significativos en el rango de 20 a 40 cm. En las clases superiores estas especies no presentaron individuos, lo cual se debe a que los campesinos no las dejan desarrollar tamaños mayores, los aprovechan principalmente como leña antes que desarrollen las tallas máximas que podrían alcanzar, no los dejan crecer más allá de 7-10 años, señalando que árboles más

grandes ya no son tan buenos para el sombreado pues se vuelve más denso, su manejo se dificulta requiriendo mayor trabajo y absorben más nutrientes del suelo en detrimento de los cafetos. En su estudio de cafetales Soto-Pinto *et al.* (2001) en Jitolol y Chilón encontraron que la mayoría de las especies de sombra estuvieron en el rango de 1-20 cm y que las correspondientes al género *Inga* contribuyen significativamente a los diámetros entre 30 y 80 cm, los resultados que obtienen señalan que su distribución diamétrica se asemeja a la del bosque secundario.

Según Monedero (1998), el empleo de subcuadrantes ha servido para analizar la biodiversidad, la estructura florística y la distribución espacial de los árboles, la flora y fauna asociada. En nuestro caso fue útil para estudiar los tres primeros puntos, en relación a los cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez.

Con respecto a las tres especies de sombra dominantes y en particular al hilito blanco y al chalahuite blanco, los cafetales de la zona templada muestran algunas diferencias en relación a los establecidos en el área semicálida. Al elegir una planta para la función del sombreado (árbol o arbusto) e incluirla en su cafetal, el productor valora algunas de sus características biológicas que le permitirán alcanzar sus objetivos (ver Tabla 29). Los dos últimos renglones incluyen otros datos de interés biológico.

Tabla 29. Características biológicas de las especies dominantes en cafetales, consideradas por los campesinos para la función del sombreado.

Variable/sp.	Chalahuite	Hilito	Jonote
Tipo de copa	ancha: tipo sombrilla	angosta y abierta, piramidal	pequeña con ramas ascendentes
Tipo de raíz	extendida	poco profunda y extendida	
Tamaño de la hoja	grande	pequeña	grande
Tasa de crecimiento	lenta	rápida	rápida
Polinización	abejas del género <i>Eulaema</i>	viento	mariposas
Dispersión	por el agricultor	viento	viento

Fuentes: (Pennington y Sarukhán, 1968; Croat, 1978; Russo, 1994; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

La expresión del plan de crecimiento genéticamente determinada en cualquier etapa del desarrollo representa la arquitectura de una planta (Hallé *et al.*, 1978), lo que influye en la estructura de un cafetal y nos proporciona mucha información sobre su organización.

Las tres especies presentan copas y varios rasgos favorables para el sombreado del café a pesar de ser muy diferentes, la del chalahuite cubre más espacio pero se compensa empleando más árboles de hilite. El modelo arquitectónico de Attims incluye un amplio rango de alturas de los árboles y posibilita al hilite una gran eficiencia, ya que un meristemo vegetativo terminal y un crecimiento secundario le permiten la extensión continua de sus ramas, lo que no implica una tasa de crecimiento uniforme sobre todo en climas estacionales (Hallé *et al.*, 1978). No existen ejes plagiotrópicos (respuesta gravitacional que produce ejes horizontales), los ejes ortotrópicos (respuesta gravitacional que produce ejes verticales) comienzan a crecer oblicuamente dentro del espacio lateral libre (Hallé *et al.*, 1978) dándole oportunidad de captar mayor radiación solar. El continuo crecimiento del tronco monopodial le permite al hilite adicionar rápidamente biomasa y altura, lo que influye en su eficiencia biológica.

En el chalahuite, que se ajusta al modelo de Troll, todos los ejes son plagiotrópicos lo que le permite el desarrollo de una copa extendida con la posibilidad de abarcar más terreno y superficie fotosintética, característica que también presentan muchas fabáceas arbóreas (Hallé *et al.*, 1978). El tronco es producido por crecimiento simpodial (originado desde meristemos laterales sucesivos); el crecimiento en altura, es provisto por el levantamiento secundario de la parte basal de cada eje nuevo, obteniendo mayor disponibilidad de luz. Una vez que se establece una rama, la conducta de la porción plagiotrópica distal es ampliamente determinada por la posición de las inflorescencia. Las ramas pueden tener crecimiento determinado o no determinado. La manera en que cada eje relevo contribuye al crecimiento en altura, su posición y extensión son variables y pueden ajustarse a las influencias ambientales. Lo cual se refleja en la habilidad de la especie para exhibir una copa en forma de domo.

El modelo de Roux que presenta el jonote, es característico de especies que crecen en áreas abiertas y perturbadas. Pero bajo condiciones de sombra la ramificación continua y su pronunciada plagiotropía permite una gran eficiencia en la interceptación de la luz solar. Las ramas son de vida larga y en las de mayor tamaño hay una tendencia a una reversión espontánea a la condición ortotrópica en las partes distales de éstas, cambio que podría estar condicionado por la distancia entre dos meristemas activos.

De acuerdo con Muschler (2000) las especies empleadas para sombra deben presentar ciertos atributos deseables para asociarlas al café, el hilite cubre varias de éstas características que lo hacen un buen árbol de sombra (ver Tabla 30). Al comparar los aspectos considerados por tal autor y los identificados por los cafeticultores para dicha especie, reconocimos algunas coincidencias y diferencias:

Tabla 30. Atributos favorables del hilite blanco como árbol de sombra.

Arquitectura/compatibilidad:

Atributo	Muschler (2000)	Cafeticultor local
Mejora el ambiente para el crecimiento del café (microclima: temperatura, humedad; nutrimentos).	X	X
Arquitectura y fenología complementaria para los requerimientos del café.	X	X
Copa abierta y angosta para permitir mayor penetración solar y un número alto de árboles, sobre todo en el caso de maderables y frutales.	X	X
Hojas pequeñas para mayor penetración de la luz..	X	X
Sistema radicular fuerte y profundo pero no competitivo.	X	-
Hojas pequeñas que no forman goteras grandes que erosionen el suelo en época de lluvia.	X	X
Sistema radicular asociado a micorrizas/nódulos.	X	-
Sin efectos alelopáticos para el café.	X	X
Poco susceptibles a enfermedades y plagas.	X	X

Tabla 30. Continuación.

Establecimiento y crecimiento:

Atributo	Muschler (2000)	Cafeticultor local
Fácil establecimiento.	X	X
Crecimiento rápido.	X	X
Alta producción de biomasa/productos.	X	X
Fácil de adquirir en la región.	-	X
Se puede mantener en el cafetal de 7 a 10 años antes de aprovecharlo como madera o leña.	-	X

Manejo/fisiología:

Atributo	Muschler (2000)	Cafeticultor local
Tolerante a tensión ambiental (establecimiento en pleno sol).	X	X
Autopoda.	X	X
Rebrota fácilmente (árbol de servicio).	X	X
Fijación de nitrógeno.	X	X

Funciones ecológicas:

Atributo	Muschler (2000)	Cafeticultor local
Provee hábitats para aves (locales y migratorias).	X	X
Fomenta la conservación y fertilidad de los suelos.	X	X
El sombreado y el colchón que forma su hojarasca sobre el suelo evita el establecimiento de malezas y la competencia por nutrientes.	-	X

Un aspecto que puede ser desventajoso es que la raíz del hilite blanco no es muy profunda (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999), lo que puede ocasionar competencia con los cafetos por agua y nutrientes del suelo. Sin embargo, su gran capacidad para fijar nitrógeno, el aporte de nutrientes vía hojarasca y la calidad fresca de su raíz que

proporciona humedad al terreno, puede compensar tal situación; el campesino no sabe de la habilidad del árbol para formar nódulos y establecer micorrizas, pero se da cuenta de que en buena medida mejora la fertilidad y mantiene la humedad del suelo. La competencia entre el hilito y los cafetos por agua y nutrimentos debe ser estudiada a mayor detalle, ya que un buen árbol de sombra debe afectar lo menos posible el desarrollo del café. Igualmente, el impacto de su sombreado y del colchón de hojarasca que forma sobre el suelo deben ser analizados en relación al establecimiento de malezas y su manejo.

Otra desventaja es que si bien, su madera es de calidad aceptable, para algunos productores es poco atractiva comparada con especies preciosas como el cedro y la caoba. No obstante es un árbol de rápido crecimiento, de amplio uso en algunos cafetales y tiene potencial para ser explotado más intensivamente.

En Xochitlán, *Alnus acuminata* subsp. *arguta* (Schlecht.) Furlow se comporta como un árbol semidecídúo, tira sus hojas parcialmente entre octubre y enero, por lo que mantiene follaje a lo largo del año, lo cual es favorable para los cafetos, pues los protege de las heladas que ocasionalmente llegan a presentarse en invierno, en la parte alta de la comunidad.

Como puede verse, son varios los criterios que los campesinos emplean para incluir y mantener a corto, mediano y largo plazo una especie vegetal dentro de su parcela, destacando algunos como: la forma de vida, arquitectura de la planta, altura, duración del ciclo de vida, utilidad para solventar objetivos agrícolas, necesidades de consumo material de la familia, generación de ingresos y disponibilidad. Desde su perspectiva estas características son fundamentales para alcanzar sus objetivos, las que sumadas a sus conocimientos, experiencias y al manejo tecnológico de las plantas, resultan en cafetales con composiciones florísticas y estructuras complejas, que inciden en las condiciones ecológicas de una región y en el aprovechamiento-conservación de los recursos naturales (físicos-bióticos) que los conforman.

El agricultor también toma en cuenta las condiciones ecológicas en que las especies se desarrollan (ver Tabla 31).

Tabla 31. Características ecológicas de las especies dominantes.

Variable/sp.	Chalahuite	Hilite	Jonote
Altitud (msnm)	800 – 1000	1000-1300	720 – 1300
Clima	semicálido: (A) C (fm) ; templado: C (fm)	templado: C (fm)	semicálido: (A) C (fm) ; templado: C (fm)
Pendiente (%)	5-80 %	5-80 %	5-80 %
Tipos de Suelo	polvillo; barrial; pedregosa; rojo; gravilla.	barrial; polvillo; pedregosa; roja; fuerte.	barrial; pedregosa; polvillo.
Exposición al sol del cafetal	8 fronteros; 9 no fronteros.	5 fronteros; 5 no fronteros	8 fronteros; 9 no fronteros.

Tanto el hilite como el chalahuite dominan en rangos altitudinales muy marcados, las alturas en que se presentan y los climas asociados a ellas están muy estrechamente ligados con su dominancia y distribución local promovida por los campesinos. Entre los 800 y 1000 msnm, los chalahuites tienen un mayor **Índice de Valor de Importancia**, siendo la zona de transición de los climas templado húmedo C (fm) y semicálido húmedo (A) C (fm) de Xochitlán. De los 1,000 a los 1,300 msnm en la zona templada húmeda la especie relevante es el hilite, pues es la franja altitudinal y el clima en que mejor desarrolla. En Naupan, Evangelista (1999) encontró cafetales con sombra de "ailite" (*Alnus acuminata* subsp. *arguta*) entre 1,200 y 1,400 msnm y cafetales con chalahuite (*Inga* spp.) entre 850 y 900. Por su parte Cruz (1995) registró plantaciones con "ailite" (*Alnus firmifolia* Fern.) a 1,300 m de altura.

Hay productores (Tecorrallcan, Tenamicoyan, Acatamaniz, Celoztoc y Tepetitan) que tratan de beneficiarse al máximo con las propiedades del hilite. Por el contrario, otros aún teniendo sus parcelas (Palenque, Talxococtoc y Aconco) establecidas en alturas óptimas para el crecimiento de ésta especie, no lo incluyen o lo hacen de

manera mínima dentro de sus sistemas de sombreado prefiriendo el empleo de otros árboles. Ecológicamente las especies de sombra tienen la capacidad genética para establecerse y desarrollarse dentro de ciertos niveles altitudinales y climáticos, por arriba o por debajo de estos límites su presencia puede ser escasa o nula. Una fuerte limitante para la utilización del hilito a lo largo del gradiente altitudinal donde se cultiva café en Xochitlán es su distribución ecológica restringida hacia la parte alta; aunque algunos campesinos intentan el manejo de las plantas fuera de sus límites naturales el mayor éxito se da dentro de estos.

El jonote ocupa todo el gradiente referenciado, es una especie silvestre cuyas semillas son dispersadas por el viento lo que podría estar ligado con su amplia distribución (Croat, 1978). Sus mayores densidades de población se hallan hacia la cañada del río Zempoala, sobre todo en las parcelas establecidas en sus partes baja y media, aunque también es conspicuo en algunos cafetales de clima templado localizados en la parte más alta de la cañada o en otros sitios a mayor elevación.

Esta situación puede explicarse porque las zonas media y baja de la cañada del río Zempoala son de muy difícil acceso por su lejanía en relación al área de viviendas, su abrupta pendiente, suelos pedregosos, sueltos y resbalosos. Si a lo anterior sumamos la baja en los precios, resulta que los cafetales de estas áreas han sido de los más descuidados y abandonados durante los últimos cinco años o más, pues no hay dinero para invertir en ellos, ni mucho ánimo por trabajarlos y hacerlos producir. Además de lo molesto y costoso del transporte entre el cafetal y la parte urbana.

El descuido de una plantación ubicada en la cañada acarrea una problemática curiosa; muchos de los chalahuites empleados comúnmente para el sombreado, por la buena leña que producen son "leñados" furtivamente por personas ajenas a la familia propietaria. Es decir, les tumban sus árboles, los parten y les roban la leña, pues los dueños dejan de visitar sus terrenos por largo tiempo y sólo posteriormente hasta que en alguna ocasión van a revisarlos se dan cuenta del saqueo. Ante tal situación, los productores mantienen los árboles de jonote que se han ido estableciendo siguiendo los

procesos de sucesión ecológica y que se presentan en gran abundancia, lo cual les permite sombrear al café mientras consiguen y establecen árboles de chalahuite para conformar el dosel definitivo según sus objetivos e intereses.

En otras ocasiones, los árboles jóvenes de *Inga* pueden escasear en la comunidad y no es fácil conseguirlos, el agricultor decide aprovechar los jonotes que lograron establecerse y tolera en la parcela, posteriormente le redundarán en leña o corteza para amarres, mientras consigue individuos de chalahuite y alcanzan el tamaño necesario para sombra. Si se presenta una alta concentración de jonotes en algunas zonas dentro del terreno y así lo considera el cafecultor, los árboles son "entresacados" dejando el número que se piensa conveniente de acuerdo a la sombra que proyectan y a la utilidad que representan. A veces por interés del productor, aún contando con chalahuites en los terrenos cálidos e hilites y chalahuites en la parte templada, se permite el crecimiento de los jonotes pues el beneficio que le proporcionan es de su interés y así los aprovechan.

Las tres especies se encontraron en terrenos con pendiente suave o abrupta, siendo una capacidad del hilite el poder crecer en sitios muy inclinados (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999); el chalahuite y el hilite se ubicaron en una mayor diversidad de tipos de suelos, en el caso del segundo de los diez predios en que fue ubicado siete presentaron suelo barrial, además de otros.

Las tres especies se registraron en terrenos fronteros y no fronteros sin preferir alguna de estas exposiciones al sol en particular. En selvas de Costa Rica, en sitios soleados el jonote es una planta pionera de fases sucesionales tempranas que presenta una estrecha relación entre su rápido crecimiento, altura y la unidad de área foliar, además de una tasa de respiración baja, lo que ayuda a explicar su éxito en zonas de claros aunque también crece en condiciones de sombra, lo cual contribuye a su presencia y dominancia (Oberbauer y Donnelly, 1986, en Whitmore, 1998).

El hillite tiene un comportamiento similar, siendo importante en etapas jóvenes de sucesión de bosques de pino-encino y bosques mesófilos de montaña en muchas regiones del este de México y en bosques de *Abies* en la Cuenca de México (Russo, 1994; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Madrigal, 1967 en Rzedowski, 1978), crece en lugares soleados pero también tolera condiciones de sombra (Falinski, 1980; La Caro y Rudd, 1985; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Russo, 1994). Según Croat (1978), las especies de *Inga* son dominantes tanto en fases sucesionales tempranas como avanzadas pues tienen tasas de reproducción frecuentes, se ubican en diferentes niveles del dosel y son especies emergentes, condiciones que pueden favorecer su presencia en los cafetales.

En las condiciones locales, los campesinos tratan de aprovechar las características biológicas-ecológicas de los árboles de sombra y de acuerdo a su visión mantiene una mayor o menor presencia de estos, conociendo los gradientes altitudinales en que crecen, el tipo de sombreado que proyectan y otros beneficios materiales y dinero que pueden obtener.

Un aspecto vital son los servicios ambientales que desempeñan los cafetales y dentro de éstos, las especies arbóreas en el mantenimiento de la estabilidad ecológica: protección de cuencas hidrológicas, conservación de los suelos y la retención de carbono (Moguel y Toledo, 1996). En los niveles regional y local tienen una gran importancia en el marco de los cambios climáticos y la degradación de recursos naturales que actualmente estamos viviendo en muchos lugares del mundo. En una zona de neblina como Xochitlán, ecológicamente es primordial mantener árboles en los sistemas de sombreado de los cafetales, pues contribuyen de manera fundamental a la regulación hídrica (Escalona y Castillo, 1996; Barradas y Fanjul, 1984), térmica (Barradas y Fanjul, 1984) y en la conservación y aprovechamiento de recursos vegetales, animales y fúngicos de la región (Moguel y Toledo, 1999; Beaucage, 1998; Sánchez, 1990; Soto *et al.*, 2001).

En la altura donde el hilite domina (1,000 – 1,300 msnm) originalmente crece el bosque mesófilo de montaña, cuya área se ha visto muy disminuida por las actividades agropecuarias. Según Escalona y Castillo (1996) debido a la neblina que es frecuente en este tipo de bosque, su deforestación puede contribuir a crear condiciones de semiaridez, ya que la eliminación de los árboles que la interceptan y condensan ocasiona una pérdida considerable de agua, que es arrastrada en forma de niebla o rocío a otros lugares. Además sin la cobertura arbórea el agua de lluvia tiende a escurrir más superficialmente que a filtrarse lo que provoca desabasto en los mantos freáticos y erosión del suelo.

Como se dijo antes, las especies arbóreas son muy importantes en la regulación y estabilidad hídrica de un sistema de cultivo o de una región. Estudios sobre la estructura y dinámica del cafetal en la región centro de Veracruz han demostrado la importancia de los árboles de sombra asociados al cafetal en el equilibrio ecológico de este agroecosistema (Barradas y Fanjul, 1984). En otra investigación pudo determinarse la capacidad de captación de agua precipitada a partir de la niebla por pináceas del área de las grandes montañas del Estado de Veracruz y el impacto que podría tener la tala indiscriminada sobre el abastecimiento de agua a las ciudades como Perote y Xalapa (Barradas y Fanjul, 1984).

Otra función relevante de los árboles de sombra es la regulación térmica de un cafetal; un factor que interviene en el enfriamiento local es la concentración de vapor de agua y CO₂ debido a la absorción de radiación de onda larga. Mediante la evapotranspiración ejercida por las coberturas se incrementa la concentración de agua en el dosel reduciendo con esto el escape radiativo y por lo tanto el enfriamiento nocturno, ya que el vapor de agua tiene un amplio espectro de absorción de radiación de onda larga promoviendo un fuerte efecto invernadero (Barradas y Fanjul, 1984). Los cafetales también pueden jugar un papel muy importante como sumideros de carbono; Raich (1983) encontró que en zonas perturbadas de cinco años, el jonote y la ocma atrapan gran cantidad de carbono, comportamiento de interés en relación al efecto invernadero que causan altas concentraciones de CO₂.

Un aspecto interesante es el papel de los árboles de sombra en relación a la protección del suelo de un cafetal; el escurrimiento superficial y la pérdida del suelo pueden ser menores en una plantación con árboles en comparación con una no sombreada. Estos pueden contribuir al control de la erosión, la hojarasca que proporcionan al terreno y los residuos de podas pueden mantener una capa de materia orgánica durante la estación lluviosa, donde una lenta descomposición sería ventajosa. Un sombreado denso provee mejor protección al suelo contra lluvias intensas; sin embargo, los árboles podrían adversamente redistribuir la precipitación. Por ejemplo, durante lluvias de baja a moderada intensidad la coalescencia y el goteo desde las hojas de los árboles de talle alta causan pérdida de partículas de suelos e incrementan la erosión superficial. En estos casos una copa con hojas pequeñas es preferible para reducir daño por goteo (Beer *et al.*, 1998; Muschler, 2000). Esta situación ha sido reconocida por los campesinos de Xochitlán, pues los productores señalan que el tamaño de la gota que produce el hilite (de hoja chica) es menor comparado con el que genera el chalahuite (de hoja grande), afectando al suelo en menor grado.

En áreas de bosque mesófilo de montaña en Colombia y Costa Rica los aportes de hojarasca derivados de los árboles es respectivamente de 10.1 y 6.6 toneladas/ha/año y su tasa de descomposición es más lenta que en el bosque tropical lluvioso, lo que adiciona gran cantidad de nutrimentos al suelo (Whitmore, 1998). En el cafetal al presentar varias similitudes con el bosque natural esta situación es relevante; de acuerdo con Beer *et al.* (1998) algunos estudios agroforestales indican que la contribución de N₂ debido a la fijación por árboles asociados a cultivos puede ser limitada en comparación al aportado por su capacidad para producir grandes cantidades de material orgánico como hojarasca y residuos de podas y por sus efectos positivos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, especialmente en plantaciones que son fertilizadas.

En Xochitlán ya sea que las plantaciones se abonen o no, dicha situación se da en los casos del chalahuite y el hilite pues proporcionan una gran cantidad de hojarasca y residuos de las podas (cuando son efectuadas) que los agricultores en parte dejan en

el terreno, aunque Vázquez-Yanes *et al.* (1999) y Russo (1994) señalan que la capacidad de este último para fijar N_2 atmosférico es enorme "de hasta 279 kg/ha/año". La medición experimental de estos aportes en estudios posteriores revelaría el papel y la importancia de estos árboles en los mecanismos de adición de N_2 al suelo de los cafetales, porque además de la producción de materia orgánica ambas especies están asociadas con bacterias fijadoras de nitrógeno y producen gran cantidad de materia orgánica, donde una alta proporción se queda dentro del sistema y lo retroalimenta.

Comparando un acahual de 10 meses con uno de 7 años en Uxpanapa, Veracruz, Williams-Linera (1983) encontró cambios en la concentración y contenido de biomasa entre especies, compartimentos y etapas sucesionales. *Trema micrantha* (L.) Blume produce mayor cantidad de biomasa en el acahual joven y *Heliocarpus appendiculatus* Turcz. lo hace en el de más edad. *Trema micrantha* (L.) Blume no es una especie con reproducción frecuente pero produce gran cantidad de semilla, es emergente y se puede comportar como árbol o arbusto; es resistente al fuego y a la sequía debido a los lignotubos que presenta en el xilema, floema y corteza (Bowman, 2000). Sus flores y frutos aparecen en la temporada de lluvias y permanecen mucho tiempo en la planta, sus frutos son dispersados por aves (Croat, 1978); El cuerillo es una especie de amplia distribución en el país, muy característico en fases secundarias de diversas selvas que llega en ocasiones a formar masas casi puras, no presenta afinidad definida hacia algún tipo de suelo desarrollándose mejor en zonas húmedas (Pennington y Sarukhán, 1968). El campesino aprovecha este comportamiento pues las dos especies mencionadas le aportan materia orgánica al suelo de los cafetales.

Desde el punto de vista socio-económico la situación particular de cada familia es única, compleja y difícil en menor o mayor grado, debido a la concurrente caída de los precios internacionales del café. En cada caso intervienen diversos factores: composición (número, sexo y edades), etapa del desarrollo familiar en que se encuentran, necesidades de producción - consumo, organización y división del trabajo agrícola y no agrícola, recursos monetarios, tecnológicos y físico-bióticos disponibles, alcances y potencial, etc. Su combinación resulta en variadas estrategias y respuestas

de los campesinos al medio natural y a las condiciones socioeconómicas en las que viven, buscando las mejores opciones prácticas que posibiliten su mantenimiento y reproducción, lo cual influye en las actividades productivas que realizan.

Los cafetales ubicados en la zonas baja y media de la cañada del río Zempoala (Tzatzapota, Atexayaca, Laxtamani, Texcalapa y Tepexititan) son los que presentan mayor dificultades para llegar a ellos. Por lo mismo, al propietario le cuesta más dinero, energía y tiempo trabajar y sacar los productos de estos terrenos; los cortadores a sueldo que bajan a cosechar aquí cobran los kilos de cereza recogidos, pero además cobran una cantidad extra por subir los costales hasta los caminos de terracería donde es posible transportarlos en vehículos a los lugares de venta, transformación o almacenamiento o por llevarlos en su espalda hasta dichos sitios; sus propietarios señalan que son muchos gastos y trabajo y nada de ganancia. Por tanto, son predios que se han descuidado mucho en los últimos años.

A pesar de la marcada disminución de los ingresos obtenidos por las familias campesinas mediante la cafecultura, ya que solamente para Macpalapa (5% de la muestra) representan más de la mitad (64.10%), exceptuando Tzatzapota y Laxtamani, las 18 restantes (90% de la muestra) han continuado trabajando sus parcelas con "alguna regularidad" de donde obtienen "poco dinero pero seguro". Las limpias, la cosecha y las actividades post-cosecha: despulpado, fermentación, lavado, secado y almacenamiento, son las prácticas que relativamente con "mayor frecuencia" se están realizando; ocasionalmente podan, regulan la sombra y fertilizan. "Ganar un poco de dinero o salir a mano" con el café significa conseguir algunos pesos que les ayudan a subsistir, complementando tales ingresos con lo obtenido por los miembros de las unidades domésticas que trabajan como asalariados en actividades agrícolas u oficios en la región o que migran temporalmente para laborar en centros urbanos como Puebla, la ciudad de México e incluso los Estados Unidos, además de los escasos apoyos proporcionados por los programas de gobierno.

Desafortunadamente, en Xochitlán es una dura realidad que la importancia de la cafecultura en los ingresos totales de los productores ha disminuido drásticamente, ya que en otros tiempos sobre todo en las décadas de los 70's y 80's para muchas familias llegó a significar el 100 % de su economía, la que ahora recae principalmente en el desempeño de algún oficio, profesión, ganadería y otras labores agrícolas: jornaleo, cría de cerdos, maíz, frijol y chile serrano. Varios productores (Tzatzapota, Laxtamani, Atexayaca, Texcalapa, Tecorralkan, Tepexititan, Acatamaniz, Tenamicoyan, Las Higuerrillas), que generan mejores recursos monetarios a través de las actividades citadas, han trabajado sus cafetales con menor intensidad en los últimos años. Algunos de ellos mestizos, son personas que tienen una visión más capitalista del campo y al darse cuenta que el café ha dejado de ser un buen negocio decidieron invertir menos recursos en él. Otros productores a pesar de estar dedicados en mayor medida en algún oficio u otra actividad agrícola (Celoztoc, Cuetzinapan, Talxococtoc, Aconco, Texaxacat, Tepetitán, Tepehican, Ixcalco, Palenque) han metido un poco más de trabajo familiar o asalariado a sus parcelas. En contraste, en Pocapan y Macpalapa los productores básicamente se han dedicado a laborar en sus cafetales.

Con todo, la producción de café continua siendo una actividad económica importante en la comunidad y la región, que no tan fácilmente va a desaparecer ante ésta severa crisis y aún encontrando otros productos alternativos. Los campesinos mencionan que a pesar de todo, aún poseen mucho cariño y fé por el café, por que de su producción han vivido por muchos años ganando muy buen dinero y sí actualmente la crisis los agobia, también han tenido tiempos de bonanza y no pierden la esperanza que en los próximos ciclos haya algún repunte en los precios. Otra situación no menos importante, es que las parcelas existentes son el resultado de por lo menos cuatro o más años de trabajo y donde han invertido dinero, que no piensan perder de un año para otro sin buscar salidas factibles para su conservación.

Además, es difícil encontrar otro cultivo alternativo que pueda sustituir la importancia económica del café en el corto y en el mediano plazo, el campesino requiere ingresos inmediatos para trabajar su plantación, obtener dinero y elevar el nivel

de vida de su familia. Aunque en otras partes de la Sierra, la pimienta y el mamey empiezan a ser opciones reales ante la crisis cafetalera.

Ecológicamente, por la conservación de la biodiversidad existente y su importancia en la estabilidad ambiental, culturalmente por el conocimiento, uso, aprovechamiento y manejo que hacen de las plantas y socio-económicamente por la forma en que se organizan para la producción y el dinero que aún pueden obtener, lo anterior es de gran relevancia, pues significa que la mayoría de los cafecultores (70% de la muestra) aún en ésta apremiante situación, por lo menos en el corto plazo (los próximos 5 años) va a seguir manteniendo sus cafetales, además de buscar otras alternativas financieras. A mediano y largo plazo el futuro de las plantaciones en Xochitlán, dependerá del valor del café en los siguientes ciclos y de las opciones productivas ecológica, social y económicamente viables que se puedan implementar dentro de las mismas parcelas. Probablemente una drástica eliminación de los cafetales provocaría fuertes cambios en los niveles comunitario y regional en los aspectos citados.

En relación a la presencia de determinadas especies, su organización y mantenimiento, son variados y complejos los factores influyentes y sus interacciones para que una parcela presente una particular composición florística y estructura en las dimensiones espacio y tiempo de una localidad agrícola; su origen puede ser de carácter ecológico, económico, tecnológico, social, cultural o político. Lo anterior da a los cafetales un carácter complejo y dinámico que trata de adaptarse de la mejor manera a las condiciones locales y externas prevalecientes, prueba de ello es que en la localidad la cafecultura sigue manteniéndose como una actividad productiva importante, a pesar de la severa y continua caída de los precios internacionales del café en los últimos 10 años.

Ante la situación actual, pensamos que como alternativas económicas importantes para subsanar el déficit de ingresos por este producto, puede buscarse un uso más intenso de algunas especies que son parte del mismo cafetal, antes que

pensar en la introducción de otras plantas económicamente atractivas y ecológicamente adaptables. Desde este esquema una de ellas es el hilite blanco, que presenta características biológicas factibles para una mayor explotación de su leña, madera o como abono verde que genere ingresos extras para las familias campesinas (Russo, 1994; Muschler, 2000; Beer *et al.*, 1998). La producción de madera de árboles de sombra tiene un bajo costo y se considera como una cuenta de ahorros que puede ser empleada cuando los precios del cultivo subyacente caen.

De hecho, en algunos cafetales se presentan condiciones favorables para un aprovechamiento más intensivo del hilite blanco, su copa angosta que permite la siembra de un mayor número de individuos en el terreno y su tasa de crecimiento rápida son factores que los campesinos ya están utilizando, sin embargo el manejo que se hace de este árbol podría ser intensificado ya que es un recurso del que se tiene gran disponibilidad. Si bien la madera que produce no es de las reconocidas como "preciosas" (ejm. cedro y caoba), su calidad es bastante aceptable como se ha reconocido en Costa Rica (Russo, 1994) y pudiera buscarse su comercialización o establecer empresas locales para la elaboración de muebles, puertas, instrumentos musicales, duela, artesanías, etc. (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999). De esta especie también se puede obtener buena leña y carbón que los campesinos pueden usar y vender, sobre todo ahora que la disponibilidad de leña se ha reducido y lleva bastante tiempo su recolección en la comunidad y sus alrededores.

Los ingresos desde árboles frutales, maderables y otros cultivos perennes usados como sombra del café son significativos y su desempeño financiero puede resultar mejor que el de las plantaciones convencionales que sólo emplean leguminosas para el sombreado (Beer *et al.*, 1998). El jonote y el cuerillo, de los que se obtiene corteza para fabricar papel "amate" son otras especies con potencial de aprovechamiento y comercialización (Basurto, 2002, comunicación personal), pues se podría abastecer de materia prima a comunidades de la misma Sierra Norte de Puebla como San Pablito Pahuatlán o fuera de ella, donde se elabora dicho papel y los árboles de los que obtienen la corteza han comenzado a escasear.

Siendo Xochitlán una localidad en que se produce café de altura, situación favorecida por las condiciones ecológicas prevalecientes al menos en su parte alta, la inversión estatal o privada en apoyo al campesino local podría impulsar la producción hacia un café de alta calidad, que pudiera competir con las calidades o volúmenes de otras zonas cafetaleras del país y del mundo. Otra opción interesante para los cafecultores Xochitecos son los mercados orgánicos "amigables con la naturaleza", donde por sus características biológico-ecológicas especies como el hilite, el jonote y el cuerillo jugarían un papel muy relevante. La certificación de productos forestales daría mayor seguridad a los productores, siendo este tema prioritario en el manejo futuro del bosque, además en el cafetal se producen bienes maderables y no maderables.

La diversificación y nuevos mercados tales como los cafés de especialidad y los orgánicos, pueden ser la única opción de los productores para incrementar sus ingresos desde la producción de cultivos perennes (Beer *et al.*, 1998). Acceder a estas oportunidades no es fácil, pero mejorando el nivel organizativo para la producción de café y su calidad, podría ser una realidad no muy lejana que el Estado y la inversión privada podrían impulsar. El café que se produce en la zona baja es de menor calidad, por lo que quizá no valga la pena invertir grandes recursos en los terrenos que incluye y sea mejor buscar otras alternativas como la producción de pimienta, vainilla, mamey, otros frutales tropicales e incluso el café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn.) que desarrolla mejor bajo esas condiciones ecológicas.

XI.- Conclusiones.

La presente investigación es un estudio básico que se realizó con el interés de lograr un primer acercamiento a los sistemas cafetaleros de Xochitlán, con el fin de generar información fundamental que nos permita conocer su composición florística, estructura general y dentro de éstas el papel y la importancia del hilite, en base a las condiciones ecológicas, socioculturales y económicas que prevalecen en ésta localidad serrana y que les confieren una gran complejidad.

Por su composición florística, estructura, manejo tecnológico e importancia económica local y regional, los cafetales son unidades ecológicas y socio-económicas muy complejas en las dimensiones tiempo-espacio y en las interacciones de sus componentes a diferentes escalas.

Las especies utilizadas con el objetivo de proporcionar las condiciones de luminosidad, temperatura y humedad adecuadas para la producción de café a través de la función del sombreado, presentan de manera general (en 1 ha de terreno) una diversidad media y de manera particular (a nivel de cafetal) una diversidad de media a baja.

De 67 especies (48 arbóreas, 17 arbustivas y 2 herbáceas) que los cafeticultores emplean como sombra del café, por su abundancia, frecuencia y dominancia relativas (**Índice de Valor de Importancia "I.V.I."**), destacaron el chalahuite, el hilite y el jonote como las más utilizadas e influyentes sobre las comunidades vegetales y las condiciones físicas de los cafetales.

De las plantas empleadas para el sombreado del café 11 son originarias de vegetación primaria, 21 son cultivadas y 35 provienen de vegetación secundaria.

El índice de Diversidad de las parcelas es afectado por su exposición con respecto al sol y la interacción entre ésta y la altitud en la que se ubican. En la parte baja sus valores fueron mayores para los cafetales no fronteros y en la parte alta para los fronteros.

En las parcelas donde coincidieron los árboles de sombra más importantes: chalahuite, hilite y jonote, la dominancia se cargó a favor del hilite, situación en la que influyeron la frecuencia, la abundancia y la dominancia en relación a la cobertura y el área basal.

El hilite contribuyó de manera importante a los diámetros de 10 a 60 cm, el chalahuite lo hizo en el rango de 10 a 50 cm de dap y el jonote fue significativo en el rango de 10 a 40 cm.

El hilite (1000-1300 m) y el chalahuite (800-1000 m) dominaron en franjas altitudinales muy marcadas; el jonote ocupó todo el gradiente altitudinal muestreado (720-1300 m).

Por su composición florística fueron distinguidos cuatro grupos de cafetales por la presencia de jonote, chalahuite e hilite.

La composición florística de las plantaciones es afectada por el tipo de clima, la altitud y las preferencias, conocimientos y objetivos de los cafeticultores.

Desde la perspectiva ecológica, el mantener la sombra diversificada con árboles y arbusto enriquece la composición florística de los cafetales. Esta situación posibilita el aprovechamiento y conservación de tales recursos bióticos y de los servicios ambientales que los cafetales generan local y regionalmente.

Las especies de sombra silvestres y cultivadas generalmente proporcionan variados satisfactores agrícolas y materiales a las unidades domésticas, permitiéndoles cubrir diferentes necesidades de consumo y obtener dinero.

Los agricultores de acuerdo a su visión, conocimiento y capacidad de manejo cultivan, fomentan o toleran en sus plantaciones especies vegetales nativas o introducidas sabiendo los beneficios que obtendrán, aspecto de gran relevancia en la organización y mantenimiento de la estructura de un cafetal en un tiempo y espacio dados.

Existen varios atributos y criterios que los campesinos consideran al elegir una especie para la función del sombreado dentro de su parcela, destacando algunos como: la forma de vida, tipo de copa, altura, tasa de crecimiento, tipo de raíz, duración del ciclo de vida, utilidad para solventar objetivos agrícolas, necesidades de consumo material de la familia, generación de ingresos y disponibilidad.

De acuerdo con la literatura y la experiencia local el hilite presenta características biológicas y ecológicas que lo ubican como un buen árbol de sombra con potencial para un mayor uso y explotación en el marco de la producción orgánica, lo mismo que el jonote y el cuerillo que podrían generar ingresos extras a las familias locales.

En la región, económicamente la cafecultura ha perdido relevancia pero ecológicamente su importancia es vital por el aprovechamiento y conservación de recursos naturales físicos-bióticos y el mantenimiento de la estabilidad ecológica de la región.

Sobre todo en la parte alta, que presenta condiciones ecológicas favorables para la producción de café de calidad, dos opciones interesantes pueden ser el manejo orgánico y los mercados de productos ecológicamente amigables de la naturaleza, que son factibles de ser aprovechados por los agricultores locales.

A pesar de ser mercados de difícil acceso sería muy importante que la cafecultura de la región se reorientara a la producción orgánica, para acceder a mayores ganancias por su producto.

En la zona baja podrían cultivarse otras especies tropicales que los diferentes mercados soliciten: pimienta, vainilla, mamey, macadamia, etc. Ante las condiciones actuales de precios internacionales del café, oferta, demanda y sus tendencias son productos que podrían generar mejores ingresos a los campesinos.

La madera del hilite es de calidad aceptable y pudiera buscarse su comercialización o establecer empresas locales para la elaboración de muebles, puertas, instrumentos musicales, duela, artesanías, etc. De esta especie también se puede obtener buena leña y carbón que los campesinos pueden emplear con mayor intensidad.

A pesar de la crítica situación que actualmente vive la cafecultura debida a la sobreproducción mundial y la consecuente caída en los precios internacionales, aún es posible para la población local obtener ingresos aceptables mediante esa actividad. En Xochitlán a pesar de todo continua siendo una actividad agrícola importante.

Para algunas familias son mayores los ingresos obtenidos mediante oficios, profesiones, ganadería, labores agrícolas propias o ajenas. No obstante, para la mayoría de las unidades domésticas la producción de café sigue siendo una actividad económica importante a pesar de los bajos ingresos obtenidos por causa de la crisis de los últimos años.

Aunque hay intenciones por parte de algunos agricultores para probar o de plano sustituir al café con otras especies vegetales o animales, la mayoría de ellos piensan mantener sus cafetales por lo menos en el corto plazo con la esperanza que los precios mejoren en los próximos años, esto último será primordial para su permanencia a largo plazo.

No obstante que la situación se ve difícil por la oferta de los grandes países productores como Brasil, Colombia e Indonesia, aunque a corto plazo no se cuenta con una opción productiva que pueda reemplazar la importancia económica de la cafecultura en la región, a mediano y largo plazo la vainilla, la pimienta y el mamey son cultivos alternativos que podrían mejorar los ingresos de los campesinos.

Para completar el conocimiento que se tiene de la agricultura en general y de los cafetales en particular, es recomendable continuar con la realización de estudios profundos sobre temáticas relativas a: historia de la agricultura, composición y estructura de suelos, dinámica de poblaciones de algunas especies de interés, milpa, ganadería y comercio como actividades familiares económicamente importantes en la región; el análisis de sus interacciones con la cafecultura nos daría una visión más completa y global del manejo y conservación local de los recursos naturales y la economía de Xochitlán, facilitando estrategias y recomendaciones para su orientación hacia la sustentabilidad. Estos estudios podrían ser abordados desde los puntos de vista ecológico y antropológico.

Otras líneas de investigación a nivel de cafetal que pueden desarrollarse a partir de este trabajo son la cuantificación de la tasa de descomposición y el aporte de nutrimentos de la hojarasca y residuos de las podas que los árboles de sombra dominantes proporcionan al suelo de los cafetales, el aporte de nitrógeno proporcionado por árboles asociados con bacterias fijadoras y el papel del colchón que forma la hojarasca sobre el suelo como barrera para el establecimiento de malezas y su protección.

Para tener un mejor conocimiento y comprensión de los cafetales locales, también se requiere hacer estudios comparativos entre la sucesión ecológica en acahuales y cafetales, analizando el papel de las especies de sombra en dicho proceso. Además de llevar a cabo estudios de dinámica de poblaciones de éstas especies, analizando el papel de la luz en su comportamiento fisiológico.

XII.- Bibliografía.

Acland, J. D. 1971. East African Crops. FAO/Longman Group UK Limited. Essex, England. 252 pp.

Anónimo. 1970. Boletín Hidrológico No. 42. Tomos I y II. Región Hidrológica No. 27 Tuxpan-Nautla. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D. F.

Anónimo. 1987. Síntesis Geográfica, Nomenclator y anexo cartográfico del Estado de Puebla. INEGI. México, D. F. 56 pp. + 12 cartas.

Alvim, P. and T. Kozlowski. 1977. Ecophysiology of tropical crops. Academic Press, INC. (London) LTD. 502 pp.

Aparicio, A. y E. García. 1995. Percepción botánica. la visión del mundo natural por los totonacos de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura en Biología. ENEP Ixtacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlanepantla, Edo. de México. 266 pp.

Baggio A., P. H. Caramori, A. Androcioli Filho and L. Montoya. 1997. Productivity of southern Brazilian coffee plantations shaded by different stockings of *Grevillea robusta*. *Agroforestry Systems* 37: 111-120.

Barradas, V. L., Fanjul, L. 1984. La importancia de la cobertura arbórea en la temperatura del agroecosistema cafetalero. *Biótica*. 9 (4): 415-421.

Basurto F. 1982. Huertos familiares en dos comunidades nahuas de la Sierra Norte de Puebla: Yancuictlalpan y Cuauthapanaloyan. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias U.N.A.M. 182 pp.

Basurto F. 2000. Aspectos etnobotánicos de *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus polyanthus* Greenman en la Sierra Norte de Puebla. Facultad de Ciencias, UNAM. Tesis de Maestría. México D. F. 104 pp.

Beaucage, P. 1998. Journal of Ethnobiology. The domestication of innovation: the traditional indian coffee orchard of Eastern México. San Miguel Tzinacapan, Cuetzalán, Puebla, México. 31 pp.

Beer, J., R. Muschler, D. Kass and E. Somarriba. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38:139-164.

Bowman, D. M. J. S. 2000. Australian rain forest, island of green in a land of fire. Cambridge University Press, UK. 345 pp.

Bryson, M. and R. Heiny. 1981. Basic Inferential Statistics. Prindle, Weber & Schmidt. Boston, Massachusetts. 442 pp.

Cason, J. y D. Brooks. 2002. Starbucks Coffee en México, nueva polémica. La Jornada. México D. F. 4 pp.

Croat, T. 1978. Flora of Barro Colorado Island. Standford University Press, C. A. 943 pp.

Cruz, A. 1995. Los sistemas agrícolas de Jilotzingo, municipio de Zacatlán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 318 pp.

Escalona, O. y G. Castillo. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. *Revista Ciencias* 43: 32-39.

Escuela Nacional de Antropología e Historia. 1992. Monografía: Xochitlán de Vicente Suárez. Edición Visión Cultural S. A.. México, D. F. 48 pp.

Evangelista, V. 1999. Influencia de dos cultivos comerciales en el cultivo de maíz en la comunidad de Naupan, Puebla. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias UNAM. México, D. F. 120 pp.

Falinsky, J. B. 1980. Vegetation dynamics and sex structure of the populations of pioneer dioecious woody plants. *Vegetatio* vol. 43: 23-38.

Fernández, Javier. 1998. "El café mexicano en el mercado mundial", en *Negocios Internacionales Bancomext*. No. 77; pp. 9-11.

Ferrusquia, I. 1993. Geology of México: a synopsis. In Ramamoorthy T., A. Lot., J. FA & R. Bye (eds). *Biological Diversity of México. Origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford and New York. pp. 3-107.

Francis, Ch. 1986. *Multiple cropping systems*. Mcmillan Publishing Company, New York. 383 pp.

Furlow, JJ. 1977. Betulaceae. In Burger, W.. *Flora Costaricensis*. Fieldiana: Botany:40-58.

Furlow, JJ. 1979. The systematics of the American species of *Alnus* (Betulaceae). *Rhodora* 81 (825): 1-121.

García, B. 1987. Los pueblos de la Sierra, el poder y el espacio entre los indios del Norte de Puebla hasta 1700. Centro de estudios históricos del Colegio de México. México D.F. 424 pp.

Gentry, A. H. and J. Terborgh. 1990. Composition and dynamics of the Cocha Cashu "mature" floodplain forest. In: *Four Neotropical Rainforest*. Yale University Press. New Haven and London. pp.543-564.

Goldsmith, F. B. and C. M. Harrison. 1976. Description and analysis of vegetation. In S. B. Chapman (Ed). Methods in plant ecology. Blackwell Sci. Pub., London. C.3. pp. 85-155.

Hallé, F., Oldeman, R. A. A. and Tomlinson, P. B. 1978. Tropical trees and forest: an architectural analysis. Springer-Verlag, Berlin. 441 pp.

Hernández, L. 1999. Cultivo rico, productores pobres: la producción del café. Coordinadora Nacional de Organizaciones Cafetaleras. La Jornada, México, D.F. 3 pp.

Instituto Nacional Indigenista, Fondo Internacional Para el Desarrollo Agrícola, Proyecto Indígena de Desarrollo (PID-Puebla). 1996. Plagas del café. Cuaderno de divulgación No. 8. Centro Coordinador Indigenista Nahua-Totonaco, Zacapoaxtla, Puebla, México. 25 pp.

Inzunza, F. 1988. El proceso de producción agrícola en la porción oriental de la Sierra Norte de Puebla. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México. 305 pp.

Juárez, A. 1996. Entre rituales y teofanías: las creencias en las danzas tradicionales de los pueblos de la Sierra Norte de Puebla. Colección Reportaje. México D.F. 71 pp.

Kent, M. and Coker, P. 1992. Vegetation description and analysis: a practical approach. Belhaven Press. 25 Floral Street, London. 363 pp.

Krebs, C. 1985. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Harlan, Harper & Row Latinoamericana. Segunda ed. México. D. F. 753 pp.

Kurikanthimath, V.S., Heade, R., Venugopal, M. N., Sivaraman, K. and Krishnamurthy, B. 1994. Multistoreyed cropping systems with coffee, clove (*Zyzygium aromaticum*) and pepper (*Piper nigrum*). Indian Coffee 58(10), 3-5.

La Caro, F., R. L. Rudd. 1985. Leaf disappearance rates in Puerto Rico Montane Rain Forest. *Biotropica* 17(4): 269-276.

Lavin, S. 1999. Una taza de café. Fondo Nacional de Apoyo a Empresas Sociales. México, D.F. 172 pp.

Martínez, A. M. A., V. Evangelista O., M. Mendoza C., G. Morales G., G. Toledo O. y A. Wong L. 1995. Catálogo de las plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México. Cuadernos del Instituto de Biología: 27. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 303 pp.

Martínez, E. y W. Peters. 1996. La cafecultura biológica: la finca Irlanda como estudio de caso de un diseño agroecológico. En "Ecología Aplicada a la agricultura: Temas selectos de México". Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México, D.F. 159-183.

Moguel, P., V. M. Toledo. 1996. El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. *Ciencias*, revista de difusión de la Facultad de Ciencias, UNAM. No 43: 40-51.

Moguel, P., V. M. Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13 (1): 11-21.

Molina, Fray Alonso de. 1977. Vocabulario en lengua castellana a mexicana y mexicana a castellana. Editorial Porrúa, México, D.F. 143 pp.

Monedero, C. 1998. Quantitative analysis of the arboreal structure in a tropical cloud forest: ramal interior of the cordillera de la Costa, Loma de Hierro (Estado Aragua), Venezuela. In E. Dallmeier and J. A. Comiskey eds. "Forest Biodiversity in North, Central and South

- America and the Caribbean, Research and Monitoring. Man and the Biosphere" Series, Volume 21. UNESCO and The Parthenon Publishing Group, New York, USA. pp. 427-447.
- Muschler, R. 2000. Arboles en cafetales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 139 pp.
- Nutini, H. G., I. Barry L. 1974. Los pueblos de habla náhuatl de la región de Tlaxcala y Puebla. INI, SEP. México, D. F.. 465 pp.
- Pennington, T. D. y J. Sarukán. 1968. Arboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. Serie Texto Científico Universitario. Universidad Nacional Autónoma de México–Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 521 pp.
- Raich, J. W. 1983. Effects of forest conversion on the carbon budget of a tropical forest. *Biotropica*: 15: 177-184.
- Ricker M. y D. Douglas C. 1997. Botánica económica en bosques tropicales: principios y métodos para su aprovechamiento. Ed. Diana. México, D. F. 293 pp.
- Rohlf, J. 2002. Numerical taxonomy system NTSYSpc version 2.11F. Exeter Software. Stauket. New York.
- Russo, R. 1994. *Alnus acuminata*: valuable timber tree for tropical higlands. College of Apiculture for the Humid Tropics Regions. San José, Costa Rica. 5 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.
- Rzedowski, J. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología AC. Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 pp.

Sánchez, R., Indígenas de la Sierra Madre de Motozintla, Sociedad de Solidaridad Social: San Isidro Labrador. 1990. El cultivo biológico del café orgánico. Motozintla, Chiapas, México. 333 pp.

Sarukhán, J. 1969. Análisis sinecológico de las selvas de *Terminalia amazonia* en la planicie costera del Golfo de México. Comisión de estudio sobre la ecología de Dioscóreas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, S.A.G., México, D.F. 224 pp.

Secretaría de Gobernación. 2001. Sistema de Información Municipal. Servicios electrónicos. México, D. F.

Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla. 1988. Los Municipios de Puebla. Ed. Colección: Enciclopedia de los Municipios de México. 1094-1099.

Smith, R., T. Smith. 2001. Ecología. Addison-Wesley, cuarta edición. Madrid; México. 629 pp.

Soto-Pinto, L., I. Perfecto, J. Castillo, J. Caballero. 2000. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, México. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (2000) 61-69.

Soto-Pinto, L., Y. Romero, J. Caballero y G. Segura. 2001. Woody plant diversity and structure of shade-grown-coffee plantations in northern Chiapas, México. *Revista Biología Tropical, Costa Rica*. 901-911.

Souza de Ferreira, F. 2002. Análisis de factores que afectan el establecimiento y la estructura florística de los cafetales rústicos en dos áreas del sureste de México. Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 126 pp.

Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis, M. I. Alcocer, M. Gual y C. Sánchez. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto JO84. CONABIO-Instituto de Ecología de la UNAM., México, D. F. pp. 45-48.

Villalobos, G. 1994. Plantas comestibles de dos comunidades de la Sierra Norte de Puebla: Xochitlán de Vicente Suárez y Zapotitlán de Méndez. Tesis Profesional. FES. Zaragoza. UNAM. México, D. F. 315 pp.

Whitmore, T. C. 1998. An introduction to tropical rain forest. Oxford University Press Inc., New York. 282 pp.

Wilson, K. C. 1999. Coffee, Cocoa and Tea. Crop production science in horticulture: 8. CABI Publishing. Cambridge University Press, UK. 300 pp.

Williams-Linera, G. 1983. Biomass and nutrient content in two successional stages of tropical wet forest in Uxpanapa, México. *Biotropica* 15: 455-461.

ANEXOS

Anexo 1. Caracterización cuantitativa general de las especies de sombra en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.
Para calcular el índice de Valor de Importancia se emplearon valores de frecuencia, abundancia y cobertura.

no.	especie	altura x	frec.	frec. rel.	tot. de ind.	abun. tot.	abun. rel.	val. de cob.	dom.	dom. rel.	val. de imp.
1	Chatahuile	5.9755	0.8500	8.2927	92	0.0092	10.2793	4,293.1795	0.4293	31.0678	49.6398
2	Hillite	9.7220	0.5000	4.8780	58	0.0058	6.4804	2,768.7063	0.2769	20.0359	31.3944
3	Jonote	4.6543	0.8500	8.2927	116	0.0116	12.9609	1,744.3377	0.1744	12.6230	33.8766
4	Cuerlillo	5.9304	0.4000	3.9024	38	0.0038	4.2458	1,113.4901	0.1113	8.0578	16.2061
5	Balletilla	2.7914	0.7000	6.8293	36	0.0036	4.0223	39.0796	0.0039	0.2828	11.1344
6	Naranja	3.3831	0.3500	3.4146	28	0.0028	3.1285	163.1420	0.0163	1.1806	7.7237
7	Plátano	2.9369	0.4000	3.9024	64	0.0064	7.1508	438.1529	0.0438	3.1707	14.2240
8	Higuerilla	2.1748	0.4000	3.9024	37	0.0037	4.1341	80.1428	0.0080	0.5800	8.6165
9	Mal hombre	3.4852	0.3500	3.4146	30	0.0030	3.3520	232.8063	0.0233	1.6847	8.4513
10	Ocma	2.8852	0.2500	2.4390	22	0.0022	2.4581	116.3645	0.0116	0.8422	5.7393
11	Mandarina	2.2000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	2.0106	0.0002	0.0145	0.6141
12	Piocho	5.0500	0.1000	0.9756	2	0.0002	0.2235	50.4620	0.0050	0.3652	1.5642
13	Sangre de grado	8.0000	0.1500	1.4634	3	0.0003	0.3352	280.1915	0.0280	2.0276	3.8262
14	Iztahuatate	6.3389	0.1500	1.4634	9	0.0009	1.0056	385.4076	0.0385	2.7890	5.2580
15	Canela	5.5000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	9.8980	0.0010	0.0716	0.6712
16	Lima	4.8000	0.0500	0.4878	2	0.0002	0.2235	37.9132	0.0038	0.2744	0.9856
17	Nispero	2.9000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	3.4636	0.0003	0.0251	0.6246
18	Guayaba	4.7917	0.1500	1.4634	6	0.0006	0.6704	86.3449	0.0086	0.6248	2.7586
19	Jacaranda	9.0000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	74.6621	0.0075	0.5403	1.1398
20	Tabaquillo	3.0000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	4.1548	0.0004	0.0301	0.6296
21	Cacasaca	4.5000	0.0500	0.4878	2	0.0002	0.2235	14.1863	0.0014	0.1027	0.8139
22	Trichilia havanensis	1.6750	0.2000	1.9512	5	0.0005	0.5587	3.4263	0.0003	0.0248	2.5347
23	Aguacate	5.6667	0.1500	1.4634	3	0.0003	0.3352	39.3034	0.0039	0.2844	2.0830
24	Trueno	3.8500	0.1000	0.9756	2	0.0002	0.2235	10.5715	0.0011	0.0765	1.2756
25	Toctoccuahuitl	4.7300	0.0500	0.4878	10	0.0010	1.1173	113.8300	0.0114	0.8237	2.4289
26	Hormiguillo	3.0500	0.1000	0.9756	2	0.0002	0.2235	1.8300	0.0002	0.0132	1.2123
27	Huele de noche	1.8472	0.3000	2.9268	9	0.0009	1.0056	6.6701	0.0007	0.0483	3.9807
28	Amate	17.0000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	283.5294	0.0284	2.0518	2.6513
29	Templ	3.0667	0.1500	1.4634	3	0.0003	0.3352	30.5795	0.0031	0.2213	2.0199
30	Conostegia sp.	4.2700	0.2500	2.4390	14	0.0014	1.5642	68.0981	0.0068	0.4928	4.4961
31	Acuilcohuitl	3.6500	0.0500	0.4878	2	0.0002	0.2235	15.3173	0.0015	0.1108	0.8221
32	Durazno	5.0000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	11.0447	0.0011	0.0799	0.6795
33	Chaca	4.7750	0.1000	0.9756	4	0.0004	0.4469	67.9499	0.0068	0.4917	1.9143
34	Nogal cimarrón	5.3667	0.1500	1.4634	5	0.0005	0.5587	71.9858	0.0072	0.5209	2.5430
35	Garrochillo	2.0625	0.1000	0.9756	3	0.0003	0.3352	5.1449	0.0005	0.0372	1.3480

Anexo 1. Caracterización cuantitativa general de las especies de sombra en 20 cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla.
Para calcular el Índice de Valor de Importancia se emplearon valores de frecuencia, abundancia y cobertura.

no.	especie	altura x	frec.	frec. rel.	tot. de ind.	abun. tot.	abun. rel.	val. de cob.	dom.	dom. rel.	val. de imp.
36	Papaya	4.5000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	3.1416	0.0003	0.0227	0.6223
37	lcaahuatillo	6.0000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	10.4835	0.0010	0.0757	0.6753
38	Bocconia frutescens	4.2000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	2.0106	0.0002	0.0145	0.6141
39	Senecio sp.	3.2833	0.1500	1.4634	5	0.0005	0.5587	19.3624	0.0019	0.1401	2.1622
40	Limón	3.4333	0.1000	0.9756	4	0.0004	0.4469	32.6353	0.0033	0.2362	1.6587
41	Floripondio	2.9000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	3.1416	0.0003	0.0227	0.6223
42	Aconihuitl	2.1191	0.4000	3.9024	47	0.0047	5.2514	69.0103	0.0069	0.4994	9.6532
43	Tepejilote	1.8075	0.1500	1.4634	44	0.0044	4.9162	53.5310	0.0054	0.3874	6.7670
44	Jobo	1.5000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	0.1964	0.0000	0.0014	0.6010
45	Zapote negro	12.0000	0.0500	0.4878	2	0.0002	0.2235	209.3091	0.0209	1.5147	2.2259
46	Cuahuecot chico	2.6882	0.0500	0.4878	17	0.0017	1.8994	59.0496	0.0059	0.4273	2.8146
47	Bienvenido	4.3333	0.1000	0.9756	4	0.0004	0.4469	76.7811	0.0077	0.5555	1.9780
48	Caoba	2.0000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	0.3848	0.0000	0.0028	0.6023
49	Chamaqua	4.1000	0.1000	0.9756	2	0.0002	0.2235	43.3934	0.0043	0.3140	1.5131
50	Chirimolía	5.0000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	9.6212	0.0010	0.0696	0.6692
51	Maicillo	3.8875	0.0500	0.4878	8	0.0008	0.8939	34.3161	0.0034	0.2483	1.6300
52	Eugenia sp.	2.5625	0.0500	0.4878	14	0.0014	1.5642	12.7204	0.0013	0.0921	2.1441
53	Paullinia sp.	1.7375	0.0500	0.4878	8	0.0008	0.8939	2.4626	0.0002	0.0178	1.3995
54	Aguacalillo	3.9333	0.0500	0.4878	3	0.0003	0.3352	13.1594	0.0013	0.0952	0.9182
55	Cojón de gato	2.7000	0.0500	0.4878	3	0.0003	0.3352	5.5475	0.0006	0.0401	0.8631
56	Mango	10.4333	0.0500	0.4878	3	0.0003	0.3352	297.2064	0.0297	2.1507	2.9737
57	Trichospermun sp.	2.6889	0.0500	0.4878	9	0.0009	1.0056	35.9556	0.0036	0.2602	1.7536
58	Pomarosa	2.0000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	0.5027	0.0001	0.0036	0.6032
59	Texocotl	3.2000	0.0500	0.4878	2	0.0002	0.2235	4.1724	0.0004	0.0302	0.7415
60	Oreopanax sp.	3.9700	0.0500	0.4878	10	0.0010	1.1173	4.1724	0.0004	0.0302	1.6353
61	Psychotria sp.	2.2500	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	0.3318	0.0000	0.0024	0.6019
62	Dendropanax arboreus	5.5000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	2.4053	0.0002	0.0174	0.6169
63	Carboncillo	4.1400	0.0500	0.4878	5	0.0005	0.5587	18.3864	0.0018	0.1331	1.1795
64	Piper sp.	1.6836	0.2500	2.4390	78	0.0078	8.7151	119.8488	0.0120	0.8673	12.0214
65	Tejocotillo	4.5000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	7.5477	0.0008	0.0546	0.6542
66	Zapoteca tetragona	1.4000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	0.0935	0.0000	0.0007	0.6002
67	Picramnia antidesma	1.0000	0.0500	0.4878	1	0.0001	0.1117	0.5027	0.0001	0.0036	0.6032
	totales	67	10.2500	100.0000	895	0.0895	100.0000	13,818.7404	1.3819	100.0000	300.0000

Anexo 2. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales muestreados en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.
Para calcular el índice de Valor de Importancia se emplearon valores de abundancia, frecuencia, cobertura y área basal en árboles. En arbustos se utilizó la abundancia, frecuencia y cobertura.

Macpalapa

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
jonote	1	0.0020	8.3333	0.2000	10.0000	14.8617	0.0297	4.1177	0.5379	0.0011	1.7360	24.1870
chalahuite	6	0.0120	50.0000	0.8000	40.0000	309.2513	0.6185	85.6835	28.4720	0.0569	91.8819	267.5654
naranja	3	0.0060	25.0000	0.6000	30.0000	18.4530	0.0369	5.1127	1.1648	0.0023	3.7590	63.8717
mal hombre	1	0.0020	8.3333	0.2000	10.0000	0.6362	0.0013	0.1763	0.0157	0.0000	0.0506	18.5602
hilite	1	0.0020	8.3333	0.2000	10.0000	17.7206	0.0354	4.9098	0.7972	0.0016	2.5725	25.8157
5	12	0.0240	100.0000	2.0000	100.0000	360.9227	0.7218	100.0000	30.9876	0.0620	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
higuerilla	3	0.006	100.0000	0.4000	100.0000	4.9000	0.0098	100.0000	300.0000
1	3	0.006	100.0000	0.4000	100.0000	4.9000	0.0098	100.0000	300.0000

Tenamicoyan

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
naranja	3	0.0060	37.5000	0.6000	42.8571	14.3905	0.0288	8.9761	0.1484	0.0003	0.6383	89.9715
hilite	5	0.0100	62.5000	0.8000	57.1429	145.9293	0.2919	91.0239	23.1077	0.0462	99.3617	310.0285
2	8	0.0160	100.0000	1.4000	100.0000	160.3198	0.3206	100.0000	23.2562	0.0465	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
Piper sp.	5	0.0100	83.3333	0.6000	75.0000	2.9354	0.0059	93.7304	252.0637
balletilla	1	0.0020	16.6667	0.2000	25.0000	0.1964	0.0004	6.2696	47.9363
2	6	0.0120	100.0000	0.8000	100.0000	3.1318	0.0063	100.0000	300.0000

Cuetzinapan

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
chalahuite	23	0.0460	79.3103	1.0000	50.0000	351.8258	0.7037	63.9686	6.9941	0.0140	51.0763	244.3553
jonote	4	0.0080	13.7931	0.6000	30.0000	144.4429	0.2889	26.2624	5.3751	0.0108	39.2535	109.3091
cuerrillo	1	0.0020	3.4483	0.2000	10.0000	50.2656	0.1005	9.1392	1.2732	0.0025	9.2982	31.8857
mal hombre	1	0.0020	3.4483	0.2000	10.0000	3.4636	0.0069	0.6298	0.0509	0.0001	0.3719	14.4500
4	29	0.0580	100.0000	2.0000	100.0000	549.9979	1.1000	100.0000	13.6933	0.0274	100.0000	400.00

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
balletilla	5	0.0100	45.4545	0.8000	66.6667	16.7251	0.0335	67.4212	179.5425
aconxihuítl	6	0.0120	54.5455	0.4000	33.3333	8.0818	0.0162	32.5788	120.4575
2	11	0.0220	100.0000	1.2000	100.0000	24.8069	0.0496	100.0000	300.0000

Anexo 2. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales muestreados en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue. Para calcular el Índice de Valor de Importancia se emplearon valores de abundancia, frecuencia, cobertura y área basal en árboles. En arbustos se utilizó la abundancia, frecuencia y cobertura.

Tepetitán

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
hillite	7	0.0140	46.6667	0.4000	22.2222	395.0287	0.7901	56.0124	38.1159	0.0762	68.6826	193.5839
chalahuite	2	0.0040	13.3333	0.4000	22.2222	75.4063	0.1508	10.6921	5.1574	0.0103	9.2933	55.5410
jonote	4	0.0080	26.6667	0.6000	33.3333	170.3336	0.3407	24.1522	10.6787	0.0214	19.2423	103.3944
cuerlillo	1	0.0020	6.6667	0.2000	11.1111	63.6174	0.1272	9.0205	1.5406	0.0031	2.7761	29.5744
naranja	1	0.0020	6.6667	0.2000	11.1111	0.8659	0.0017	0.1228	0.0032	0.0000	0.0057	17.9063
5	15	0.0300	100.0000	1.8000	100.0000	705.2519	1.4105	100.0000	55.4958	0.1110	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
higuerilla	8	0.0160	80.0000	0.4000	66.6667	28.7456	0.0575	92.7448	239.4115
bayetilla	2	0.0040	20.0000	0.2000	33.3333	2.2487	0.0045	7.2552	60.5885
2	10	0.0200	100.0000	0.6000	100.0000	30.9943	0.0620	100.0000	300.0000

Tepehican

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
jonote	2	0.0040	20.0000	0.2000	16.6667	96.8006	0.1936	20.6681	3.0152	0.0060	14.8592	72.1939
chalahuite	5	0.0100	50.0000	0.6000	50.0000	360.2532	0.7205	76.9184	17.1593	0.0343	84.5627	281.4811
cuerlillo	1	0.0020	10.0000	0.2000	16.6667	6.8349	0.0137	1.4593	0.0204	0.0000	0.1003	28.2264
mal hombre	2	0.0040	20.0000	0.2000	16.6667	4.4689	0.0089	0.9542	0.0970	0.0002	0.4778	38.0987
4	10	0.0200	100.0000	1.2000	100.0000	371.5570	0.9367	100.0000	20.2918	0.0406	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
higuerilla	6	0.0120	66.6667	0.4000	40.0000	15.6295	0.0313	25.1120	131.7787
piátano	1	0.0020	11.1111	0.2000	20.0000	7.7931	0.0156	12.5213	43.6324
aconxihuitl	1	0.0020	11.1111	0.2000	20.0000	0.3318	0.0007	0.5332	31.6443
balletilla	1	0.0020	11.1111	0.2000	20.0000	38.4846	0.0770	61.8336	92.9447
4	9	0.0180	100.0000	1.0000	100.0000	62.2390	0.1245	100.0000	300.0000

Anexo 2. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales muestreados en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue. Para calcular el índice de Valor de Importancia se emplearon valores de abundancia, frecuencia, cobertura y área basal en árboles. En arbustos se utilizó la abundancia, frecuencia y cobertura.

Texcalapa

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
jonote	23	0.0460	53.4884	1.0000	45.4545	82.3806	0.1648	23.2871	2.8436	0.0057	24.1261	146.3562
cuernillo	17	0.0340	39.5349	0.8000	36.3636	265.3675	0.5307	75.0134	8.8241	0.0176	74.8676	225.7794
chalahuite	3	0.0060	6.9767	0.4000	18.1818	6.0122	0.0120	1.6995	0.1186	0.0002	1.0063	27.8844
3	43	0.0860	100.0000	2.2000	100.0000	353.7604	0.7075	100.0000	11.7863	0.0236	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
plátano	18	0.0360	41.8605	0.8000	26.6667	220.7131	0.4414	65.0211	133.5482
Piper sp.	8	0.0160	18.6047	0.6000	20.0000	2.4961	0.0050	0.7354	39.3400
tepejilote	1	0.0020	2.3256	0.2000	6.6667	0.7854	0.0016	0.2314	9.2236
aconxihuitl	5	0.0100	11.6279	0.6000	20.0000	4.1449	0.0083	1.2211	32.8490
balletilla	7	0.0140	16.2791	0.4000	13.3333	1.4294	0.0029	0.4211	30.0335
iztahuale	4	0.0080	9.3023	0.4000	13.3333	109.8794	0.2198	32.3700	55.0056
6	43	0.0860	100.0000	3.0000	100.0000	339.4484	0.6789	100.0000	300.0000

Pocapan

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
hilito	12	0.0240	36.3636	0.8000	30.7692	312.5735	0.6251	53.1471	16.2768	0.0326	53.7870	174.0670
ocma	13	0.0260	39.3939	0.8000	30.7692	90.7117	0.1814	15.4238	2.3627	0.0047	7.8076	93.3946
chalahuite	7	0.0140	21.2121	0.8000	30.7692	184.1351	0.3683	31.3086	11.6199	0.0232	38.3980	121.6880
jonote	1	0.0020	3.0303	0.2000	7.6923	0.7088	0.0014	0.1205	0.0022	0.0000	0.0073	10.8505
4	33	0.0660	100.0000	2.6000	100.0000	588.1291	1.1763	100.0000	30.2616	0.0605	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
higuerilla	11	0.0220	28.9474	0.8000	44.4444	17.8673	0.0357	20.3107	93.7025
plátano	27	0.0540	71.0526	1.0000	55.5556	70.1028	0.1402	79.6893	206.2975
2	38	0.0760	100.0000	1.8000	100.0000	87.9702	0.1759	100.0000	300.0000

Tecorralcan

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
hilito	12	0.0240	54.5455	1.0000	50.0000	718.5232	1.4370	90.5734	100.7194	0.2014	97.9845	293.1033
naranja	10	0.0200	45.4545	1.0000	50.0000	74.7819	0.1496	9.4266	2.0718	0.0041	2.0155	106.8967
2	22	0.0440	100.0000	2.0000	100.0000	793.3051	1.5866	100.0000	102.7911	0.2056	100.0000	400.0000

Anexo 2. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales muestreados en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.
Para calcular el Índice de Valor de Importancia se emplearon valores de abundancia, frecuencia, cobertura y área basal en árboles. En arbustos se utilizó la abundancia, frecuencia y cobertura.

Tepexititan

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
mal hombre	8	0.0160	42.1053	0.8000	36.3636	9.0517	0.0181	2.9713	0.34775	0.0007	3.9397	85.3799
chalahuite	2	0.0040	10.5263	0.4000	18.1818	210.6836	0.4214	69.1589	7.0187	0.0140	79.5144	177.3814
jonote	7	0.0140	36.8421	0.8000	27.2727	73.9533	0.1479	24.2759	1.1706	0.0023	13.2614	101.6521
ocma	2	0.0040	10.5263	0.4000	18.1818	10.9485	0.0219	3.5939	0.2899	0.0006	3.2845	35.5866
4	19	0.0380	100.0000	2.2000	100.0000	304.6370	0.6093	100.0000	8.8270	0.0177	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
iztahuate	3	0.0060	12.5000	0.6000	42.8571	188.1524	0.3763	82.6163	137.9734
acoxihuitl	20	0.0400	83.3333	0.6000	42.8571	35.6140	0.0712	15.6378	141.8283
balletilla	1	0.0020	4.1666	0.2000	14.2857	3.9760	0.0080	1.7459	20.1983
3	24	0.0480	100.0000	1.4000	100.0000	227.7424	0.4555	100.0000	300.0000

Las Higuerrillas

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
chalahuite	10	0.0200	90.9091	0.8000	80.0000	1009.2390	2.0185	99.2813	49.7764	0.0996	99.8069	369.9973
jonote	1	0.0020	9.0909	0.2000	20.0000	7.3062	0.0146	0.7187	0.0963	0.0002	0.1931	30.0027
2	11	0.0220	100.0000	1.0000	100.0000	1016.5452	2.0331	100.0000	49.8727	0.0997	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
higuerrilla	1	0.0020	100.0000	0.2000	100.0000	0.0000	0.0000	100.0000	300.0000
1	1	0.0020	100.0000	0.2000	100.0000	0.0000	0.0000	100.0000	300.0000

Talxococtoc

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
jonote	7	0.0140	53.8462	1.0000	50.0000	350.9167	0.7018	50.3699	23.7638	0.0475	55.4947	209.7108
naranja	2	0.0040	15.3846	0.2000	10.0000	9.1205	0.0182	1.3091	0.3215	0.0006	0.7508	27.4445
cuerlillo	3	0.0060	23.0769	0.6000	30.0000	298.1575	0.5963	42.7970	18.1985	0.0364	42.4983	138.3722
chalahuite	1	0.0020	7.6923	0.2000	10.0000	38.4846	0.0770	5.5240	0.5379	0.0011	1.2562	24.4725
4	13	0.0260	100.0000	2.0000	100.0000	696.6793	1.3934	100.0000	42.8218	0.0856	100.0000	400.0000

Anexo 2. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales muestreados en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.
 Para calcular el Índice de Valor de Importancia se emplearon valores de abundancia, frecuencia, cobertura y área basal en árboles. En arbustos se utilizó la abundancia, frecuencia y cobertura.

Acatamaniz

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
chahuite	1	0.0020	12.5000	0.2000	16.6667	26.8784	0.0538	5.5118	0.9749	0.0019	1.3452	36.0237
hilitte	5	0.0100	62.5000	0.8000	50.0000	442.0329	0.8841	90.6454	71.1596	0.1423	98.1881	301.3335
jonote	2	0.0040	25.0000	0.4000	33.3333	18.7396	0.0375	3.8428	0.3382	0.0007	0.4867	62.6428
3	8	0.0160	100.0000	1.2000	100.0000	487.6509	0.9753	100.0000	72.4727	0.1449	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
plátano	2	0.0040	33.3333	0.2000	33.3333	9.5694	0.0191	80.2689	146.9356
balteilla	1	0.0020	16.6667	0.2000	33.3333	0.0707	0.0001	0.5929	50.5929
higuerilla	3	0.0060	50.0000	0.2000	33.3333	2.2816	0.0046	19.1382	102.4715
3	6	0.0120	100.0000	0.6000	100.0000	11.9217	0.0238	100.0000	300.0000

Aconco

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
chahuite	2	0.0040	13.3333	0.4000	20.0000	216.8666	0.4220	42.1991	7.5646	0.0151	27.0214	102.5538
hilitte	2	0.0040	13.3333	0.4000	20.0000	204.0548	0.3971	39.7061	17.0136	0.0340	60.7740	133.8134
ocma	5	0.0100	33.3333	0.6000	30.0000	12.4584	0.0242	2.4242	0.9082	0.0018	3.2443	69.0019
jonote	6	0.0120	40.0000	0.6000	30.0000	80.5330	0.1567	15.6705	2.5084	0.0050	8.9603	94.6309
4	15	0.0300	100.0000	2.0000	100.0000	513.9127	1.0000	100.0000	27.9949	0.0560	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
balteilla	4	0.0080	28.5714	0.6000	33.3333	8.6315	0.0173	32.4308	94.3356
tepejilote	2	0.0040	14.2857	0.2000	11.1111	1.4334	0.0029	5.3855	30.7823
Piper sp.	6	0.0120	42.8571	0.6000	33.3333	10.6991	0.0214	40.1992	116.3897
aconxihuitl	2	0.0040	14.2857	0.4000	22.2222	5.8512	0.0117	21.9845	58.4924
4	14	0.0280	100.0000	1.8000	100.0000	26.6152	0.0532	100.0000	300.0000

Anexo 2. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales muestreados en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.
Para calcular el índice de Valor de Importancia se emplearon valores de abundancia, frecuencia, cobertura y área basal
en árboles. En arbustos se utilizó la abundancia, frecuencia y cobertura.

Laxtamani

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
jonote	42	0.0840	72.4138	0.8000	33.3333	587.8077	1.1356	57.4611	27.2624	0.0545	70.2552	233.4834
chalahuite	8	0.0160	13.7931	0.8000	33.3333	367.5107	0.7350	37.1914	10.2470	0.0205	26.4065	110.7244
naranja	7	0.0140	12.0690	0.6000	25.0000	19.6586	0.0393	1.9894	1.0376	0.0021	2.6739	41.7322
mal hombre	1	0.0020	1.7241	0.2000	8.3333	33.1832	0.0664	3.3581	0.2578	0.0005	0.6644	14.0800
4	58	0.1160	100.0000	2.4000	100.0000	988.1602	1.9763	100.0000	38.8048	0.0776	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
bailetilia	5	0.0100	19.2308	0.4000	28.5714	23.3146	0.0466	51.0296	98.8318
Piper sp.	14	0.0280	53.8462	0.4000	28.5714	2.7387	0.0055	5.9944	88.4120
aconxihuitl	3	0.0060	11.5385	0.4000	28.5714	3.3203	0.0066	7.2672	47.3771
plátano	4	0.0080	15.3846	0.2000	14.2857	16.3147	0.0326	35.7087	65.3790
4	26	0.0520	100.0000	1.4000	100.0000	45.6883	0.0914	100.0000	300.0000

Texacacat

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
jonote	7	0.0140	25.0000	0.6	25.0000	101.1588	0.2023	10.8016	6.7328	0.0135	13.2891	74.0907
chalahuite	12	0.0240	42.8571	1	41.6667	675.7817	1.3516	72.1592	40.3733	0.0807	79.6885	236.3715
naranja	2	0.0040	7.1429	0.4	16.6667	25.8718	0.0517	2.7626	1.7014	0.0034	3.3581	29.9302
hilite	1	0.0020	3.5714	0.2	8.3333	38.2102	0.0764	4.0800	1.0313	0.0021	2.0356	18.0204
mal hombre	6	0.0120	21.4286	0.2	8.3333	95.4929	0.1910	10.1966	0.8251	0.0017	1.6286	41.5872
5	28	0.0560	100.0000	2.4	100.0000	936.5154	1.8730	100.0000	50.6639	0.1013	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
plátano	8	0.0160	88.8889	0.4000	66.6667	26.3900	0.0528	96.5241	252.0796
bailetilia	1	0.0020	11.1111	0.2000	33.3333	0.9503	0.0019	3.4759	47.9204
2	9	0.0180	100.0000	0.6000	100.0000	27.3403	0.0547	100.0000	300.0000

Ixcusco

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
chalahuite	2	0.004	33.3333	0.4000	33.3333	1.9046	0.0038	1.0944	0.0080	0.0000	0.0899	67.8510
jonote	1	0.002	16.6667	0.2000	16.6667	0.7088	0.0014	0.4073	0.0068	0.0000	0.0765	33.8171
hilite	3	0.006	50.0000	0.6000	50.0000	171.4136	0.3428	98.4983	8.9198	0.0178	99.8336	298.3319
3	6	0.012	100.0000	1.2000	100.0000	174.0270	0.3481	100.0000	8.9347	0.0179	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
aconxihuitl	9	0.0180	81.8182	0.2000	33.3333	6.9557	0.0139	83.5594	198.7109
higuerilla	1	0.0020	9.0909	0.2000	33.3333	1.1310	0.0023	13.5865	56.0108
bailetilia	1	0.0020	9.0909	0.2000	33.3333	0.2376	0.0005	2.8541	45.2784
3	11	0.0220	100.0000	0.6000	100.0000	8.3243	0.0166	100.0000	300.0000

Anexo 2. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales muestreados en Xochilán de Vicente Suárez, Pue.
Para calcular el Índice de Valor de Importancia se emplearon valores de abundancia, frecuencia, cobertura y área basal en árboles. En arbustos se utilizó la abundancia, frecuencia y cobertura.

Atexayaca

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
chalahuite	2	0.0040	25.0000	0.4000	28.5714	1.5649	0.0031	0.7426	0.0068	0.0000	0.0350	54.3490
jonote	1	0.0020	12.5000	0.2000	14.2857	7.0666	0.0141	3.3541	0.0963	0.0002	0.4949	30.6347
cuerlillo	4	0.0080	50.0000	0.6000	42.8571	201.0747	0.4021	95.4105	19.1503	0.0383	98.4218	286.6895
ocma	1	0.0020	12.5000	0.2000	14.2857	1.0387	0.0021	0.4929	0.2040	0.0004	1.0483	28.3269
4	8	0.0160	100.0000	1.4000	100.0000	210.7469	0.4215	100.0000	19.4573	0.0389	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
plátano	3	0.0060	37.5000	0.4000	28.5714	10.2513	0.0205	9.0868	75.1582
balletilla	2	0.0040	25.0000	0.4000	28.5714	14.7282	0.0295	13.0552	66.6266
iztahuat	2	0.0040	25.0000	0.4000	28.5714	87.3758	0.1748	77.4506	131.0220
aconxihuitl	1	0.0020	12.5000	0.2000	14.2857	0.4596	0.0009	0.4074	27.1931
4	8	0.0160	100.0000	1.4000	100.0000	112.8149	0.2256	100.0000	300.0000

Tzatzapota

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
jonote	6	0.0120	25.0000	0.6000	33.3333	104.8018	0.2096	37.3887	3.5321	0.0071	45.5391	141.2612
cuerlillo	5	0.0100	20.8333	0.2000	11.1111	87.6055	0.1752	31.2538	1.5372	0.0031	19.8188	83.0170
chalahuite	1	0.0020	4.1667	0.2000	11.1111	1.2272	0.0025	0.4378	0.0187	0.0000	0.2414	15.9570
ocma	1	0.0020	4.1667	0.2000	11.1111	0.1590	0.0003	0.0567	0.0796	0.0002	1.0260	16.3605
mal hombre	11	0.0220	45.8333	0.6000	33.3333	86.5098	0.1730	30.8629	2.5886	0.0052	33.3747	143.4043
5	24	0.0480	100.0000	1.8000	100.0000	280.3034	0.5606	100.0000	7.7561	0.0155	100.0000	400.0000

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I. V. I.
Piper sp.	45	0.0900	51.7241	1.0000	45.4545	100.9793	0.2020	61.9339	159.1126
balletilla	1	0.0020	1.1494	0.2000	9.0909	10.7521	0.0215	6.5946	16.8350
tepejilote	41	0.0820	47.1264	1.0000	45.4545	51.3123	0.1026	31.4715	124.0525
3	87	0.1740	100.0000	2.2000	100.0000	163.0437	0.3261	100.0000	300.0000

Anexo 2. Caracterización cuantitativa de la estructura de los cafetales muestreados en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.
 Para calcular el Índice de Valor de Importancia se emplearon valores de abundancia, frecuencia, cobertura y área basal en árboles. En arbustos se utilizó la abundancia, frecuencia y cobertura.

Celoztoc

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
hilite	10	0.0200	90.9091	1.0000	83.3333	323.2196	0.6464	99.2613	12.5040	0.0250	99.8113	373.3151
jonote	1	0.0020	9.0909	0.2000	16.6667	2.4053	0.0048	0.7387	0.0236	0.0000	0.1887	26.6849
2	11	0.0220	100.0000	1.2000	100.0000	325.6249	0.6512	100.0000	12.5276	0.0251	100.0000	400.0000

Especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	I.V.I.
balletilla	4	0.0080	44.4444	0.8000	57.1429	2.5977	0.0052	11.0906	112.6779
higuerilla	4	0.0080	44.4444	0.4000	28.5714	8.1564	0.0163	34.8227	107.8386
plátano	1	0.0020	11.1111	0.2000	14.2857	12.6685	0.0253	54.0867	79.4835
3	9	0.0180	100.0000	1.4000	100.0000	23.4226	0.0468	100.0000	300.0000

Palenque

especie	no. de ind.	abundancia	abund. rel.	frecuencia	frec. rel.	val. de cob.	dominancia	dom. rel.	área basal	dom.	dom. rel.	I. V. I.
chalahuite	5	0.01	45.4545	0.8000	57.1429	441.3182	0.8826	75.8428	26.2910	0.0526	78.1719	258.6121
cuerillo	6	0.012	54.5455	0.6000	42.8571	140.5670	0.2811	24.1572	7.3413	0.0147	21.8281	143.3879
2	11	0.022	100.0000	1.4000	100.0000	581.8852	1.1638	100.0000	33.6323	0.0673	100.0000	400.0000

Anexo 3. Representación de especies e individuos de árboles empleados como sombra por clases diamétricas (cm) para una muestra de 20 cafetales en Xochitlán de Vicente Suárez, Pue.

No.	Especie	1 - 10	10.1- 20	20.1- 30	30.1- 40	40.1- 50	50.1- 60	60.1-70	70.1 - 80	> 80	No. Ind.
1	Chalahuites	51	15	15	9	1					91
2	Hilite	10	21	11	11	3	2				58
3	Jonote	86	19	8	1						114
4	Cuerillo	24	6	3	3						36
5	Naranja	26	2								28
6	Mal hombre	30									30
7	Ocma	21	1								22
8	Plocho		1								1
9	Sangre de grado	1	1			1					3
10	Canela	1									1
11	Lima	2									2
12	Nispero	1									1
13	Guayaba	4	2								6
14	Jacaranda			1							1
15	Cacasaca	2									2
16	T. havanensis	3									3
17	Aguacate	2		1							3
18	Trueno	1									1
19	Toctocauhuitl	5	3	1							9
20	Hormiguillo	1.		1							2
21	Amate								1		1
22	Acuilcohuitl	1									1
23	Durazno		1								1
24	Chaca	3									3
25	Nogal cimarrón	3	1								4
26	Garrochillo	2									2
27	Cacahuatillo	1									1
28	Senecio sp.	5									5
29	Limón	4									4
30	Jobo	1									1
31	Zapote negro			1			1				2
32	Cuahuexot chico	9									9
33	Bienvenido	1	2								3
34	Caoba	1									1
35	Chirimolla	1									1
36	Maicillo	6									6
37	Eugenia sp.	3									3
38	Aguacatillo	2									2
39	Cojón de gato	2									2
40	Mango								1	1	2
41	Trichospermun sp.	2									2
42	Pomarosa	1									1
43	Texocotl	2									2
44	Oreopanax sp.	7									7
45	D. arboreus	1									1
46	Carboncillo	3									3
47	Tejocotillo	1									1
48	Mandarina	1									1
	Totales	332	78	44	21	5	3	0	1	2	486