



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE Y  
DESARROLLO**

**USO DE SISTEMAS DE TELEDETECCIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL DIAGNÓSTICO  
PARTICIPATIVO DEL TERRITORIO RURAL CAFETALERO EN LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE  
XICOTEPEC, PUEBLA.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ESTUDIOS AMBIENTALES Y DE LA SUSTENTABILIDAD**

**PRESENTA**

**JUAN CARLOS CAMPOS BENHUMEA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. MARIO DEL ROBLE PENSADO LEGLISE**

Fecha: 19 de Junio de 2017





# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 9:00 horas del día 16 del mes de junio del 2017 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIEMAD "Uso de sistemas de teledetección e información geográfica en el diagnostico participativo del territorio rural cafetalero del municipio de Xilotepec, Puebla"

Presentada por el alumno:

CAMPOS

Apellido paterno

BENHUMEA

Apellido materno

JUAN CARLOS

Nombre(s)

Con registro: 

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 1 | 5 | 0 | 5 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|

aspirante de:

Maestría en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA

Director de tesis

DR. MARIO DEL ROBLE PENSADO LEGLISE

DRA. MARÍA ELENA SERRANO FLORES

M., EN C. JAIME CASTRO CAMPOS

M. EN C. MARÍA DE LA LUZ VALDERRÁBANO ALMEGUA

M. EN C. MIGUEL ALVARADO CARDONA

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
PÚBLICA

INSTITUTO POLITÉCNICO

DR. VÍCTOR FLORENCIO SANTES HERNÁNDEZ

CIEMAD  
DIRECCIÓN



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*CARTA CESIÓN DE DERECHOS*

En la Ciudad de México, D.F. el día 16 del mes de Junio del año 2017 , el que suscribe Juan Carlos Campos Benhumea alumno del Programa de Maestría en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad, con número de registro B150545, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios en Medio Ambiente y Desarrollo, manifiesta que es el autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Mario del Roble Pensado Leglise y cede los derechos del trabajo titulado Uso de Sistemas de Teledetección e Información Geográfica en el Diagnóstico Participativo del Territorio Rural Cafetalero en Localidades del Municipio de Xicotepec, Puebla, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones [ambio1@yahoo.com.mx](mailto:ambio1@yahoo.com.mx), [mpensado@ipn.com.mx](mailto:mpensado@ipn.com.mx) . Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
Juan Carlos Campos Benhumea  
Nombre y firma del alumno(a)



## AGRADECIMIENTOS

A mis padres y mis hermanos por su apoyo, el cual no tengo mejor forma de agradecer y que saben lo mucho que valoro cada momento con ellos.

Al Ing. Julio Leyva Canales por su profesionalismo, invaluable apoyo y conocimiento de las comunidades cafetaleras de Xicotepec, Puebla, su nivel de compromiso con los productores, deseo de mejorar y revalorar la cafecultura local.

Al Ing. Andrés Eric Saldaña Herrera por su amistad y apoyo en el desarrollo de los aspectos de flora y ambientales.

A Pedro Arturo Santos Méndez por su apoyo en campo y el interés en las comunidades.

A todos los participantes de las localidades de Las Pilas, Los Naranjos, Ejido Nactanca, Mecatlán de las Flores, Nactanca Grande, San Pedro Itztla y Dan Agustín Atlihuacan por haber creído en el proceso, participar y brindarnos su amistad y apoyo.

A don Jacinto Colina Licona, Marcos Hernández Escalona, Fidel González Cuevas y a sus familias de la localidad de Las Pilas por todo: su confianza, amistad, respeto, interés y deseos de salir adelante. Siempre fueron un ejemplo de motivación y trabajo unido.

A don Laurencio Serapio González Hernández por su apoyo en la comunidad de San Pedro Itztla y a su hijo Pedro González por todas sus atenciones, entusiasta participación y convocatoria.

De Mecatlán de las Flores a don Celso Aparicio Ramos por los enormes conocimientos dados sobre el manejo de las orquídeas y su gran capacidad para experimentar, aprender y compartir. A don Amado Sevilla por su gran experiencia, calidez y deseos de enseñar.

A doña Verónica Martínez Rivera por su liderazgo y capacidad de organización que hizo más fácil el trabajo en el Ejido Nactanca.

A don Adolfo Ibarra Valderrábano y don Bonifacio Vargas Galindo de Los Naranjos por siempre ponernos a prueba y su sentido del humor que hizo más agradable el trabajo.

Al Lic. Abraham Santos Galindo por todas las facilidades otorgadas en el municipio de Xicotepec y su amistad.

Al Dr. Mario del Roble Pensado Leglise por su apoyo, sus comentarios y observaciones para lograr salir adelante.

A la Dra. María Elena Serrano Flores por su infinita paciencia y retroalimentación relevante y profunda.

Al M. en C. Miguel Alvarado Cardona por su interés en el tema y compartir sus conocimientos y experiencias en campo.

Al M. en C. Jaime Castro Campos por sus atinados comentarios y su capacidad de incitar al trabajo desde una visión amable de las cosas.

A la M. en C. María de la Luz Valderrábano por su interés en mi persona y acercarme a temas y herramientas para mejorar.

A Adriana, Benjamín, Daniel, Diana, Eric, Jéssica, Jazmín, Kari, Laura y Paulina por haber llenado de gratas experiencias, momentos inolvidables y la unión en el trabajo durante el curso de este posgrado.

Al Biól. Aurelio Colmenero Robles y la Biól. Irene García González así como sus grupos de trabajo por su invaluable ayuda, interés y dedicación sin los cuales hubiera sido muy difícil la identificación de las especies vegetales.

A los ingenieros Joaquín David Saldaña Herrera y Alfredo Ricardo Pérez Fernández por sus atinados comentarios y conocimientos del campo, el medio ambiente y su amistad.

Al CIEMAD como institución y a todos sus integrantes por ayudar a que las cosas sucedieran: directivos, administrativos, académicos, operativos y de seguridad de quienes siempre obtuve un trato profesional, amable, respetuoso y en muchos casos cálido y divertido.

Al Instituto Politécnico Nacional, mi alma mater por promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología para los mexicanos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por apoyar a las personas que buscan en su desarrollo generar y divulgar el conocimiento científico en nuestro país.

## DEDICATORIAS

A mis padres: José Primitivo Campos de la Fuente y María de la Luz Benhumea Sáenz por su amor, sus vidas llenas de ejemplos de valor, coraje, dedicación y respeto a todas las personas. Han sido un ejemplo con el que pocos podemos hemos tenido el privilegio de aprender.

A mis hermanos Claudia Cecilia y Jorge Alberto Campos Benhumea que han llevado a mi vida el amor filial al máximo y por ser también mis amigos y cómplices en los más nobles proyectos.

A mis abuelos y abuelas Baltazar Campos Vázquez, Elidio Benhumea Reyes, Aurelia Sáenz Salgado y Juana de la Fuente Garza por su cariño, una gran familia llena de tíos y primos y por compartir conmigo sus historias que me permitieron conocer un México valioso y valiente.

A mis tíos Luis, Nestor y Antonio Benhumea Sáenz por haberme acercado al campo, al café, al trabajo y a la alegría de vivir.

A mi tía Gloria Benhumea Sáenz que siempre ha creído en mí.

A Yahali, Jorge, Carlos, David y Samuel quienes dan muchas alegrías a mi vida y son parte de un futuro mejor.

**CONTENIDO**

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| RESUMEN .....                   | xiv |
| INTRODUCCIÓN.....               | 1   |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 4   |
| JUSTIFICACIÓN.....              | 9   |
| HIPÓTESIS.....                  | 10  |
| OBJETIVOS.....                  | 11  |
| MARCO CONCEPTUAL.....           | 11  |
| ANTECEDENTES.....               | 15  |
| MARCO METODOLÓGICO .....        | 16  |
| ÁREA DE ESTUDIO.....            | 32  |
| RESULTADOS.....                 | 33  |
| ANÁLISIS DE RESULTADOS .....    | 60  |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....    | 141 |
| CONCLUSIONES.....               | 160 |
| BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....   | 164 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Variables y fuentes de datos para los elementos ambientales y geográficos. ....   | 22 |
| Tabla 2. Variables y fuentes de datos para los elementos culturales.....   | 22 |
| Tabla 3. Variables y fuentes de datos para los elementos socioeconómicos.....  | 22 |
| Tabla 4. Aspectos de los métodos empleados para medición de pH, nitrógeno, fósforo y potasio en campo. ....                        | 26 |
| Tabla 5. Localidades seleccionadas para el estudio.....  | 33 |
| Tabla 6. Productores por localidad para el estudio. ....   | 45 |
| Tabla 7. Imágenes del satélite Landsat 8 seleccionadas. ....   | 46 |
| Tabla 8. Imágenes del satélite SPOT 5 seleccionadas. ....  | 46 |
| Tabla 9. Modelos digitales de elevación escala 1:50,000 seleccionados para el estudio.....   | 47 |
| Tabla 10. Ubicación de los predios de estudio en coordenadas geográficas (grados decimales), Datum WGS84. Elaboración propia. .... | 49 |
| Tabla 11. Estaciones climatológicas para la zona de estudio. En verde las estaciones seleccionadas.....                            | 52 |
| Tabla 12. Unidades utilizadas para expresar los parámetros de los resultados de análisis de suelos ..... 55                        | 55 |
| Tabla 13. Número de especies y de individuos totales obtenidos en los muestreos de las parcelas. ....                              | 57 |
| Tabla 14. Parámetros y valores de referencia para estimar la calidad de una muestra de café pergamino. ....                        | 57 |
| Tabla 15. Parámetros y valores de referencia para estimar la calidad de una muestra de café verde.....                             | 58 |
| Tabla 16. Datos de elevación media de los predios (en msnm) .....  | 60 |
| Tabla 17. Datos de pendiente media de los predios (en %) .....   | 61 |
| Tabla 18. Datos de orientación media de la pendiente en grados .....   | 61 |
| Tabla 19. Precipitación anual acumulada normal para cada predio.....   | 63 |
| Tabla 20. Temperatura media anual normal para cada predio. ....  | 64 |
| Tabla 21. Tabla de contingencia para rangos altitudinales.....   | 66 |
| Tabla 22. Tabla de contingencia para temperatura media anual .....   | 67 |
| Tabla 23. Tabla de contingencia para precipitación acumulada anual.....  | 68 |
| Tabla 24. Tabla de contingencia par rangos de pendiente .....  | 69 |
| Tabla 25. Tabla de contingencia para conductividad hidráulica.....   | 70 |
| Tabla 26. Tabla de contingencia para contenido de materia orgánica.....  | 71 |
| Tabla 27. Tabla de contingencia para concentración de fósforo.....   | 72 |
| Tabla 28. Tabla de contingencia para concentración de calcio .....   | 73 |
| Tabla 29. Tabla de contingencia para concentración de nitrógeno (como NO <sub>3</sub> ).....                                       | 74 |
| Tabla 30. Tabla de contingencia para niveles de pH.....  | 75 |
| Tabla 31. Tabla de contingencia para presencia de herbáceas .....  | 76 |
| Tabla 32. Tabla de contingencia para presencia de arbustivas .....   | 77 |
| Tabla 33. Tabla de contingencia para presencia de arbóreas.....  | 78 |
| Tabla 34. Tabla de contingencia para rendimiento de café pergamino .....   | 79 |
| Tabla 35. Tabla de contingencia para el grado de calidad del café .....  | 80 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 36. Tabla de contingencia para la superficie cultivada .....                            | 82  |
| Tabla 37. Tabla de contingencia para la densidad de plantación de cafetos .....               | 83  |
| Tabla 38. Pruebas de normalidad para la elevación .....                                       | 84  |
| Tabla 39. Prueba de homogeneidad de varianzas para la elevación.....                          | 84  |
| Tabla 40. Pruebas de normalidad para la temperatura media anual .....                         | 85  |
| Tabla 41. Prueba de homogeneidad de varianzas para la temperatura media anual.....            | 85  |
| Tabla 42. Pruebas de normalidad para la precipitación acumulada anual.....                    | 85  |
| Tabla 43. Pruebas de normalidad para la pendiente en por ciento .....                         | 86  |
| Tabla 44. Prueba de homogeneidad de varianzas para la pendiente.....                          | 86  |
| Tabla 45. Pruebas de normalidad para la conductividad hidráulica.....                         | 86  |
| Tabla 46. Prueba de homogeneidad de varianzas para la conductividad hidráulica.....           | 87  |
| Tabla 47. Pruebas de normalidad para la materia orgánica .....                                | 87  |
| Tabla 48. Prueba de homogeneidad de varianzas para la materia orgánica.....                   | 87  |
| Tabla 49. Pruebas de normalidad para el fósforo.....  | 88  |
| Tabla 50. Prueba de homogeneidad de varianzas para el fósforo .....                           | 88  |
| Tabla 51. Pruebas de normalidad para el calcio .....  | 88  |
| Tabla 52. Prueba de homogeneidad de varianzas para el calcio.....                             | 88  |
| Tabla 53. Pruebas de normalidad para el nitrógeno (como NO <sub>3</sub> ).....                | 89  |
| Tabla 54. Prueba de homogeneidad de varianzas para el nitrógeno (como NO <sub>3</sub> ) ..... | 89  |
| Tabla 55. Pruebas de normalidad para el pH.....   | 89  |
| Tabla 56. Prueba de homogeneidad de varianzas para el pH.....                                 | 90  |
| Tabla 57. Pruebas de normalidad para para herbáceas .....                                     | 90  |
| Tabla 58. Prueba de homogeneidad de varianzas para herbáceas .....                            | 90  |
| Tabla 59. Pruebas de normalidad para arbustivas.....  | 91  |
| Tabla 60. . Prueba de homogeneidad de varianzas para arbustivas .....                         | 91  |
| Tabla 61. Pruebas de normalidad para arbóreas.....  | 91  |
| Tabla 62. Prueba de homogeneidad de varianzas para arbóreas.....                              | 92  |
| Tabla 63. Pruebas de normalidad para rendimiento de café pergamino .....                      | 92  |
| Tabla 64. Prueba de homogeneidad de varianzas para rendimiento de café pergamino.....         | 92  |
| Tabla 65. Pruebas de normalidad para el puntaje de catación .....                             | 93  |
| Tabla 66. Prueba de homogeneidad de varianzas para el puntaje de catación .....               | 93  |
| Tabla 67. Pruebas de normalidad para la superficie cultivada .....                            | 93  |
| Tabla 68. Prueba de homogeneidad de varianzas para la superficie cultivada.....               | 93  |
| Tabla 69. Pruebas de normalidad para la densidad de plantación.....                           | 94  |
| Tabla 70. Prueba de homogeneidad de varianzas para la densidad de plantación.....             | 94  |
| Tabla 71. Resumen de las pruebas de hipótesis para el factor LOCALIDAD .....                  | 95  |
| Tabla 72. Resumen de las pruebas de hipótesis para el factor GRADO DE CALIDAD .....           | 103 |
| Tabla 73. Tabla de contingencia estrato por localidad .....                                   | 107 |
| Tabla 74. Resumen de especies de vegetación útil en Las Pilas .....                           | 109 |
| Tabla 75. Resumen de especies de vegetación útil en Los Naranjos.....                         | 110 |
| Tabla 76. Resumen de especies de vegetación útil en Mecatlán de las Flores .....              | 111 |
| Tabla 77. Resumen de especies de vegetación útil en Ejido Nactanca .....                      | 112 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 78. Resumen de especies de vegetación útil en Nactanca Grande.....                                       | 113 |
| Tabla 79. Resumen de especies de vegetación útil en San Agustín Atlihuacan .....                               | 114 |
| Tabla 80. Resumen de especies de vegetación útil en San Pedro Itztla .....                                     | 115 |
| Tabla 81. Agrupación por familias de las principales especies de vegetación útil identificada en la zona ..... | 119 |
| Tabla 82. Vegetación útil identificada en la zona de estudio, principales usos, destino y origen.....          | 121 |
| Tabla 83. Tabla de contingencia de aprendizaje por localidad.....  | 136 |
| Tabla 84. Tabla de contingencia de utilidad por localidad .....  | 137 |
| Tabla 85. Tabla de contingencia de razón de utilidad por localidad .....                                       | 137 |
| Tabla 86. Tabla de contingencia de etiqueta-precio por localidad.....  | 138 |
| Tabla 87, Tabla de contingencia de razón etiqueta por localidad .....  | 138 |
| Tabla 88. Tabla de contingencia de aprendizaje del cultivo por localidad .....                                 | 139 |
| Tabla 89. Tabla de contingencia de satisfacción por localidad.....   | 139 |
| Tabla 90. Tabla de contingencia de razón de asistencia por localidad .....                                     | 140 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Esquema general del diseño de base de datos geográfica. ....                              | 31  |
| Figura 2. Ubicación del municipio de Xicoteppec, Puebla. ....                                       | 32  |
| Figura 3. Modelo digital de elevación (MDE) y polígono de la zona superior a 780 msnm.....          | 32  |
| Figura 4. Pirámide de edades para Mecatlán de las Flores (2010) .....                               | 34  |
| Figura 5. Pirámide de edades para Nactanca Grande (2010) .....                                      | 36  |
| Figura 6. Pirámide de edades para Los Naranjos (2010) .....   | 37  |
| Figura 7. Pirámide de edades para Las Pilas (2010).....   | 39  |
| Figura 8. Pirámide de edades para San Agustín Atlihuacan (2010) .....                               | 40  |
| Figura 9. Pirámide de edades para San Pedro Itztla (2010).....                                      | 41  |
| Figura 10. Pirámide de edades para Ejido Nactanca (2010) .....                                      | 43  |
| Figura 11. Ubicación de parcelas seleccionadas (2016) por localidad. I.....                         | 46  |
| Figura 12. Modelo digital de elevación escala 1:50,000 del área de estudio.....                     | 48  |
| Figura 13. Mapa de altitudes en la zona de estudio.....   | 50  |
| Figura 14. Mapa de pendientes en la zona de estudio .....   | 51  |
| Figura 15. Mapa de orientación de las pendientes en la zona de estudio .....                        | 51  |
| Figura 16. Mapa de precipitación acumulada anual en la zona de estudio.....                         | 53  |
| Figura 17. Mapa de temperatura media anual en la zona de estudio.....                               | 53  |
| Figura 18. Mapa edafológico de la zona de estudio .....   | 54  |
| Figura 19. Ubicación de las estaciones climatológicas seleccionadas .....                           | 62  |
| Figura 20. Climogramas.....   | 65  |
| Figura 21. Información de campo continuo para elevación .....                                       | 96  |
| Figura 22. Diagrama de cajas para la elevación por localidad .....                                  | 97  |
| Figura 23. Comparación de parejas por localidades.....  | 98  |
| Figura 24. Información de campo continuo de temperatura para el factor localidad .....              | 99  |
| Figura 25. Diagrama de cajas para temperatura por localidad.....                                    | 99  |
| Figura 26. Comparación por parejas de temperatura para el factor localidad .....                    | 100 |
| Figura 27. Información de campo continuo para superficie cultivada por localidad .....              | 101 |
| Figura 28. Diagrama de cajas para superficie cultivada por localidad.....                           | 101 |
| Figura 29. Comparación por parejas de superficie cultivada por localidad.....                       | 102 |
| Figura 30. Rangos promedio para la superficie cultivada por localidad .....                         | 102 |
| Figura 31. Información de campo continuo para la variable de elevación factor grado de calidad..... | 104 |
| Figura 32. Diagrama de cajas para la elevación por grado de calidad.....                            | 104 |
| Figura 33. Comparación por parejas de altitud por grado de calidad .....                            | 105 |
| Figura 34. Información de campo continuo para la temperatura por el factor grado de calidad.....    | 105 |
| Figura 35. Diagrama de caja para la temperatura por grado de calidad .....                          | 106 |
| Figura 36. Comparación por parejas de temperatura por grado de calidad .....                        | 106 |
| Figura 37. Media de las cantidades de individuos por especie herbácea .....                         | 107 |
| Figura 38. Media de las cantidades de individuos por especie arbustiva.....                         | 108 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 39. Media de las cantidades de individuos por especie arbórea..... | 108 |
| Figura 40. Presencia de especies herbáceas útiles por localidad .....     | 116 |
| Figura 41. Presencia de especies arbóreas útiles por localidad .....      | 117 |
| Figura 42. Presencia de especies arbustivas útiles por localidad .....    | 117 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|  |     |
|--|-----|
| Imagen 1. Producción de café a pleno sol en el municipio de Xicotepec, Puebla.....   | 24  |
| Imagen 2. Producción de café bajo sombra en el municipio de Xicotepec, Puebla .....  | 24  |
| Imagen 3. Imagen Landsat 8 arreglo de bandas 4, 3,2, (derecha) con definición de 30 m e imagen Spot 5 arreglo de bandas 4, 3,2 con definición de 10 m. Las imágenes Spot 5 se presentan en falso color debido a que el sensor no contiene la banda correspondiente al rango del azul. .... | 47  |
| Imagen 4. Imágenes SPOT (abril de 2005)con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Las Pilas.. .....  | 128 |
| Imagen 5. Imágenes SPOT (enero de 2013)con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Las Pilas.....   | 128 |
| Imagen 7. Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de San Pedro Itztla. 0.....  | 129 |
| Imagen 6. Imágenes SPOT (abril de 2005) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de San Pedro Itztla.. .....  | 129 |
| Imagen 8. Imágenes SPOT (abril de 2005)con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Mecatlán de las Flores.. .....  | 130 |
| Imagen 9. Imágenes SPOT (enero de 2013)con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Mecatlán de las Flores. ....  | 130 |
| Imagen 10. Imágenes SPOT (abril de 2005)con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Los Naranjos.....  | 131 |
| Imagen 11. .- Imágenes SPOT (enero de 2013)con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Los Naranjos.. .....  | 131 |
| Imagen 12. Imágenes SPOT (abril de 2005) con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Nactanca Grande.....  | 132 |
| Imagen 13. Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Nactanca Grande.. .....   | 132 |
| Imagen 14. Imágenes SPOT (abril de 2005)con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Ejido Nactanca.....  | 133 |
| Imagen 15. Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Ejido Nactanca.. .....  | 134 |
| Imagen 16. Imágenes SPOT (abril de 2005)con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de San Agustin Atlihuacan.....  | 134 |
| Imagen 17. Imágenes SPOT (enero de 2013)con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de San Agustín Atlihuacan.. .....   | 135 |

## LISTA DE ACRÓNIMOS

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>ArcGIS</b>   | Plataforma para crear y utilizar sistemas de información geográfica, desarrollado por Environmental Systems Research Institute |
| <b>CIEMAD</b>   | Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo                                      |
| <b>CONAFOR</b>  | Comisión Nacional Forestal   |
| <b>CONANP</b>   | Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas  |
| <b>ENVI</b>     | ENVI Image Analysis Software (desarrollado por Exelis Visual Information Solutions)  |
| <b>ERMEX NG</b> | Estación de Recepción México Nueva Generación  |
| <b>ETM</b>      | Enhanced Thematic Mapper Sensor  |
| <b>GPS</b>      | Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)  |
| <b>INEGI</b>    | Instituto Nacional de Estadística y Geografía  |
| <b>IPN</b>      | Instituto Politécnico Nacional   |
| <b>MDE</b>      | Modelo Digital de Elevación  |
| <b>NDVI</b>     | Normalized Difference Vegetation Index (Índice de vegetación de diferencia normalizada)  |
| <b>OLI</b>      | Operational Land Imager Sensor   |
| <b>SAGARPA</b>  | Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación   |
| <b>SCAA</b>     | Specialty Coffee American Association (Asociación Americana de Café de Especialidad)   |
| <b>SEMARNAT</b> | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  |
| <b>SIAP</b>     | Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera  |
| <b>SIG</b>      | Sistemas de Información Geográfica   |
| <b>SMN</b>      | Servicio Meteorológico Nacional  |
| <b>SPOT</b>     | Satellite Pour l'Observation de la Terre (Satélite Para la Observación de la Tierra)   |
| <b>TIRS</b>     | Thermal Infrared Sensor  |
| <b>TM</b>       | Thematic Mapper Sensor   |
| <b>USGS</b>     | United States Geological Survey  |
| <b>UTM</b>      | Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator  |
| <b>WGS84</b>    | World Geodetic System 1984 (Sistema Geodésico Mundial 1984)  |

## RESUMEN

Mediante el uso de sistemas de información geográfica se realizó la integración de información obtenida en campo sobre aspectos de fertilidad del suelo, aspectos de la vegetación, características del café producido, aspectos socioeconómicos e información de sensores remotos, así como de información climática y topográfica de terreno para ser utilizada en un proceso participativo de diagnóstico de las condiciones de las parcelas productoras de café de altura bajo sombra de pequeños productores en el municipio de Xicotepéc, Puebla, México para determinar su uso en la toma de decisiones de los productores.

El estudio se realizó en 32 parcelas de siete localidades en el que la integración se llevó a cabo por invitación abierta a partir del contacto inicial con los representantes de cada comunidad. El proceso consideró la decisión de los aspectos a incluir en el diagnóstico a partir de las reuniones de trabajo con los participantes. Los aspectos seleccionados correspondieron a características ambientales y geográficas que se obtuvieron de información en bases de datos geográficas y comparadas en campo, así como toma de muestras de suelo para fertilidad y análisis de la vegetación en las parcelas para identificar especies útiles y la relación de los diferentes estratos con la producción de café. Se aplicaron encuestas para conocer la superficie de cultivo, las densidades de plantación de café, así como datos generales del productor. Se realizó adicionalmente el análisis de imágenes SPOT 5 de diferentes años para identificar en conjunto los procesos de cambio de la vegetación en las localidades. Al final se aplicó una encuesta y se recabaron los resultados y conclusiones de los talleres para ver la importancia que los conocimientos generados del proceso tuvieron en la toma de decisiones de los productores.

Los resultados muestran que la información presentada en un formato de mapa con información temática que se encontraba capturada en una base de datos geográfica permitió a los participantes la ubicación espacial de sus terrenos y de sus características. La información sobre fertilidad del suelo y su distribución en las localidades generó interés en la búsqueda de sistemas de fertilización más adecuados a sus condiciones y a formas de reducir los niveles de acidez del suelo lo que se considera un proceso de toma de decisiones generado en el proceso. Conocer los valores obtenidos en la clasificación de su café fue el factor de mayor importancia que los productores consideraron haber obtenido de la información y consideraron que la organización y el apoyo técnico son necesarios para incursionar al mercado de cafés de especialidad que consideran como una mejor oportunidad de venta.

El análisis conjunto de las variaciones de la vegetación en el tiempo resultó efectivo para reconocer la relación de esta y fenómenos de movimientos de masa, que se reflejó en la preocupación de los participantes en reducir riesgos asociados a estas condiciones.

Con relación a la vegetación útil con posibilidad de comercialización los resultados indican que los productores le dan más valor económico a la producción de plantas ornamentales mientras que a las alimenticias son principalmente para el autoconsumo

Los aspectos mostrados permiten concluir que el diagnóstico participativo de las parcelas de café bajo sombra basados en el uso de sistemas de información geográfica y teledetección contribuyen a enriquecer el conocimiento de pequeños productores de café bajo sombra y a mejorar la capacidad en la toma de decisiones siempre que se consideren aquellos aspectos de interés local y la participación de personal técnico especializado que facilite a los productores el manejo de la información sobre la importancia de los diferentes aspectos que pueden caracterizarse y construir en conjunto un grupo de elementos útiles en la interpretación de las condiciones de las parcelas y del entorno. La base de integración de la información geográfica requiere que dicha información provenga de fuentes confiables y no desplaza los trabajos en campo, pero un esfuerzo de muestreo representativo podría permitir el modelado de la distribución de ciertas características, por lo que los resultados de este estudio pueden ser la base para ampliar la superficie estudiada.

## INTRODUCCIÓN.

Los procesos relacionados con el uso del territorio en los espacios rurales están unidos a las condiciones ambientales del lugar, el tipo, calidad y cantidad de los recursos naturales existentes, las decisiones que los dueños de las parcelas toman para definir el uso a su terreno, así como la forma en que la explotación del mismo se realiza.

En el caso de la producción de café se parte del hecho de que es un producto de importancia económica a nivel mundial, y entre sus aspectos relevantes desde el punto de vista económico es cultivado por 20 millones de productores en 56 países principalmente. México ocupa el séptimo lugar en producción después de Brasil, Vietnam, Colombia, Indonesia, India y Etiopía, con una participación en los últimos años de poco más de 4 millones de sacos (Flores G., 2011).

La importancia socioeconómica de la cafecultura radica en que es altamente generadora de empleos y autoempleos en las huertas por concepto de limpia, poda, control de plagas, corte del café y en algunos casos fertilización del cultivo (SAGARPA et al., 2011).

Por otra parte, es importante destacar la relación entre la producción del café y los ecosistemas en México. Se estima que de los cerca de 400 municipios cafetaleros mexicanos, un gran porcentaje se localizan en zonas ecológicas tropicales húmedas (selvas altas y medianas) y subhúmedas (selvas bajas) y un 20 por ciento en las zonas de bosques mesófilos o de neblina (Flores G., 2011).

La investigación planteada, considera particularmente localidades del municipio de Xicotepec, el cual es el principal municipio productor de café en el estado de Puebla (SIAP, 2015), y la calidad de sus productos corresponden a café de altura y prima lavado.

La cafecultura ha sido la principal actividad productiva en el medio rural del municipio de Xicotepec, localizado en la zona denominada Sierra Norte en el estado de Puebla. Esta actividad ha modelado el paisaje de la zona, caracterizado por el cultivo de cafetos bajo sombra de diferentes especies de árboles tanto forestales como frutales, lo que ha generado un proceso de pérdida de la vegetación natural caracterizado principalmente por bosque mesófilo de montaña y que ha cedido su espacio a las parcelas y fincas de cafetos (Evangelista, López, Caballero, & Alfaro, 2010). Aun así, el sistema cafetalero del cultivo bajo sombra genera diferentes estratos de la vegetación y permite la presencia de una diversidad de especies vegetales asociadas a los bosques mesófilos y selvas altas perennifolias, entre las que

destacan las epífitas y los musgos desarrollándose sobre los árboles que proporcionan sombra (Martínez, Evangelista, Basurto, Mendoza, & Cruz-Rivas, 2007). Estas especies forman parte de los recursos naturales con que cuentan los pequeños productores y que pueden ser parte de un aprovechamiento sustentable mediante prácticas de manejo adecuadas que permitirían al productor mejorar sus ingresos económicos. Esto es principalmente importante con respecto a las orquidáceas y las bromeliáceas que suelen tener un mercado en la floricultura, así como frutales para el autoconsumo o venta local. Sin embargo, las afectaciones a los cafetos por la roya del café han llevado a los productores a tomar medidas como el derribo de los árboles de sombra a fin de reducir la humedad a nivel de los cafetos e incluso eliminar la vegetación circundante para cambiar al uso de cafetos que no requieren sombra, aunque sus cualidades suelen ser menos apreciadas por el consumidor, pero que genera al pequeño productor mayor rendimiento y reducir las pérdidas por el ataque del hongo.

El cambio del sistema de producción tiene implicación en el deterioro ambiental, que incluye la pérdida de biodiversidad, pérdida de recursos naturales complementarios, posible aumento de la erosión, y cambios en las actividades culturales locales relacionadas con la producción del café bajo sombra, modificando las condiciones del paisaje (Moguel & Toledo, 1996).

Lo anterior requiere de conocer las condiciones que guardan los recursos naturales en las parcelas, la fertilidad del suelo, el tipo de vegetación que se desarrolla en un cultivo bajo sombra además del café y cuáles son los usos que se les puede dar a esta información desde el conocimiento local y el científico.

Existen diferentes estudios sobre la importancia del manejo de la fertilidad del suelo en los sistemas agroecológicos como el café de sombra y el conocimiento de la flora útil en los sistemas de producción de café que puedan servir para diversificar la producción agrícola en una misma parcela como en Colombia en sistemas de producción familiar (Cañas-Giraldo, Bedoya-Patiño, & Cárdenas-Grajales, 2015) y en México estudios sobre la calidad (como el conjunto de aquellos aspectos particulares que definen la procedencia específica del café) de la producción de café de altura bajo sombra para la conservación de la biodiversidad (Durand, 2014), ya que esta forma de cultivo no requiere eliminar el estrato arbóreo (incluyendo las plantas epífitas asociadas), arbustivo y herbáceo como lo requiere un sistema de cultivo de café a pleno sol. De hecho el conocimiento local de la utilidad de ciertas plantas ubicadas en cafetales bajo sombra ha sido investigado a escalas más pequeñas en la Sierra Norte de Puebla (Martínez et al., 2007) y generado información valiosa que puede ser la base para un seguimiento de la vegetación a escalas más locales.

Por otra parte, el capital natural del cafeticultor en su parcela lo constituye principalmente la calidad de su suelo en cuanto a su fertilidad como base para la producción agrícola. El conocimiento de estas características y el seguimiento del cambio en las mismas es una gran herramienta para la toma de decisiones que lleven a dar un manejo adecuado al suelo e impedir que pierda su fertilidad o que sea afectado severamente por procesos erosivos. La pérdida de la fertilidad de los suelos está relacionada con la caída en la producción de alimentos a nivel mundial y sus efectos han sido estudiados en diferentes partes del mundo como en África (Sanchez et al., 1997; Stoorvogel and Smaling, 1990) y la relación entre el capital social y el uso de tecnologías para el manejo de la fertilidad del suelo (Ali, Mangheni, & Sanginga, 2007). El manejo de la fertilidad del suelo requiere la participación de los dueños de las tierras y entre estos aspectos se han integrado trabajos sobre la percepción y conocimiento de los productores sobre la fertilidad del suelo (Dawoe, Quashie-Sam, Isaac, & Oppong, 2012). Particularmente en la producción de café el análisis de la fertilidad del suelo ha ubicado diferencias entre el manejo tradicional y el manejo orgánico bajo sombra que permite también un modo sustentable de producción al permitir contar con una masa microbiana capaz de fijar más carbón en el suelo (Partelli et al., 2012). Conocer las características locales de estos elementos son requeridas para lograr un mejor entendimiento de las complejas relaciones entre la producción del café bajo sombra y su entorno.

Esto va aunado a la necesidad de conjuntar y analizar la información obtenida. Partiendo de la base de que estas características corresponden a un territorio específico en un momento dado, indica que esta información puede manejarse bajo una base geográfica que permita un entendimiento adicional a partir de la representación visual como sucede con los sistemas de información geográfica (SIG), el mapeo comunitario y SIG-comunitario. Los avances tecnológicos en el campo del análisis de la superficie terrestre han generado nuevas posibilidades en el manejo de los recursos naturales. Los estudios de cambio de cobertura y uso de suelo, erosión, modelos climáticos entre otros basados en el procesamiento digital de imágenes de satélite han permitido identificar, monitorear y cuantificar a escala regional los grandes procesos de cambio de la cubierta vegetal (Coppin *et al.*, 2004). Los sistemas de percepción remota han sido estudiados en sus capacidades para estudiar hábitats naturales y su estatus de conservación (Corbane et al., 2015), los cambios en sus condiciones y en su diversidad de especies (Nagendra et al., 2013). En el caso de los terrenos dedicados a la cafecultura se han analizado los patrones de cambio en la cobertura y uso de suelo en Puebla (Evangelista et al., 2010). Igualmente los SIGs han sido utilizados para procesar la información sobre las condiciones del suelo y otros elementos del medio ambiente relacionados con la producción agrícola y la pérdida de fertilidad (Haileslassie, Priess, Veldkamp, Teketay, & Lesschen, 2005).

Los resultados de la conjunción del trabajo científico con la participación y conocimiento de los productores locales y el uso de herramientas para el conocimiento de las condiciones de las parcelas de producción de café bajo sombra son estudiados para poder diagnosticar las condiciones actuales y su efectividad en la toma de decisiones para un manejo del terreno de forma sustentable.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La relación de la cafecultura bajo sombra en el municipio de Xicotepec con su entorno es compleja y deben considerarse aspectos ambientales, culturales, económicos, sociales, ecológicos y políticos. La producción se ve afectada por las condiciones ambientales y climáticas, mientras que la necesidad de producir tiene efectos sobre los recursos naturales y los ecosistemas influyendo en la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos debido a la presión ejercida por el cambio de uso de suelo.

La presión por aumentar la renta por el uso de la parcela puede llevar a que la cafecultura bajo sombra (que usualmente mantienen una mayor biodiversidad, posibilidades de uso diferentes a un monocultivo tradicional) ceda su paso al cultivo a pleno sol o a usos como la agricultura de granos básicos o la apertura de potreros para la ganadería, que requieren retirar el resto de los árboles y arbustos con un nuevo detrimento en las condiciones de biodiversidad y de los servicios ecosistémicos. Así mismo los márgenes de ganancia del productor se ven afectados por las condiciones del terreno (erosión, disminución de la fertilidad del suelo) , también por las condiciones de mercado y la pérdida de aquellos productos o especies vegetales asociados al café bajo sombra.

Por otro lado, con bajas producciones se buscan nuevas estrategias como el cambio de uso de suelo, uso de pesticidas y el inadecuado manejo de la fertilidad del suelo incluyendo el inadecuado uso de fertilizantes químicos que inciden en aspectos culturales del manejo de la parcela, como lo es el retiro de plantas que pueden tener un valor de uso, aumento de los procesos de erosión, contaminación del suelo por aplicación de fertilizantes inadecuados o en dosis no convenientes.

El orientar toda su producción a un mercado de alto volumen y bajo valor deja al pequeño productor sin posibilidad de diversificar su oferta a otro tipo de mercados diferenciados como los cafés de especialidad que llegan a mejorar los márgenes de ganancia, aun considerando los gastos por las actividades adicionales que se requieren.

Además de los problemas propios de la forma de comercialización del café por los pequeños productores, están los esquemas de manejo del capital natural que los mismos tienen en sus parcelas.

La vegetación asociada que se presenta en diferentes estratos en un cultivo de café bajo sombra es proveedora de diversos bienes, tales como leña, alimento, medicinas tradicionales, así como de cumplir la función de ser una cubierta para evitar la erosión y la pérdida de nutrientes por efectos de las lluvias o el viento.

Otro aspecto dentro de la problemática son las actividades culturales en la parcela y que se relaciona con las características propias del lugar para generar procesos benéficos o negativos. Estas actividades incluyen el uso de buenas prácticas de manejo para conservación de suelo y agua, así como para la mejora de la calidad del producto en la cosecha y el beneficiado, entre otras. Existen estudios que asocian la calidad del café con ciertas condiciones ambientales, siendo la principal la altitud sobre el nivel del mar (Joët et al., 2010), la calidad del suelo para la cafecultura (De Bauw, Van Asten, Jassogne, & Merckx, 2016), la pendiente (Avelino et al., 2005), la orientación de la pendiente (Decazy et al., 2003), la humedad relativa, la precipitación entre otros (Moraga et al., 2011).

Esta relación ambiente-cultura de manejo de la parcela ha tenido efectos en la calidad del terreno y que, sin conocerse bien, se pueden intuir al visitar las parcelas donde se observan procesos erosivos y en detrimento de la capacidad nutricional no solo para el café, sino para cualquier elemento de la vegetación que se desarrolla en esos terrenos. Actualmente ante la falta de acceso a la asesoría técnica en materia de nutrición vegetal, los productores desconocen las condiciones generales del suelo en sus parcelas y por lo mismo, los trabajos que se requieren para su conservación, restauración o mejora la fertilidad. Esta situación dificulta que puedan identificar aspectos como el nivel de acidez o alcalinidad del suelo y cómo esta limita la asimilación de nutrientes a nivel de raíces, la presencia y niveles de macronutrientes, micronutrientes, la textura de su suelo, entre otras características importantes para la producción agrícola.

Un aspecto de la crisis cafetalera es el deterioro ambiental. Este repercute a medida que los agricultores abandonan la cafecultura y buscan explotar cultivos alternativos que no son propios para ese tipo de suelos y traen como consecuencia su degradación por erosión. Otro problema es la degradación del bosque; en el Taller Regional de Café realizado en la Antigua Guatemala (2002) se mencionó que la crisis cafetalera está forzando a los caficultores a talar árboles del bosque de sombra y venderlos como madera o leña. La introducción de nuevos cultivos para sustituir al café podría provocar el desmonte de las plantaciones de café y de las zonas aledañas (Ramírez V. & Juárez S., 2008). Esto incluye la sustitución de plantaciones de café bajo sombra por variedades resistentes a la roya que se cultivan a pleno sol.

Para el caso del café la presencia de sombra es otro factor determinante y que suele ser proporcionada por los árboles intercalados entre las matas de café que son utilizados para este propósito.

No es del todo claro si los productores conocen qué densidad de árboles por unidad de superficie se requieren para un nivel de sombra adecuado, qué tipo de árboles existen en sus parcelas y cómo se relacionan con el nivel de sombra, la protección del suelo, si son originarios de la zona o si son introducidos, por lo que es importante poder conocer esta situación y si adicionalmente proveen alguna otra función como la provisión de alimentos, usos medicinales, ornamentales y venta que podrían diversificar su producción. Lo mismo sucede con las plantas herbáceas y arbustivas, que incluso pueden tener actividad como fijadoras de nitrógeno en suelo. Un aspecto muy importante es el conocimiento local que las personas tiene sobre la vegetación en sus parcelas y la identificación que ellas hacen sobre sus propiedades y usos, así como el valor cultural y ecológico que le confieren, y cómo este conocimiento se relaciona con el conocimiento científico de las mismas, aunado al manejo de las especies.

La vegetación en el cafetal bajo sombra, tanto en su diversidad de especies como en su diversidad de estratos tiene importancia no solo ecológica, si no también económica (Martínez et al., 2007). Incluso la presencia de diferentes estratos de vegetación tiene efectos atenuadores de los procesos erosivos provocados por las precipitaciones pluviales, por lo que resulta de importancia saber qué diferencias existen en la diversidad de especies y en la diversidad de estratos en la producción del café bajo sombra y en café a pleno sol u otra actividad como monocultivos o potreros para ganado que son los usos que se le están dando a terreno que anteriormente eran cafetales bajo sombra en el municipio (Evangelista et al., 2010).

Un aspecto más a considerar es la capacidad de organización de los productores para hacer frente a las problemáticas o para acceder a apoyos, créditos o programas para mejorar su capacidad productiva, lo que en el caso del café los productores agrupados bajo la tenencia social de la tierra como ejidos y bienes comunales o en organizaciones como las cooperativas o sociedades de productores suelen tener ventajas sobre los productores no organizados. En el caso del área de estudio propuesta, los productores poseen los terrenos bajo propiedad privada y los procesos organizativos son muy escasos.

Debido a que se cuenta de inicio con condiciones de altitud en la zona superior a los 900 msnm en el municipio de Xicotepec, Puebla donde se cultiva café de altura , se considera que contar con información de las condiciones ambientales, de diversidad vegetal, de manejo cultural de la parcela, así

como las sociales y económicas permitiría conocer si estas son adecuadas para considerar que la producción de café de altura bajo sombra puede ser asociado a condiciones particulares que permitan promover un producto con indicación geográfica o que ayude a saber a los pequeños productores si pueden acceder a mercados diferenciados a los alternativos de producción de café, como los cafés de especialidad, cafés orgánicos, socialmente responsables, amigables con las plantas, ecológicos, etc. (Pérez, 2010).

Adicionalmente, al contar con una base de conocimiento de las condiciones mencionadas, el diagnóstico participativo podría incluir el conocimiento local y el científico como base para el seguimiento de las cualidades del territorio que permitan reconocer las características que le dan particularidad a la procedencia del grano y su preferencia promoviendo un mejor desarrollo de la actividad productiva y mejoras en sus ingresos también por el manejo del territorio mediante la diversificación de productos ofertados que son asociados a la principal actividad en el terreno, como lo es la producción de café.

Considerando esta problemática, la diversificación de la producción puede ser una buena estrategia, pero al carecer de información adecuada y de integrar sus conocimientos con los conocimientos técnicos y científicos los pequeños productores tienen una baja capacidad de respuesta a los cambios que afectan su posibilidad de tomar decisiones adecuadas en el manejo del territorio bajo un enfoque de sustentabilidad que les permita desarrollar su actividad disminuyendo su impacto en el deterioro del ambiente natural y social.

El diagnóstico participativo puede ser una herramienta que permita un mejor acercamiento al conocimiento del territorio y la problemática de su manejo por los pequeños productores de café de altura bajo sombra en el municipio y ser la base para la toma de decisiones en el manejo de sus parcelas. Algunos autores consideran que la participación social que incluya a las personas del entorno rural se ha convertido en una metodología atractiva para estudios de conservación y desarrollo (Mccall, 2003). También el conocimiento adquirido sobre los aspectos que conforman la problemática a medir pueden promover en los campesinos una mejor administración de los recursos naturales (Jankowski, 2009).

La información que se genera a partir de un diagnóstico debe ser recopilada y manejada adecuadamente para su interpretación y análisis, lo cual se hace usualmente con bases de datos. El uso de bases de datos que tienen una referencia espacial puede ser realizado a través de los sistemas de información geográfica (SIG). Adicionalmente, la integración de nuevas tecnologías en el ámbito de la geografía ha tenido éxito en el conocimiento del territorio, tanto desde el aspecto técnico científico

como el de la participación social. El uso de herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG) y la percepción remota permiten generar información científica y técnica que puede ayudar a comprender las relaciones espaciales de diversas variables del territorio.

En la Sierra Norte de Puebla se han realizado trabajos tendientes a identificar los cambios en el uso de suelo y las variaciones de la pérdida de vegetación natural, así como el cambio de producción de café bajo sombra a café a pleno sol u otras actividades agrícolas o pecuarias mediante el uso de sistemas de percepción remota (Evangelista et al., 2010). También se han realizado trabajos para conocer la presencia y diversidad de plantas asociadas a la producción de café y que resultan útiles, ya sea como elementos de subsistencia, tener propiedades medicinales o presentar un valor económico por su venta (Martínez et al., 2007).

En este contexto se generan varias preguntas cuyas respuestas podrían ayudar a mejorar el conocimiento de la situación de los pequeños productores de café, las condiciones requeridas para diversificar su producción o mejorar sus ingresos disminuyendo su impacto en los ambientes naturales, sociales y las prácticas de manejo sustentable de la producción. La pregunta de investigación de interés para el presente estudio es:

¿El diagnóstico participativo de las condiciones de las parcelas de café bajo sombra aunado al uso de sistemas de información geográfica pueden apoyar a los pequeños productores de café bajo sombra en la toma de decisiones para la conservación de los recursos naturales de sus parcelas?

De esta pregunta se desprenden las siguientes:

- ¿Cuáles son las características en el territorio de Xicotepec que se relacionan con la mejora en la diversificación de la producción en las parcelas de café de los pequeños productores bajo un manejo sustentable?
- ¿Cuáles son las condiciones actuales de estas características?
- ¿Cuáles son las principales especies vegetales asociadas en el cultivo bajo sombra que pueden tener o tienen un valor para el productor?
- ¿Qué valor otorgan los participantes en el diagnóstico participativo a la información obtenida?

## JUSTIFICACIÓN.

La importancia de los estudios etnobotánicos relacionados con los agroecosistemas cafetaleros se explican en función de la alta biodiversidad que albergan (Moguel y Toledo, 1996, Manson y colaboradores, 2008) al acercarse a las áreas cubiertas de Bosque Mesófilo de Montaña, el cual a pesar de ocupar el 0.8% del territorio mexicano contiene el 10% de la biodiversidad vegetal del país (Williams-Linera, 2007). La relevancia de estos estudios se acentúa si se considera que las prácticas de manejo actuales en este tipo de agroecosistemas indican que recientemente han sido cambiados como consecuencia de la crisis cafetalera que ha desplomado el precio del café más de 60 % en los últimos años (Aranda, 2006). Los cambios provocan pérdida de biodiversidad y riesgos de erosión, así como deterioro de los servicios ecosistémicos que ofrece la producción de café bajo sombra (Martínez et al., 2007). Por otro lado, el abandono se ha asociado con la aceleración de los flujos migratorios locales hacia los Estados Unidos (Córdova y colaboradores, 2008), provocando cambios al interior de las comunidades y de los hogares.

Adicionalmente, la conservación de la biodiversidad es indisoluble de la rentabilidad económica de los pequeños productores de café de altura bajo sombra, dado que son estos productores los que ubican en las zonas de mayor diversidad biológica (Moguel et Toledo, 1999a) y lo mismo sucede con la conservación del suelo y el manejo de la fertilidad (Lince & Sadeghian, 2015) donde se ha encontrado que las diferentes formas de producción de café tienen efectos sobre la fertilidad del suelo y en los rendimientos de la producción (Luna-Rodríguez, López-Mena, & Larios-Gonzalez, 2012), por lo que conocer aquellos elementos de la biodiversidad existente en su territorio podría ser una herramienta para diversificar su producción o su forma de venta, estableciendo una base de resiliencia ambiental y social ante los embates de situaciones adversas tanto climáticas como económicas.

Conocer las características ambientales, uso de suelo y la biodiversidad en el territorio del productor de café en zonas de montaña como en el caso de la sierra norte de Puebla suele ser muy difícil sin el uso de tecnologías como los sistemas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG), lo cual dificulta evaluar las variaciones a lo largo del tiempo. El cambio de la vegetación también puede ser una ayuda para la implementación de políticas públicas en el sector agropecuario hacia un desarrollo sustentable. Por esto, se identifica la necesidad de aplicar este tipo de tecnologías, considerando que la obtención de imágenes de satélite con resoluciones espaciales y espectrales adecuadas como las obtenidas de las plataformas SPOT es más accesible que en años anteriores.

El conocimiento local y las prácticas culturales identificadas en la producción del café de altura bajo sombra y su transformación tienen un impacto tanto en las condiciones económicas del productor como en las condiciones ambientales y sociales de su entorno, por lo que resulta de gran importancia saber si el manejo que se hace de la parcela y de los recursos naturales permite al productor aumentar sus beneficios mediante el manejo de los elementos vegetales asociados al cultivo de café bajo sombra en las zonas de altura.

El apropiarse de los resultados obtenidos de la investigación por parte de los productores es mayor cuando ellos están participando en el proceso de estudio y son consideradas sus propias inquietudes y la manera de ver la problemática como ellos la perciben, por lo que los resultados del estudio podrían enriquecer el conocimiento de dicha problemática y mejorar la capacidad para la toma de decisiones respecto al manejo de sus parcelas y el entorno.

Finalmente, el uso de herramientas basadas en sistemas electrónicos de información geográfica ya no está tan alejada (por lo menos económicamente) de los productores, incluso algunas que pueden ser gratuitas y estar en los teléfonos celulares, herramientas de comunicación comunes en la zona, por lo que conocer sus posibilidades para sus propios fines en el diagnóstico de sus parcelas permitiría ampliar sus habilidades desde otro enfoque del manejo territorial. En el caso de análisis geográficos técnicamente complejos, la importancia radica en la generación de información que puede ser integrada al análisis participativo del territorio, y que por su característica visual permite un mejor entendimiento del medio o de la problemática a analizar.

## **HIPÓTESIS.**

El diagnóstico participativo de las parcelas de café bajo sombra basado en el uso de sistemas de información geográfica contribuye a enriquecer el conocimiento del pequeño productor de café bajo sombra y a mejorar la capacidad de toma de decisiones en el manejo de su parcela.

## OBJETIVOS.

### *Objetivo general*

Identificar la utilidad del diagnóstico participativo de las parcelas de productores de café de altura bajo sombra en el municipio de Xicotepec, Puebla en la toma de decisiones para la diversificación productiva.

### *Objetivos específicos*

- Identificar aquellos elementos existentes en las parcelas cafetaleras que pueden ser susceptibles de manejo para una diversificación de la producción con base en el conocimiento local y al científico.
- Elaborar un SIG-Participativo que permita identificar espacialmente las condiciones actuales del territorio y sea útil para el manejo sustentable de las parcelas.
- Identificar el grado de utilidad y facilidad que los productores otorgan al uso de herramientas utilizadas para obtener información de las características locales en la toma de decisiones para el manejo sustentable de sus parcelas.

## MARCO CONCEPTUAL.

### *El territorio*

Antes de profundizar en el tema del territorio es conveniente considerar lo que entendemos como espacio geográfico. Al respecto, Milton Santos (1997) propone concebirlo como un conjunto indisociable de objetos y de sistemas de acciones. Los sistemas de objetos no ocurren sin los sistemas de acciones y estos últimos no suceden sin los primeros. El espacio es construido históricamente, de esta forma, el territorio como espacio geográfico es dinámico y tiene en su estructura la complejidad dada por la presencia de los objetos, sistemas de acciones y sus interacciones (Montañez Gómez & Delgado Mahecha, 1998).

Adicionalmente se ubican el espacio territorial y el territorio como concepciones espaciales de desarrollo social. Bajo estas consideraciones, el estudio del territorio se corresponde a la geografía desde su base social. Los elementos geográficos que existen en los territorios influyen en las prácticas culturales, las cuales son creadas por los seres humanos y se reflejan en el conjunto de tradiciones que

se han preservado y heredado de padres a hijos, distinguiendo esta sociedad de las demás, ya que cada una tiene prácticas distintas que constituyen el núcleo de su identidad (Carrasaco G., 2013).

El territorio puede considerar el ejercicio de la propiedad o posesión (Geiger, 1996) y estar ligado a la idea de poder público, estatal o privado en todas las escalas (Correia de Andrade, 1996). En un sentido más amplio y considerando su condición dinámica el territorio es una unidad de estudio flexible, delimitada en función de una construcción social, cultural y política dada en un espacio específico (M. Pensado-Leglise, 2011). Esta perspectiva considera que el territorio no necesariamente se circunscribe a los límites estatales o municipales, pudiendo ser más amplio que estos, abarcar varios o encontrarse dentro de ellos, siendo lo realmente importante que se asocie a procesos sociales organizativos en donde la cohesión se realiza a través de las identidades de estos (Albuquerque, 2002; Shetjman & Verdegú, 2003).

### *Diagnóstico participativo*

Como una parte del espacio terrestre, el territorio es susceptible de ser estudiado y establecer las condiciones que existen en un momento dado a partir de las diferentes interacciones entre los sistemas y factores bióticos, abióticos y antropogénicos registrados mediante el registros de mediciones, estudios sobre aspectos específicos como lo puede ser la degradación del territorio por el tipo de uso de suelo y las actividades productivas que en él se desarrollan.

El conocimiento de estos aspectos del territorio puede tener usos a diferentes niveles, incluyendo (entre otros) el estudio científico o técnico de los resultados, el manejo de la información para la implementación de programas a nivel de gobierno y el uso por los habitantes del territorio para la toma de decisiones. En este último caso el involucramiento de las personas en la investigación permiten crear espacios para compartir el conocimiento (Chambers, 1996), las experiencias cotidianas y el análisis y la discusión de la propia realidad local (Berkes, McConney, Pollnac, & Pomeroy, 2001). Esto es particularmente importante para el uso adecuado de los recursos naturales sometidos a presiones ambientales y socioeconómicas (Bocco, Velázquez, & Torres, 2000).

El diagnóstico puede ser empleado para que los datos obtenidos sirvan para diversos fines como la generación de una línea base para proyectos posteriores o la asimilación de dicha información para el manejo de los espacios locales. Es un proceso de colaboración para recoger y analizar datos, y comunicar los resultados, en un intento conjunto de identificar y resolver problemas, en el que pueden

participar personas del lugar, técnicos y científicos, representantes de entidades públicas y/o privadas (Mccall, 2010).

De acuerdo a las necesidades identificadas en conjunto entre los grupos de investigación y los participantes se definen los aspectos y la calidad de los datos utilizados, y la utilización de la información puede generar mejores decisiones en el manejo de los recursos y solución de problemas, aunque también es importante que estos puedan ser adecuadamente comunicados y entendidos por las personas interesadas.

La presentación de información en imágenes puede ser muy efectiva en su comunicación, y en el caso de aquella que representa fenómenos o procesos localizables geográficamente, suele ser mejor entendida a partir de la representación gráfica en el terreno, lo cual se logra de manera efectiva con el uso de sistemas de información geográfica (SIG) (Al-Wadaey & Ziadat, 2014).

#### *Sistemas de información geográfica y teledetección*

En el caso de la toma de datos, la percepción remota o teledetección también se utiliza como complemento para la integración de información en un SIG (que pueden definirse como los sistemas que integran tecnología informática, personas e información geográfica, y cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados), particularmente de aquellos fenómenos que ocurren en la superficie terrestre y que pueden ser detectados a través de sensores especializados que recogen las radiaciones electromagnéticas recibidas de la superficie terrestre y que pueden ser relacionadas con fenómenos específicos. También establecida como teleobservación por la ONU, es el conjunto de técnicas, aparatos y procedimientos que permiten analizar la detección de la superficie terrestre desde el espacio mediante el uso de las propiedades de las ondas electromagnéticas emitidas, reflejadas o difractadas por los objetos detectados, para el propósito de mejorar el manejo de los recursos naturales, uso del terreno y protección del ambiente.

El uso de estas herramientas en nuestros días es más accesible, al contar con la posibilidad de obtener información, imágenes y programas para su tratamiento y análisis. En algunos casos pueden adquirirse de forma gratuita o a bajo costo, por lo que pueden ser empleadas en el diagnóstico participativo sobre fenómenos como el cambio de uso del suelo y degradación del territorio. Para esto requiere que la información generada pueda ser asimilada por distintos usuarios y en el caso de los productores de café, que perciban las ventajas de su uso.

Si bien los avances tecnológicos han permitido mejorar el diagnóstico y conocimiento del territorio, no menos importante son los avances relativos a la socialización de este conocimiento. Según el estudio del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA, 2009) se entiende como cartografía participativa al proceso de elaboración de mapas, caracterizada porque dicha generación cartográfica es realizada por los propios habitantes de un determinado espacio, lo que permite analizar a éste desde los ojos de los implicados. Un sistema de información geográfica participativo (SIG-P) es similar en definición a un mapeo participativo. Esto es lo que le da importancia a la cartografía participativa, ya que los mapas que se generan no sólo sirven para describir físicamente el entorno, algo que podría hacer cualquier técnico, sino que además se puede añadir información particular desde la perspectiva de la comunidad que está en contacto con el área de estudio (Auz, 2012).

### *La diversificación de la oferta en las parcelas de café de pequeños productores de café de altura bajo sombra.*

Los pequeños productores de café suelen considerarse como aquellos cuyas extensiones de tierra dedicadas a la agricultura no sobrepasan las 10 hectáreas y que la rentabilidad de sus niveles de producción no permite satisfacer sus necesidades básicas. Ante esta situación las estrategias en el caso del café de altura bajo sombra buscan diversificar su oferta de dos formas: buscar espacios o mercados alternos para la venta de café y/o el uso y comercialización de productos complementarios dentro de la misma parcela que suelen ser asociados al café bajo sombra. En el primer caso se ubican aquellos mercados diferenciados donde se reconoce la calidad del café con base en parámetros específicos asociada a características de sistemas de producción como los cafés orgánicos, amigables con las aves o de comercio justo (Pérez, 2010) o aquellos en los que el consumidor valora atributos específicos del café tales como aromas, sabores, acidez y las notas en estos que les confieren condiciones particulares como notas frutales, a chocolate, florales, caramelo o especias por ejemplo. A este tipo de mercado se le conoce como cafés de especialidad y en México incluso se ha emitido la norma mexicana NMX-F-195-SCFI-2016 para la evaluación del café verde de especialidad.

En el caso de la diversificación por productos complementarios dentro de la misma parcela se destacan los cultivos y vegetación natural presentes en el agroecosistema y que suelen ser utilizados en la alimentación, como medicamentos, en la construcción, generación de energía e incluso para usos ceremoniales y que pueden ser orientados al autoconsumo o la venta (Martínez et al., 2007).

En ambos casos lo que se tiene es una diversificación en la producción y que debido a las consideraciones de manejo y del valor de las características del lugar en que se producen, pueden tener atributos territoriales específicos. Si a estos productos pueden identificarse cualidades específicas que le otorguen una tipicidad ya sea por las condiciones ambientales, los sistemas locales de manejo o las características culturales en su producción son susceptibles de ser integrados a una estrategia de canastas de bienes territoriales que considera una diversificación productiva y que puede ser adaptable a los sistemas productivos rurales en México (M. del R. Pensado-Leglise & Martínez-Vicente, 2015).

## ANTECEDENTES

La producción de café y su entorno ha sido estudiada desde diferentes enfoques incluyendo los abordajes multidisciplinarios que han permitido obtener un conocimiento diferente del tema. Entre estos enfoques se ubican los orientados a obtener información mediante procesos participativos y la búsqueda de puntos de encuentro entre el conocimiento social a nivel local y el científico. Estos estudios van desde el análisis particular de un elemento del entorno hasta la búsqueda de relaciones más complejas entre diversas variables ambientales, sociales, políticas y culturales.

Entre los primeros podemos destacar los estudios para el conocimiento de las condiciones de recursos naturales específicos por métodos participativos orientados al establecimiento de un sistema de monitoreo como lo es el caso de los trabajos sobre la fertilidad del suelo (Dawoe et al., 2012) la calidad del agua (Burgos, Pérez, Carmona, & Rivas, 2013) o el manejo forestal (Holck, 2008). Aunado al diagnóstico participativo, se encuentra el uso de sistemas de información geográfica y percepción remota en una búsqueda de incluir información espacial especializada y el mapeo participativo. Podemos encontrar que los trabajos incluyen temas como el monitoreo del cambio de uso de suelo en Senegal (Herrmann, Sall, & Sy, 2014), China (Guo, Di, Li, Luo, & Gao, 2015), así como la caracterización de los agroecosistemas de café en Colombia (Machado, Nicholls, Márquez, & Turbay, 2015).

Algunas investigaciones integran el diagnóstico participativo de recursos naturales con aspectos económicos y culturales para establecer marcos de referencia comparando datos cualitativos y cuantitativos en la búsqueda de establecer un seguimiento a partir de actividades de manejo del territorio que reduzcan la necesidad de muestreos y análisis de laboratorio. Destacan trabajos sobre el deterioro agroecológico en Venezuela (Jaimes, Mendoza, Ramos, & Pineda, 2006) que identifica necesidades de mejora en la asistencia técnica a los productores, la redefinición de los programas

gubernamentales y la ausencia de programas de ordenamiento. En todos los casos la metodología tiene consideraciones importantes en cuanto a la forma en que se relacionan los objetivos de investigación y los conocimientos entre científicos, asesores técnicos locales, productores, agentes de gobierno y organizaciones no gubernamentales.

Con respecto al café y el manejo sustentable, los estudios han sido muy diversos y los enfoques menos participativos, destacando el análisis de la relación entre la calidad o el nivel de producción de café bajo sombra con variables ambientales, como la sombra misma en Nicaragua (Moraga et al., 2011) o Colombia (Moraga et al., 2011), o la combinación de variables en el manejo agroecológico en Colombia (Machado et al., 2015), la agroforestería y el conocimiento local (Valencia, West, Sterling, Garcia-Barrios, & NAEEM, 2015), o la relación de las características intrínsecas del café con la altura, la pendiente, el clima en México y Centro América (Läderach et al., 2006; Moreno-Calles et al., 2014; Roman & Läderach, 2007), estudios específicos en Honduras (Decazy et al., 2003), Costa Rica (Avelino et al., 2005) o el cambio de uso de suelo de las plantaciones bajo sombra a otras actividades y sus consecuencias ambientales en Guatemala (Haggar, Medina, Aguilar, & Munoz, 2013) o México (Baerenklau, Ellis, & Marcos-Martinez, 2012). Se han encontrado trabajos sobre agroforestería y conocimiento local relacionados con café en diferentes países como Colombia (Valencia et al., 2015) enfocados al análisis de la biodiversidad y la conservación de especies de árboles, incluyendo enfoques etnográficos al estudio en casos como en México (Moreno-Calles et al., 2014).

## MARCO METODOLÓGICO

Bajo las diferentes aproximaciones a la relación entre las características ambientales, la producción de café bajo sombra, el manejo de los recursos naturales y la biodiversidad bajo enfoques participativos en los que se utilizan diferentes herramientas que incluyen los sistemas de información geográfica, se ha buscado utilizar una metodología de análisis que considere la amplitud de los aspectos a estudiar y reducir la complejidad de la investigación a niveles manejables.

Los trabajos consistieron en el desarrollo en un proceso para identificar las condiciones de las características del territorio que se relacionan con la diversificación de la producción en las parcelas de café bajo sombra de pequeños productores de café de altura en el municipio de Xicotepec a fin de ser interpretadas con los campesinos para su uso potencial en el manejo de las parcelas. Para esto se consideró la diversificación productiva en dos aspectos: las condiciones para diversificar la producción

de café hacia un nuevo mercado de cafés de especialidad, y la otra correspondiente a la presencia de vegetación útil dentro de las parcelas con posibilidad de aprovechamiento comercial.

Con estas vertientes de la investigación el proceso se trabajó bajo un enfoque participativo que tuviera una comunicación de información en doble sentido entre productores, personal técnico local e investigadores<sup>1</sup>. Para esto se consideró adicionalmente llevar a cabo un proceso paralelo del componente social y del componente técnico (Páez, Burgos, Jiménez, & Rivas, 2010) que integrara información local y técnica en donde los resultados de la evaluación de muestras para cada parcela fuera proporcionado a los productores y explicados para que definieran su uso como herramienta en el manejo.

El uso de la información generada por el diagnóstico, en la que se analizó si las características ambientales permiten que su principal producto, el café, pueda tener la calidad suficiente para ingresar a un mercado de especialidad o si sus prácticas de manejo de la parcela les permiten acceder a mercados alternativos consideró la importancia que el pequeño productor de café de altura bajo sombra le otorga para la toma de decisiones por parte de los pequeños productores. También se analizó si las características ambientales permiten que en la parcela pueda diversificarse la producción mediante el manejo de los recursos naturales presente.

El proceso de investigación consideró en inicio definir el área de trabajo, la cual se estableció como aquella parte del municipio de Xicotepec en que se ubican las localidades productoras de café de altura, donde los productores tienen sus parcelas en una altitud media de al menos 800 msnm. Posteriormente se identificaron las localidades cafetaleras y se procedió a llevar a cabo un contacto inicial con los representantes formales y proponer el tema de investigación, presentar los intereses de los investigadores y conocer de manera inicial los correspondientes a cada localidad y proponer reuniones con los productores para invitarlos a participar en el proceso. Se establecieron las diferentes fases de trabajo que correspondieron en recabar información bibliográfica relativa a la zona en sus aspectos geográficos, ambientales, económicos y sociales, a la par de las reuniones con productores en las que se definieron los participantes y se seleccionaron de manera conjunta los aspectos a medir, que finalmente se englobaron en información de vegetación útil dentro de las parcelas, las características de fertilidad del suelo y el análisis de la calidad del café de cada parcela estudiada para su manejo en el mercado de cafés de especialidad.

---

<sup>1</sup> Implementado por el proyecto de investigación SIP 20161272 del Instituto Politécnico Nacional.

La siguiente fase consistió dentro del componente técnico en definir la forma de recabar información en campo, la toma de muestras y el proceso de análisis de las mismas, la selección de los métodos de análisis de imágenes satelitales y del diseño de una base de datos geográfica.

En el componente social se planteó el primer taller de trabajo para definir fechas para los recorridos a parcelas y la selección de acompañantes locales que serían capacitados en el manejo de equipo y en la toma de muestras.

La fase subsecuente correspondió a la toma de muestras, su manejo y envío para análisis, la aplicación de encuestas, así como la selección y análisis de las imágenes de satélite. Con respecto a las imágenes de satélite se seleccionaron aquellas libres de nubes y se les aplicaron las correcciones geométricas y radiométricas correspondientes para tener imágenes correctamente ubicadas de manera espacial y con los valores de reflectancia adecuados para poder llevar a cabo el análisis de la información, el cual consistió en determinar el índice de vegetación de diferencias normalizadas (NDVI por sus siglas en inglés) para ser utilizado como una medida de la condición de la vegetación de cada parcela con respecto a la presencia de individuos arbóreos, en donde se llevó como siguiente paso una clasificación de la información de las imágenes para establecer una escala cualitativa: sin vegetación, vegetación escasa, vegetación media y vegetación densa.

Conforme se fueron tomando muestras de vegetación y de suelo se levantaron los datos de pendiente, altitud media y los vértices de cada parcela y las muestras fueron enviadas a análisis.

En la siguiente etapa los resultados se presentaron en tres talleres diferentes: un taller de resultados de fertilidad del suelo en el que a cada productor se le entregó el reporte del análisis de sus muestras y se hizo la interpretación con apoyo del técnico local y del investigador a fin de que la información técnica fuera asimilada por el productor y se comentara en conjunto las observaciones sobre las condiciones de fertilidad; un segundo taller en el que se presentaron los resultados del análisis de la vegetación de cada parcela y en particular de la vegetación útil localizada por comunidad con potencial económico y cómo este diagnóstico podría ser utilizado. En este taller cada productor fue atendido a fin de que se le explicara el resultado del análisis. Un tercer taller se realizó en abril del año 2017 al contar ya con los resultados del análisis diagnóstico de las muestras de café de cada productor. En este taller se interpretaron los resultados y se mostraron los comportamientos en los puntajes obtenidos de las muestras a nivel de localidad. Se hace notar que al final de cada taller se realizó una sesión de aclaración de dudas generales y se propuso a los productores que a partir de la interpretación de la información

consideraran cómo ésta se podría utilizar. En estos talleres, la información fue presentada también en mapas a partir de su concentración en una base de datos geográfica y se apoyó primero en la ubicación espacial por parte de los productores de sus localidades y de sus parcelas para que pudieran interpretar los mapas. Dentro del aspecto técnico se analizaron los datos a nivel de localidad para ver el comportamiento de los mismos mediante el análisis estadístico descriptivo y la identificación de la distribución de cada variable mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis para el análisis de cada variable a nivel de localidad.

La etapa final consistió en la aplicación de una encuesta de satisfacción y la integración de las conclusiones de los talleres de análisis de la información de cada comunidad para integrar los resultados sobre el uso de la información en la toma de decisiones.

### *Diseño general del programa y de la estrategia de intervención de acuerdo a los propósitos ambientales, sociales y científicos.*

Para realizar los trabajos se estableció programa general de intervención el cual consta de 5 etapas: I) realizar un taller participativo con los productores de café bajo sombra e identificar los elementos a monitorear en las parcela; II) seleccionar a los participantes comunitarios por localidad que llevarían a cabo el muestreo inicial junto con el equipo de investigación y realizar una capacitación para el proceso de muestreo; III) realizar prácticas de muestreo y determinación de datos in situ, así como llevar las muestras al laboratorio para un análisis en condiciones controladas y de mayor amplitud; IV) realización de un taller de interpretación conjunta de los resultados con el total de los participantes en donde previamente se habían hecho entrega y explicación personal de los resultados y pudieran ser identificadas las condiciones particulares detectadas a nivel de parcela, de parcelas por localidad y de todas las parcelas muestreadas y ; V)La aplicación de una encuesta de satisfacción para medir el grado de utilidad de la información y los conocimientos adquiridos en donde se pudiera recabar la información sobre los conocimientos adquiridos en el proceso, el valor que le otorgaban los productores y la forma en que podían ser empleados en el manejo de las parcelas. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el empleo del software SPSS. Se prefirió la aplicación de una encuesta con preguntas abiertas y cerradas a la aplicación de una escala tipo Likert ya que se consideró importante que el participante proporcionara información más amplia y con sus expresiones cotidianas.

Con el apoyo de las autoridades del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD) del Instituto politécnico Nacional (IPN) se establecieron los canales de

gestión para la búsqueda de datos generales de la zona de estudio en fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y las correspondientes a nivel estatal y municipal, así como en instituciones académicas nacionales, internacionales y estatales.

El trabajo consistió en recabar información de la zona de estudio y de las condiciones ambientales de la misma. Entre otras acciones se realizaron:

- Solicitudes de información referentes a datos y registros oficiales de vegetación a la Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad con respecto a flora y fauna.
- Solicitud de información a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas sobre apoyos y proyectos realizados en la zona, información de la ubicación geográfica y datos de las áreas naturales protegidas dentro del municipio de Xicotepec.
- Se recabaron imágenes de satélite de las plataformas Landsat 5, 6, 7 y 8 del portal del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés), de las plataformas Spot 5 y 6 obtenidas de la Estación de Recepción México Nueva Generación (ERMEX NG) a través del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Obtención de información estadística, geográfica y modelo digital de elevación escala 1:50,000 del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI).
- Datos de temperatura y precipitación de estaciones climatológicas a través del portal del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).
- Consulta bibliográfica en centros de documentación científica y a través de plataformas electrónicas sobre vegetación, café, fertilidad del suelo y métodos de análisis participativo.

### *Propuesta de trabajo conjunto*

Se planteó en cada localidad la propuesta de identificar y generar un diagnóstico sobre parcelas de café bajo sombra en un trabajo conjunto entre investigadores, técnicos locales, productores de café bajo sombra y personas que quisieran participar en cada comunidad para saber qué aspectos de la producción bajo sombra podrían ser de importancia para el productor tanto en su actividad principal como en la obtención de otros productos asociados en su parcela. Con esta propuesta se cuestionó a los representantes sobre la posibilidad de convocar a una reunión de productores de café y se definieron las

fechas para su realización. Cabe mencionar que los representantes hicieron la convocatoria por altavoz o de boca en boca.

En cada comunidad se llevó a cabo la reunión y se convocó a los asistentes a participar en un taller el cual correspondería a identificar qué elementos de sus parcelas serían importantes identificar y analizar. Las condiciones para realizar estos talleres consistieron en que asistieran productores de café bajo sombra con una extensión menor a 10 Ha, que al momento de la reunión siguieran trabajando sus parcelas en la producción de café y que estuvieran dispuestos a trabajar con los investigadores tanto en talleres como en campo y contestar encuestas.

### *Obtención de materiales y equipo para toma de muestras y determinaciones in situ. Ajuste de técnicas de análisis y de información geográfica.*

Con base en las características de diagnóstico seleccionadas se identificaron las formas de llevar a cabo el muestreo, la selección y obtención de los materiales, equipos para toma de muestras, determinación in situ y las mediciones en laboratorio. Por otra parte se determinan el análisis de las imágenes de satélite mediante el software ENVI versión 5.1 así como la integración y análisis de información geográfica con el software ArcGIS versión 10.1

Se seleccionaron 19 características, las herramientas para su medición y requerimientos para el diagnóstico a partir de los resultados del taller participativo inicial (Tablas 1, 2 y 3).

### *Altitud y ubicación geográfica.*

Los datos de altitud y ubicación geográfica de cada parcela fueron adquiridos por medio de equipos GPS marca Garmin modelo e-Trex Legend HCx y con la aplicación GPS Essential de libre uso para celular con sistema operativo Android para uso de los monitores locales, ya que todos contaban con aparato celular con este sistema operativo y confrontados con los valores obtenidos a partir de los modelos digitales de elevación escala 1:50,000 de las cartas F14D73, F14D74, F14D83 y F14-D84 del INEGI. Se determinó que toda la información geográfica se trabajara para esta investigación en coordenadas UTM con Datum WGS84 y unidad de medida de distancia en metros ya que se requería tener la información vectorial proyectada para poder hacer análisis espacial, y solo para el caso de presentación general se crearon las capas en coordenadas geográficas (latitud/longitud).

Tabla 1. Variables y fuentes de datos para los elementos ambientales y geográficos.

| VARIABLES                 |                             | FUENTE DE DATOS                                       |
|---------------------------|-----------------------------|---|
| Ambientales y geográficas | Temperatura                 | Informes de estaciones climatológicas oficiales       |
|                           | Precipitación               | Informes de estaciones climatológicas oficiales       |
|                           | Altitud                     | Lectura en campo (GPS) y modelo digital de elevación. |
|                           | Pendiente                   | Lectura en campo (GPS) y modelo digital de elevación. |
|                           | Orientación de la pendiente | Observación en campo y modelo digital de elevación.   |
|                           | Ubicación geográfica        | Lectura en campo (GPS)                                |
|                           | Tipo de suelo               | Carta edafológica                                     |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los talleres participativos.

Tabla 2. Variables y fuentes de datos para los elementos culturales.

| VARIABLES  |                                   | FUENTE DE DATOS                         |
|------------|-----------------------------------|---|
| Culturales | Tipo de cultivo                   | Encuesta y observación                  |
|            | Variedades de café cultivadas     | Encuesta y observación                  |
|            | Densidad de plantación de café    | Encuesta y verificación en campo        |
|            | Fertilidad del suelo              | Muestreo y análisis                     |
|            | Vegetación existente en el predio | Muestreo en campo                       |
|            | Vegetación útil                   | Muestreo en campo, taller participativo |
|            | Manejo de fertilizantes           | Encuesta, observación                   |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los talleres participativos.

Tabla 3. Variables y fuentes de datos para los elementos socioeconómicos.

| VARIABLES        |                                | FUENTE DE DATOS       |
|------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Socio-económicas | Edad                           | Encuesta              |
|                  | Escolaridad                    | Encuesta              |
|                  | Sexo                           | Encuesta              |
|                  | Superficie de producción       | Encuesta y entrevista |
|                  | Forma de asociación para venta | Encuesta y entrevista |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los talleres participativos.

### *Pendiente y orientación de la pendiente.*

La aplicación del algoritmo para cálculo de pendiente en por ciento se realizó en ArcGIS. Primero se unieron las imágenes raster de los modelos digitales de elevación escala 1:50,000 de las cartas F14D73, F14D74, F14D83 y F14-D84 en un solo modelo y se procedió a la aplicación de la herramienta “pendiente” para el cálculo de este en por ciento y se verificó que correspondiera a los datos obtenidos en campo. Para cada celda, la herramienta “pendiente” calcula la tasa máxima de cambio del valor de esa celda a sus vecinas. Básicamente, el cambio máximo en la elevación sobre la distancia entre la celda

y sus ocho vecinas identifica el descenso cuesta abajo más empinado desde la celda. Dado que el cálculo de pendiente utiliza las variaciones en X y en Y de la elevación “Z” (en metros para este caso) se requirió tener la información en coordenadas métricas en el sistema UTM (Universal Transversa de Mercator). Para la orientación de la pendiente se utilizó la herramienta “orientación de la pendiente” que identifica la dirección de la pendiente descendente de la tasa de cambio máxima en un valor desde cada celda hacia sus vecinas para una imagen raster de elevaciones.

### *Precipitación acumulada anual y temperatura media anual*

La precipitación acumulada anual normal (en milímetros) y la temperatura media anual normal (en grados centígrados) se obtuvieron de las 9 estaciones climatológicas más cercanas, incluyendo una localizada en Xicotepec de Juárez. Los datos permitieron generar las isoyetas e isotermas que se alimentaron al sistema de información geográfica (SIG) así como la generación de los climogramas a partir de datos de 30 años (1981-2010). Las isotermas fueron generadas considerando el cambio de la temperatura por la variación de la altitud.

### *Tipo de suelo*

Para conocer los datos edafológicos básicos de la zona se utilizó la carta edafológica en formato vectorial con escala 1:250,000 de la serie II de INEGI.

### *Muestreo de vegetación.*

El muestreo se realizó en los meses de marzo a mayo con método no destructivo con área (Juárez, 2008) para la colecta vegetal (Flores & Álvarez-Sánchez, 2011) en el que se identificaron las parcelas y sus límites, se establecieron cuadrados que permitieran tomar muestras de vegetación en el 5% de la superficie del terreno para el caso de arbóreas. El muestreo se realizó para cuatro niveles: herbáceas (cuadro de 1m x 1m por punto de muestreo), arbustivas (cuadro de 4 x 4 m), arbóreas (Cuadro de 10 x 10 m) y epífitas. Para el caso de epífitas, se consideró dentro de cada cuadro de arbóreas identificar de manera visual el árbol que representara mejor las condiciones generales de presencia de estas plantas de todos los árboles del punto de muestreo. La toma de muestras incluyó el conteo de los árboles arbustos y herbáceas y se estimó de cantidad de individuos o grupos para el caso de epífitas en un árbol seleccionado dentro de cada sitio de muestreo. Se hizo la identificación de los nombres y usos locales que cada productor sabía respecto a las muestras ubicadas en su parcela.



*Imagen 1. Producción de café a pleno sol en el municipio de Xicotepec, Puebla.*

Para cada organismo ubicado se tomaron muestras por triplicado para su identificación. En el caso de herbáceas y arbustivas se tomaron individuos completos, de preferencia aquellos con flores y frutos. En el caso de arbóreas se tomaron muestras de ramas, hojas, y en caso de existir flores y/o frutos. Para las epífitas las muestras fueron en algunos casos especímenes completos, y en otros como orquidáceas la

toma de bulbos con raíces separados del resto que fueron dejados en el árbol. Se prefirieron aquellos bulbos con flores o semillas. El muestreo se realizó siempre con la presencia del dueño del terreno y

apoyo de algún compañero local con conocimiento de la flora de la zona para incluir en la identificación de especímenes el nombre local y los usos que pudieran darse en la comunidad (alimenticio, medicinal, combustible, madera y/o ceremonial).



*Imagen 2. Producción de café bajo sombra en el municipio de Xicotepec, Puebla*

Cada espécimen recolectado fue identificado con los datos del sitio de muestreo (localidad, nombre del productor, fecha de colecta, ubicación geográfica del punto de muestreo, muestreador, si era herbácea, arbustiva, epífita o parte de un espécimen arbóreo). Se tomaron muestras de material vegetal (hojas, ramas, flores y en su caso frutos para ser trasladados para su identificación botánica con apoyo de científicos del área de botánica de la Escuela

Nacional de Ciencias Biológicas y el herbario del Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Los resultados de esta identificación ayudarán a comparar las especies identificadas en estudios similares en la zona.

Los datos obtenidos fueron utilizados para determinar las frecuencias relativas y absolutas para cada especie y para generar el listado de especies útiles en la zona.

### *Muestreo de suelo para análisis de fertilidad.*

El muestreo de suelo para el análisis de la fertilidad se realizó en las mismas parcelas en que se muestreó la vegetación a fin de ver el comportamiento de estas variables y analizar su posible relación. Para la fertilidad del suelo se determinó que las parcelas fueran muestreadas siempre con la participación del dueño o la persona que la trabaja. El muestreo consistió en toma de muestras simples en zigzag con 10 tomas por hectárea. En cada punto se retiró la capa vegetal y de materia en descomposición y se realizaron excavaciones de 30 cm de profundidad con la técnica de excavación en “V” con pala recta a fin de simular el proceso que un pequeño productor debe realizar para la toma de muestras. La profundidad de 30 cm se consideró adecuada para conocer la fertilidad en el estrato de desarrollo de las raíces del cafeto. Las muestras simples se mezclaron para producir muestras compuestas y se tomó una muestra representativa a partir de un cuarteo.

Cada muestra compuesta consistió de 2.0 kg, guardó en bolsa sellada y se identificó registrando la localidad, municipio, estado, nombre del productor, coordenadas del sitio de muestreo, fecha y muestreador.

Cada muestra compuesta se secó a temperatura ambiente durante 3 días y se utilizó primero para realizar el análisis de campo con los productores para determinar: textura, pH, nitrógeno como  $\text{NO}_3$ , fósforo como  $\text{P}_2\text{O}_5$  y potasio como  $\text{K}_2\text{O}$  con el uso de kit de campo para determinar N, P y K y pH del suelo (HI3896) bajo una escala cualitativa que es la que permite identificar el equipo de campo (niveles: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto). Las muestras fueron posteriormente enviadas a un laboratorio certificado para su análisis y determinar estos parámetros a un nivel cuantitativo y su posterior agrupación en los mismos rangos establecidos para el kit de campo y verificar que los valores cualitativos se correspondieran. Además fue posible obtener otros parámetros: punto de saturación, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, conductividad hidráulica, densidad aparente, carbonatos totales, salinidad, concentraciones de materia orgánica, calcio, magnesio, sodio, fierro, zinc, manganeso, cobre, boro, aluminio y azufre. También se determinaron la capacidad de intercambio catiónico, los cationes intercambiables y la relación entre cationes.

Se estableció el uso de kit de campo para determinar N, P y K y pH del suelo (HI3896) que utiliza técnicas colorimétricas basadas en los siguientes métodos (Tabla 4):

Tabla 4. Aspectos de los métodos empleados para medición de pH, nitrógeno, fósforo y potasio en campo.

### pH

|                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| <b>Rango</b>      | 4 a 9 pH                      |
| <b>Resolución</b> | Incrementos en 1 unidad de pH |
| <b>Método</b>     | Indicador de pH               |
| <b>Tipo</b>       | Colorimétrico                 |

### Nitrógeno

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| <b>Método</b> | Ned                     |
| <b>Rango</b>  | Traza, bajo, medio alto |
| <b>Tipo</b>   | Colorimétrico           |

### Fósforo

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| <b>Rango</b>  | Traza, bajo, medio alto |
| <b>Método</b> | Ácido ascórbico         |
| <b>Tipo</b>   | Colorimétrico           |

### Potasio

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| <b>Rango</b>  | Traza, bajo, medio alto |
| <b>Método</b> | Tetrafenilborato        |
| <b>Tipo</b>   | Turbidimétrico          |

Fuente: Elaboración propia con base en la información proporcionada por Hannapro, S.A. de C.V.

Se determinó llevar las muestras a un laboratorio acreditado para el análisis bajo la *Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis*. Esto para comparar la fiabilidad de las lecturas en campo, obtener datos cuantitativos en cuanto a la concentración de cada elemento y analizar un mayor número de parámetros que pudieran ayudar a entender mejor las condiciones de fertilidad del suelo. Paralelamente se capacitó a participantes seleccionados o voluntarios a partir de los talleres. La capacitación se dio a todos los asistentes y se profundizó con los monitores.

Para el análisis entre localidades los parámetros de fertilidad a considerar fueron: conductividad hidráulica como parámetro físico, como nutrientes fósforo, nitrógeno como nitrato, calcio, materia orgánica y como parámetro fisicoquímico el pH. No se consideró el potasio ya que al revisar los resultados de las muestras su variación con respecto a los niveles cualitativos fue muy baja.

### *Flora útil en cafetales en el municipio de Xicotepec, Puebla.*

La identificación y usos de plantas asociadas al cafetal ha sido estudiada en México y particularmente en la Sierra Norte de Puebla desde diferentes objetivos, ya sea para conocer la diversidad de especies y sus usos (Martínez *et al*, 2007) , para productos específicos como la pimienta gorda (Martínez *et al*,2004), los quelites(Alvarado,2004) el malabar (Zurita, 2004) o el rol de las plantaciones de café bajo sombra en la conservación de especies arbóreas silvestres (Bandeira *et al*, 2005), siendo común el uso de las técnicas de transectos o cuadrantes para la identificación de flora con diversas adecuaciones para cada tipo de trabajo.

Los trabajos de muestreo y cuantificación se realizaron en la temporada de primavera, entre los meses de marzo a mayo posterior a la cosecha de café, que es el momento en que los productores se encuentran libres de otras actividades y que son accesibles los terrenos, ya que en la época de lluvia muchos de ellos pierden sus caminos y las pendientes no permiten el paso seguro. Para la identificación de la flora útil en cafetales en el área de estudio se hizo la selección de 32 cafetales de pequeños productores (superficie menor a 10.0 Ha) ubicados en 8 localidades del municipio de Xicotepec, Puebla, donde la superficie máxima fue de 5.9 Ha, y la superficie promedio fue de 2.0 Ha con huertos incluso de 0.5 Ha.

Los recorridos se hicieron con los dueños de cada cafetal y con personas de las comunidades que estuvieran interesadas en participar, seleccionados a partir de reuniones previas, que de preferencia fueran reconocidas en las comunidades como buenos conocedores de la vegetación local que tuviera algún uso en su comunidad. En la colecta de cada muestra a los dueños y acompañantes locales se les preguntó el nombre común de los individuos, los usos que ellos les daban y si ellos los sembraban. Las muestras correspondieron a las mismas tomadas para el análisis de vegetación y adicionalmente se hizo recorrido sobre los límites de las parcelas en donde se ubican árboles y plantas utilizadas para marcar las fronteras de las propiedades, así como la inspección visual en el camino dentro de las parcelas hacia los sitios de muestreo siempre que se observara un cambio en la conformación de la vegetación.

Cabe señalar que en el listado de plantas útiles que se presenta no se incluyen las plantas de café (*Coffea arábica* o *Coffea canephora*) ya que se buscó identificar a las especies vegetales asociadas a este cultivo, indicando que en el área de estudio la densidad promedio de plantas de café en los huertos se encuentra en un rango de 2,000 a 2,500 plantas de café por hectárea y con edades variables, desde recién plantados hasta matas de 40 años o más.

De todas las muestras tomadas se seleccionaron aquellas que de acuerdo a la información local tenían un uso y son las que se integraron en la tabla 82 (adaptada de Martínez et al, 2007) que utilizaron para la identificación de flora útil en la Sierra Norte de Puebla. En esta se indican la familia, especie, nombres comunes, usos dados en la localidad, destino (venta o autoconsumo) y origen de las especies (nativas o introducidas). Al igual que en el proceso de muestreo de vegetación se tomaron muestras de material vegetal (hojas, ramas, flores y en su caso frutos para ser trasladados para su identificación botánica con apoyo de científicos del área de botánica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas y el herbario del Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Los resultados de esta identificación ayudarán a comparar las especies identificadas en estudios similares en la zona y conocer la identificación botánica con respecto a la local de las plantas útiles. En el caso de los individuos a los que no se les pudo identificar botánicamente se les asignó un nombre con la clave de la primer localidad en que se encontró y la misma se utilizó para el seguimiento con la clave de colecta, nombre del dueño de la parcela en que se ubicó y de la localidad para el control de la información con los herbarios encargados de su posterior identificación.

### *Diagnóstico de muestras de café.*

Cada productor dueño de las parcelas estudiadas aportó una muestra de café cereza que fue trabajado bajo beneficio húmedo y secado al sol para obtener una muestra de 1.5 kg de café pergamino que fue enviada al Centro Agroecológico del Café, A.C. para llevar a cabo un diagnóstico del café para su potencial para el mercado de especialidad. Los resultados del diagnóstico corresponden a las características físicas y organolépticas de las muestras que se compararon con los datos de referencia. Dentro de las físicas se obtuvieron para el café pergamino: la densidad (g/l) que debe ser mayor a 700 g/l, porcentaje de bola que debe ser menor a 2%, porcentaje de mancha (menor al 5%) y rendimiento en kilogramos de café verde por quintal de café pergamino (igual o menor a 57.5 Kg/Qq). Las muestras fueron llevadas a café verde (sin el pergamino y sin tostar) analizando el tamaño del grano como porcentaje de la muestra que se queda arriba de la zaranda 15 (90% o más) y la forma del grano (90% o más como planchuela). Finalmente las muestras fueron tostadas por un tostador calificado y llevadas a catación para determinar sus características organolépticas bajo el protocolo de la SCAA (Specialty Coffee American Association) en el que se evalúan por un panel de 3 catadores certificados grado Q por el Coffee Quality Institute para la evaluación bajo el protocolo mencionado. Se evaluaron los atributos de fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, taza limpia, dulzura, puntaje del catador y defectos (este último se descuenta de la suma de los puntajes de los atributos

anteriores). Cada atributo de califica en una escala del 1 al 10 y los resultados se suman para obtener el puntaje final menos los puntos de dados por defectos. Se establece que un café de especialidad debe tener un puntaje igual o mayor a 80 puntos. Los valores fueron agrupados por rangos de acuerdo al grado de calidad (de la norma mexicana NMX-F-195-SCFI-2016): 68 o menos puntos como debajo de grado, de 69 a 73 como bueno, de 74 a 79 como muy bueno, de 80 a 84 puntos como excelente, de 85 a 89 como excelente superior, de 90 a 94 como extraordinario y de 95 a 100 como extraordinario único. Solo para el caso de Nactanca Grande y Ejido Nactanca no fue posible obtener las muestras en cereza y los productores aportaron sus muestras de café pergamino ya procesadas por vía húmeda y secadas al sol.

### *Encuestas y talleres.*

El diseño de la encuesta de datos sociales y económicos se generó con preguntas cerradas y abiertas con respuestas sin escala u opciones. Las preguntas consideraron los datos básicos: nombre, edad, dirección, Los datos de manejo se obtuvieron con preguntas específicas: la superficie total del predio, usos que se le da, principal cultivo, variedades de café cultivadas, edad de la plantación, densidad de cafetos por hectárea, fertilizante utilizado y dosis de aplicación, principal forma de café vendido (cereza, pergamino, verde o tostado), plagas y enfermedades y su forma de manejo, experiencia en asociaciones de producción e intención de integrarse en una organización para venta de café.

La encuesta de satisfacción aplicada al final del proceso de participación consideró la respuesta del propietario del terreno, ya que fue la persona que estuvo en los talleres aunque lo acompañara el encargado del manejo de la huerta y que en última instancia pudo utilizar la información para decidir el manejo y utilidad de la información. En la misma encuesta no se consideraron los resultados del análisis diagnóstico de las muestras de café ya que fueron entregadas posteriormente a la aplicación de la encuesta y por lo mismo se basa en la utilización de la información de fertilidad, vegetación e información geográfica. Esta herramienta tuvo por objetivo evaluar el conjunto de los trabajos en campo, la explicación de los resultados en los talleres y el potencial de aplicación de la información por el propietario de la huerta.

### *Análisis de imágenes de satélite*

El proceso consistió en seleccionar las imágenes obtenidas de los satélites SPOT 5 y Landsat 8 para dos momentos diferentes con una diferencia entre imágenes de más de 5 años para cada tipo de satélite. Por su mejor definición espacial y contar con imágenes adecuadas separadas por más de 5 años se

prefirió trabajar con las imágenes SPOT 5. Las imágenes seleccionadas se sometieron a un preprocesamiento para realizar la corrección geométrica y radiométrica para posteriormente realizar la determinación del NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada por sus siglas en inglés) para la zona. Las imágenes obtenidas cuentan con las capas correspondientes a la longitud de onda del rojo (R) y del infrarrojo cercano (IRC) y se analizaron mediante la relación para determinar el NDVI:

$$\text{NDVI} = (\text{IRC} - \text{R}) / (\text{IRC} + \text{R})$$

Los valores obtenidos del índice (que varían de -1 para zonas sin vegetación hasta 1 para zonas con vegetación densa como los bosques tropicales) en una imagen raster fueron clasificados por medio de la herramienta de delimitación de vegetación de SPEAR en el software ENVI 5.1 para establecer cuatro niveles de densidad: a) zonas sin vegetación que ubican suelos desnudos, afloramientos, caminos y zonas urbanas; b) zonas de vegetación escasa para aquellas áreas en que la presencia de árboles es escasa y ubica terrenos dedicados a la ganadería o la agricultura de temporal; c) vegetación media con presencia de árboles pudiendo ser caducifolios en la época en que pierden hojas o vegetación arbórea que no tiene cobertura de copa mayor al 50% y ; d) vegetación densa, donde el arbolado es perennifolio y logra una cobertura del 50% o mayor. Los mapas integrados de esta forma hacen más sencilla la interpretación del NDVI como indicador de la vegetación y permitió su uso para comparar en los talleres dos años diferentes observando las variaciones de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa y la interpretación de esta información por parte de los productores participantes y el de la información.

### *Diseño de una base de datos geográfica*

Con los resultados del análisis de la información de encuestas, resultados de la toma de datos y muestras en campo, así como de los resultados de los análisis se diseña y alimenta una base de datos geográfica que pueda ubicar en el espacio las parcelas y sus principales características. Esta información es utilizada en el taller de interpretación de los resultados del quinto paso de la estrategia de intervención a fin de realizar el análisis conjunto de la información sobre un espacio geográfico.

El diseño general de la base de datos generada en ArcGIS se presenta en la figura 1 y la integran los resultados del diagnóstico de cada parcela considerando los indicadores utilizados.

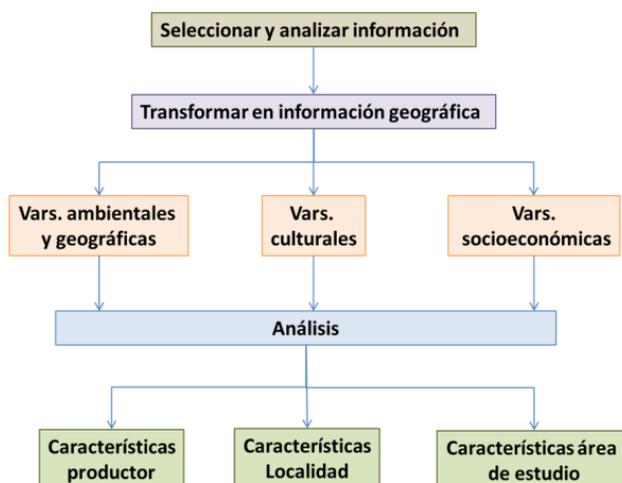


Figura 1. Esquema general del diseño de base de datos geográfica.

### *Análisis de las características entre localidades.*

A fin de identificar la posibilidad de diferencias o aspectos particulares de las variables para establecer una condición especial de las localidades que pudieran dar un atributo específico en la zona al café se llevó a cabo al análisis por localidad de las variables que se consideraron de importancia a fin de comparar sus distribuciones aplicando la prueba de Kruskal Wallis. Lo anterior debido a que las muestras fueron menores a 30, aun así para comprobar la normalidad se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk y para la igualdad de varianzas la prueba de Levene.

La aplicación de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para muestras independientes se realizó para verificar si alguna de las características analizadas en el diagnóstico participativo tenía un comportamiento diferente entre las localidades o entre los puntajes obtenidos (los factores). La aplicación de la prueba en vez de una paramétrica se debió a que las muestras por localidad y por puntaje eran menores a 30 observaciones. Por ejemplo, la hipótesis alternativa para la característica de elevación de las parcelas (con la etiqueta “Elevation”) es que “la distribución de las elevaciones de las parcelas entre las localidades es diferente”, siendo la hipótesis nula que “la distribución de las elevaciones entre las localidades es la misma”, considerando un nivel de significancia (alfa) de 0.05. Si la hipótesis nula se rechazó, se llevó a cabo un análisis de diferencias entre pares para identificar entre cuales localidades se presentaba la diferencia en la distribución de cada característica analizada.

## ÁREA DE ESTUDIO.

El área corresponde al municipio de Xicoteppec de Juárez en la región denominada Sierra Norte, en el estado de Puebla. Se consideraron inicialmente aquellas parcelas que se ubicaran sobre la cota de los 900 msnm, sin embargo el proceso de invitación en cada comunidad estudiada integró a participantes con terrenos en cotas inferiores, por lo que se amplió el rango para incluir parcelas con producción bajo sombra ubicadas sobre la cota de los 780 msnm con altitud media de 800 msnm correspondientes al café de altura y extra prima lavado (Ver figuras 2 y 3).

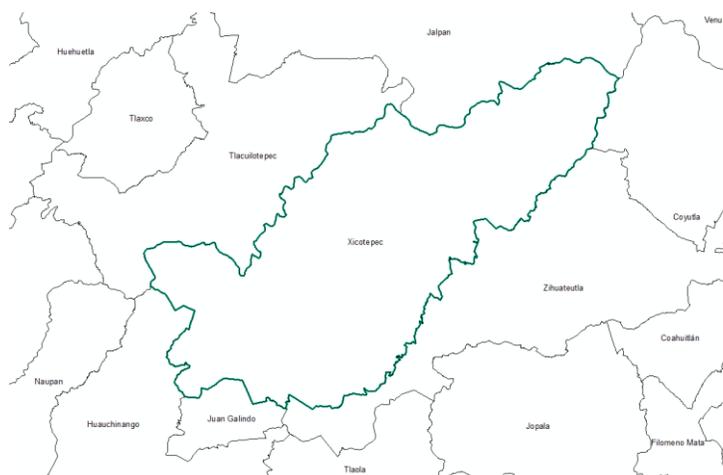


Figura 2. Ubicación del municipio de Xicoteppec, Puebla.

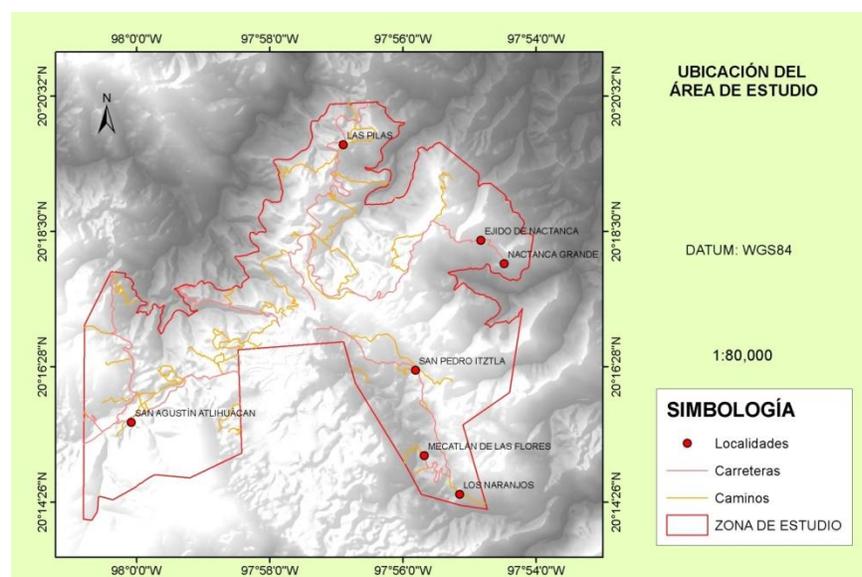


Figura 3. Modelo digital de elevación (MDE) y polígono de la zona superior a 780 msnm

## RESULTADOS

a) Contacto inicial y establecimiento de comunicación entre el grupo externo y la comunidad en un sentido horizontal

La actividad consistió en trasladarse a las localidades y contactar a los representantes, fueran los jueces, los representantes de cafecultores o ambos. De inicio se identificaron 15 localidades posibles, de las cuales solo 7 pudieron contactarse a sus representantes y que fueron con las que se continuaron los trabajos y cuya ubicación se presenta en la Tabla 5.

*Tabla 5. Localidades seleccionadas para el estudio.*

| Nombre de la localidad | Longitud  | Latitud   | Altitud (msnm) |
|------------------------|-----------|-----------|----------------|
| Mecatlán de las Flores | 97°55'41" | 20°15'08" | 867            |
| Nactanca Grande        | 97°54'29" | 20°18'01" | 1007           |
| Los Naranjos           | 97°55'09" | 20°14'33" | 1004           |
| Las Pilas              | 97°56'54" | 20°19'48" | 976            |
| San Agustín Atlihuacan | 98°00'05" | 20°15'38" | 1122           |
| San Pedro Itztla       | 97°55'49" | 20°16'25" | 1162           |
| Ejido de Nactanca      | 97°54'50" | 20°18'22" | 1119           |

*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI*

Se planteó en cada localidad la propuesta de identificar y generar un diagnóstico sobre parcelas de café bajo sombra en un trabajo conjunto entre investigadores, técnicos locales, productores de café bajo sombra y personas que quisieran participar en cada comunidad para saber qué aspectos importantes de la producción bajo sombra podrían ser de importancia para el productor tanto en su actividad principal como en la obtención de otros productos asociados en su parcela. Con esta propuesta se cuestionó a los representantes sobre la posibilidad de convocar a una reunión de productores de café y se definieron las fechas para su realización.

En cada comunidad se llevó a cabo la reunión y se convocó a los asistentes a participar en un taller el cual correspondería a identificar qué elementos de sus parcelas serían importantes identificar y analizar.

Características de las localidades seleccionadas.

En este apartado se presenta información proveniente del Censo de Población y Vivienda 2010 a nivel de localidad. Estos datos son los más actuales disgregados a este nivel.

### Mecatlán de las Flores

Se ubica al sur de la cabecera municipal y se accede a través de un camino de terracería que conecta con la carretera local entre Xicotepec de Juárez y Zihuateutla. Sus coordenadas son: Longitud 97°55'41" E, Latitud 20°15'08" N con una altitud 867 msnm. Se caracteriza por ubicarse en una zona de relieve inclinado a escarpado.

La población era de 379 habitantes (48% hombres, 52% mujeres) (Ver pirámide de edades en la Figura 4), con un promedio de 3.27 hijos nacidos vivos; el 96% de la población nació en la entidad. El 63% de la población de 5 años y más habla una lengua indígena. Solo el 1% de la población tienen limitaciones en la actividad, principalmente para caminar o moverse, subir o bajar.

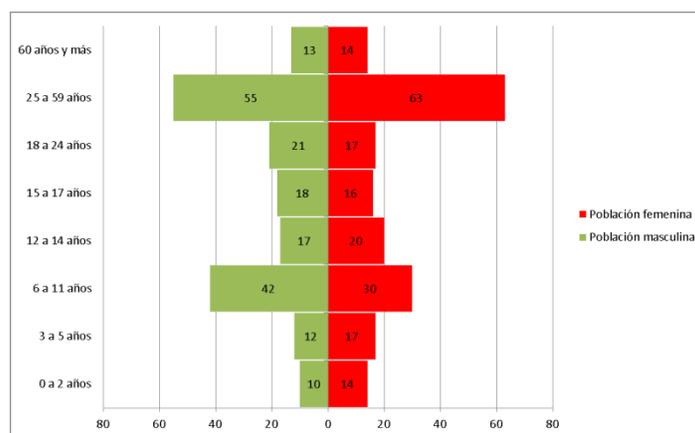


Figura 4. Pirámide de edades para Mecatlán de las Flores (2010)

Fuente: Elaboración propia. Datos: Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI)

El 96% no es derechohabiente a servicios de salud. La población de 12 años y más soltera o nunca unida era del 41%, la casada o unida de 12 años y más del 51% y la que estuvo casada o unida fue de 11%.

El 100% de la población profesaba la religión católica.

En educación el 52% de los niños entre 3 y 5 años no asistían a la escuela, mientras que en el rango de 6 a 11 años era solo del 1%, en el de 12 a 14 años era de 3%. El 85% de los jóvenes entre 15 y 17 años asistía a la escuela y este porcentaje bajaba a solo 16% para el los jóvenes entre 18 y 24 años. La

población de 15 años o más analfabeta era de 27% y únicamente el 11% había alcanzado algún grado de educación pos-básica.

La población económicamente activa era del 27% de la cual el 98% estaba ocupada.

Había un total de 83 viviendas, de las cuales 72 eran particulares y estaban habitadas en un 87%. 6% eran de uso temporal y en general había 5.26 ocupantes por vivienda particular habitada y 2.02 habitantes por cuarto de este tipo de viviendas. El 50% de las viviendas habitadas tenían piso de tierra, 58% tenían un dormitorio, solo el 13% tenían un solo cuarto. En materia de servicios el 99% de las viviendas tenían energía eléctrica, 93% tenían agua entubada en el ámbito de la vivienda, mismo porcentaje para aquellas que contaban con excusado o sanitario, mientras que solo 73% contaba con drenaje. Del total de viviendas particulares habitadas el 75% contaba con energía eléctrica, agua entubada y drenaje.

En cuestión de bienes en la vivienda 64% disponían de radio, 49% de televisor, solo el 14% tenía refrigerador, mientras que apenas el 1% tenía lavadora, 4% automóvil o camioneta; ninguna vivienda tenía computadora, únicamente el 1% tenía telefonía fija, mientras que el 38% disponía de teléfono celular. En ninguna vivienda había internet.

### **Nactanca Grande**

Se ubica al noreste de la cabecera municipal y se accede a través de un camino de terracería que conecta con la carretera federal México-Tuxpan a 3 Km de Xicotepec de Juárez donde se ubica una cantera pasando el poblado de Ejido Nactanca. Sus coordenadas son: Longitud 97°54'29" E, Latitud 97°54'29" N con una altitud 1,007 msnm. Se caracteriza por ubicarse en una zona de relieve escarpado.

Contaba con una población de 460 habitantes (52% hombres, 48% mujeres) (Ver pirámide de edades en la Figura 5), con un promedio de 3.69 hijos nacidos vivos; el 99% de la población nació en la entidad. El 11% de la población de 5 años y más habla una lengua indígena. Solo el 3% de la población tienen limitaciones en la actividad, principalmente para caminar o moverse, subir o bajar o ver aún con lentes.

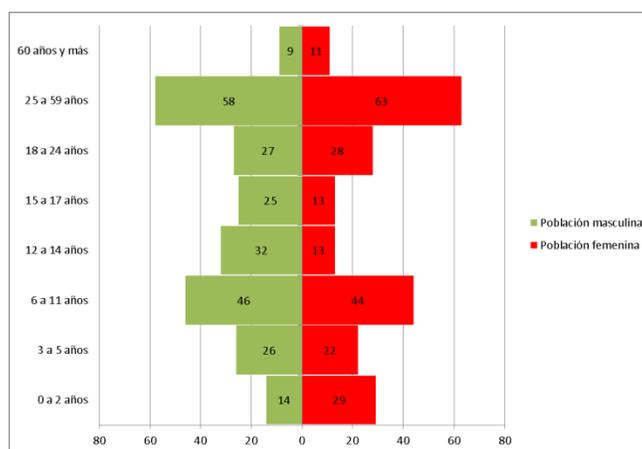
El 95% no era derechohabiente a servicios de salud. La población de 12 años y más soltera o nunca unida era del 43%, la casada o unida de 12 años y más del 51% y la que estuvo casada o unida fue de 6%.

El 100% de la población profesaba la religión católica.

En educación el 60% de los niños entre 3 y 5 años no asistían a la escuela, mientras que en el rango de 6 a 11 años era del 0% y en el de 12 a 14 años era de 0%. El 89% de los jóvenes entre 15 y 17 años asistía a la escuela y este porcentaje bajaba a solo 24% para el los jóvenes entre 18 y 24 años. La población de 15 años o más analfabeta era de 14% y solo el 19% había alcanzado algún grado de educación pos-básica.

En educación el 60% de los niños entre 3 y 5 años no asistían a la escuela, mientras que en el rango de 6 a 11 años era del 0% y en el de 12 a 14 años era de 0%. El 89% de los jóvenes entre 15 y 17 años asistía a la escuela y este porcentaje bajaba a solo 24% para el los jóvenes entre 18 y 24 años. La población de 15 años o más analfabeta era de 14% y solo el 19% había alcanzado algún grado de educación pos-básica.

La población económicamente activa era del 26% de la cual el 95% estaba ocupada.



**Figura 5. Pirámide de edades para Nactanca Grande (2010)**

Fuente: Elaboración propia. Datos: Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI)

Había un total de 90 viviendas, de las cuales 81 eran particulares y estaban habitadas en un 90%. El 2% eran de uso temporal y en general había 5.68 ocupantes por vivienda particular habitada y 2.07 habitantes por cuarto de este tipo de viviendas. El 35% de las viviendas habitadas tenían piso de tierra, 59% tenían un dormitorio, el 14% tenían un solo cuarto. En materia de servicios el 99% de las viviendas tenían energía eléctrica, el 91% tenían agua entubada en el ámbito de la vivienda, el 100% contaba con excusado o sanitario, mientras que solo 79% contaba con drenaje. Del total de viviendas particulares habitadas 72% contaba con energía eléctrica, agua entubada y drenaje.

En cuestión de bienes en la vivienda 42% disponían de radio, 73% de televisor, 25% tenía refrigerador, mientras que solo 1% tenía lavadora, 16% automóvil o camioneta; solo 1% tenía computadora, 5% tenía telefonía fija, mientras que solo 11% disponía de teléfono celular. En ninguna vivienda había internet.

## Los Naranjos

Se ubica al sureste de la cabecera municipal y se accede a través de la carretera local que conecta entre Xicotepec de Juárez y Zihuateutla. Sus coordenadas son: Longitud 97°55'09" E, Latitud 20°14'33" N con una altitud 1,004 msnm. Se caracteriza por ubicarse en una zona de relieve inclinado a escarpado.

La población era de 64 habitantes (58% hombres, 42% mujeres) (Ver pirámide de edades en la Figura 6) con un promedio de 3.65 hijos nacidos vivos; el 94% de la población nació en la entidad. El 19% de la población de 5 años y más habla una lengua indígena. No se tenía población identificada con limitaciones en la actividad.

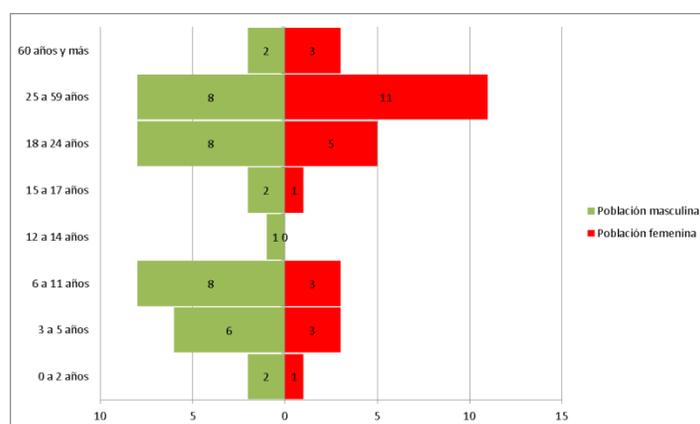


Figura 6. Pirámide de edades para Los Naranjos (2010)

Fuente: Elaboración propia. Datos: Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI)

El 98% no es derechohabiente a servicios de salud. La población de 12 años y más soltera o nunca unida era del 32%, la casada o unida de 12 años y más del 51% y la que estuvo casada o unida fue de 17%.

El 91% de la población profesaba la religión católica, mientras que el 9% restante tenía una religión protestante, evangélica o bíblica diferente de la evangélica.

En educación el 33% de los niños entre 3 y 5 años no asistían a la escuela, mientras que en el rango de 6 a 11 años era del 0% y en el de 12 a 14 años era de 7%. Solo el 33% de los jóvenes entre 15 y 17 años asistía a la escuela y este porcentaje bajaba a únicamente 8% para los jóvenes entre 18 y 24 años. La población de 15 años o más analfabeta era de 15% y solo el 14% había alcanzado algún grado de educación pos-básica.

La población económicamente activa era del 36% de la cual el 100% estaba ocupada.

Había un total de 21 viviendas, de las cuales 100% eran particulares y estaban habitadas en un 76%. El 14% eran de uso temporal y en general había 4 ocupantes por vivienda particular habitada y 1.64 habitantes por cuarto de este tipo de viviendas. El 25% de las viviendas habitadas tenían piso de tierra, 64% tenían un dormitorio, el 100% tenían más de un cuarto. En materia de servicios el 94% de las viviendas tenían energía eléctrica, 88% tenían agua entubada en el ámbito de la vivienda, 88% contaba con excusado o sanitario, mismo porcentaje para las que contaban con drenaje. Del total de viviendas particulares habitadas 81% contaba con energía eléctrica, agua entubada y drenaje.

En cuestión de bienes en la vivienda 56% disponían de radio, 63% de televisor, 13% tenía refrigerador, mientras que ninguna tenía lavadora, automóvil o camioneta, computadora ni telefonía fija, mientras que el 44% disponía de teléfono celular. En ninguna vivienda había internet.

### **Las Pilas**

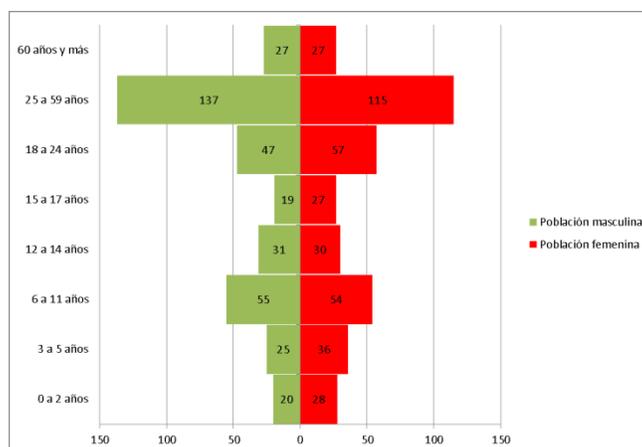
Se ubica al norte de la cabecera municipal y se accede a través de la carretera federal México-Tuxpan. Sus coordenadas son: Longitud 97°56'54" E, Latitud 20°19'48" N con una altitud de 976 msnm. Se caracteriza por ubicarse en una zona de relieve inclinado a escarpado.

La población total era de 735 habitantes (49% hombres, 51% mujeres) (Ver pirámide de edades en la Figura 7) con un promedio de 2.67 hijos nacidos vivos; el 96% de la población nació en la entidad. El 5% de la población de 5 años y más hablaba una lengua indígena. Solo el 2% de la población tenía limitaciones en la actividad, principalmente para caminar o moverse, subir o bajar o con limitación mental.

El 97% no era derechohabiente a servicios de salud. La población de 12 años y más soltera o nunca unida era del 39%, la casada o unida de 12 años y más era del 56% y la que estuvo casada o unida fue de 6%.

El 94% de la población profesaba la religión católica y 5% tenía una religión protestante, evangélica o bíblica diferente de la evangélica.

En educación el 59% de los niños entre 3 y 5 años no asistían a la escuela, mientras que en el rango de 6 a 11 años era del 4% y en el de 12 a 14 años era de 10%. Solo el 50% de los jóvenes entre 15 y 17 años asistía a la escuela y este porcentaje bajaba hasta 8% para los jóvenes entre 18 y 24 años. La población de 15 años o más analfabeta era de 15% y únicamente el 9% había alcanzado algún grado de educación pos-básica.



**Figura 7. Pirámide de edades para Las Pilas (2010)**

Fuente: Elaboración propia. Datos: Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI)

La población económicamente activa era del 36% de la cual el 97% estaba ocupada.

Había un total de 153 viviendas, de las cuales 147 eran particulares y estaban habitadas en un 96%. El 3% eran de uso temporal y en general había 5 ocupantes por vivienda particular habitada y 1.96 habitantes por cuarto de este tipo de viviendas. El 22% de las viviendas habitadas tenían piso de tierra, 55% tenían un dormitorio, el 16% tenían un solo cuarto. En materia de servicios el 98% de las viviendas tenían energía eléctrica, el 89% tenían agua entubada en el ámbito de la vivienda, el 99% contaba con excusado o sanitario, mismo porcentaje para las que contaba con drenaje. Del total de viviendas particulares habitadas 87% contaba con energía eléctrica, agua entubada y drenaje.

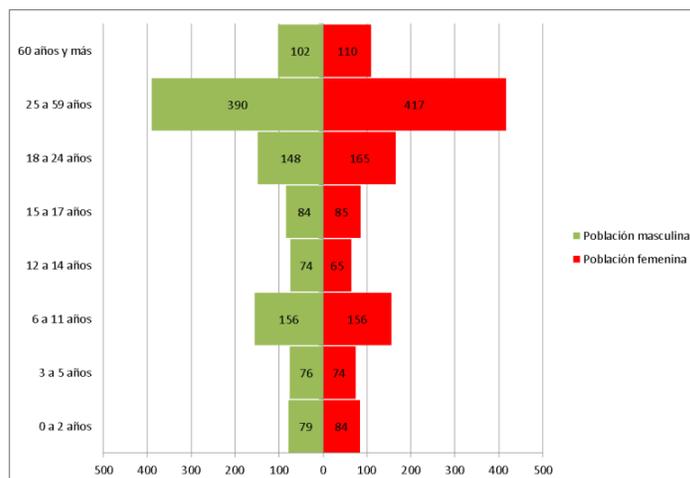
En cuestión de bienes en la vivienda 67% disponían de radio, 89% de televisor, 41% tenía refrigerador, mientras que solo 11% tenía lavadora, 12% automóvil o camioneta; ninguna tenía computadora, 3% tenía telefonía fija, mientras que 46% disponía de teléfono celular. En ninguna vivienda había internet.

### **San Agustín Atlihuacan**

Se ubica al oeste de la cabecera municipal y se accede a través de la carretera interserrana que permite el acceso a varias localidades de la sierra entre Puebla e Hidalgo. Sus coordenadas son: Longitud 98°00'05" E, Latitud 20°15'38" N con una altitud de 1,122 msnm. Se caracteriza por ubicarse en un valle rodeado de montañas de relieve inclinado a escarpado en donde se cultiva el café.

La población era de 2,265 habitantes (49% hombres, 51% mujeres) (Ver pirámide de edades en la Figura 8) con un promedio de 2.75 hijos nacidos vivos, el 96% de la población nació en la entidad. El 12% de la

población de 5 años y más habla una lengua indígena. El 7% de la población tenía limitaciones en la actividad, principalmente para caminar o moverse, subir o bajar, escuchar o ver aún con lentes.



**Figura 8. Pirámide de edades para San Agustín Atlihuacan (2010)**

Fuente: Elaboración propia. Datos: Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI)

El 77% no era derechohabiente a servicios de salud. La población de 12 años y más soltera o nunca unida era del 38%, la casada o unida de 12 años y más del 53% y la que estuvo casada o unida fue de 9%.

El 96% de la población profesaba la religión católica y 1% tenía una religión protestante, evangélica o bíblica diferente de la evangélica.

En educación el 57% de los niños entre 3 y 5 años no asistían a la escuela, mientras que en el rango de 6 a 11 años era del 2% y en el de 12 a 14 años era de 5%. El 80% de los jóvenes entre 15 y 17 años asistía a la escuela y este porcentaje bajaba a solo 26% para el los jóvenes entre 18 y 24 años. La población de 15 años o más analfabeta era de 16% y solo el 14% había alcanzado algún grado de educación pos-básica.

La población económicamente activa era del 34% de la cual el 99% estaba ocupada.

Había un total de 558 viviendas, de las cuales 100% eran particulares y estaban habitadas en un 91%. El 3% eran de uso temporal y en general había 4.45 ocupantes por vivienda particular habitada y 1.68 habitantes por cuarto de este tipo de viviendas. El 27% de las viviendas habitadas tenían piso de tierra, 59% tenían un dormitorio, el 16% tenían un solo cuarto. En materia de servicios el 96% de las viviendas tenían energía eléctrica, el 80% tenían agua entubada en el ámbito de la vivienda, el 97% contaba con excusado o sanitario, mientras que solo 68% contaba con drenaje. Del total de viviendas particulares habitadas 60% contaba con energía eléctrica, agua entubada y drenaje.

En cuestión de bienes en la vivienda 78% disponían de radio, 69% de televisor, 37% tenía refrigerador, mientras que solo 4% tenía lavadora, 7% automóvil o camioneta; únicamente 2% tenía computadora, 2% tenía telefonía fija, mientras que 32% disponía de teléfono celular. En ninguna vivienda había internet.

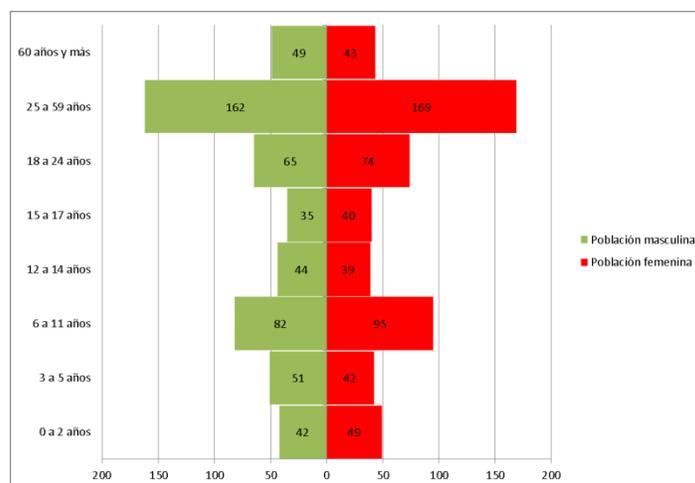
### San Pedro Itztla

Se ubica al sureste de la cabecera municipal y se accede a través de la carretera local que conecta entre Xicotepec de Juárez y Zihuateutla. Sus coordenadas son: Longitud 97°55'49" E, Latitud 20°16'25"N con una altitud de 1,162 msnm. Se caracteriza por ubicarse en un relieve inclinado a escarpado.

La población era de 1,081 habitantes (49% hombres, 51% mujeres) (Ver pirámide de edades en la Figura 9) con un promedio de 3.22 hijos nacidos vivos; el 99% de la población nació en la entidad. El 17% de la población de 5 años y más habla una lengua indígena. El 4% de la población tienen limitaciones en la actividad, principalmente para caminar o moverse, subir o bajar o ver aún con lentes, escuchar, para hablar, comunicarse o conversar.

El 77% no era derechohabiente a servicios de salud. La población de 12 años y más soltera o nunca unida era del 38%, la casada o unida de 12 años y más del 53% y la que estuvo casada o unida fue de 9%.

El 96% de la población profesaba la religión católica y 1% tenía una religión protestante, evangélica o bíblica diferente de la evangélica.



**Figura 9. Pirámide de edades para San Pedro Itztla (2010)**

Fuente: Elaboración propia. Datos: Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI)

En educación el 66% de los niños entre 3 y 5 años no asistían a la escuela, mientras que en el rango de 6 a 11 años era del 2% y en el de 12 a 14 años era de 12%. Únicamente 44% de los jóvenes entre 15 y 17 años asistía a la escuela y este porcentaje bajaba a solo 11% para el los jóvenes entre 18 y 24 años. La población de 15 años o más analfabeta era de 15% y solo el 9% había alcanzado algún grado de educación pos-básica.

La población económicamente activa era del 34% de la cual el 98% estaba ocupada.

Había un total de 229 viviendas, de las cuales el 100% eran particulares y estaban habitadas en un 92%. El 3% eran de uso temporal y en general había 5.15 ocupantes por vivienda particular habitada y 1.99 habitantes por cuarto de este tipo de viviendas. El 22% de las viviendas habitadas tenían piso de tierra, 61% tenían un dormitorio, el 20% tenían un solo cuarto. En materia de servicios el 95% de las viviendas tenían energía eléctrica, el 92% tenían agua entubada en el ámbito de la vivienda, 88% contaba con excusado o sanitario, mientras que solo 75% contaba con drenaje. Del total de viviendas particulares habitadas 70% contaba con energía eléctrica, agua entubada y drenaje.

En cuestión de bienes en la vivienda 69% disponían de radio, 67% de televisor, 27% tenía refrigerador, mientras que solo 3% tenía lavadora, 4% automóvil o camioneta; ninguna contaba con computadora, 3% tenía telefonía fija, mientras que 36% disponía de teléfono celular. En ninguna vivienda había internet.

### **Ejido de Nactanca**

Se ubica al noreste de la cabecera municipal y se accede a través de un camino de terracería que conecta con la carretera federal México-Tuxpan a 3 Km de Xicotepec de Juárez donde se ubica una cantera. Sus coordenadas son: Longitud 97°54'50" E, Latitud 20°18'22" N con una altitud 1,007 msnm. Se caracteriza por ubicarse en una zona de relieve escarpado.

La población era de 374 habitantes (53% hombres, 47% mujeres) (Ver pirámide de edades en la Figura 10) con un promedio de 3.93 hijos nacidos vivos; el 97% de la población nació en la entidad. El 19% de la población de 5 años y más habla una lengua indígena. El 4% de la población tienen limitaciones en la actividad, principalmente para caminar o moverse, subir o bajar, escuchar o ver aún con lentes.

El 97% no era derechohabiente a servicios de salud. La población de 12 años y más soltera o nunca unida era del 39%, la casada o unida de 12 años y más del 56% y la que estuvo casada o unida fue de 5%.

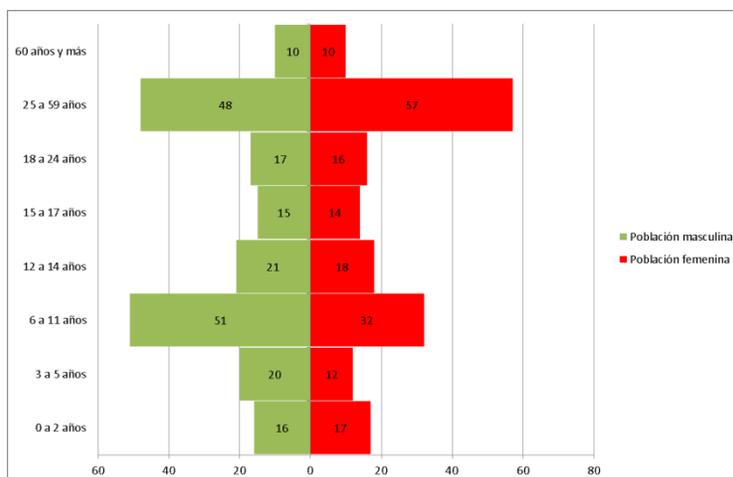


Figura 10. Pirámide de edades para Ejido Nactanca (2010)

Fuente: Elaboración propia. Datos: Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI)

El 100% de la población profesaba la religión católica.

En educación el 38% de los niños entre 3 y 5 años no asistían a la escuela, mientras que en el rango de 6 a 11 años era del 0% y en el de 12 a 14 años era de 3%. Únicamente 76% de los jóvenes entre 15 y 17 años asistía a la escuela y este porcentaje bajaba a solo 6% para los jóvenes entre 18 y 24 años. La población de 15 años o más analfabeta era de 17% y solo el 5% de los jóvenes entre 18 y 24 años había alcanzado algún grado de educación pos-básica.

La población económicamente activa era del 25% de la cual el 99% estaba ocupada.

Había un total de 69 viviendas, de las cuales el 100% eran particulares y estaban habitadas en un 96%. No había viviendas de uso temporal y en general tenían 5.67 ocupantes por vivienda particular habitada y 1.9 habitantes por cuarto de este tipo de viviendas. El 55% de las viviendas habitadas tenían piso de tierra, 52% tenían un dormitorio, el 11% tenían un solo cuarto. En materia de servicios el 98% de las viviendas tenían energía eléctrica, el 88% tenían agua entubada en el ámbito de la vivienda, 100% contaba con excusado o sanitario, mientras que solo 71% contaba con drenaje. Del total de viviendas particulares habitadas únicamente 67% contaba con energía eléctrica, agua entubada y drenaje.

En cuestión de bienes en la vivienda 47% disponían de radio, 73% de televisor, 21% tenía refrigerador, mientras que 2% contaba con lavadora, 5% con automóvil o camioneta, ninguna disponía de computadora, 9% contaba con telefonía fija, mientras que 15% disponía de teléfono celular. En ninguna vivienda había internet.

### **Reconocimiento por parte del sujeto social y del sujeto externo del objeto a analizar y el propósito del diagnóstico. Selección conjunta de los indicadores y métodos de diagnóstico.**

En los talleres participativos se explicó la propuesta de investigación con respecto a los recursos naturales que los dueños de parcelas con producción de café bajo sombra tienen. El aspecto inicial fue saber si los productores tenían conocimiento de las diferencias que podían encontrarse entre la producción de café bajo sombra, café a pleno sol y otros cultivos en la zona. La segunda parte consistió en que los productores identificaran qué beneficios y desventajas tenía la producción bajo sombra y otros sistemas. La tercera parte del taller está orientada a que en conjunto, productores y grupo de investigación identificaran el o los objetos a monitorear, por qué debían monitorearse estos objetos y la forma de hacerlo. La cuarta parte del taller consistió en establecer las fechas para determinar a los monitores y capacitación, realizar muestreos y análisis in situ y llevar las muestras al laboratorio.

- En los talleres se identificó la necesidad de conocer:
  - Temperatura, precipitación, pendiente, altitud, ubicación geográfica.
  - la fertilidad del suelo,
  - el tipo de vegetación existente,
  - la vegetación útil y
  - las actividades realizadas en la parcela

### **Ubicación de parcelas por localidad.**

Selección muestreo y análisis de las parcelas de acuerdo al objetivo del estudio, interés local y recursos disponibles.

Las parcelas fueron muestreadas en conjunto con cada dueño, un asesor técnico local y se realizó previamente un taller de capacitación para la toma de muestras del suelo y de vegetación.

Los polígonos de cada parcela fueron trazados a partir de los vértices capturados en campo con equipo GPS y reflejan la ubicación general de cada parcela. La tabla 6 considera la introducción de información de la localidad a la que pertenece o en la que habita su poseedor. La figura 11 nos muestra la ubicación de los polígonos de una forma temática distribuidos por localidad.

Tabla 6. *Productores por localidad para el estudio.*

| Localidad              | Número de productores. |
|------------------------|------------------------|
| San Pedro Itztla       | 9                      |
| Las Pilas              | 5                      |
| Ejido de Nactanca      | 5                      |
| Nactanca Grande        | 5                      |
| San Agustín Atlihuacan | 2                      |
| Mecatlán de las Flores | 3                      |
| Los Naranjos           | 3                      |
| <b>Total</b>           | <b>32</b>              |

*Fuente: Elaboración propia.*

### Imágenes de satélite e información de percepción remota.

Se consultaron las bases de datos de Imágenes Landsat del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés), así como la solicitud de imágenes SPOT al Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) que administra la distribución esta imágenes provenientes del sistema ERMEX para las dependencias de la administración pública y el sector académico en México.. Las imágenes de los modelos digitales de elevación se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

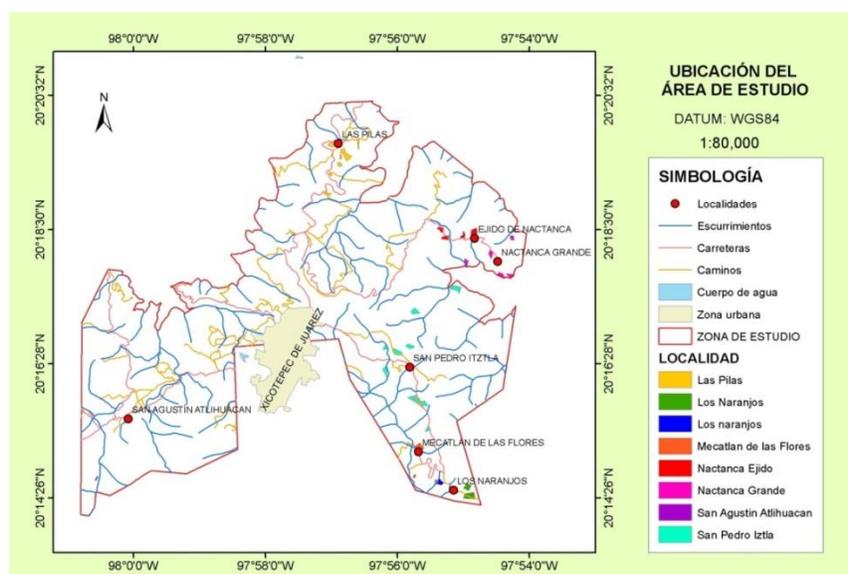
Se analizaron las imágenes Landsat que cubrían el área y en el periodo 1990-2015 solo se ubicaron dos imágenes libres de nubes para la zona y con una calidad de definición de pixel de 30 x 30 m. de la plataforma Landsat 8 con los sensores OLI y TIRS. Las imágenes anteriores del sensor ETM de la plataforma Landsat 7 presentaba problemas por la situación del desperfecto que sufrió dicho sensor y que genera imágenes con “bandedado”, es decir, se generan franjas sin información a lo ancho de la imagen y que deben ser corregidas mediante un proceso estadístico de interpolación, pero que no resulta adecuado para las zonas de las imágenes cercanas a los bordes ya que en estas áreas el ancho de las bandas sin información son más grandes, situación en la que se encontraba el área de estudio.

En el caso del sensor TM de Landsat 5 no existían imágenes sin nubes en la zona. Por lo anterior se seleccionaron dos imágenes para trabajar (Tabla 7). Se revisaron las condiciones de cada imagen y se procedió a su corrección radiométrica y geométrica.

**Tabla 7. Imágenes del satélite Landsat 8 seleccionadas.**

| Nombre de imagen      | Fecha de adquisición | Tamaño de pixel |
|-----------------------|----------------------|-----------------|
| LC80260462015226LGN00 | 2015-08-14           | 30 x 30 m       |
| LC80260462016021LGN00 | 2016-05-17           | 30 x 30 m       |

Fuente: Elaboración propia con datos del USGS



**Figura 11. Ubicación de parcelas seleccionadas (2016) por localidad. Elaboración propia. Datos propios y de INEGI.**

Fuente: Elaboración propia con información vectorial de INEGI Cartas topográficas 1:50,000

El sistema ERMEX NG proporcionó 66 imágenes tomadas entre 2004 y 2016 de las plataformas SPOT 4, 5, 6 Y 7. La revisión de las imágenes llevó a seleccionar 2 provenientes del satélite SPOT 5 para hacer un comparativo de los cambios en la zona entre 2005 y 2013 al contar con estas imágenes libres de nubes en el área de estudio. Las imágenes seleccionadas (*Tabla 8*) llevaron el mismo tratamiento de corrección geométrica y radiométrica. Los resultados para imágenes Landsat y Spot se presentan en la Imagen 3.

**Tabla 8. Imágenes del satélite SPOT 5 seleccionadas.**

| Nombre de imagen        | Fecha de adquisición | Tamaño de pixel |
|-------------------------|----------------------|-----------------|
| 55903090504291715262J/0 | 2005-04-29           | 10 x 10 m       |
| 55903091301261653482J/0 | 2013-01-26           | 10 x 10 m       |

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el sistema ERMEX NG .

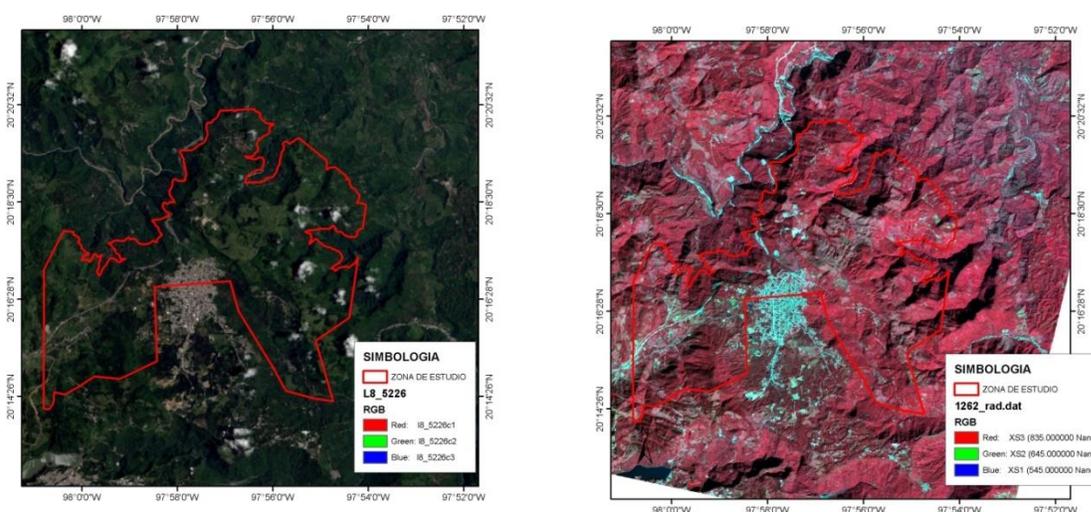
La mejor definición espacial de las imágenes SPOT 5 definió su uso finalmente ya que era más fácil la ubicación espacial por parte de los productores por la mejor identificación de los rasgos del terreno en sus comunidades.

Con respecto al modelo digital de elevación se identificaron los correspondientes a las cuatro cartas topográficas escala 1:50,000 (Tabla 9) que se integraron para cubrir la totalidad del área de estudio (Figura 12).

**Tabla 9. Modelos digitales de elevación escala 1:50,000 seleccionados para el estudio**

| Nombre de imagen | Tamaño de pixel |
|------------------|-----------------|
| dem_f14d73       | 15 x 15 m       |
| dem_f14d74       | 15 x 15 m       |
| dem_f14d83       | 15 x 15 m       |
| dem_f14d84       | 15 x 15 m       |

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI Modelos digitales de elevación 1:50,000

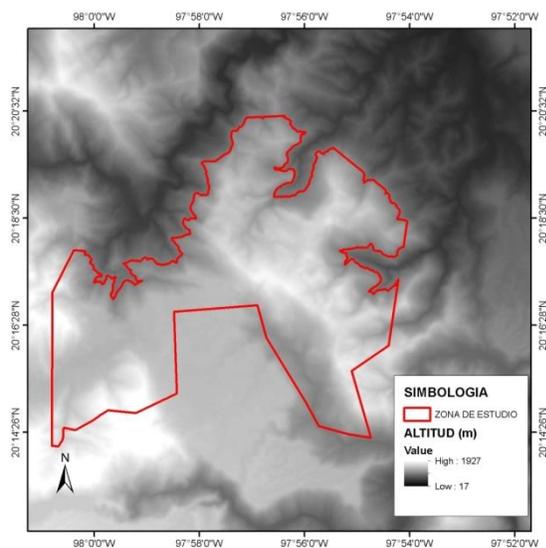


**Imagen 3. Imagen Landsat 8 arreglo de bandas 4, 3,2, (derecha) con definición de 30 m e imagen Spot 5 arreglo de bandas 4, 3,2 con definición de 10 m. Las imágenes Spot 5 se presentan en falso color debido a que el sensor no contiene la banda correspondiente al rango del azul.**

Fuente: Elaboración propia. Imágenes: Landsat 8 LC80260462016021LGN00 USGS, 2016; SPOT 5 55903091301261653482J/0, 2013.

### Cartas temáticas

Para el estudio se consultaron los datos vectoriales de las cartas temáticas E1402, E1403, F1411 y F1412 del INEGI escala 1:250,00 de los temas de vegetación y uso de suelo (serie VI), edafología (serie II), geología, así como las cartas topográficas F14D73, F14D74, F14D83 Y F14D84 escala 1:50,000, así como el conjunto de datos vectoriales de la cuenca del Río Tecolutla proveniente de la Red Hidrográfica escala 1:50,000 del INEGI.



**Figura 12.** Modelo digital de elevación escala 1:50,000 del área de estudio. Elaboración propia  
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI Modelos digitales de elevación 1:50,000

## INFORMACIÓN DEL TERRENO.

### Ubicación de parcelas de estudio.

Con el equipo GPS se tomaron lecturas de cada vértice de los predios estudiados y por medio de ArcGIS se trazaron los polígonos y se obtuvieron los centroides de los mismos (*Tabla 10*).

*Tabla 10. Ubicación de los predios de estudio en coordenadas geográficas (grados decimales), Datum WGS84. Elaboración propia.*

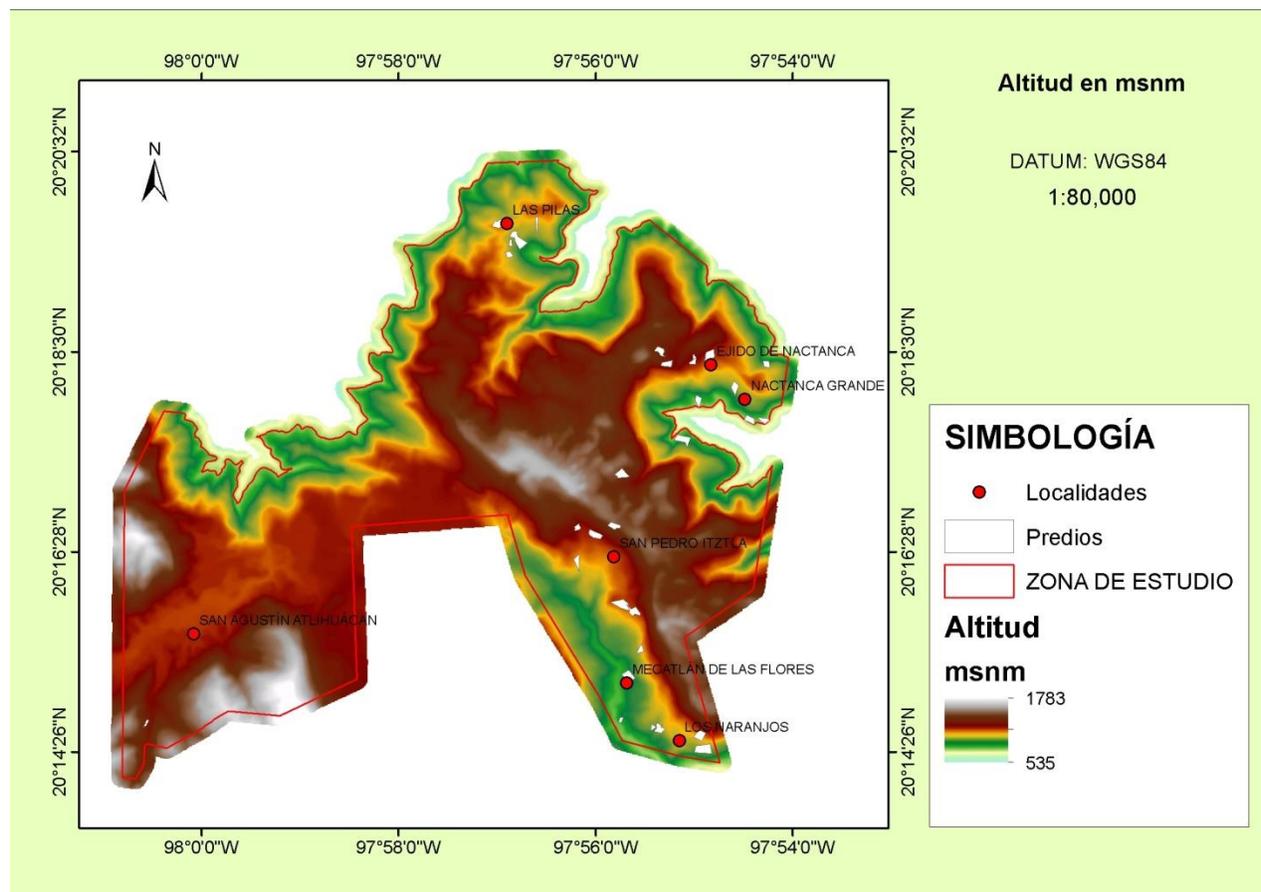
| LOCALIDAD              | NUM_SUELO | Coordenada X | Coordenada Y |
|------------------------|-----------|--------------|--------------|
| Las Pilas              | SU-55374  | -97.9289017  | 20.2655574   |
| Las Pilas              | SU-55380  | -97.933403   | 20.2773626   |
| Las Pilas              | SU-55389  | -97.9268036  | 20.2643764   |
| Las Pilas              | SU-55395  | -97.9044037  | 20.3062115   |
| Las Pilas              | SU-55406  | -97.949501   | 20.3299756   |
| Los Naranjos           | SU-55360  | -97.9157028  | 20.2433523   |
| Los Naranjos           | SU-55369  | -97.9167023  | 20.307407    |
| Los Naranjos           | SU-55404  | -97.9225998  | 20.2445198   |
| Mecatlán               | SU-55359  | -97.9290009  | 20.2460065   |
| Mecatlán               | SU-55365  | -97.9048004  | 20.2967046   |
| Mecatlán               | SU-61525  | -97.9276962  | 20.2534882   |
| Nactanca Ejido         | SU-55356  | -97.9224014  | 20.3084358   |
| Nactanca Ejido         | SU-55370  | -97.9097977  | 20.3022213   |
| Nactanca Ejido         | SU-55377  | -98.0093002  | 20.2457193   |
| Nactanca Ejido         | SU-55385  | -97.9301987  | 20.2788196   |
| Nactanca Ejido         | SU-55413  | -97.9212036  | 20.3062373   |
| Nactanca Grande        | SU-55368  | -97.9151001  | 20.2410441   |
| Nactanca Grande        | SU-55372  | -97.9431992  | 20.3300468   |
| Nactanca Grande        | SU-55396  | -97.9185028  | 20.2934643   |
| Nactanca Grande        | SU-55403  | -98.0094986  | 20.2451794   |
| Nactanca Grande        | SU-55407  | -97.9160004  | 20.3000448   |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55363  | -97.9235992  | 20.2447457   |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55378  | -97.9464035  | 20.3272216   |
| San Pedro Itztla       | SU-55375  | -97.9168015  | 20.3065832   |
| San Pedro Itztla       | SU-55381  | -97.9140015  | 20.3077275   |
| San Pedro Itztla       | SU-55386  | -97.947998   | 20.3247677   |
| San Pedro Itztla       | SU-55392  | -97.9256973  | 20.2578851   |
| San Pedro Itztla       | SU-55394  | -97.9477005  | 20.3267074   |
| San Pedro Itztla       | SU-55400  | -97.9364014  | 20.2785572   |
| San Pedro Itztla       | SU-55401  | -97.9364014  | 20.2727709   |
| San Pedro Itztla       | SU-55402  | -97.9072037  | 20.2968105   |
| San Pedro Itztla       | SU-55358  | -97.9289017  | 20.2876065   |

*Fuente: Elaboración propia.*

### Datos de Altitud

Los valores de altitud registrados en el GPS se compararon con los obtenidos del modelo digital de elevación con respecto a la altura sobre el nivel del mar. El proceso de unión de los modelos digitales de elevación y el recorte de la imagen resultante sobre el área de trabajo indica que en general la zona de

estudio se encuentra comprendida dentro de un rango altitudinal que va desde los 530 msnm a los 1763 msnm conforme se aleja de la zona cercana a la costa del Golfo de México (Figura 13).

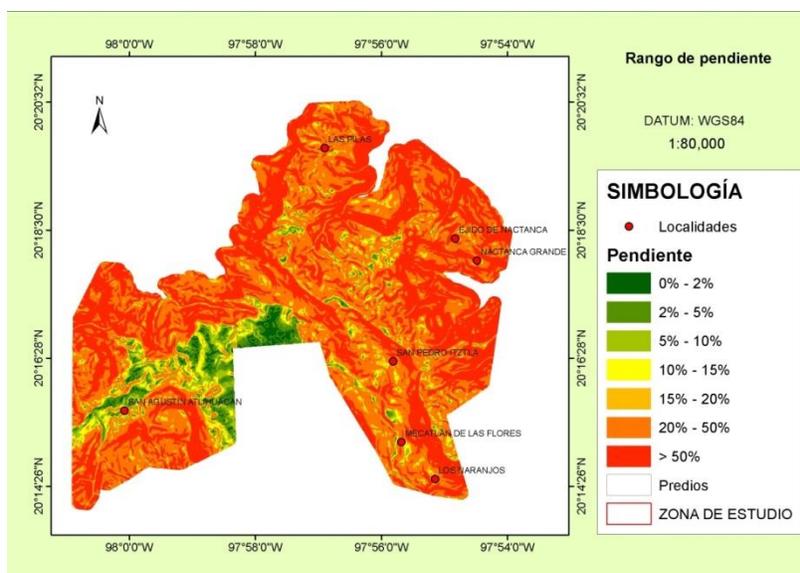


**Figura 13. Mapa de altitudes en la zona de estudio.**

*Fuente: Elaboración propia con información de INEGI Modelos digitales de elevación 1:50,000*

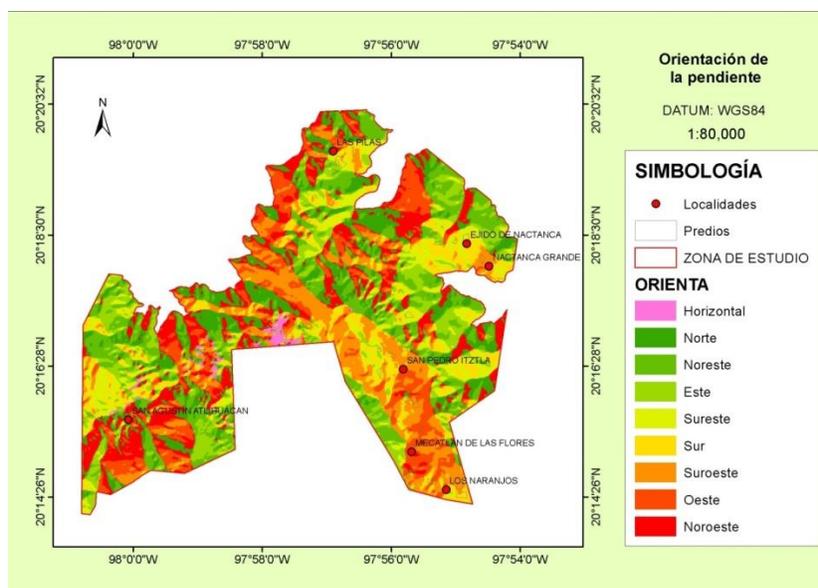
### **Pendiente del terreno.**

La aplicación del algoritmo para cálculo de pendiente en porcentaje realizado en ArcGIS y muestra variaciones abruptas propias de zonas montañosas con presencia importante de regiones escarpadas y muy escarpadas (desde el 20% y más). En la figura 14 se puede observar que las zonas planas corresponden a parte de la zona urbana de Xicotepec y lechos de ríos principalmente.



**Figura 14. Mapa de pendientes en la zona de estudio**

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI Modelos digitales de elevación 1:50,000



**Figura 15. Mapa de orientación de las pendientes en la zona de estudio**

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI Modelos digitales de elevación 1:50,000

### Orientación de la pendiente.

Con respecto a la orientación de la pendiente el terreno presenta orientaciones hacia todos los puntos cardinales y se puede observar al igual que en los datos de pendiente que las zonas horizontales corresponden principalmente a parte de la zona urbana de Xicotepec de Juárez (Figura 15)

## DATOS CLIMÁTICOS.

La *Tabla 11* contiene las estaciones climatológicas identificadas por el Servicio Meteorológico Nacional ubicadas alrededor o en el área de estudio y se señalan en verde las estaciones seleccionadas para el análisis por su correspondencia y cercanía al área de estudios. Los datos en todas las estaciones para todo el periodo fueron para precipitación acumulada anual y mensual, así como para temperatura media anual y mensual. Los datos sobre humedad relativa, días con sol o con niebla, días con granizo y otras variables no estaban completas o no existían para algunas o todas las estaciones por lo que solo se trabajó con las dos primeras.

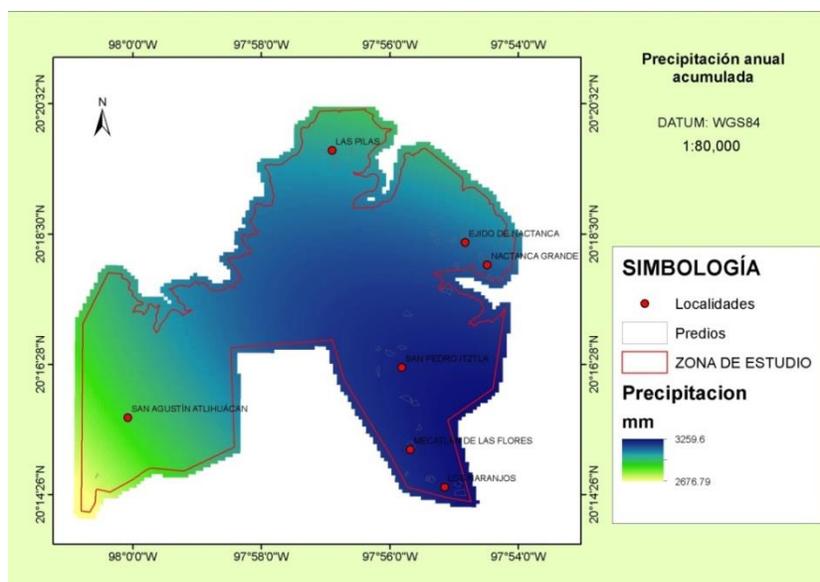
*Tabla 11. Estaciones climatológicas para la zona de estudio. En verde las estaciones seleccionadas*

| No.   | Nombre                       | Estado   | Municipio        | Organismo   | Cuenca        | Condición actual |
|-------|------------------------------|----------|------------------|-------------|---------------|------------------|
| 21127 | XICOTEPEC DE JUAREZ          | PUEBLA   | XICOTEPEC        | CONAGUA-SMN | RIO CAZONES   | OPERANDO         |
| 21236 | VILLA AVILA CAMACHO          | PUEBLA   | XICOTEPEC        | CONAGUA     | RIO CAZONES   | OPERANDO         |
| 21147 | APAPANTILLA                  | PUEBLA   | JALPAN           | CONAGUA-DGE | RIO CAZONES   | OPERANDO         |
| 21022 | CARMEN (CLFC)                | PUEBLA   | ZIHUATEUTLA      | CFE         | RIO CAZONES   | OPERANDO         |
| 21051 | JOPALA                       | PUEBLA   | JOPALA           | CFE         | RIO TECOLUTLA | OPERANDO         |
| 30355 | CHICUALQUE                   | VERACRUZ | COYUTLA          | CONAGUA-DGE | RIO CAZONES   | OPERANDO         |
| 30134 | PROGRESO DE ZARAGOZA         | VERACRUZ | COAHUILTLAN      | CONAGUA-SMN | RIO TECOLUTLA | OPERANDO         |
| 21121 | NEXAPA (CLFC)                | PUEBLA   | TLAOLA           | CFE         | RIO TECOLUTLA | OPERANDO         |
| 21085 | TENANGO DE LAS FLORES (CLFC) | PUEBLA   | HUAUCHINANGO     | CFE         | RIO TECOLUTLA | OPERANDO         |
| 21058 | NUEVO NECAXA (CLFC)          | PUEBLA   | JUAN GALINDO     | CFE         | RIO TECOLUTLA | OPERANDO         |
| 21118 | HUAUCHINANGO                 | PUEBLA   | HUAUCHINANGO     | CONAGUA-SMN | RIO TECOLUTLA | OPERANDO         |
| 13099 | METEPEC                      | HIDALGO  | METEPEC          | CONAGUA-DGE | RIO MOCTEZUMA | OPERANDO         |
| 13034 | TENANGO DE DORIA             | HIDALGO  | TENANGO DE DORIA | CONAGUA-SMN | RIO TUXPAN    | OPERANDO         |
| 21222 | TLAXCO                       | PUEBLA   | TLAXCO           | CONAGUA     | RIO TUXPAN    | OPERANDO         |
| 21097 | TLAXCO                       | PUEBLA   | TLAXCO           | CFE         | RIO TUXPAN    | OPERANDO         |
| 13144 | HUEHUETLA                    | HIDALGO  | HUEHUETLA        | CONAGUA-DGE | RIO TUXPAN    | OPERANDO         |

*Fuente: Elaboración propia con información del Servicio Meteorológico Nacional, 2016.*

### Precipitación acumulada anual.

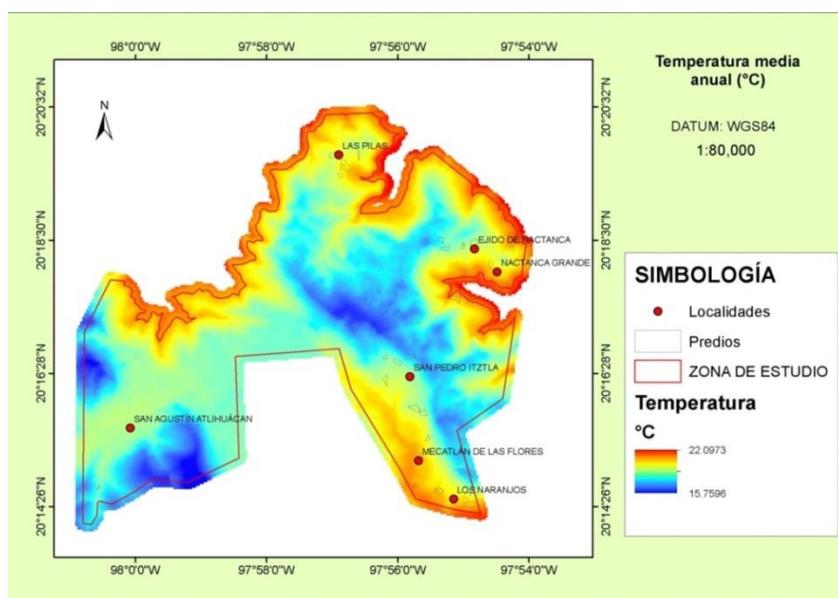
La interpolación de datos de precipitación acumulada para obtener las isoyetas fue por el método de distancias inversas ponderadas y muestran que la precipitación es alta en la zona de estudio con su principal concentración en la zona oeste suroeste (Figura 16).



**Figura 16.** Mapa de precipitación acumulada anual en la zona de estudio  
 Fuente: Elaboración propia con información del SMN, Normales climatológicas 1981-2010.

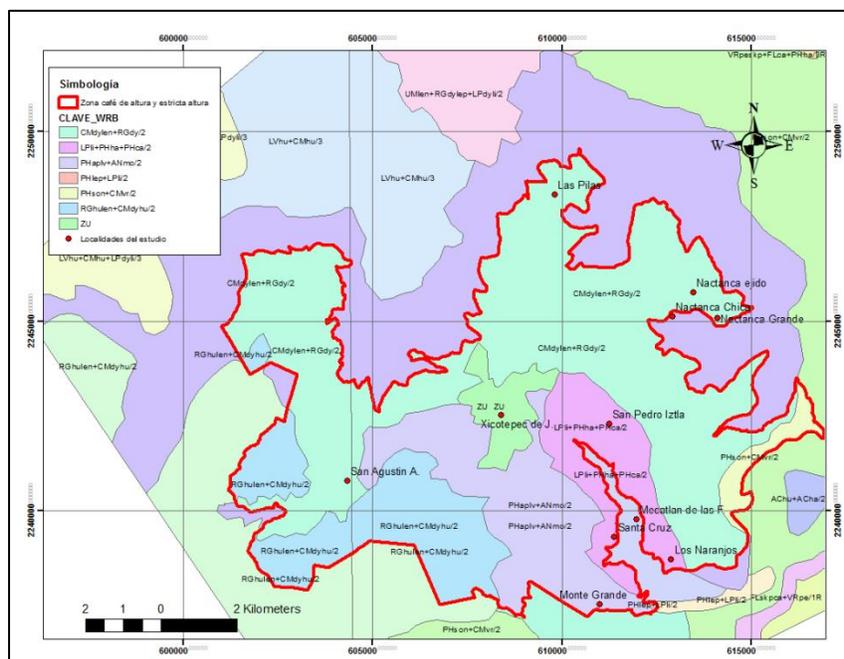
### Temperatura media anual

Los datos de temperatura media anual obtenidos de las estaciones climatológicas se utilizaron en ArcGIS para generar los mapas de temperatura media anual considerando la interpolación dependiente de la altitud. Los datos indican que las temperaturas más altas se presentan en las zonas bajas y conforme se aparta de la zona montañosa al oeste acercándose a la costa del Golfo de México (Figura 17).



**Figura 17.** Mapa de temperatura media anual en la zona de estudio  
 Fuente: Elaboración propia con información del SMN, Normales climatológicas 1981-2010.

De las cartas edafológicas escala 1:250,000 de la serie II de INEGI se obtuvieron los datos generales de los tipos de suelo en la zona que fueron ingresados en ArcGIS para generar el mapa de la Figura 18.



**Figura 18.** Mapa edafológico de la zona de estudio

Fuente: Cartas edafológicas F1411 y F1412, escala 1:250,000 Serie II, INEGI, 2009.

## Fertilidad del suelo.

Los resultados de la fertilidad del suelo proporcionó datos sobre características físicas, características fisicoquímicas, concentración de nutrientes, requerimientos de cal o yeso (como aporte del laboratorio en las recomendaciones para enmendar problemas de acidez o salinidad), relación de bases, porcentaje de saturación de bases intercambiables y capacidad de intercambio catiónico y las unidades de medida de cada variable se muestran en la tabla 12. Los datos se entregaron como reporte individual de cada parcela al propietario en los talleres realizados para entrega y explicación de reportes.

*Tabla 12. Unidades utilizadas para expresar los parámetros de los resultados de análisis de suelos*

| <b>PARÁMETRO</b>                     | <b>UNIDADES</b>   |
|--------------------------------------|---|
| <b>PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO</b> |   |
| Clase textural                       | Cualitativa sin unidades (ejemplo, franca, arcilla, limosa) |
| Punto de saturación                  | %   |
| Capacidad de campo                   | %   |
| Punto de marchitez permanente        | %   |
| Conductividad hidráulica             | cm/hr   |
| Densidad aparente                    | gr/cm <sup>3</sup>  |
| <b>FERTILIDAD DEL SUELO</b>          |   |
| Materia orgánica (MO)                | %   |
| Fósforo (método Bray)                | ppm   |
| Potasio                              | ppm   |
| Calcio                               | ppm   |
| Magnesio                             | ppm   |
| Sodio                                | ppm   |
| Hierro                               | ppm   |
| Zinc                                 | ppm   |
| Manganeso                            | ppm   |
| Cobre                                | ppm   |
| Boro                                 | ppm   |
| Aluminio                             | ppm   |
| Azufre                               | ppm   |
| Nitrógeno (como nitratos)            | ppm   |

*Fuente: Elaboración propia*

*Continuación Tabla 12. Unidades utilizadas para expresar los parámetros de los resultados de análisis de suelos.*

| <b>PARÁMETRO</b>  | <b>UNIDADES</b> |
|---|-----------------|
| <b>pH DEL SUELO Y NECESIDADES DE YESO, CAL Y LAVADO</b>       |                 |
| pH agua   | unidades pH     |
| pH Buffer   | unidades pH     |
| Carbonatos totales  | %               |
| Salinidad (como conductividad eléctrica en extracto saturado) | ds/m            |
| Requerimientos de yeso  | ton/ha          |
| Requerimientos de cal   | ton/ha          |
| <b>CATIONES INTERCAMBIABLES</b>                               |                 |
| Catión Calcio   | meq/100g        |
| Catión Magnesio   | meq/100g        |
| Catión Potasio  | meq/100g        |
| Catión sodio  | meq/100g        |
| Catión Aluminio   | meq/100g        |
| Catión hidrógeno  | meq/100g        |
| Capacidad de intercambio catiónico                            | meq/100g        |
| <b>RELACIÓN ENTRE CATIONES (BASADAS EN meq/100g)</b>          |                 |
| Relación calcio/potasio                                       | adimensional    |
| Relación magnesio potasio                                     | adimensional    |
| Relación (calcio + magnesio)/ potasio                         | adimensional    |
| Relación calcio/magnesio                                      | adimensional    |

*Fuente: Elaboración propia*

## **Vegetación**

El levantamiento de vegetación se realizó en las 32 parcelas y se dividió a nivel de herbáceas, arbustivas, arbóreas y epífitas. Se unieron los resultados a los datos de especies y cantidad de individuos o frecuencias absolutas. En el caso de las epífitas y otras plantas que no tenían sus raíces en el suelo no se consideró adecuado sacar el índice ya que se hizo sobre la base de la identificación considerando un solo individuo arbóreo representativo pero no suficiente, además de que varios organismos no pudieron ser identificados o colectados por encontrarse en partes del árbol no accesibles. Algunos de los individuos recolectados no pudieron ser identificados pues no existían nombres locales de acuerdo a los productores y por los acompañantes, por lo que la identificación botánica es importante. Para estos casos se les asignó una clave de acuerdo al estrato y zona de localización (la primer localidad en que fue encontrada) aunado al seguimiento de las muestras con el etiquetado que indica la parcela, propietario y coordenadas de localización. Sin embargo, se incluyeron en el listado de especies para el conteo y cálculo del índice y los resultados del número de especies en los niveles herbáceo, arbustivo y arbóreo

se presentan en la tabla 13. Adicionalmente se generó el listado de especies encontradas a nivel de nombre común en la zona, ya que la identificación botánica aún continúa con apoyo de los herbarios de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Se encontraron en los predios plantas útiles fuera de los sitios de muestreo y aunque no se contabilizaron para no afectar la representatividad de los datos, sí se incluyeron muestras para su identificación y se presentan en el listado de plantas útiles reconocidas en un apartado posterior.

Los resultados fueron completados a nivel de predio y se generó un informe sobre la presencia de las plantas en los diferentes estratos y la identificación de plantas útiles que se presentaron a cada productor en un taller donde se explicaron los datos presentados y la forma de leer los reportes.

**Tabla 13.** Número de especies y de individuos totales obtenidos en los muestreos de las parcelas.

| Estrato   | Especies totales | Individuos totales |
|-----------|------------------|--------------------|
| Herbáceo  | 136              | 5466               |
| Arbustivo | 28               | 12084              |
| Arbóreo   | 55               | 555                |

Fuente: Elaboración propia

Catación.

Las muestras de café de cada productor se enviaron para someterlas a un análisis diagnóstico en el Centro Agroecológico del Café, A.C. en Xalapa, Ver. Los resultados obtenidos para cada muestra se recibieron en un reporte donde se analizó la calidad del café en pergamino (tabla 14) y de café verde (tabla 15) de acuerdo a los parámetros y niveles establecido en la norma mexicana NMX-F-195-SCFI-2016 para la evaluación del café verde de especialidad donde se midieron aquellos elementos que afectan el rendimiento y la calidad del grano para su venta como café de especialidad.

**Tabla 14.** Parámetros y valores de referencia para estimar la calidad de una muestra de café pergamino.

| PARÁMETRO             | VALORES DE REFERENCIA           |
|-----------------------|---------------------------------|
| <b>CAFÉ PERGAMINO</b> |                                 |
| HUMEDAD               | Entre el 10% y 12%              |
| DENSIDAD              | 700 gr/l o mayor                |
| BOLA                  | Menor al 2%                     |
| RENDIMIENTO           | 57.5 Kg/Qq <sup>a</sup> o menor |
| MANCHA                | Menos del 3%                    |

<sup>a</sup> Qq = Quintal = 57.5 Kg para café pergamino

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Centro Agroecológico del Café, A.C. y de acuerdo a la norma mexicana NMX-F-195-SCFI-2016

Tabla 15. *Parámetros y valores de referencia para estimar la calidad de una muestra de café verde.*

| PARÁMETRO   | VALORES DE REFERENCIA   |
|---|---|
| <b>CAFÉ VERDE</b>   |   |
| TAMAÑO DE GRANO   | Más del 90% arriba del diámetro de orificio de la zaranda 15 (Z15)  |
| FORMA DEL GRANO   | Más del 90% de granos planchuela (libres de deformidades)   |
| KG DE CAFÉ VERDE COMERCIALIZABLE OBTENIDOS A PARTIR DE 57.5 KG DE CAFÉ PERGAMINO. | Resulta de medir la cantidad de café verde libre de bola, manchas, deformidades y tamaño mayor a la apertura de la zaranda 15 considerando el rango de humedad y la densidad. No tiene un nivel preestablecido, pero el rendimiento será menor de acuerdo a la cantidad de defectos encontrados que impactan la calidad del café. |

Fuente: *Elaboración propia a partir de información del Centro Agroecológico del Café, A.C. y de acuerdo a la norma mexicana NMX-F-195-SCFI-2016.*

Los resultados de la catación donde se evalúan las cualidades sensoriales en taza de la bebida se realizó bajo el protocolo Q del Coffee Quality Institute que es un estándar a nivel internacional para el mercado de cafés de especialidad y se realizó por un panel de 3 evaluadores o catadores certificados “Q” por dicha organización. Los resultados de las muestras en general estuvieron arriba de los 80/100 puntos que se obtienen de sumar los valores de 10 cualidades: fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, taza limpia, dulzura y el puntaje que le da el catador como un valor a la integración de toda la experiencia de degustación. Cada cualidad se expresa en valor en una escala del 0 al 10 y se considera un café de especialidad si se encuentra en los 80 puntos o más. Para el caso de las muestras de cada parcela la mayoría se situó por encima de la calificación mínima para ser considerado como un café de especialidad siendo el valor máximo de 86 puntos y solo 4 muestras de las 32 se situaron con un puntaje menor, tres de ellas arriba de los 78 puntos y una en el rango de 70 puntos.

Adicionalmente el reporte incluyó una gráfica de red en la que se muestran aquellos sabores, fragancias, aromas y resabios que hacen particular distinguen de las demás a una muestra de café, en donde el catador establece en una escala del 0 al 10 el nivel de intensidad para diferentes cualidades que pueden ser positivos (florales, frutales, caramelos, nueces, herbales ,chocolates y/o especias) o negativos (resinosos, fermentados, pirolíticos, terrosos) y estos últimos debe evitarse y suelen deberse a problemas en el manejo de la huerta o en la transformación del café hasta el tostado. Los resultados arrojan una diversidad de combinaciones entre estos parámetros y sus niveles de intensidad y adicionalmente en los cafés de mayor calificación fueron identificadas notas de sabor a frutos rojos, lima, miel, durazno, caña de azúcar y leves niveles de astringencia, mientras que en las muestras de baja calificación se identificaron notas a paja, a granos vanos o verdes (quakers), taza sucia, astringencia alta.

## **Encuestas y talleres.**

La interpretación de los resultados se realizó en el apartado de “análisis de resultados”, por lo que no se presentan aspectos de interpretación de las tablas en este apartado.

Cabe señalar que la encuesta de satisfacción que se aplicó al final del proceso de participación consideró la respuesta del propietario del terreno, ya que fue la persona que estuvo en los talleres aunque lo acompañara el encargado del manejo de la huerta y que en última instancia pudo utilizar la información para decidir el manejo y utilidad de la información. Esta herramienta tuvo por objetivo evaluar el conjunto de los trabajos en campo, la explicación de los resultados en los talleres y la importancia que le daba el propietario para la aplicación de la información en el manejo de la huerta y la posibilidad de comercialización en otros mercados.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### CARACTERÍSTICAS DE LOS PREDIOS

Los datos de Altitud se obtuvieron a partir del Modelo Digital de Elevación para cada centroide de parcela y se verificaron en campo y se expresan en metros sobre el nivel del mar (Tabla 16), considerando válidos los resultados al no haber variaciones de más de 5 m..

*Tabla 16. Datos de elevación media de los predios (en msnm)*

| LOCALIDAD              | NUM_SUELO | Altitud |
|------------------------|-----------|---------|
| Las Pilas              | SU-55374  | 1112    |
| Las Pilas              | SU-55380  | 1150    |
| Las Pilas              | SU-55389  | 1100    |
| Las Pilas              | SU-55395  | 900     |
| Las Pilas              | SU-55406  | 1020    |
| Los Naranjos           | SU-55360  | 1050    |
| Los Naranjos           | SU-55369  | 1175    |
| Los Naranjos           | SU-55404  | 950     |
| Mecatlán               | SU-55359  | 850     |
| Mecatlán               | SU-55365  | 801     |
| Mecatlán               | SU-61525  | 870     |
| Nactanca Ejido         | SU-55356  | 1270    |
| Nactanca Ejido         | SU-55370  | 960     |
| Nactanca Ejido         | SU-55377  | 1280    |
| Nactanca Ejido         | SU-55385  | 1260    |
| Nactanca Ejido         | SU-55413  | 1220    |
| Nactanca Grande        | SU-55368  | 900     |
| Nactanca Grande        | SU-55372  | 1012    |
| Nactanca Grande        | SU-55396  | 875     |
| Nactanca Grande        | SU-55403  | 1260    |
| Nactanca Grande        | SU-55407  | 820     |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55363  | 900     |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55378  | 945     |
| San Pedro Itztla       | SU-55358  | 1340    |
| San Pedro Itztla       | SU-55375  | 1048    |
| San Pedro Itztla       | SU-55381  | 1130    |
| San Pedro Itztla       | SU-55386  | 975     |
| San Pedro Itztla       | SU-55392  | 1030    |
| San Pedro Itztla       | SU-55394  | 948     |
| San Pedro Itztla       | SU-55400  | 1063    |
| San Pedro Itztla       | SU-55401  | 1171    |
| San Pedro Itztla       | SU-55402  | 800     |

*Fuente: Elaboración propia con información de INEGI Modelos digitales de elevación 1:50,000*

Los datos de la pendiente fueron obtenidos a partir del tratamiento al Modelo Digital de Elevación en el programa ARCGIS para generar un continuo de pendiente en el área de estudio en por ciento de pendiente (%) y el programa los agrupa en rangos para cada parcela (TABLA 17).

*Tabla 17. Datos de pendiente media de los predios (en %)*

| <b>LOCALIDAD</b>       | <b>NUM_SUELO</b> | <b>RANGOS DE LA PENDIENTE (%)</b> |
|------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Las Pilas              | SU-55374         | 15% - 20%                         |
| Las Pilas              | SU-55380         | 20% - 50%                         |
| Las Pilas              | SU-55389         | 20% - 50%                         |
| Las Pilas              | SU-55395         | > 50%                             |
| Las Pilas              | SU-55406         | > 50%                             |
| Los Naranjos           | SU-55360         | > 50%                             |
| Los Naranjos           | SU-55369         | 20% - 50%                         |
| Los Naranjos           | SU-55404         | 20% - 50%                         |
| Mecatlán               | SU-55359         | 20% - 50%                         |
| Mecatlán               | SU-55365         | > 50%                             |
| Mecatlán               | SU-61525         | 20% - 50%                         |
| Nactanca Ejido         | SU-55356         | 20% - 50%                         |
| Nactanca Ejido         | SU-55370         | 20% - 50%                         |
| Nactanca Ejido         | SU-55377         | > 50%                             |
| Nactanca Ejido         | SU-55385         | > 50%                             |
| Nactanca Ejido         | SU-55413         | 20% - 50%                         |
| Nactanca Grande        | SU-55368         | 20% - 50%                         |
| Nactanca Grande        | SU-55372         | 20% - 50%                         |
| Nactanca Grande        | SU-55396         | > 50%                             |
| Nactanca Grande        | SU-55403         | > 50%                             |
| Nactanca Grande        | SU-55407         | > 50%                             |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55363         | 20% - 50%                         |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55378         | 20% - 50%                         |
| San Pedro Itztla       | SU-55358         | 20% - 50%                         |
| San Pedro Itztla       | SU-55375         | 20% - 50%                         |
| San Pedro Itztla       | SU-55381         | 20% - 50%                         |
| San Pedro Itztla       | SU-55386         | 20% - 50%                         |
| San Pedro Itztla       | SU-55392         | > 50%                             |
| San Pedro Itztla       | SU-55394         | 20% - 50%                         |
| San Pedro Itztla       | SU-55400         | 20% - 50%                         |
| San Pedro Itztla       | SU-55401         | 20% - 50%                         |
| San Pedro Itztla       | SU-55402         | 20% - 50%                         |

*Fuente: Elaboración propia con información de INEGI Modelos digitales de elevación 1:50,000*

Al igual que en la determinación de la pendiente, el Modelo Digital de Elevación fue tratado en ArcGIS para obtener la orientación de la pendiente media por parcela. Los datos fueron agrupados por rangos de acuerdo a los puntos cardinales (Tabla 18).

*Tabla 18. Datos de orientación media de la pendiente en grados*

| <b>LOCALIDAD</b> | <b>NUM_SUELO</b> | <b>Rango en grados</b> | <b>Orientación</b> |
|------------------|------------------|------------------------|--------------------|
| Las Pilas        | SU-55374         | 202.5 - 247.5          | Suroeste           |
| Las Pilas        | SU-55380         | 157.5 - 202.5          | Sur                |
| Las Pilas        | SU-55389         | 202.5 - 247.5          | Suroeste           |
| Las Pilas        | SU-55395         | 337.5 - 360.0          | Norte              |
| Las Pilas        | SU-55406         | 0 - 22.5               | Norte              |

|                        |          |               |          |
|------------------------|----------|---------------|----------|
| Los Naranjos           | SU-55360 | 202.5 - 247.5 | Suroeste |
| Los Naranjos           | SU-55369 | 157.5 - 202.5 | Sur      |
| Los Naranjos           | SU-55404 | 247.5 - 292.5 | Oeste    |
| Mecatlán               | SU-55359 | 202.5 - 247.5 | Suroeste |
| Mecatlán               | SU-55365 | 157.5 - 202.5 | Sur      |
| Mecatlán               | SU-61525 | 247.5 - 292.5 | Oeste    |
| Nactanca Ejido         | SU-55356 | 22.5 - 67.5   | Noreste  |
| Nactanca Ejido         | SU-55370 | 202.5 - 247.5 | Suroeste |
| Nactanca Ejido         | SU-55377 | 67.5 - 112.5  | Este     |
| Nactanca Ejido         | SU-55385 | 157.5 - 202.5 | Sur      |
| Nactanca Ejido         | SU-55413 | 67.5 - 112.5  | Este     |
| Nactanca Grande        | SU-55368 | 157.5 - 202.5 | Sur      |
| Nactanca Grande        | SU-55372 | 157.5 - 202.5 | Sur      |
| Nactanca Grande        | SU-55396 | 337.5 - 360.0 | Norte    |
| Nactanca Grande        | SU-55403 | 67.5 - 112.5  | Este     |
| Nactanca Grande        | SU-55407 | 202.5 - 247.5 | Suroeste |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55363 | 112.5 - 157.5 | Sureste  |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55378 | 157.5 - 202.5 | Sur      |
| San Pedro Itztla       | SU-55358 | 112.5 - 157.5 | Sureste  |
| San Pedro Itztla       | SU-55375 | 157.5 - 202.5 | Sur      |
| San Pedro Itztla       | SU-55381 | 112.5 - 157.5 | Sureste  |
| San Pedro Itztla       | SU-55386 | 67.5 - 112.5  | Este     |
| San Pedro Itztla       | SU-55392 | 247.5 - 292.5 | Oeste    |
| San Pedro Itztla       | SU-55394 | 67.5 - 112.5  | Este     |
| San Pedro Itztla       | SU-55400 | 112.5 - 157.5 | Sureste  |
| San Pedro Itztla       | SU-55401 | 112.5 - 157.5 | Sureste  |
| San Pedro Itztla       | SU-55402 | 202.5 - 247.5 | Suroeste |

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI Modelos digitales de elevación 1:50,000

Se utilizaron los datos de nueve estaciones climatológicas alrededor de la zona de estudio, las cuales se muestran en la Figura 19. Con esta información se generaron los mapas de temperaturas medias anuales normales y precipitación total anual.

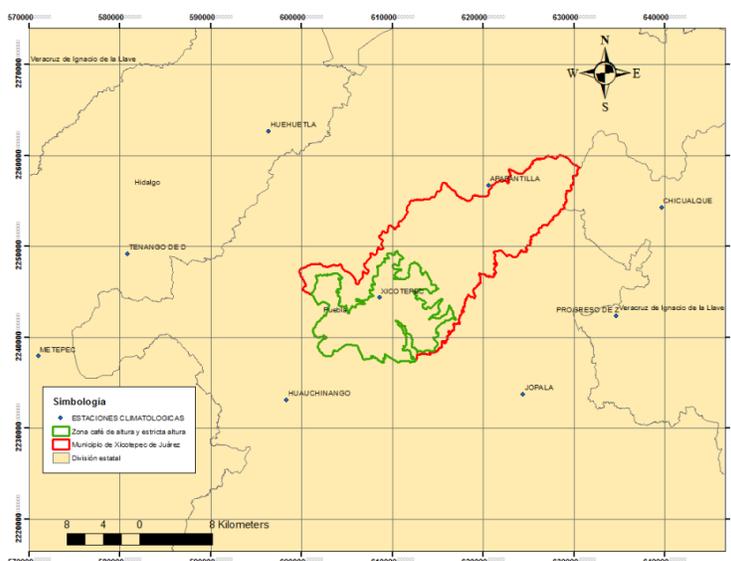


Figura 19. Ubicación de las estaciones climatológicas seleccionadas

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI y del SMN.

Los datos obtenidos se utilizaron en ArcGIS para generar los mapas del continuo de precipitación media anual (método de las isoyetas) y la información extraída para cada parcela (*Tabla 19*).

**Tabla 19. Precipitación anual acumulada normal para cada predio.**

| LOCALIDAD              | NUM_SUELO | Precipitación<br>media anual (mm) |
|------------------------|-----------|-----------------------------------|
| Las Pilas              | SU-55374  | 3234.7                            |
| Las Pilas              | SU-55380  | 3223.4                            |
| Las Pilas              | SU-55389  | 3237.9                            |
| Las Pilas              | SU-55395  | 3106.8                            |
| Las Pilas              | SU-55406  | 3052.5                            |
| Los Naranjos           | SU-55360  | 3251                              |
| Los Naranjos           | SU-55369  | 3129.7                            |
| Los Naranjos           | SU-55404  | 3230.9                            |
| Mecatlán               | SU-55359  | 3215.9                            |
| Mecatlán               | SU-55365  | 3159.3                            |
| Mecatlán               | SU-61525  | 3229.2                            |
| Nactanca Ejido         | SU-55356  | 3134.6                            |
| Nactanca Ejido         | SU-55370  | 3143.5                            |
| Nactanca Ejido         | SU-55377  | 2787.9                            |
| Nactanca Ejido         | SU-55385  | 3225.6                            |
| Nactanca Ejido         | SU-55413  | 3141.7                            |
| Nactanca Grande        | SU-55368  | 3249.2                            |
| Nactanca Grande        | SU-55372  | 3047                              |
| Nactanca Grande        | SU-55396  | 3189.9                            |
| Nactanca Grande        | SU-55403  | 2780.3                            |
| Nactanca Grande        | SU-55407  | 3161.7                            |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55363  | 3229.4                            |
| San Agustín Atlihuacan | SU-55378  | 3065                              |
| San Pedro Itztla       | SU-55358  | 3211.4                            |
| San Pedro Itztla       | SU-55375  | 3134.1                            |
| San Pedro Itztla       | SU-55381  | 3119.5                            |
| San Pedro Itztla       | SU-55386  | 3080.5                            |
| San Pedro Itztla       | SU-55392  | 3237.6                            |
| San Pedro Itztla       | SU-55394  | 3071.2                            |
| San Pedro Itztla       | SU-55400  | 3219.1                            |
| San Pedro Itztla       | SU-55401  | 3221.3                            |
| San Pedro Itztla       | SU-55402  | 3163.1                            |

*Fuente: Elaboración propia con información del SMN, Normales climatológicas 1981-2010.*

Con respecto a los datos de temperatura media anual por parcela, estos se presentan en la *Tabla 20*.

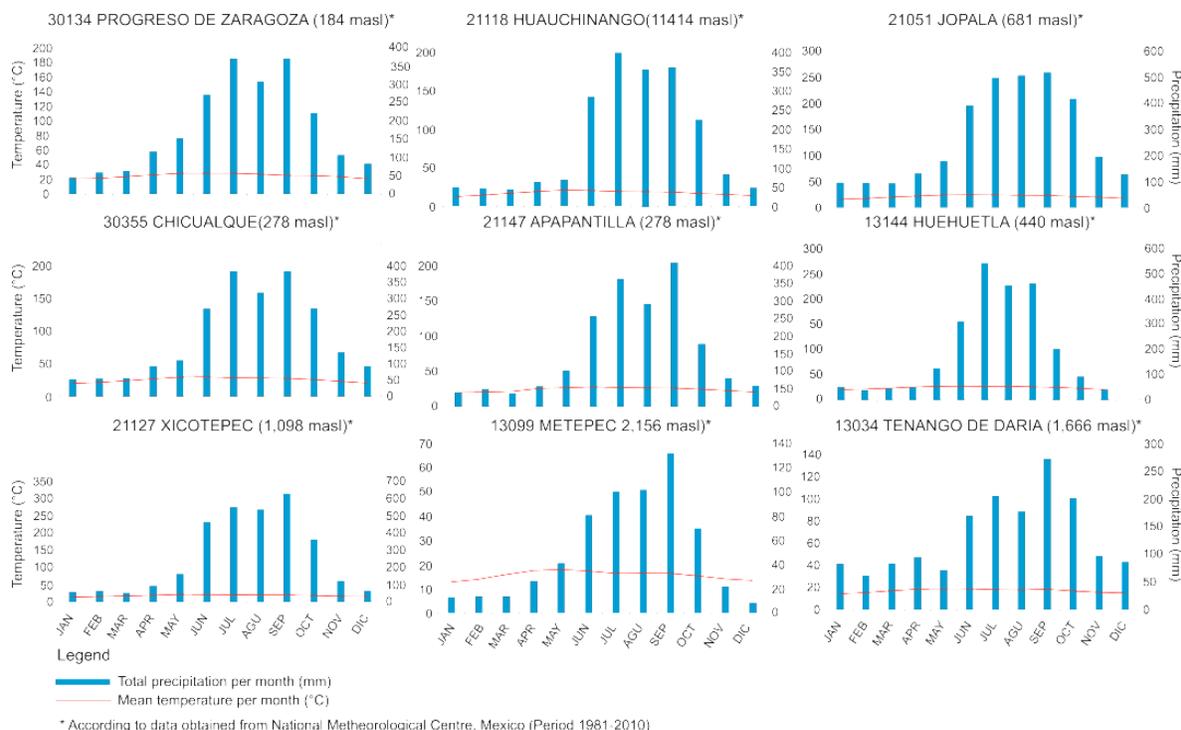
**Tabla 20.** *Temperatura media anual normal para cada predio.*

| <b>LOCALIDAD</b>       | <b>Temperatura media anual<br/>(°C)</b> |
|------------------------|---|
| Las Pilas              | 19.1                                    |
| Las Pilas              | 18.7                                    |
| Las Pilas              | 19.1                                    |
| Las Pilas              | 20                                      |
| Las Pilas              | 19.4                                    |
| Los Naranjos           | 19.7                                    |
| Los Naranjos           | 18.8                                    |
| Los Naranjos           | 20.2                                    |
| Mecatlán               | 20.5                                    |
| Mecatlán               | 21                                      |
| Mecatlán               | 20.3                                    |
| Nactanca Ejido         | 18.3                                    |
| Nactanca Ejido         | 20                                      |
| Nactanca Ejido         | 18.6                                    |
| Nactanca Ejido         | 17.7                                    |
| Nactanca Ejido         | 18.5                                    |
| Nactanca Grande        | 20.3                                    |
| Nactanca Grande        | 19.6                                    |
| Nactanca Grande        | 20.2                                    |
| Nactanca Grande        | 18.4                                    |
| Nactanca Grande        | 20.7                                    |
| San Agustín Atlihuacan | 20.3                                    |
| San Agustín Atlihuacan | 19.9                                    |
| San Pedro Itztla       | 18                                      |
| San Pedro Itztla       | 18.9                                    |
| San Pedro Itztla       | 19.1                                    |
| San Pedro Itztla       | 19.6                                    |
| San Pedro Itztla       | 19.5                                    |
| San Pedro Itztla       | 19.8                                    |
| San Pedro Itztla       | 18.7                                    |
| San Pedro Itztla       | 19.4                                    |
| San Pedro Itztla       | 20.9                                    |

*Fuente: Elaboración propia con información del SMN, Normales climatológicas 1981-2010.*

Con esta información se crearon los climogramas de cada estación que permiten conocer aspectos climáticos en la zona y que se presentan en la Figura 20.

### Climographs for each climate station



**Figura 20. Climogramas**

*Fuente: Elaboración propia con información del SMN, Normales climatológicas 1981-2010.*

Como puede apreciarse en prácticamente todos los climogramas la línea de temperatura media no rebasa las columnas de precipitación acumulada mensual salvo en las estaciones con altitud mayor a 2000 msnm. La época de menor precipitación se da en el invierno con lluvias ocasionales y la temporada de lluvias intensas se da en verano y otoño con altos niveles de humedad con temperatura media entre 18 y 20 °C característicos de un clima templado húmedo.

## ANALISIS DE COMPORTAMIENTO DE VARIABLES EN LAS LOCALIDADES.

### Altitud

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Altitud se muestran en la Tabla 21 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde los 840 msnm para el caso de Los Naranjos hasta los 1,198 msnm para el Ejido Nactanca. Los valores de altitud agrupados por rangos de 100 m nos indican que para el caso de Las Pilas el 60% de los predios están en un rango de 1,100 msnm a 1,200 msnm y el resto varía entre los 900 msnm a los 1,100 msnm. El caso de Los Naranjos presente proporciones similares en la distribución desde los 900 msnm hasta los 1,200 msnm. En el caso de Mecatlán de las Flores las parcelas están entre los 800 msnm a los 900 msnm. En el Ejido Nactanca la altitud predominante están en el rango de los 1,200 - 1,300 msnm y una quinta parte se localiza en 900 – 1,100 msnm. Nactanca Grande se tiene por el contrario el 80% de las parcelas entre 800 – 1,100 msnm, mientras que las de San Agustín Atlihuacan se localizan en su totalidad entre 900 msnm y 1,000 msnm. San Pedro Itztla tiene la mayor variación encontrándose parcelas en todos los rangos incluyendo aquel mayor los 1,300 msnm.

**Tabla 21. Tabla de contingencia para rangos altitudinales**

|                          |                               | RANGO ALTITUDINAL |                |                  |                  |                  |          | Total  |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|----------|--------|
|                          |                               | 800-900<br>m      | 900-1,000<br>m | 1,000-1,100<br>m | 1,100-1,200<br>m | 1,200-1,300<br>m | >1,300 m |        |
| LAS PILAS                | % dentro de LOCALIDAD         |                   | 20.0%          | 20.0%            | 60.0%            |                  |          | 100.0% |
|                          | % dentro de RANGO ALTITUDINAL |                   | 12.5%          | 16.7%            | 50.0%            |                  |          | 15.6%  |
| LOS NARANJOS             | % dentro de LOCALIDAD         |                   | 33.3%          | 33.3%            | 33.3%            |                  |          | 100.0% |
|                          | % dentro de RANGO ALTITUDINAL |                   | 12.5%          | 16.7%            | 16.7%            |                  |          | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F        | % dentro de LOCALIDAD         | 100.0%            |                |                  |                  |                  |          | 100.0% |
|                          | % dentro de RANGO ALTITUDINAL | 50.0%             |                |                  |                  |                  |          | 9.4%   |
| LOCALIDAD EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD         |                   | 20.0%          |                  |                  | 80.0%            |          | 100.0% |
|                          | % dentro de RANGO ALTITUDINAL |                   | 12.5%          |                  |                  | 80.0%            |          | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE          | % dentro de LOCALIDAD         | 40.0%             | 20.0%          | 20.0%            |                  | 20.0%            |          | 100.0% |
|                          | % dentro de RANGO ALTITUDINAL | 33.3%             | 12.5%          | 16.7%            |                  | 20.0%            |          | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A            | % dentro de LOCALIDAD         |                   | 100.0%         |                  |                  |                  |          | 100.0% |
|                          | % dentro de RANGO ALTITUDINAL |                   | 25.0%          |                  |                  |                  |          | 6.2%   |
| SAN PEDRO I              | % dentro de LOCALIDAD         | 11.1%             | 22.2%          | 33.3%            | 22.2%            |                  | 11.1%    | 100.0% |
|                          | % dentro de RANGO ALTITUDINAL | 16.7%             | 25.0%          | 50.0%            | 33.3%            |                  | 100.0%   | 28.1%  |
| Total                    | % dentro de LOCALIDAD         | 18.8%             | 25.0%          | 18.8%            | 18.8%            | 15.6%            | 3.1%     | 100.0% |
|                          | % dentro de RANGO ALTITUDINAL | 100.0%            | 100.0%         | 100.0%           | 100.0%           | 100.0%           | 100.0%   | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

### Temperatura media anual

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Temperatura media anual se muestran en la Tabla 22 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde los 18.6°C en el Ejido Nactanca hasta los 20.61°C para Los Naranjos. Los valores de temperatura media anual agrupados por rangos de 1°C nos indican que para el caso de Las Pilas el 60% de los predios están en un rango de 19°C y el resto varía entre hacia arriba y hacia abajo en 1°C. El caso de Los Naranjos presente proporciones similares en la distribución desde los 18°C hasta los 20°C. En el caso de Mecatlán de las Flores las parcelas están en los niveles más altos ubicándose 2/3 en los 20°C y el resto hasta los 21°C. En el Ejido Nactanca la temperatura predominante están en el rango de los 18°C con variaciones en 20% de las muestras en 1°C hacia arriba y hacia abajo. Nactanca Grande se tiene por el contrario el 60% de las parcelas en los 20°C y el resto repartido proporcionalmente entre 18°C y 19°C, mientras que las de San Agustín Atlihuacán se localizan en partes iguales entre los 19°C y 20°C. San Pedro Itztla tiene la mayor variación aunque más de la mitad se ubican en los 19°C sin llegar a los 21°C.

**Tabla 22. Tabla de contingencia para temperatura media anual**

|                          |                                  |  | Rango de temperatura |        |        |        |        | Total  |
|--------------------------|----------------------------------|--|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                          |                                  |  | 17°C                 | 18°C   | 19°C   | 20°C   | 21°C   |        |
| LAS PILAS                | % dentro de LOCALIDAD            |  |                      | 20.0%  | 60.0%  | 20.0%  |        | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de temperatura |  |                      | 12.5%  | 25.0%  | 11.1%  |        | 15.6%  |
| LOS NARANJOS             | % dentro de LOCALIDAD            |  |                      | 33.3%  | 33.3%  | 33.3%  |        | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de temperatura |  |                      | 12.5%  | 8.3%   | 11.1%  |        | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F        | % dentro de LOCALIDAD            |  |                      |        | 66.7%  | 33.3%  |        | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de temperatura |  |                      |        | 22.2%  | 100.0% |        | 9.4%   |
| LOCALIDAD EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD            |  | 20.0%                | 60.0%  | 20.0%  |        |        | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de temperatura |  | 50.0%                | 37.5%  | 8.3%   |        |        | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE          | % dentro de LOCALIDAD            |  |                      | 20.0%  | 20.0%  | 60.0%  |        | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de temperatura |  |                      | 12.5%  | 8.3%   | 33.3%  |        | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A            | % dentro de LOCALIDAD            |  |                      |        | 50.0%  | 50.0%  |        | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de temperatura |  |                      |        | 8.3%   | 11.1%  |        | 6.2%   |
| SAN PEDRO I              | % dentro de LOCALIDAD            |  | 11.1%                | 22.2%  | 55.6%  | 11.1%  |        | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de temperatura |  | 50.0%                | 25.0%  | 41.7%  | 11.1%  |        | 28.1%  |
| Total                    | % dentro de LOCALIDAD            |  | 6.2%                 | 25.0%  | 37.5%  | 28.1%  | 3.1%   | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de temperatura |  | 100.0%               | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

### Precipitación anual acumulada

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Precipitación Anual Acumulada se muestran en la Tabla 23 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde los 3,085 mm en Nactanca Grande hasta los 3,203 mm en Los Naranjos. Los valores de altitud agrupados por rangos de 100 mm nos indican que para el caso de Las Pilas el 60% de los predios están en un rango de 3200-3300 mm y el resto varía entre los 3000 los 3200 mm. El caso de Los Naranjos presente 2/3 de los predios con el rango máximo de precipitación y el resto en el rango inferior siguiente, siendo el mismo caso para Mecatlán de las Flores. En el Ejido Nactanca la temperatura con más predios corresponde al rango de los 3100-3200 mm y llega a los 3300 mm con una parte en el rango más bajo. En Nactanca Grande se tiene que el 40% se ubica entre 3100-3200 mm con el resto repartido proporcionalmente en los demás rangos, mientras que las de San Agustí Atlihuacan se localizan en el rango medio bajo y en el alto por partes iguales. San Pedro Itztla tiene el 40 % en el rango superior y el resto se reparte entre los dos rangos inferiores siguientes.

**Tabla 23. Tabla de contingencia para precipitación acumulada anual**

|                          |                                    |        | Rango de precipitación |           |           |           | Total |
|--------------------------|------------------------------------|--------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|
|                          |                                    |        | 2700-2800              | 3000-3100 | 3100-3200 | 3200-3300 |       |
| LAS PILAS                | % dentro de LOCALIDAD              |        | 20.0%                  | 20.0%     | 60.0%     | 100.0%    |       |
|                          | % dentro de Rango de precipitación |        | 20.0%                  | 9.1%      | 21.4%     | 15.6%     |       |
| LOS NARANJOS             | % dentro de LOCALIDAD              |        |                        | 33.3%     | 66.7%     | 100.0%    |       |
|                          | % dentro de Rango de precipitación |        |                        | 9.1%      | 14.3%     | 9.4%      |       |
| MECATLAN DE LAS F        | % dentro de LOCALIDAD              |        |                        | 33.3%     | 66.7%     | 100.0%    |       |
|                          | % dentro de Rango de precipitación |        |                        | 9.1%      | 14.3%     | 9.4%      |       |
| LOCALIDAD EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD              | 20.0%  |                        | 60.0%     | 20.0%     | 100.0%    |       |
|                          | % dentro de Rango de precipitación | 50.0%  |                        | 27.3%     | 7.1%      | 15.6%     |       |
| NACTANCA GRANDE          | % dentro de LOCALIDAD              | 20.0%  | 20.0%                  | 40.0%     | 20.0%     | 100.0%    |       |
|                          | % dentro de Rango de precipitación | 50.0%  | 20.0%                  | 18.2%     | 7.1%      | 15.6%     |       |
| SAN AGUSTIN A            | % dentro de LOCALIDAD              |        | 50.0%                  |           | 50.0%     | 100.0%    |       |
|                          | % dentro de Rango de precipitación |        | 20.0%                  |           | 7.1%      | 6.2%      |       |
| SAN PEDRO I              | % dentro de LOCALIDAD              |        | 22.2%                  | 33.3%     | 44.4%     | 100.0%    |       |
|                          | % dentro de Rango de precipitación |        | 40.0%                  | 27.3%     | 28.6%     | 28.1%     |       |
| Total                    | % dentro de LOCALIDAD              | 6.2%   | 15.6%                  | 34.4%     | 43.8%     | 100.0%    |       |
|                          | % dentro de Rango de precipitación | 100.0% | 100.0%                 | 100.0%    | 100.0%    | 100.0%    |       |

Fuente: Elaboración propia.

## Pendiente

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Pendiente (medida en %) se muestran en la Tabla 24 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde el 36% hasta casi el 60% lo que nos indica en general condiciones de pendientes muy inclinadas hasta escarpadas. Los valores de pendiente agrupados por rangos que definen niveles que en la actividad agrícola de manera cualitativa se denominan inclinados (15-20%), muy inclinados (20-50%) y escarpados (>50%) indican que para el caso de Las Pilas la mayor parte de las muestras se ubican en terrenos muy inclinados y escarpados. El caso de Los Naranjos presente únicamente estos dos rangos altos con predominancia de pendientes muy inclinadas, lo mismo que en Mecatlán de las Flores y el Ejido Nactanca. Para Nactanca Grande la situación es aún más fuerte al presentarse la mayoría de las muestras en terrenos escarpados, mientras que en San Agustí Atlihuacan se localizan en su totalidad entre 20% y 50% y en San Pedro Itztla casi el 90% corresponde a terrenos muy inclinados y el resto en condiciones de escarpados.

**Tabla 24. Tabla de contingencia par rangos de pendiente**

|                          |                                |  | Rango de pendiente |         |        | Total  |
|--------------------------|--------------------------------|--|--------------------|---------|--------|--------|
|                          |                                |  | 15%-20%            | 20%-50% | >50%   |        |
| LAS PILAS                | % dentro de LOCALIDAD          |  | 20.0%              | 40.0%   | 40.0%  | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de pendiente |  | 100.0%             | 9.5%    | 20.0%  | 15.6%  |
| LOS NARANJOS             | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 66.7%   | 33.3%  | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de pendiente |  |                    | 9.5%    | 10.0%  | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F        | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 66.7%   | 33.3%  | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de pendiente |  |                    | 9.5%    | 10.0%  | 9.4%   |
| LOCALIDAD EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 60.0%   | 40.0%  | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de pendiente |  |                    | 14.3%   | 20.0%  | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE          | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 40.0%   | 60.0%  | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de pendiente |  |                    | 9.5%    | 30.0%  | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A            | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 100.0%  |        | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de pendiente |  |                    | 9.5%    |        | 6.2%   |
| SAN PEDRO I              | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 88.9%   | 11.1%  | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de pendiente |  |                    | 38.1%   | 10.0%  | 28.1%  |
| Total                    | % dentro de LOCALIDAD          |  | 3.1%               | 65.6%   | 31.2%  | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango de pendiente |  | 100.0%             | 100.0%  | 100.0% | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

## Fertilidad del suelo

Para este caso se seleccionaron los parámetros de conductividad hidráulica, materia orgánica, fósforo, calcio y nitrógeno (como nitrato) y el pH.

### Conductividad hidráulica

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Conductividad Hidráulica se muestran en la Tabla 25 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde 1 cm/h hasta 2.5 cm/h. Los valores de conductividad hidráulica agrupados por rangos que definen su calidad desde un punto de vista cualitativo muestran que para el caso de Las Pilas la variable se encuentra en su mayoría en niveles muy bajos con un 20 en niveles medios. El caso de Los Naranjos presenta básicamente niveles bajos y muy bajos. En el caso de Mecatlán de las Flores se presentan niveles de bajos a muy bajos y moderadamente altos, mientras que en el Ejido Nactanca los niveles varían principalmente entre bajos y muy bajos. Para Nactanca Grande se tiene que las muestras se reparten sobre la mayoría de los rangos con la mayor proporción en nivel bajo, mientras que las de San Agustí Atlihuacan se localizan en niveles bajos y muy bajos. San Pedro Itztla tiene casi el 90 % en niveles moderadamente bajos y el resto en niveles muy bajos. Nótese que no existen muestras que lleguen a niveles altos o muy altos.

**Tabla 25. Tabla de contingencia para conductividad hidráulica**

|           |                   |                                 | CONDIUCTIVIDAD HIDR |        |           |        |           | Total  |
|-----------|-------------------|---------------------------------|---------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|           |                   |                                 | MUY BAJO            | BAJO   | MOD. BAJO | MEDIO  | MOD. ALTO |        |
| LOCALIDAD | LAS PILAS         | % dentro de LOCALIDAD           | 60.0%               | 20.0%  |           | 20.0%  |           | 100.0% |
|           |                   | % dentro de CONDIUCTIVIDAD HIDR | 30.0%               | 11.1%  |           | 50.0%  |           | 15.6%  |
|           | LOS NARANJOS      | % dentro de LOCALIDAD           | 33.3%               | 66.7%  |           |        |           | 100.0% |
|           |                   | % dentro de CONDIUCTIVIDAD HIDR | 10.0%               | 22.2%  |           |        |           | 9.4%   |
|           | MECATLAN DE LAS F | % dentro de LOCALIDAD           | 33.3%               | 33.3%  |           |        | 33.3%     | 100.0% |
|           |                   | % dentro de CONDIUCTIVIDAD HIDR | 10.0%               | 11.1%  |           |        | 50.0%     | 9.4%   |
|           | EJIDO NACTANCA    | % dentro de LOCALIDAD           | 40.0%               | 40.0%  |           | 20.0%  |           | 100.0% |
|           |                   | % dentro de CONDIUCTIVIDAD HIDR | 20.0%               | 22.2%  |           | 50.0%  |           | 15.6%  |
|           | NACTANCA GRANDE   | % dentro de LOCALIDAD           | 20.0%               | 40.0%  | 20.0%     |        | 20.0%     | 100.0% |
|           |                   | % dentro de CONDIUCTIVIDAD HIDR | 10.0%               | 22.2%  | 11.1%     |        | 50.0%     | 15.6%  |
|           | SAN AGUSTIN A     | % dentro de LOCALIDAD           | 50.0%               | 50.0%  |           |        |           | 100.0% |
|           |                   | % dentro de CONDIUCTIVIDAD HIDR | 10.0%               | 11.1%  |           |        |           | 6.2%   |
|           | SAN PEDRO I       | % dentro de LOCALIDAD           | 11.1%               |        | 88.9%     |        |           | 100.0% |
|           |                   | % dentro de CONDIUCTIVIDAD HIDR | 10.0%               |        | 88.9%     |        |           | 28.1%  |
|           | Total             | % dentro de LOCALIDAD           | 31.2%               | 28.1%  | 28.1%     | 6.2%   | 6.2%      | 100.0% |
|           |                   | % dentro de CONDIUCTIVIDAD HIDR | 100.0%              | 100.0% | 100.0%    | 100.0% | 100.0%    | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

## Materia orgánica

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Materia Orgánica se muestran en la Tabla 26 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde 3.54% en Las Pilas hasta 6.7% en el Ejido Nactanca. Los valores de materia orgánica agrupados por rangos que definen su calidad desde un punto de vista cualitativo para la agricultura muestran que para el caso de Las Pilas el 60% de los predios están rangos medio a moderadamente alto con muestras en nivel muy alto. El caso de Los Naranjos los datos se agrupan hacia la parte superior de la escala principalmente en el nivel muy alto, lo mismo que para Mecatlán de las Flores. En el Ejido Nactanca la totalidad de las muestras presentan un nivel muy alto de materia orgánica. Nactanca Grande y San Agustín Atlahuacán muestran niveles altos y muy altos y en San Pedro Itztlá se tiene la mayor variación concentrándose principalmente en nivel muy alto.

**Tabla 26. Tabla de contingencia para contenido de materia orgánica**

|                   |                              |        | MATERIA ORGANICA |           |        |          | Total  |
|-------------------|------------------------------|--------|------------------|-----------|--------|----------|--------|
|                   |                              |        | MEDIO            | MOD. ALTO | ALTO   | MUY ALTO |        |
| LAS PILAS         | % dentro de LOCALIDAD        |        | 20.0%            | 40.0%     |        | 40.0%    | 100.0% |
|                   | % dentro de MATERIA ORGANICA |        | 50.0%            | 100.0%    |        | 10.0%    | 15.6%  |
| LOS NARANJOS      | % dentro de LOCALIDAD        |        |                  | 33.3%     | 66.7%  |          | 100.0% |
|                   | % dentro de MATERIA ORGANICA |        |                  | 12.5%     | 10.0%  |          | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F | % dentro de LOCALIDAD        |        |                  | 33.3%     | 66.7%  |          | 100.0% |
|                   | % dentro de MATERIA ORGANICA |        |                  | 12.5%     | 10.0%  |          | 9.4%   |
| EJIDO NACTANCA    | % dentro de LOCALIDAD        |        |                  |           | 100.0% |          | 100.0% |
|                   | % dentro de MATERIA ORGANICA |        |                  |           | 25.0%  |          | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE   | % dentro de LOCALIDAD        |        |                  | 40.0%     | 60.0%  |          | 100.0% |
|                   | % dentro de MATERIA ORGANICA |        |                  | 25.0%     | 15.0%  |          | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A     | % dentro de LOCALIDAD        |        |                  | 50.0%     | 50.0%  |          | 100.0% |
|                   | % dentro de MATERIA ORGANICA |        |                  | 12.5%     | 5.0%   |          | 6.2%   |
| SAN PEDRO I       | % dentro de LOCALIDAD        | 11.1%  |                  | 33.3%     | 55.6%  |          | 100.0% |
|                   | % dentro de MATERIA ORGANICA | 50.0%  |                  | 37.5%     | 25.0%  |          | 28.1%  |
| Total             | % dentro de LOCALIDAD        | 6.2%   | 6.2%             | 25.0%     | 62.5%  |          | 100.0% |
|                   | % dentro de MATERIA ORGANICA | 100.0% | 100.0%           | 100.0%    | 100.0% |          | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

## Fósforo

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Fósforo se muestran en la Tabla 27 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde 1.22 ppm en San Agustín Atlihuacan hasta 13.44 ppm en Nactanca Grande. Los valores de agrupados por rangos que definen su calidad desde un punto de vista cualitativo para la agricultura muestran que en general se presentan niveles muy bajos y bajos de fósforo siendo en Nactanca Grande y en Las Pilas donde el 20 o más de las muestras están en niveles moderadamente bajo o moderadamente alto. Nótese que no llegan en ningún caso a niveles alto y muy alto además de no existir muestras con un nivel medio.

**Tabla 27. Tabla de contingencia para concentración de fósforo**

|                   |                            | FOSFORO (BRAY) |        |           |           | Total  |
|-------------------|----------------------------|----------------|--------|-----------|-----------|--------|
|                   |                            | MUY BAJO       | BAJO   | MOD. BAJO | MOD. ALTO |        |
| LAS PILAS         | % dentro de LOCALIDAD      | 60.0%          |        | 40.0%     |           | 100.0% |
|                   | % dentro de FOSFORO (BRAY) | 13.0%          |        | 66.7%     |           | 15.6%  |
| LOS NARANJOS      | % dentro de LOCALIDAD      | 33.3%          | 66.7%  |           |           | 100.0% |
|                   | % dentro de FOSFORO (BRAY) | 4.3%           | 40.0%  |           |           | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F | % dentro de LOCALIDAD      | 100.0%         |        |           |           | 100.0% |
|                   | % dentro de FOSFORO (BRAY) | 13.0%          |        |           |           | 9.4%   |
| EJIDO NACTANCA    | % dentro de LOCALIDAD      | 100.0%         |        |           |           | 100.0% |
|                   | % dentro de FOSFORO (BRAY) | 21.7%          |        |           |           | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE   | % dentro de LOCALIDAD      | 20.0%          | 40.0%  | 20.0%     | 20.0%     | 100.0% |
|                   | % dentro de FOSFORO (BRAY) | 4.3%           | 40.0%  | 33.3%     | 100.0%    | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A     | % dentro de LOCALIDAD      | 100.0%         |        |           |           | 100.0% |
|                   | % dentro de FOSFORO (BRAY) | 8.7%           |        |           |           | 6.2%   |
| SAN PEDRO I       | % dentro de LOCALIDAD      | 88.9%          | 11.1%  |           |           | 100.0% |
|                   | % dentro de FOSFORO (BRAY) | 34.8%          | 20.0%  |           |           | 28.1%  |
| Total             | % dentro de LOCALIDAD      | 71.9%          | 15.6%  | 9.4%      | 3.1%      | 100.0% |
|                   | % dentro de FOSFORO (BRAY) | 100.0%         | 100.0% | 100.0%    | 100.0%    | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

## Calcio

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Calcio se muestran en la Tabla 28 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde 788 ppm hasta 4239 ppm lo cual indica un rango muy amplio de cambio en la variable. Los valores de Calcio agrupados por rangos que definen su calidad desde un punto de vista cualitativo para la agricultura muestran que en Las Pilas y San Pedro Itztlá se presentan muestras en los extremos desde el nivel muy bajo hasta el muy alto. Los Naranjos concentra las lecturas en niveles de moderadamente alto a alto, mientras que Mecatlán de las Flores y Nactanca Grande se distribuyen principalmente en la zona media de la escala. Se puede apreciar que para el Ejido Nactanca los datos se concentran en la zona baja y que los valores en San Agustín Atlahuacán son en su totalidad de un nivel medio.

**Tabla 28. Tabla de contingencia para concentración de calcio**

|           |                   |                       | CALCIO   |        |           |        |           |        | Total  |          |
|-----------|-------------------|-----------------------|----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|--------|----------|
|           |                   |                       | MUY BAJO | BAJO   | MOD. BAJO | MEDIO  | MOD. ALTO | ALTO   |        | MUY ALTO |
| LOCALIDAD | LAS PILAS         | % dentro de LOCALIDAD | 40.0%    |        |           | 20.0%  |           | 20.0%  | 20.0%  | 100.0%   |
|           |                   | % dentro de CALCIO    | 50.0%    |        |           | 11.1%  |           | 25.0%  | 50.0%  | 15.6%    |
|           | LOS NARANJOS      | % dentro de LOCALIDAD |          |        |           |        | 66.7%     | 33.3%  |        | 100.0%   |
|           |                   | % dentro de CALCIO    |          |        |           |        | 50.0%     | 25.0%  |        | 9.4%     |
|           | MECATLAN DE LAS F | % dentro de LOCALIDAD |          |        | 33.3%     | 33.3%  |           | 33.3%  |        | 100.0%   |
|           |                   | % dentro de CALCIO    |          |        | 14.3%     | 11.1%  |           | 25.0%  |        | 9.4%     |
|           | EJIDO NACTANCA    | % dentro de LOCALIDAD | 40.0%    | 20.0%  | 40.0%     |        |           |        |        | 100.0%   |
|           |                   | % dentro de CALCIO    | 50.0%    | 50.0%  | 28.6%     |        |           |        |        | 15.6%    |
|           | NACTANCA GRANDE   | % dentro de LOCALIDAD |          |        | 40.0%     | 20.0%  | 40.0%     |        |        | 100.0%   |
|           |                   | % dentro de CALCIO    |          |        | 28.6%     | 11.1%  | 50.0%     |        |        | 15.6%    |
|           | SAN AGUSTIN A     | % dentro de LOCALIDAD |          |        |           | 100.0% |           |        |        | 100.0%   |
|           |                   | % dentro de CALCIO    |          |        |           | 22.2%  |           |        |        | 6.2%     |
|           | SAN PEDRO I       | % dentro de LOCALIDAD |          | 11.1%  | 22.2%     | 44.4%  |           | 11.1%  | 11.1%  | 100.0%   |
|           |                   | % dentro de CALCIO    |          | 50.0%  | 28.6%     | 44.4%  |           | 25.0%  | 50.0%  | 28.1%    |
|           | Total             | % dentro de LOCALIDAD | 12.5%    | 6.2%   | 21.9%     | 28.1%  | 12.5%     | 12.5%  | 6.2%   | 100.0%   |
|           |                   | % dentro de CALCIO    | 100.0%   | 100.0% | 100.0%    | 100.0% | 100.0%    | 100.0% | 100.0% | 100.0%   |

Fuente: Elaboración propia.

## Nitrógeno

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Nitrógeno (como  $\text{NO}_3$ ) se muestran en la Tabla 29 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde 20.97 ppm en Las Pilas hasta 38.00 ppm en Nactanca Grande. Los valores de  $\text{NO}_3$  agrupados por rangos que definen su calidad desde un punto de vista cualitativo para la agricultura muestran que en general las muestras se varían entre los niveles moderadamente bajo hasta alto, sin existir los niveles bajo o muy bajo y muy alto. Para el caso de Las Pilas y San Pedro Itztla las muestras se agrupan en los niveles centrales y en Los Naranjos alcanza también las lecturas de moderadamente bajo. En el Ejido Nactanca predomina el nivel medio con una tendencia hacia los niveles altos. En Nactanca Grande se tiene que el 80% de las parcelas tienen niveles altos de  $\text{NO}_3$  y el resto en muy alto, mientras que las de San Agustín Atlahuacán se localizan en niveles medio y muy alto.

**Tabla 29. Tabla de contingencia para concentración de nitrógeno (como  $\text{NO}_3$ )**

|                          |                       |  | Tabla de contingencia |        |           |        | Total  |
|--------------------------|-----------------------|--|-----------------------|--------|-----------|--------|--------|
|                          |                       |  | NITRATOS              |        |           |        |        |
|                          |                       |  | MOD. BAJO             | MEDIO  | MOD. ALTO | ALTO   |        |
| LAS PILAS                | % dentro de LOCALIDAD |  |                       | 40.0%  | 60.0%     |        | 100.0% |
|                          | % dentro de NITRATOS  |  |                       | 18.2%  | 17.6%     |        | 15.6%  |
| LOS NARANJOS             | % dentro de LOCALIDAD |  | 33.3%                 | 33.3%  | 33.3%     |        | 100.0% |
|                          | % dentro de NITRATOS  |  | 100.0%                | 9.1%   | 5.9%      |        | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F        | % dentro de LOCALIDAD |  |                       |        | 100.0%    |        | 100.0% |
|                          | % dentro de NITRATOS  |  |                       |        | 17.6%     |        | 9.4%   |
| LOCALIDAD EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD |  |                       | 60.0%  | 20.0%     | 20.0%  | 100.0% |
|                          | % dentro de NITRATOS  |  |                       | 27.3%  | 5.9%      | 33.3%  | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE          | % dentro de LOCALIDAD |  |                       |        | 80.0%     | 20.0%  | 100.0% |
|                          | % dentro de NITRATOS  |  |                       |        | 23.5%     | 33.3%  | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A            | % dentro de LOCALIDAD |  |                       | 50.0%  |           | 50.0%  | 100.0% |
|                          | % dentro de NITRATOS  |  |                       | 9.1%   |           | 33.3%  | 6.2%   |
| SAN PEDRO I              | % dentro de LOCALIDAD |  |                       | 44.4%  | 55.6%     |        | 100.0% |
|                          | % dentro de NITRATOS  |  |                       | 36.4%  | 29.4%     |        | 28.1%  |
| Total                    | % dentro de LOCALIDAD |  | 3.1%                  | 34.4%  | 53.1%     | 9.4%   | 100.0% |
|                          | % dentro de NITRATOS  |  | 100.0%                | 100.0% | 100.0%    | 100.0% | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

### Potencial de hidrógeno (pH) como acidez

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable pH se muestran en la Tabla 30 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde 4.7 en el Ejido Nactanca hasta 6.0 en San Agustín Atlihuacan. Los valores de pH agrupados por rangos que definen su calidad desde un punto de vista cualitativo para la agricultura muestran que para el caso de Las Pilas los valores se ubican en algún nivel de acidez mientras que en Los Naranjos son principalmente del tipo moderadamente ácido. En Mecatlán de las Flores la variación se da desde ácido a neutro y en el Ejido Nactanca son principalmente de tipo ácido. Para Nactanca Grande no se observa una tendencia definida y se tienen niveles de ácido, neutro y alcalino. Los valores en San Agustín Atlihuacan se localizan entre moderadamente ácido y neutro y en San Pedro Itztla se tiene principalmente un valor de ácido.

**Tabla 30. Tabla de contingencia para niveles de pH**

|                          |                       | pH        |        |            |        |          | Total  |
|--------------------------|-----------------------|-----------|--------|------------|--------|----------|--------|
|                          |                       | MUY ACIDO | ACIDO  | MOD. ACIDO | NEUTRO | ALCALINO |        |
| LAS PILAS                | % dentro de LOCALIDAD | 20.0%     | 40.0%  | 40.0%      |        |          | 100.0% |
|                          | % dentro de pH        | 50.0%     | 11.8%  | 28.6%      |        |          | 15.6%  |
| LOS NARANJOS             | % dentro de LOCALIDAD |           |        | 66.7%      |        | 33.3%    | 100.0% |
|                          | % dentro de pH        |           |        | 28.6%      |        | 50.0%    | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F        | % dentro de LOCALIDAD |           | 33.3%  | 33.3%      | 33.3%  |          | 100.0% |
|                          | % dentro de pH        |           | 5.9%   | 14.3%      | 25.0%  |          | 9.4%   |
| LOCALIDAD EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD | 20.0%     | 80.0%  |            |        |          | 100.0% |
|                          | % dentro de pH        | 50.0%     | 23.5%  |            |        |          | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE          | % dentro de LOCALIDAD |           | 40.0%  |            | 40.0%  | 20.0%    | 100.0% |
|                          | % dentro de pH        |           | 11.8%  |            | 50.0%  | 50.0%    | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A            | % dentro de LOCALIDAD |           |        | 50.0%      | 50.0%  |          | 100.0% |
|                          | % dentro de pH        |           |        | 14.3%      | 25.0%  |          | 6.2%   |
| SAN PEDRO I              | % dentro de LOCALIDAD |           | 88.9%  | 11.1%      |        |          | 100.0% |
|                          | % dentro de pH        |           | 47.1%  | 14.3%      |        |          | 28.1%  |
| Total                    | % dentro de LOCALIDAD | 6.2%      | 53.1%  | 21.9%      | 12.5%  | 6.2%     | 100.0% |
|                          | % dentro de pH        | 100.0%    | 100.0% | 100.0%     | 100.0% | 100.0%   | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

## Vegetación

## Número de herbáceas

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Número de herbáceas se muestran en la Tabla 31 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde los 78 individuos hasta los 97 individuos. Los valores agrupados por rangos de 25 individuos nos indican que para el caso de Las Pilas la mayoría se ubica en el rango de 50-75 individuos con presencia en los 3 rangos, mientras que la distribución en Los Naranjos es la misma para todos los rangos. El caso de Mecatlán de las Flores así como el de San Agustín Atlihuacan centran la totalidad de sus muestras en el rango medio, mientras que San Pedro Itztla, Nactanca Grande y Ejido Nactanca.

**Tabla 31. Tabla de contingencia para presencia de herbáceas**

|                             |                                |  | Rango de herbáceas |        |         | Total  |
|-----------------------------|--------------------------------|--|--------------------|--------|---------|--------|
|                             |                                |  | 25-50              | 50-75  | 100-125 |        |
| LAS PILAS                   | % dentro de LOCALIDAD          |  | 20.0%              | 60.0%  | 20.0%   | 100.0% |
|                             | % dentro de Rango de herbáceas |  | 50.0%              | 14.3%  | 11.1%   | 15.6%  |
| LOS NARANJOS                | % dentro de LOCALIDAD          |  | 33.3%              | 33.3%  | 33.3%   | 100.0% |
|                             | % dentro de Rango de herbáceas |  | 50.0%              | 4.8%   | 11.1%   | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F           | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 100.0% |         | 100.0% |
|                             | % dentro de Rango de herbáceas |  |                    | 14.3%  |         | 9.4%   |
| LOCALIDAD<br>EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 60.0%  | 40.0%   | 100.0% |
|                             | % dentro de Rango de herbáceas |  |                    | 14.3%  | 22.2%   | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE             | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 60.0%  | 40.0%   | 100.0% |
|                             | % dentro de Rango de herbáceas |  |                    | 14.3%  | 22.2%   | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A               | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 100.0% |         | 100.0% |
|                             | % dentro de Rango de herbáceas |  |                    | 9.5%   |         | 6.2%   |
| SAN PEDRO I                 | % dentro de LOCALIDAD          |  |                    | 66.7%  | 33.3%   | 100.0% |
|                             | % dentro de Rango de herbáceas |  |                    | 28.6%  | 33.3%   | 28.1%  |
| Total                       | % dentro de LOCALIDAD          |  | 6.2%               | 65.6%  | 28.1%   | 100.0% |
|                             | % dentro de Rango de herbáceas |  | 100.0%             | 100.0% | 100.0%  | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

## Número de arbustivas

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Número de arbustivas se muestran en la Tabla 32 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde 153 individuos en Las Pilas hasta 225 en Los Naranjos. Los valores de agrupados por rangos de 25 individuos nos indican que para el caso de Las Pilas el 60 % se ubica en los tres primeros rangos y el resto en el de 200-225. El caso de Los Naranjos se ubica la mayor parte en el rango de 225-250. En el caso de Mecatlán de las Flores las parcelas principalmente valores entre 175-200. En el Ejido Nactanca su ubican las mayores concentraciones en el rango de 175-200 con un continuo hacia los rangos mayores, mientras que en Nactanca Grande 40 se ubica en el rango de 225-250 y el resto se reparte desde los límites de 150 a 225. Para San Agustín Atlahuacan los valores son dispares y en el caso de San Pedro Itztla se concentran en la zona de 175 a 225 individuos.

**Tabla 32. Tabla de contingencia para presencia de arbustivas**

|           |                   |                                 | Rango de arbustivas |         |         |         |         |         | Total  |         |         |
|-----------|-------------------|---------------------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
|           |                   |                                 | 50-75               | 100-125 | 125-150 | 150-175 | 175-200 | 200-225 |        | 225-250 | 250-275 |
| LOCALIDAD | LAS PILAS         | % dentro de LOCALIDAD           | 20.0%               | 20.0%   | 20.0%   |         |         | 40.0%   |        | 100.0%  |         |
|           |                   | % dentro de Rango de arbustivas | 100.0%              | 50.0%   | 50.0%   |         |         | 28.6%   |        | 15.6%   |         |
|           | LOS NARANJOS      | % dentro de LOCALIDAD           |                     |         | 33.3%   |         |         |         | 66.7%  | 100.0%  |         |
|           |                   | % dentro de Rango de arbustivas |                     |         | 50.0%   |         |         |         | 33.3%  | 9.4%    |         |
|           | MECATLAN DE LAS F | % dentro de LOCALIDAD           |                     |         |         |         | 66.7%   |         | 33.3%  | 100.0%  |         |
|           |                   | % dentro de Rango de arbustivas |                     |         |         |         | 20.0%   |         | 16.7%  | 9.4%    |         |
|           | EJIDO NACTANCA    | % dentro de LOCALIDAD           |                     |         |         |         | 40.0%   | 20.0%   | 20.0%  | 20.0%   | 100.0%  |
|           |                   | % dentro de Rango de arbustivas |                     |         |         |         | 20.0%   | 14.3%   | 16.7%  | 33.3%   | 15.6%   |
|           | NACTANCA GRANDE   | % dentro de LOCALIDAD           |                     |         |         | 20.0%   | 20.0%   | 20.0%   | 40.0%  | 100.0%  |         |
|           |                   | % dentro de Rango de arbustivas |                     |         |         | 100.0%  | 10.0%   | 14.3%   | 33.3%  | 15.6%   |         |
|           | SAN AGUSTIN A     | % dentro de LOCALIDAD           |                     | 50.0%   |         |         |         | 50.0%   |        | 100.0%  |         |
|           |                   | % dentro de Rango de arbustivas |                     | 50.0%   |         |         |         | 14.3%   |        | 6.2%    |         |
|           | SAN PEDRO I       | % dentro de LOCALIDAD           |                     |         |         |         | 55.6%   | 22.2%   |        | 22.2%   | 100.0%  |
|           |                   | % dentro de Rango de arbustivas |                     |         |         |         | 50.0%   | 28.6%   |        | 66.7%   | 28.1%   |
|           | Total             | % dentro de LOCALIDAD           | 3.1%                | 6.2%    | 6.2%    | 3.1%    | 31.2%   | 21.9%   | 18.8%  | 9.4%    | 100.0%  |
|           |                   | % dentro de Rango de arbustivas | 100.0%              | 100.0%  | 100.0%  | 100.0%  | 100.0%  | 100.0%  | 100.0% | 100.0%  | 100.0%  |

Fuente: Elaboración propia.

## Número de arbóreas

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Número de Arbóreas se muestran en la Tabla 33 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde los 6.5 individuos en Los Naranjos hasta 12.7 en Mecatlán de las Flores. Los valores de agrupados por rangos de 5 individuos nos indican que para el caso de Las Pilas el 60% se ubican entre 11-15 individuos por cada 1000 m<sup>2</sup> y en general van desde 6 hasta 20 individuos por m<sup>2</sup>. San Agustín y Los Naranjos concentran sus datos en el rango medio de 6-10 individuos mientras que Mecatlán de las Flores lo hace en el de 11-15. En el Ejido Nactanca el número de árboles por cada 1000 m<sup>2</sup> se reparte en todos los rangos donde se marca existencia de estos y principalmente en el de 11-15, mientras que en San Pedro Itztla existen datos en todos los rangos e incluso muestras sin existencia de individuos arbóreos.

**Tabla 33. Tabla de contingencia para presencia de arbóreas**

|                          |                            |        | Rango arbóreas |        |        |        |       | Total  |
|--------------------------|----------------------------|--------|----------------|--------|--------|--------|-------|--------|
|                          |                            |        | 0              | 1-5    | 6-10   | 11-15  | 16-20 |        |
| LAS PILAS                | % dentro de LOCALIDAD      |        |                |        | 20.0%  | 60.0%  | 20.0% | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango arbóreas |        |                | 8.3%   | 25.0%  | 33.3%  |       | 15.6%  |
| LOS NARANJOS             | % dentro de LOCALIDAD      |        |                | 100.0% |        |        |       | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango arbóreas |        |                | 25.0%  |        |        |       | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F        | % dentro de LOCALIDAD      |        |                |        | 100.0% |        |       | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango arbóreas |        |                |        | 25.0%  |        |       | 9.4%   |
| LOCALIDAD EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD      |        | 20.0%          | 20.0%  | 40.0%  | 20.0%  |       | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango arbóreas |        | 25.0%          | 8.3%   | 16.7%  | 33.3%  |       | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE          | % dentro de LOCALIDAD      |        |                | 60.0%  | 40.0%  |        |       | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango arbóreas |        |                | 25.0%  | 16.7%  |        |       | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A            | % dentro de LOCALIDAD      |        |                | 100.0% |        |        |       | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango arbóreas |        |                | 16.7%  |        |        |       | 6.2%   |
| SAN PEDRO I              | % dentro de LOCALIDAD      | 11.1%  | 33.3%          | 22.2%  | 22.2%  | 11.1%  |       | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango arbóreas | 100.0% | 75.0%          | 16.7%  | 16.7%  | 33.3%  |       | 28.1%  |
| Total                    | % dentro de LOCALIDAD      | 3.1%   | 12.5%          | 37.5%  | 37.5%  | 9.4%   |       | 100.0% |
|                          | % dentro de Rango arbóreas | 100.0% | 100.0%         | 100.0% | 100.0% | 100.0% |       | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

## Diagnóstico de las muestras de café

### Rendimiento de café pergamino

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Rendimiento de Café Pergamino se muestran en la Tabla 34 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde los 55.4 Kg/QQ (Kilogramos de café oro por quintal de café pergamino) en Mecatlán de las Flores hasta 57.38 Kg/QQ en Nactanca Grande. Los valores de rendimiento son agrupados como adecuados y excedidos (el rendimiento no debe ser mayor a 57.5 Kg/QQ). Los resultados indican que la mayoría de localidades se encuentra en rendimiento por debajo de los 57.5 Kg/QQ y solo se observa que en Nactanca grande existen valores sobre el nivel mencionado.

**Tabla 34. Tabla de contingencia para rendimiento de café pergamino**

|           |                   |                               | RENDIMIENTO KG_QQ |          | Total  |
|-----------|-------------------|-------------------------------|-------------------|----------|--------|
|           |                   |                               | ADECUADO          | EXCEDIDO |        |
| LOCALIDAD | LAS PILAS         | % dentro de LOCALIDAD         | 100.0%            |          | 100.0% |
|           |                   | % dentro de RENDIMIENTO KG_QQ | 16.7%             |          | 15.6%  |
| LOCALIDAD | LOS NARANJOS      | % dentro de LOCALIDAD         | 100.0%            |          | 100.0% |
|           |                   | % dentro de RENDIMIENTO KG_QQ | 10.0%             |          | 9.4%   |
| LOCALIDAD | MECATLAN DE LAS F | % dentro de LOCALIDAD         | 100.0%            |          | 100.0% |
|           |                   | % dentro de RENDIMIENTO KG_QQ | 10.0%             |          | 9.4%   |
| LOCALIDAD | EJIDO NACTANCA    | % dentro de LOCALIDAD         | 100.0%            |          | 100.0% |
|           |                   | % dentro de RENDIMIENTO KG_QQ | 16.7%             |          | 15.6%  |
| LOCALIDAD | NACTANCA GRANDE   | % dentro de LOCALIDAD         | 60.0%             | 40.0%    | 100.0% |
|           |                   | % dentro de RENDIMIENTO KG_QQ | 10.0%             | 100.0%   | 15.6%  |
| LOCALIDAD | SAN AGUSTIN A     | % dentro de LOCALIDAD         | 100.0%            |          | 100.0% |
|           |                   | % dentro de RENDIMIENTO KG_QQ | 6.7%              |          | 6.2%   |
| LOCALIDAD | SAN PEDRO I       | % dentro de LOCALIDAD         | 100.0%            |          | 100.0% |
|           |                   | % dentro de RENDIMIENTO KG_QQ | 30.0%             |          | 28.1%  |
| Total     |                   | % dentro de LOCALIDAD         | 93.8%             | 6.2%     | 100.0% |
|           |                   | % dentro de RENDIMIENTO KG_QQ | 100.0%            | 100.0%   | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

### Puntaje en catación de especialidad

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Puntaje correspondiente a la calificación numérica otorgada en el diagnóstico siguiendo el protocolo de la SCAA (Specialty Coffee Association of America) se muestran en la Tabla 35 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde una puntuación de 78.47 en Nactanca Grande hasta 83.96 en el Ejido Nactanca. Los valores de agrupados por rangos de acuerdo al grado de calidad (la agrupación por puntaje para grados de calidad es: menor a 68 puntos sin grado; 69 a 73 “bueno”; 74-79 “muy bueno”; 80-84 “excelente”; 85-89 “excelente superior”; 90 a 94 “extraordinario y; 95 a 100 “extraordinario único”. Lo anterior basado en la norma mexicana NMX-F-195-SCFI-2016) se observa que casi todas las localidades tienen grados de café de “muy bueno” a “excelente”. En el caso del Ejido Nactanca se aprecia que la mayoría de las muestras lograron un grado de “excelente superior” y el resto como “excelente”. En San Pedro Itzla la variación fue desde “muy bueno” hasta “excelente superior” y solo en el caso de Nactanca Grande hubo niveles de “bueno”. Nótese que de acuerdo a la clasificación por grado de calidad no existen muestras fuera de grado (menores a 68 puntos) y tampoco sobre los dos grados superiores (“Extraordinario” para puntajes de 90-94, ni “Extraordinario único para puntajes de 95-100).

**Tabla 35. Tabla de contingencia para el grado de calidad del café**

|                          |                              |        | GRADO DE CALIDAD |           |           |                    | Total |
|--------------------------|------------------------------|--------|------------------|-----------|-----------|--------------------|-------|
|                          |                              |        | BUENO            | MUY BUENO | EXCELENTE | EXCELENTE SUPERIOR |       |
| LAS PILAS                | % dentro de LOCALIDAD        |        | 20.0%            | 80.0%     |           | 100.0%             |       |
|                          | % dentro de GRADO DE CALIDAD |        | 16.7%            | 19.0%     |           | 15.6%              |       |
| LOS NARANJOS             | % dentro de LOCALIDAD        |        | 33.3%            | 66.7%     |           | 100.0%             |       |
|                          | % dentro de GRADO DE CALIDAD |        | 16.7%            | 9.5%      |           | 9.4%               |       |
| MECATLAN DE LAS F        | % dentro de LOCALIDAD        |        | 33.3%            | 66.7%     |           | 100.0%             |       |
|                          | % dentro de GRADO DE CALIDAD |        | 16.7%            | 9.5%      |           | 9.4%               |       |
| LOCALIDAD EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD        |        |                  | 40.0%     | 60.0%     | 100.0%             |       |
|                          | % dentro de GRADO DE CALIDAD |        |                  | 9.5%      | 75.0%     | 15.6%              |       |
| NACTANCA GRANDE          | % dentro de LOCALIDAD        | 20.0%  | 20.0%            | 60.0%     |           | 100.0%             |       |
|                          | % dentro de GRADO DE CALIDAD | 100.0% | 16.7%            | 14.3%     |           | 15.6%              |       |
| SAN AGUSTIN A            | % dentro de LOCALIDAD        |        | 50.0%            | 50.0%     |           | 100.0%             |       |
|                          | % dentro de GRADO DE CALIDAD |        | 16.7%            | 4.8%      |           | 6.2%               |       |
| SAN PEDRO I              | % dentro de LOCALIDAD        |        | 11.1%            | 77.8%     | 11.1%     | 100.0%             |       |
|                          | % dentro de GRADO DE CALIDAD |        | 16.7%            | 33.3%     | 25.0%     | 28.1%              |       |
| Total                    | % dentro de LOCALIDAD        | 3.1%   | 18.8%            | 65.6%     | 12.5%     | 100.0%             |       |
|                          | % dentro de GRADO DE CALIDAD | 100.0% | 100.0%           | 100.0%    | 100.0%    | 100.0%             |       |

*Fuente: Elaboración propia.*

## Superficie cultivada

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Superficie Cultivada se muestran en la Tabla 36 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde 1.12 ha en San Agustín Atlihuahac hasta 3.8 ha en el Ejido Nactanca. Los valores nos indican que para el caso de Las Pilas, Nactanca Grande, y de San Pedro Itztla la variación es amplia en el rango de superficies. En Mecatlán de las Flores y San Agustín Atlihuahac Los tamaños de superficie tienden hacia las menores superficies, mientras que en Los Naranjos y el Ejido Nactanca se distribuyen de los niveles medios a los altos.

Tabla 36. Tabla de contingencia para la superficie cultivada

|             |                                  |                                  | SUPERFICIE CULTIVADA |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Total  |        |
|-------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|             |                                  |                                  | .75                  | 1.00   | 1.50   | 2.00   | 2.40   | 2.50   | 2.80   | 3.00   | 4.00   | 5.00   |        | 6.00   |
| LOCALIDAD   | LAS PILAS                        | % dentro de LOCALIDAD            |                      | 20.0%  |        | 40.0%  |        | 20.0%  |        |        |        | 20.0%  |        | 100.0% |
|             |                                  | % dentro de SUPERFICIE CULTIVADA |                      | 20.0%  |        | 33.3%  |        | 25.0%  |        |        |        | 100.0% |        | 15.6%  |
|             | LOS NARANJOS                     | % dentro de LOCALIDAD            |                      |        |        |        |        | 33.3%  |        | 33.3%  |        |        | 33.3%  | 100.0% |
|             |                                  | % dentro de SUPERFICIE CULTIVADA |                      |        |        |        |        | 25.0%  |        | 20.0%  |        |        | 100.0% | 9.4%   |
|             | MECATLÁN DE LAS FLORES           | % dentro de LOCALIDAD            |                      | 66.7%  |        |        |        | 33.3%  |        |        |        |        |        | 100.0% |
|             |                                  | % dentro de SUPERFICIE CULTIVADA |                      | 40.0%  |        |        |        | 25.0%  |        |        |        |        |        | 9.4%   |
|             | EJIDO NACTANCA                   | % dentro de LOCALIDAD            |                      |        |        |        |        |        |        | 40.0%  | 60.0%  |        |        | 100.0% |
|             |                                  | % dentro de SUPERFICIE CULTIVADA |                      |        |        |        |        |        |        | 40.0%  | 60.0%  |        |        | 15.6%  |
|             | NACTANCA GRANDE                  | % dentro de LOCALIDAD            |                      | 20.0%  | 20.0%  | 20.0%  | 20.0%  |        |        | 20.0%  |        |        |        | 100.0% |
|             |                                  | % dentro de SUPERFICIE CULTIVADA |                      | 20.0%  | 50.0%  | 16.7%  | 100.0% |        |        | 20.0%  |        |        |        | 15.6%  |
| SAN AGUSTÍN | % dentro de LOCALIDAD            | 50.0%                            |                      | 50.0%  |        |        |        |        |        |        |        |        | 100.0% |        |
|             | % dentro de SUPERFICIE CULTIVADA | 100.0%                           |                      | 50.0%  |        |        |        |        |        |        |        |        | 6.2%   |        |
| SAN PEDRO   | % dentro de LOCALIDAD            |                                  | 11.1%                |        | 33.3%  |        | 11.1%  | 11.1%  | 11.1%  | 22.2%  |        |        | 100.0% |        |
|             | % dentro de SUPERFICIE CULTIVADA |                                  | 20.0%                |        | 50.0%  |        | 25.0%  | 100.0% | 20.0%  | 40.0%  |        |        | 28.1%  |        |
| Total       | % dentro de LOCALIDAD            | 3.1%                             | 15.6%                | 6.2%   | 18.8%  | 3.1%   | 12.5%  | 3.1%   | 15.6%  | 15.6%  | 3.1%   | 3.1%   | 100.0% |        |
|             | % dentro de SUPERFICIE CULTIVADA | 100.0%                           | 100.0%               | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |        |

Fuente: Elaboración propia.

## Plantas de café por hectárea plantadas

Los valores obtenidos de los estadísticos descriptivos para la variable Plantas de café por hectárea se refieren a aquellas que planta inicialmente el productor y no la que al momento de los muestreos se estimó y se muestran en la Tabla 37 a nivel de localidad. La media para cada localidad varía desde las 1500 plantas/ha en San Agustín Atlihuacan hasta las 3000 plantas/ha en Los Naranjos. Se observa que en Las Pilas, Mecatlán de las Flores y el Ejido Nactanca la densidad de plantación se distribuye entre las 2000 y 2500 plantas /ha, mientras que en los Naranjos se concentra en el nivel más alto de 3000 plantas/ha. Las densidades más bajas se dan en San Agustín Atlihuacan seguida de Nactanca Grande, mientras que en San Pedro Itztla se amplía el rango desde las 2000 hasta las 2700 plantas /ha.

**Tabla 37. Tabla de contingencia para la densidad de plantación de cafetos**

|                          |                        |        | PLANTAS/HA |        |        |        |        |        |        | Total  |
|--------------------------|------------------------|--------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                          |                        |        | 1000       | 1700   | 2000   | 2200   | 2300   | 2500   | 2700   |        |
| LAS PILAS                | % dentro de LOCALIDAD  |        |            | 40.0%  |        | 40.0%  | 20.0%  |        |        | 100.0% |
|                          | % dentro de PLANTAS/HA |        |            | 18.2%  |        | 100.0% | 16.7%  |        |        | 15.6%  |
| LOS NARANJOS             | % dentro de LOCALIDAD  |        |            |        |        |        |        |        | 100.0% | 100.0% |
|                          | % dentro de PLANTAS/HA |        |            |        |        |        |        |        | 100.0% | 9.4%   |
| MECATLAN DE LAS F        | % dentro de LOCALIDAD  |        |            | 33.3%  |        |        | 66.7%  |        |        | 100.0% |
|                          | % dentro de PLANTAS/HA |        |            | 9.1%   |        |        | 33.3%  |        |        | 9.4%   |
| LOCALIDAD EJIDO NACTANCA | % dentro de LOCALIDAD  |        |            | 40.0%  | 20.0%  |        | 40.0%  |        |        | 100.0% |
|                          | % dentro de PLANTAS/HA |        |            | 18.2%  | 16.7%  |        | 33.3%  |        |        | 15.6%  |
| NACTANCA GRANDE          | % dentro de LOCALIDAD  |        | 20.0%      |        | 60.0%  |        | 20.0%  |        |        | 100.0% |
|                          | % dentro de PLANTAS/HA |        | 100.0%     |        | 50.0%  |        | 16.7%  |        |        | 15.6%  |
| SAN AGUSTIN A            | % dentro de LOCALIDAD  | 50.0%  |            | 50.0%  |        |        |        |        |        | 100.0% |
|                          | % dentro de PLANTAS/HA | 100.0% |            | 9.1%   |        |        |        |        |        | 6.2%   |
| SAN PEDRO I              | % dentro de LOCALIDAD  |        |            | 55.6%  | 22.2%  |        |        | 22.2%  |        | 100.0% |
|                          | % dentro de PLANTAS/HA |        |            | 45.5%  | 33.3%  |        |        | 100.0% |        | 28.1%  |
| Total                    | % dentro de LOCALIDAD  | 3.1%   | 3.1%       | 34.4%  | 18.8%  | 6.2%   | 18.8%  | 6.2%   | 9.4%   | 100.0% |
|                          | % dentro de PLANTAS/HA | 100.0% | 100.0%     | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de diferencias de características por localidad y por puntaje de catación del café

Análisis de normalidad y homocedasticidad de las variables.

Para llevar a cabo el análisis a fin de identificar si entre las localidades y los puntajes existen diferencias en el comportamiento de las características analizadas que permitieran identificar condiciones particulares se confirmaron primero la normalidad en la distribución de los datos y la igualdad de varianzas. Para el caso de la Altitud (ELEVATION) se encontró que al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para la localidad Ejido Nactanca por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 38 ya que  $n < 30$  observaciones) y que para la localidad de San Agustín Atlihuacan no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos u homocedasticidad (Tabla 39).

Tabla 38. Pruebas de normalidad para la elevación

|           |                   | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|-----------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| LOCALIDAD |                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|           |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| ELEVATION | LAS PILAS         | .270                            | 5  | .200* | .897         | 5  | .396 |
|           | LOS NARANJOS      | .196                            | 3  | .     | .996         | 3  | .878 |
|           | MECATLAN DE LAS F | .274                            | 3  | .     | .944         | 3  | .545 |
|           | EJIDO NACTANCA    | .365                            | 5  | .028  | .693         | 5  | .008 |
|           | NACTANCA GRANDE   | .263                            | 5  | .200* | .867         | 5  | .254 |
|           | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     |              |    |      |
|           | SAN PEDRO I       | .149                            | 9  | .200* | .978         | 9  | .952 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39. Prueba de homogeneidad de varianzas para la elevación

### Prueba de homogeneidad de varianzas

ELEVATION

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| .840                  | 6   | 25  | .551 |

Fuente: Elaboración propia.

### Temperatura

Para el caso de la temperatura media anual se encontró que al nivel de significancia del 5% existe normalidad en la distribución de los datos para todas las poblaciones por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 40 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue

posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 41).

**Tabla 40. Pruebas de normalidad para la temperatura media anual**

| Pruebas de normalidad |                   |                                 |    |       |              |    |      |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                       | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                       |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| TEMP                  | LAS PILAS         | .234                            | 5  | .200* | .941         | 5  | .670 |
|                       | LOS NARANJOS      | .235                            | 3  | .     | .978         | 3  | .714 |
|                       | MECATLAN DE LAS F | .268                            | 3  | .     | .950         | 3  | .571 |
|                       | EJIDO NACTANCA    | .304                            | 5  | .146  | .902         | 5  | .420 |
|                       | NACTANCA GRANDE   | .269                            | 5  | .200* | .889         | 5  | .352 |
|                       | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     | .            | .  | .    |
|                       | SAN PEDRO I       | .172                            | 9  | .200* | .966         | 9  | .856 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: *Elaboración propia.*

**Tabla 41. Prueba de homogeneidad de varianzas para la temperatura media anual**

| Prueba de homogeneidad de varianzas |     |     |      |
|-------------------------------------|-----|-----|------|
| TEMP                                |     |     |      |
| Estadístico de Levene               | gl1 | gl2 | Sig. |
| .549                                | 6   | 25  | .766 |

Fuente: *Elaboración propia.*

### Precipitación

Para los datos de la precipitación acumulada anual al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para las localidades Ejido Nactanca y Las Pilas por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 42 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos.

**Tabla 42. Pruebas de normalidad para la precipitación acumulada anual**

| Pruebas de normalidad |                   |                                 |    |       |              |    |      |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                       | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                       |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| PRECIP_MM             | LAS PILAS         | .329                            | 5  | .081  | .806         | 5  | .091 |
|                       | LOS NARANJOS      | .328                            | 3  | .     | .870         | 3  | .296 |
|                       | MECATLAN DE LAS F | .318                            | 3  | .     | .887         | 3  | .345 |
|                       | EJIDO NACTANCA    | .410                            | 5  | .006  | .733         | 5  | .021 |
|                       | NACTANCA GRANDE   | .259                            | 5  | .200* | .867         | 5  | .256 |
|                       | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     | .            | .  | .    |
|                       | SAN PEDRO I       | .225                            | 9  | .200* | .899         | 9  | .249 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: *Elaboración propia.*

## Pendiente

En el caso de la pendiente expresada en por ciento al nivel de significancia del 5% existe normalidad en la distribución de los datos para todas las localidades por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 43 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 44).

**Tabla 43. Pruebas de normalidad para la pendiente en por ciento**

|                      | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|----------------------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                      |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Pendiente por ciento | LAS PILAS         | .213                            | 5  | .200* | .933         | 5  | .616 |
|                      | LOS NARANJOS      | .226                            | 3  | .     | .983         | 3  | .753 |
|                      | MECATLAN DE LAS F | .299                            | 3  | .     | .914         | 3  | .432 |
|                      | EJIDO NACTANCA    | .276                            | 5  | .200* | .853         | 5  | .203 |
|                      | NACTANCA GRANDE   | .180                            | 5  | .200* | .952         | 5  | .752 |
|                      | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     |              |    |      |
|                      | SAN PEDRO I       | .273                            | 9  | .052  | .865         | 9  | .108 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 44. Prueba de homogeneidad de varianzas para la pendiente**

### Prueba de homogeneidad de varianzas

Pendiente por ciento

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 1.279                 | 6   | 25  | .303 |

Fuente: Elaboración propia.

## Conductividad hidráulica

Para la conductividad hidráulica al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para la localidad de San Pedro Itztla por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 45 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, no existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 46).

**Tabla 45. Pruebas de normalidad para la conductividad hidráulica**

|           | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|-----------|-------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|           |                   | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| Cond_Hidr | LAS PILAS         | .314                            | 5  | .121 | .853         | 5  | .205 |
|           | LOS NARANJOS      | .385                            | 3  | .    | .750         | 3  | .000 |
|           | MECATLAN DE LAS F | .356                            | 3  | .    | .818         | 3  | .157 |
|           | EJIDO NACTANCA    | .328                            | 5  | .085 | .870         | 5  | .266 |
|           | NACTANCA GRANDE   | .313                            | 5  | .123 | .842         | 5  | .170 |
|           | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .    |              |    |      |
|           | SAN PEDRO I       | .330                            | 9  | .005 | .631         | 9  | .000 |

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 46. Prueba de homogeneidad de varianzas para la conductividad hidráulica**

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

Cond\_Hidr

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 2.418                 | 6   | 25  | .056 |

Fuente: Elaboración propia.

### Materia Orgánica

Con respecto a la materia orgánica contenida en por ciento al nivel de significancia del 5% existe normalidad en la distribución de los datos para todas las localidades por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 47 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 48).

**Tabla 47. Pruebas de normalidad para la materia orgánica**

**Pruebas de normalidad**

|    | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|----|-------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|    |                   | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| MO | LAS PILAS         | .297                            | 5  | .172 | .831         | 5  | .142 |
|    | LOS NARANJOS      | .346                            | 3  | .    | .836         | 3  | .205 |
|    | MECATLAN DE LAS F | .282                            | 3  | .    | .935         | 3  | .508 |
|    | EJIDO NACTANCA    | .303                            | 5  | .151 | .795         | 5  | .074 |
|    | NACTANCA GRANDE   | .304                            | 5  | .146 | .846         | 5  | .181 |
|    | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .    |              |    |      |
|    | SAN PEDRO I       | .246                            | 9  | .125 | .862         | 9  | .101 |

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 48. Prueba de homogeneidad de varianzas para la materia orgánica**

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

MO

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 1.247                 | 6   | 25  | .317 |

Fuente: Elaboración propia.

### Fósforo

Los datos de fósforo en partes por millón indican que al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para las localidades San Pedro Itztlá y Las Pilas por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 49 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, no existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 50).

Tabla 49. Pruebas de normalidad para el fósforo

|        | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|--------|-------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|        |                   | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| P_Bray | LAS PILAS         | .339                            | 5  | .061 | .728         | 5  | .019 |
|        | LOS NARANJOS      | .274                            | 3  | .    | .945         | 3  | .547 |
|        | MECATLAN DE LAS F | .277                            | 3  | .    | .941         | 3  | .532 |
|        | EJIDO NACTANCA    | .311                            | 5  | .127 | .814         | 5  | .105 |
|        | NACTANCA GRANDE   | .328                            | 5  | .084 | .796         | 5  | .075 |
|        | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .    |              |    |      |
|        | SAN PEDRO I       | .299                            | 9  | .020 | .743         | 9  | .005 |

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Prueba de homogeneidad de varianzas para el fósforo

Prueba de homogeneidad de varianzas

P\_Bray

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 10.367                | 6   | 25  | .000 |

Fuente: Elaboración propia.

Calcio

Los valores obtenidos de calcio en partes por millón muestran que al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para las localidades San Pedro Itztlá y Las Pilas por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 51 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacán que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 52).

Tabla 51. Pruebas de normalidad para el calcio

|    | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|----|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|    |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Ca | LAS PILAS         | .269                            | 5  | .200* | .779         | 5  | .054 |
|    | LOS NARANJOS      | .283                            | 3  | .     | .934         | 3  | .504 |
|    | MECATLAN DE LAS F | .276                            | 3  | .     | .942         | 3  | .536 |
|    | EJIDO NACTANCA    | .258                            | 5  | .200* | .840         | 5  | .164 |
|    | NACTANCA GRANDE   | .290                            | 5  | .195  | .853         | 5  | .204 |
|    | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     |              |    |      |
|    | SAN PEDRO I       | .327                            | 9  | .006  | .701         | 9  | .001 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52. Prueba de homogeneidad de varianzas para el calcio

Prueba de homogeneidad de varianzas

Ca

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 2.250                 | 6   | 25  | .071 |

Fuente: Elaboración propia.

### Nitrógeno (como NO<sub>3</sub>)

Para los resultados de concentración de nitrógeno como nitratos al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para la localidad Ejido Nactanca por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 53 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 54).

**Tabla 53. Pruebas de normalidad para el nitrógeno (como NO<sub>3</sub>)**

|       |                   | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|-------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|       |                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|       | LOCALIDAD         | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| N_NO3 | LAS PILAS         | .193                            | 5  | .200* | .934         | 5  | .627 |
|       | LOS NARANJOS      | .263                            | 3  | .     | .956         | 3  | .596 |
|       | MECATLAN DE LAS F | .249                            | 3  | .     | .968         | 3  | .655 |
|       | EJIDO NACTANCA    | .398                            | 5  | .009  | .700         | 5  | .010 |
|       | NACTANCA GRANDE   | .212                            | 5  | .200* | .885         | 5  | .334 |
|       | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     |              |    |      |
|       | SAN PEDRO I       | .213                            | 9  | .200* | .866         | 9  | .112 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 54. Prueba de homogeneidad de varianzas para el nitrógeno (como NO<sub>3</sub>)**

| Prueba de homogeneidad de varianzas |     |     |      |
|-------------------------------------|-----|-----|------|
| N_NO3                               |     |     |      |
| Estadístico de Levene               | gl1 | gl2 | Sig. |
| 1.844                               | 6   | 25  | .131 |

Fuente: Elaboración propia.

### Potencial de hidrógeno (pH)

En el caso de los valores de pH al nivel de significancia del 5% existe normalidad en la distribución de los datos para todas las localidades por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 55 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, no existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 56).

**Tabla 55. Pruebas de normalidad para el pH**

|        |                   | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|--------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|        |                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|        | LOCALIDAD         | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| pH_H2O | LAS PILAS         | .142                            | 5  | .200* | .997         | 5  | .998 |
|        | LOS NARANJOS      | .286                            | 3  | .     | .931         | 3  | .492 |
|        | MECATLAN DE LAS F | .271                            | 3  | .     | .948         | 3  | .560 |
|        | EJIDO NACTANCA    | .278                            | 5  | .200* | .889         | 5  | .353 |
|        | NACTANCA GRANDE   | .255                            | 5  | .200* | .919         | 5  | .526 |
|        | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     |              |    |      |
|        | SAN PEDRO I       | .243                            | 9  | .134  | .895         | 9  | .225 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 56. Prueba de homogeneidad de varianzas para el pH**

| Prueba de homogeneidad de varianzas |     |     |      |
|-------------------------------------|-----|-----|------|
| pH_H2O                              |     |     |      |
| Estadístico de Levene               | gl1 | gl2 | Sig. |
| 4.343                               | 6   | 25  | .004 |

Fuente: Elaboración propia.

#### Número de herbáceas

En el número de herbáceas contabilizado como promedio de los puntos de muestreo por parcela al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para las localidades de Los Naranjos y Nactanca Grande por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 57 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, no existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 58).

**Tabla 57. Pruebas de normalidad para para herbáceas**

| Pruebas de normalidad <sup>c</sup> |                   |                                 |    |       |              |    |      |
|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                                    | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                                    |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| HERBACEAS MEDIA                    | LAS PILAS         | .266                            | 5  | .200* | .793         | 5  | .072 |
|                                    | LOS NARANJOS      | .382                            | 3  | .     | .757         | 3  | .015 |
|                                    | MECATLAN DE LAS F | .349                            | 3  | .     | .832         | 3  | .194 |
|                                    | EJIDO NACTANCA    | .284                            | 5  | .200* | .853         | 5  | .206 |
|                                    | NACTANCA GRANDE   | .342                            | 5  | .056  | .718         | 5  | .015 |
|                                    | SAN PEDRO I       | .268                            | 9  | .061  | .854         | 9  | .082 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

c. HERBACEAS MEDIA es una constante cuando LOCALIDAD = SAN AGUSTIN A y se ha desestimado.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 58. Prueba de homogeneidad de varianzas para herbáceas**

| Prueba de homogeneidad de varianzas |     |     |      |
|-------------------------------------|-----|-----|------|
| HERBACEAS MEDIA                     |     |     |      |
| Estadístico de Levene               | gl1 | gl2 | Sig. |
| 13.012                              | 6   | 25  | .000 |

Fuente: Elaboración propia.

#### Número de arbustivas

En el número de individuos del estrato arbustivo contabilizado como promedio de los puntos de muestreo por parcela al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para las localidades de Mecatlán de las Flores y San Pedro Itzla por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 59 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, no existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 60).

Tabla 59. Pruebas de normalidad para arbustivas

| Pruebas de normalidad |                   |                                 |    |       |              |    |      |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                       | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                       |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| ARBUSTOS MEDIA        | LAS PILAS         | .241                            | 5  | .200* | .889         | 5  | .351 |
|                       | LOS NARANJOS      | .338                            | 3  | .     | .853         | 3  | .248 |
|                       | MECATLAN DE LAS F | .381                            | 3  | .     | .759         | 3  | .020 |
|                       | EJIDO NACTANCA    | .197                            | 5  | .200* | .926         | 5  | .570 |
|                       | NACTANCA GRANDE   | .193                            | 5  | .200* | .958         | 5  | .795 |
|                       | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     |              |    |      |
|                       | SAN PEDRO I       | .312                            | 9  | .012  | .808         | 9  | .025 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60. Prueba de homogeneidad de varianzas para arbustivas

| Prueba de homogeneidad de varianzas |     |     |      |
|-------------------------------------|-----|-----|------|
| ARBUSTOS MEDIA                      |     |     |      |
| Estadístico de Levene               | gl1 | gl2 | Sig. |
| 3.260                               | 6   | 25  | .017 |

Fuente: Elaboración propia.

### Número de árboles

En el número de individuos del estrato arbóreo contabilizado como promedio de los puntos de muestreo por parcela al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para las localidades de Los Naranjos, Mecatlán de las Flores y Nactanca Grande por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 61 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlahuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, no existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 62).

Tabla 61. Pruebas de normalidad para árboles

| Pruebas de normalidad <sup>c</sup> |                   |                                 |    |       |              |    |      |
|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                                    | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                                    |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| ARBOLES MEDIA                      | LAS PILAS         | .236                            | 5  | .200* | .957         | 5  | .785 |
|                                    | LOS NARANJOS      | .385                            | 3  | .     | .750         | 3  | .000 |
|                                    | MECATLAN DE LAS F | .385                            | 3  | .     | .750         | 3  | .000 |
|                                    | EJIDO NACTANCA    | .222                            | 5  | .200* | .947         | 5  | .714 |
|                                    | NACTANCA GRANDE   | .307                            | 5  | .141  | .775         | 5  | .050 |
|                                    | SAN PEDRO I       | .164                            | 9  | .200* | .953         | 9  | .725 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

c. ARBOLES MEDIA es una constante cuando LOCALIDAD = SAN AGUSTIN A y se ha desestimado.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 62. Prueba de homogeneidad de varianzas para arbóreas**

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

ARBOLES MEDIA

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 2.560                 | 6   | 25  | .045 |

Fuente: Elaboración propia.

### Rendimiento por quintal de café pergamino

Para los datos de rendimiento en kilogramos de café oro por quintal de café pergamino al nivel de significancia del 5% existe normalidad en la distribución de los datos para todas las localidades por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 63 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 64).

**Tabla 63. Pruebas de normalidad para rendimiento de café pergamino**

**Pruebas de normalidad**

|           | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |                   | Shapiro-Wilk |    |       |
|-----------|-------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|-------|
|           |                   | Estadístico                     | gl | Sig.              | Estadístico  | gl | Sig.  |
| REND_KG_Q | LAS PILAS         | .258                            | 5  | .200 <sup>*</sup> | .831         | 5  | .141  |
|           | LOS NARANJOS      | .364                            | 3  | .                 | .800         | 3  | .114  |
|           | MECATLAN DE LAS F | .175                            | 3  | .                 | 1.000        | 3  | 1.000 |
|           | EJIDO NACTANCA    | .207                            | 5  | .200 <sup>*</sup> | .945         | 5  | .700  |
|           | NACTANCA GRANDE   | .212                            | 5  | .200 <sup>*</sup> | .915         | 5  | .497  |
|           | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .                 | .            | .  | .     |
|           | SAN PEDRO I       | .128                            | 9  | .200 <sup>*</sup> | .956         | 9  | .756  |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 64. Prueba de homogeneidad de varianzas para rendimiento de café pergamino**

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

REND\_KG\_Q

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 2.179                 | 6   | 25  | .079 |

Fuente: Elaboración propia.

### Puntaje

Con respecto a los puntajes obtenidos en la catación del café de cada parcela estudiada al nivel de significancia del 5% existe normalidad en la distribución de los datos para todas las localidades por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 65 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 66).

Tabla 65. Pruebas de normalidad para el puntaje de catación

| Pruebas de normalidad |                   |                                 |    |       |              |    |      |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                       | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                       |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| PUNTAJE               | LAS PILAS         | .231                            | 5  | .200* | .909         | 5  | .464 |
|                       | LOS NARANJOS      | .312                            | 3  | .     | .896         | 3  | .373 |
|                       | MECATLAN DE LAS F | .350                            | 3  | .     | .828         | 3  | .184 |
|                       | EJIDO NACTANCA    | .287                            | 5  | .200* | .856         | 5  | .213 |
|                       | NACTANCA GRANDE   | .264                            | 5  | .200* | .883         | 5  | .325 |
|                       | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     | .            | .  | .    |
|                       | SAN PEDRO I       | .191                            | 9  | .200* | .967         | 9  | .864 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66. Prueba de homogeneidad de varianzas para el puntaje de catación

| Prueba de homogeneidad de varianzas |     |     |      |
|-------------------------------------|-----|-----|------|
| PUNTAJE                             |     |     |      |
| Estadístico de Levene               | gl1 | gl2 | Sig. |
| 1.624                               | 6   | 25  | .182 |

Fuente: Elaboración propia.

### Superficie cultivada

En el tamaño de las parcelas por superficie cultivada para café al nivel de significancia del 5% existe normalidad en la distribución de los datos para todas las localidades por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 67 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuacan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 68).

Tabla 67. Pruebas de normalidad para la superficie cultivada

| Pruebas de normalidad |                   |                                 |    |       |              |    |      |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                       | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                       |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| SUPERFICIE CULTIVADA  | LAS PILAS         | .300                            | 5  | .161  | .858         | 5  | .222 |
|                       | LOS NARANJOS      | .337                            | 3  | .     | .855         | 3  | .253 |
|                       | MECATLAN DE LAS F | .385                            | 3  | .     | .750         | 3  | .000 |
|                       | EJIDO NACTANCA    | .367                            | 5  | .026  | .684         | 5  | .006 |
|                       | NACTANCA GRANDE   | .132                            | 5  | .200* | .993         | 5  | .990 |
|                       | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     | .            | .  | .    |
|                       | SAN PEDRO I       | .169                            | 9  | .200* | .931         | 9  | .487 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68. Prueba de homogeneidad de varianzas para la superficie cultivada

| Prueba de homogeneidad de varianzas |     |     |      |
|-------------------------------------|-----|-----|------|
| SUPERFICIE CULTIVADA                |     |     |      |
| Estadístico de Levene               | gl1 | gl2 | Sig. |
| 1.283                               | 6   | 25  | .301 |

Fuente: Elaboración propia.

## Plantas por hectárea

Para los datos de la variable Plantas por Hectárea al nivel de significancia del 5% no existe normalidad en la distribución de los datos para todas las localidades por la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 69 ya que  $n < 30$  observaciones) excepto para la localidad de San Agustín Atlihuahcan que no fue posible determinarla por la cantidad de muestras existentes, mientras que a ese nivel de significancia, por la prueba de Levene, existe homogeneidad de varianzas de los datos (Tabla 70).

**Tabla 69. Pruebas de normalidad para la densidad de plantación**

| Pruebas de normalidad <sup>c</sup> |                   |                                 |    |       |              |    |      |
|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                                    | LOCALIDAD         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                                    |                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| PLANTAS/HA                         | LAS PILAS         | .245                            | 5  | .200* | .871         | 5  | .272 |
|                                    | MECATLAN DE LAS F | .385                            | 3  | .     | .750         | 3  | .000 |
|                                    | EJIDO NACTANCA    | .250                            | 5  | .200* | .814         | 5  | .105 |
|                                    | NACTANCA GRANDE   | .355                            | 5  | .038  | .852         | 5  | .199 |
|                                    | SAN AGUSTIN A     | .260                            | 2  | .     |              |    |      |
|                                    | SAN PEDRO I       | .303                            | 9  | .017  | .707         | 9  | .002 |

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

b. PLANTAS/HA es una constante cuando LOCALIDAD = LOS NARANJOS y se ha desestimado.

Fuente: *Elaboración propia.*

**Tabla 70. Prueba de homogeneidad de varianzas para la densidad de plantación**

| Prueba de homogeneidad de varianzas |     |     |      |
|-------------------------------------|-----|-----|------|
| PLANTAS/HA                          |     |     |      |
| Estadístico de Levene               | gl1 | gl2 | Sig. |
| 2.455                               | 6   | 25  | .053 |

Fuente: *Elaboración propia.*

## Análisis de los resultados del análisis de normalidad e igualdad de varianzas

Los datos en la mayoría de las variables no tuvieron un comportamiento normal o no hubo igualdad de varianzas entre las muestras, además de que se cuentan con muestras por población menores a 30. Bajo estas circunstancias se decidió emplear la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis utilizada para analizar las diferencias entre las distribuciones de más de 2 poblaciones.

## Análisis de diferencias de distribuciones entre más de dos muestras con la prueba de Kruskal-Wallis para cada variable.

**Tabla 71. Resumen de las pruebas de hipótesis para el factor LOCALIDAD**

| <b>Resumen de prueba de hipótesis</b> |   |  |      |                             |
|---------------------------------------|---|--|------|-----------------------------|
|                                       | Hipótesis nula  | Test   | Sig. | Decisión                    |
| 1                                     | La distribución de ELEVACION es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.       | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .034 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 2                                     | La distribución de TEMP es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.            | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .034 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 3                                     | La distribución de PRECIP_MM es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.       | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .769 | Retener la hipótesis nula.  |
| 4                                     | La distribución de Cond_Hidr es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.       | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .299 | Retener la hipótesis nula.  |
| 5                                     | La distribución de MO es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.              | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .482 | Retener la hipótesis nula.  |
| 6                                     | La distribución de P_Bray es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.          | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .088 | Retener la hipótesis nula.  |
| 7                                     | La distribución de Ca es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.              | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .111 | Retener la hipótesis nula.  |
| 8                                     | La distribución de N_NO3 es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.           | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .293 | Retener la hipótesis nula.  |
| 9                                     | La distribución de pH_H2O es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.          | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .079 | Retener la hipótesis nula.  |
| 10                                    | La distribución de HERBACEAS MEDIA es la misma entre las categorías de LOCALIDAD. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .899 | Retener la hipótesis nula.  |
| 11                                    | La distribución de ARBUSTOS MEDIA es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.  | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .677 | Retener la hipótesis nula.  |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

Fuente: Elaboración propia.

| <b>Resumen de prueba de hipótesis</b> |  |  |      |                             |
|---------------------------------------|--|--|------|-----------------------------|
|                                       | Hipótesis nula   | Test   | Sig. | Decisión                    |
| 12                                    | La distribución de ARBOLES MEDIA es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.        | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .194 | Retener la hipótesis nula.  |
| 13                                    | La distribución de REND_KG_Q es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.            | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .054 | Retener la hipótesis nula.  |
| 14                                    | La distribución de PUNTAJE es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.              | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .128 | Retener la hipótesis nula.  |
| 15                                    | La distribución de SUPERFICIE CULTIVADA es la misma entre las categorías de LOCALIDAD. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .027 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 16                                    | La distribución de PLANTAS/HA es la misma entre las categorías de LOCALIDAD.           | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .066 | Retener la hipótesis nula.  |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

Fuente: Elaboración propia.

La aplicación de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para muestras independientes se realizó para verificar si alguna de las características analizadas en el diagnóstico participativo tenía un comportamiento diferente entre las localidades o entre los puntajes obtenidos (los factores). La aplicación de la prueba en vez de una paramétrica se debió a que las muestras por localidad y por puntaje eran menores a 30 observaciones. La hipótesis alternativa para la característica de elevación de las parcelas (Elevation) es que “la

distribución de las elevaciones de las parcelas entre las localidades es diferente”, siendo la hipótesis nula que “la distribución de las elevaciones entre las localidades es la misma”, considerando un nivel de significancia (alfa) de 0.05. La tabla 71 muestra los resultados de la prueba en función de las 16 características analizadas para las 7 localidades y en la columna extrema de la derecha la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula con base en el resultado. Si la hipótesis nula se rechazó, se llevó a

cabo un análisis de diferencias entre pares para identificar entre cuales localidades se presentaba la diferencia en la distribución de cada característica analizada.

El análisis se realizó en el programa SPSS para pruebas no paramétricas con el análisis de “K muestras independientes” para cada una de las variables analizadas, siendo K las localidades del estudio y se busca identificar si existen diferencias entre las localidades por las características que permitan indicar que al menos una variable no tiene la misma distribución como un indicativo diferenciador en la producción de café. La misma prueba se aplica considerando los grados de calidad a partir de los resultados de catación agrupados por el grado de calidad para verificar si alguna de las variables tiene una distribución diferente entre las puntuaciones y que pudiera indicar que dichas variables tienen incidencia en el puntaje.

Para el caso de la diferencias de distribuciones entre localidades de la variable altitud, los resultados muestran que no es posible aceptar la hipótesis nula y se considera que no existe igualdad entre las distribuciones. El caso es similar para los datos de temperatura y superficie cultivada. Para las 13 variables restantes se observa que los resultados indican que con un nivel de confianza del 95% los datos tienen distribuciones iguales entre todas las localidades.

Un análisis más profundo se realizó a partir de los resultados obtenidos y en este caso se planteó para aquellas variables en donde el resultado de la prueba de hipótesis fue rechazar la hipótesis nula.

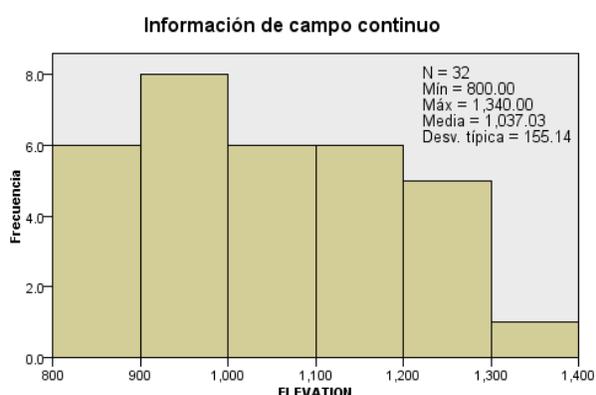
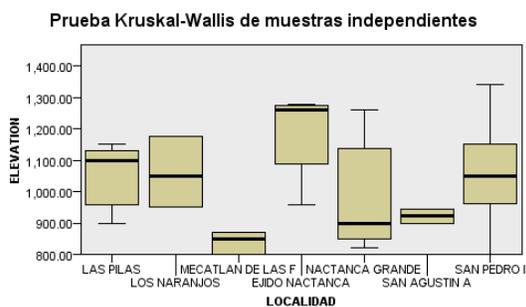


Figura 21. Información de campo continuo para elevación

Para la variable ELEVATION que contiene la información de la altitud media de las parcelas la figura 21 muestra la distribución de las frecuencias con respecto a los valores de elevación para el total de los elementos de estudio y se observa que tienden a agruparse hacia el lado izquierdo concentrándose en un rango de 800 a 1200 msnm y extendiendo las frecuencias menores hacia el rango de los 1200 a 1400 msnm.

Fuente: Elaboración propia.

Para un análisis mayor se muestran los resultados completos y diagrama de cajas en la figura 22. Se aprecian que para las localidades de Mecatlán de la Flores y Ejido Nactanca los datos no coinciden en los rangos de altitudes, ubicándose Mecatlán en la parte baja de la escala mientras que Nactanca Ejido se ubica en la zona más alta y presenta una mayor amplitud del rango intercuartil con una mediana de casi 1,300 msnm mientras que la de Mecatlán de las Flores está entre los 800 y 900 msnm. Para verificar lo que visualmente se observa se lleva a cabo una comparación de pares.



|  |        |
|--|--------|
| <b>N total</b>                               | 32     |
| <b>Probar estadística</b>                    | 13.600 |
| <b>Grados de libertad</b>                    | 6      |
| <b>Sig. asintótica (prueba de dos caras)</b> | .034   |

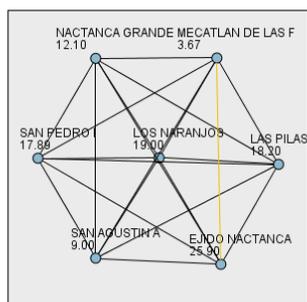
1. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

**Figura 22. Diagrama de cajas para la elevación por localidad**

*Fuente: Elaboración propia.*

Una ampliación del análisis mediante comparación por pares indica que a un nivel de significancia del 0.05 la relación entre muestras se ubica con una significancia adyacente menor en el caso del par Mecatlán de las Flores – Ejido Nactanca (Figura 23).

Comparaciones por parejas de LOCALIDAD



Cada nodo muestra el rango de media de muestras de LOCALIDAD.

| Muestra1-Muestra2                 | Prueba estadística | Error típico | Desv. Prueba estadística | Sig. | Sig. ady. |
|-----------------------------------|--------------------|--------------|--------------------------|------|-----------|
| MECATLAN DE LAS F-SAN AGUSTIN A   | -5.333             | 8.560        | -.623                    | .533 | 1.000     |
| MECATLAN DE LAS F-NACTANCA GRANDE | -8.433             | 6.848        | -1.232                   | .218 | 1.000     |
| MECATLAN DE LAS F-SAN PEDRO I     | -14.222            | 6.251        | -2.275                   | .023 | .481      |
| MECATLAN DE LAS F-LAS PILAS       | 14.533             | 6.848        | 2.122                    | .034 | .710      |
| MECATLAN DE LAS F-LOS NARANJOS    | 15.333             | 7.656        | 2.003                    | .045 | .949      |
| MECATLAN DE LAS F-EJIDO NACTANCA  | -22.233            | 6.848        | -3.247                   | .001 | .025      |
| SAN AGUSTIN A-NACTANCA GRANDE     | 3.100              | 7.845        | .395                     | .693 | 1.000     |
| SAN AGUSTIN A-SAN PEDRO I         | -8.889             | 7.330        | -1.213                   | .225 | 1.000     |
| SAN AGUSTIN A-LAS PILAS           | 9.200              | 7.845        | 1.173                    | .241 | 1.000     |
| SAN AGUSTIN A-LOS NARANJOS        | 10.000             | 8.560        | 1.168                    | .243 | 1.000     |
| SAN AGUSTIN A-EJIDO NACTANCA      | 16.900             | 7.845        | 2.154                    | .031 | .656      |
| NACTANCA GRANDE-SAN PEDRO I       | -5.789             | 5.230        | -1.107                   | .268 | 1.000     |
| NACTANCA GRANDE-LAS PILAS         | 6.100              | 5.930        | 1.029                    | .304 | 1.000     |
| NACTANCA GRANDE-LOS NARANJOS      | 6.900              | 6.848        | 1.008                    | .314 | 1.000     |
| NACTANCA GRANDE-EJIDO NACTANCA    | 13.800             | 5.930        | 2.327                    | .020 | .419      |
| SAN PEDRO I-LAS PILAS             | .311               | 5.230        | .059                     | .953 | 1.000     |
| SAN PEDRO I-LOS NARANJOS          | 1.111              | 6.251        | .178                     | .859 | 1.000     |
| SAN PEDRO I-EJIDO NACTANCA        | 8.011              | 5.230        | 1.532                    | .126 | 1.000     |
| LAS PILAS-LOS NARANJOS            | -.800              | 6.848        | -.117                    | .907 | 1.000     |
| LAS PILAS-EJIDO NACTANCA          | -7.700             | 5.930        | -1.298                   | .194 | 1.000     |
| LOS NARANJOS-EJIDO NACTANCA       | -6.900             | 6.848        | -1.008                   | .314 | 1.000     |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas. Se muestran las significancias asintóticas (pruebas de 2 caras). El nivel de significancia es .05.

Figura 23. Comparación de parejas por localidades

Fuente: Elaboración propia.

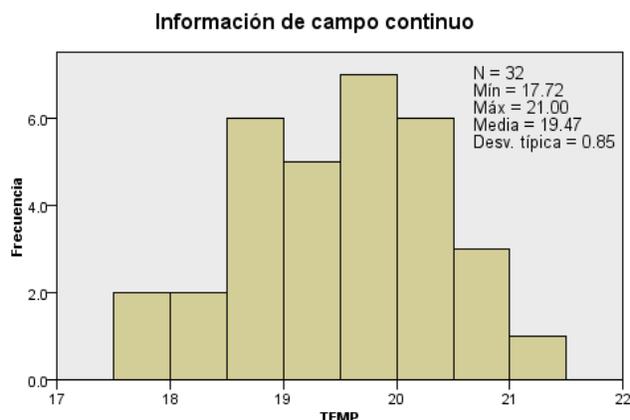
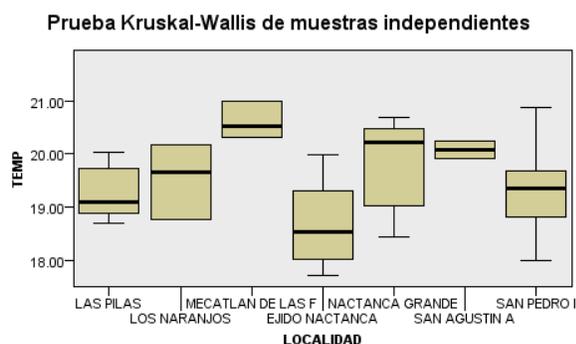


Figura 24. Información de campo continuo de temperatura para el factor localidad

Para la variable TEMP que contiene la información de la temperatura media anual normal de las parcelas la figura 24 muestra la distribución de las frecuencias con respecto a los valores de temperatura para el total de los elementos de estudio y se observa que tienden a agruparse hacia la zona central concentrándose en un rango de 18.5°C y 20.5°C.

Para un análisis mayor se muestran los resultados completos y diagrama de cajas en la figura 25. Se aprecian que para las localidades de Mecatlán de las Flores y Ejido Nactanca los datos no coinciden en los rangos de temperaturas, ubicándose Mecatlán en la parte alta de la escala y con los datos más concentrados alrededor de la media, mientras que Nactanca Ejido se ubica en la zona más baja y presenta una mayor amplitud del rango intercuartil con una mediana entre 18°C y 19°C mientras que la



|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| N total                               | 32     |
| Probar estadística                    | 13.634 |
| Grados de libertad                    | 6      |
| Sig. asintótica (prueba de dos caras) | .034   |

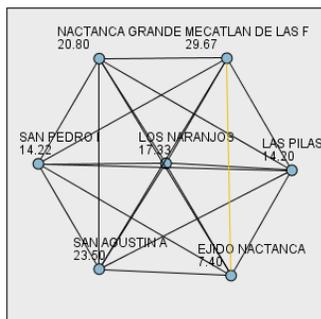
1. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

de Mecatlán de las Flores está entre los 20°C y 21°C. Para verificar lo que visualmente se observa se llevó a cabo una comparación de pares de la prueba.

Una ampliación del análisis mediante comparación por pares indica que a un nivel de significancia del 0.05 la relación entre muestras se ubica con una significancia adyacente menor en el caso del par Mecatlán de las Flores – Ejido Nactanca (Figura 26).

Fuente: Elaboración propia.

### Comparaciones por parejas de LOCALIDAD



Cada nodo muestra el rango de media de muestras de LOCALIDAD.

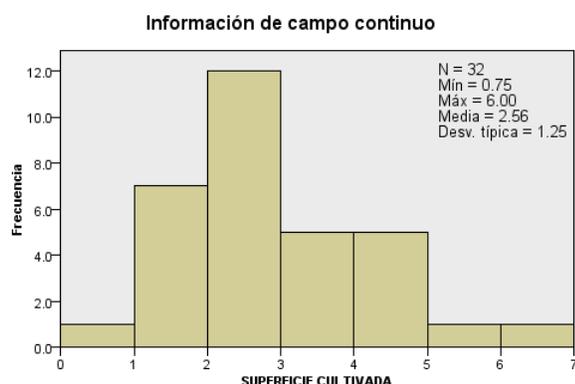
| Muestra1-Muestra2                 | Prueba estadística | Error típico | Dev. Prueba estadística | Sig. | Sig. ady. |
|-----------------------------------|--------------------|--------------|-------------------------|------|-----------|
| EJIDO NACTANCA-LAS PILAS          | 6.800              | 5.933        | 1.146                   | .252 | 1.000     |
| EJIDO NACTANCA-SAN PEDRO I        | -6.822             | 5.232        | -1.304                  | .192 | 1.000     |
| EJIDO NACTANCA-LOS NARANJOS       | 9.933              | 6.851        | 1.450                   | .147 | 1.000     |
| EJIDO NACTANCA-NACTANCA GRANDE    | -13.400            | 5.933        | -2.259                  | .024 | .502      |
| EJIDO NACTANCA-SAN AGUSTIN A      | -16.100            | 7.849        | -2.051                  | .040 | .845      |
| EJIDO NACTANCA-MECATLAN DE LAS F  | 22.267             | 6.851        | 3.250                   | .001 | .024      |
| LAS PILAS-SAN PEDRO I             | -.022              | 5.232        | -.004                   | .997 | 1.000     |
| LAS PILAS-LOS NARANJOS            | -3.133             | 6.851        | -.457                   | .647 | 1.000     |
| LAS PILAS-NACTANCA GRANDE         | -6.600             | 5.933        | -1.112                  | .266 | 1.000     |
| LAS PILAS-SAN AGUSTIN A           | -9.300             | 7.849        | -1.185                  | .236 | 1.000     |
| LAS PILAS-MECATLAN DE LAS F       | -15.467            | 6.851        | -2.258                  | .024 | .503      |
| SAN PEDRO I-LOS NARANJOS          | 3.111              | 6.254        | .497                    | .619 | 1.000     |
| SAN PEDRO I-NACTANCA GRANDE       | 6.578              | 5.232        | 1.257                   | .209 | 1.000     |
| SAN PEDRO I-SAN AGUSTIN A         | 9.278              | 7.333        | 1.265                   | .206 | 1.000     |
| SAN PEDRO I-MECATLAN DE LAS F     | 15.444             | 6.254        | 2.470                   | .014 | .284      |
| LOS NARANJOS-NACTANCA GRANDE      | -3.467             | 6.851        | -.506                   | .613 | 1.000     |
| LOS NARANJOS-SAN AGUSTIN A        | -6.167             | 8.563        | -.720                   | .471 | 1.000     |
| LOS NARANJOS-MECATLAN DE LAS F    | -12.333            | 7.659        | -1.610                  | .107 | 1.000     |
| NACTANCA GRANDE-SAN AGUSTIN A     | -2.700             | 7.849        | -.344                   | .731 | 1.000     |
| NACTANCA GRANDE-MECATLAN DE LAS F | 8.867              | 6.851        | 1.294                   | .196 | 1.000     |
| SAN AGUSTIN A-MECATLAN DE LAS F   | 6.167              | 8.563        | .720                    | .471 | 1.000     |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas.  
Se muestran las significancias asíntóticas (pruebas de 2 caras). El nivel de significancia es .05.

**Figura 26. Comparación por parejas de temperatura para el factor localidad**

Fuente: Elaboración propia.

Para la variable SUPERFICIE CULTIVADA que contiene la información de la superficie en hectáreas de cada parcela analizada y que corresponden a diferentes productores la figura 27 muestra la distribución

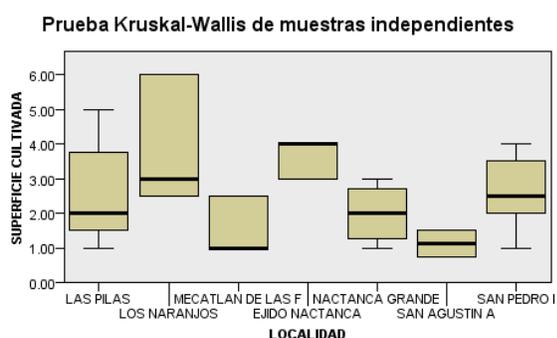


**Figura 27. Información de campo continuo para superficie cultivada por localidad**

Fuente: Elaboración propia.

de las frecuencias con respecto a la cantidad de hectáreas para el total de los elementos de estudio y se observa que tienden a agruparse hacia la izquierda concentrándose en un rango de 1.5 ha a 4.5 ha.

Para un análisis mayor se muestran los resultados completos y diagrama de cajas en la figura 28. Se aprecian que para las localidades de San Agustín Atlahuacan y Nactanca Grande las cajas de distribución son simétricas considerando la mediana y que en Mecatlán de las flores esta se ubica casi en la zona inferior del rango mientras que en Ejido Nactanca es una situación contraria. Tanto en Los Naranjos como en Mecatlán de las Flores, Ejido Nactanca y San Agustín no se muestran bigotes en las gráficas y los datos están agrupados dentro de los cuartiles 1 y 3. Para verificar lo que visualmente se observa se llevó a cabo una comparación de pares de la prueba.



|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| N total                               | 32     |
| Probar estadística                    | 14.215 |
| Grados de libertad                    | 6      |
| Sig. asintótica (prueba de dos caras) | .027   |

1. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

**Figura 28. Diagrama de cajas para superficie cultivada por localidad**

Fuente: Elaboración propia.

de las frecuencias con respecto a la cantidad de hectáreas para el total de los elementos de estudio y se observa que tienden a agruparse hacia la izquierda concentrándose en un rango de 1.5 ha a 4.5 ha.

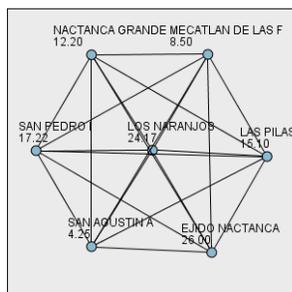
Para un análisis mayor se muestran los resultados completos y diagrama de cajas en la figura 28. Se aprecian que para las localidades de San Agustín

Atlahuacan y Nactanca Grande las cajas de distribución son simétricas considerando la mediana y que en Mecatlán de las flores esta se ubica casi en la zona

inferior del rango mientras que en Ejido Nactanca es una situación contraria. Tanto en Los Naranjos como en Mecatlán de las Flores, Ejido Nactanca y San Agustín no se muestran bigotes en las gráficas y los datos están agrupados dentro de los cuartiles 1 y 3. Para verificar lo que visualmente se observa se llevó a cabo una comparación de pares de la prueba.

Una ampliación del análisis mediante comparación por pares se observa que la significancia adyacente (Figura 29) no permite observar valores menores a 0.05 en los diferentes pares de análisis; sin embargo la prueba de Kruskal-Wallis para el conjunto de datos distribuidos en las localidades da una significación de 0.027 y adicionalmente se observa en la Figura 30 que las diferencias entre los rangos promedios de San Agustín Atlahuacan y Mecatlán de las Flores tienen valores muy bajos con respecto a Los Naranjos.

## Comparaciones por parejas de LOCALIDAD



Cada nodo muestra el rango de media de muestras de LOCALIDAD.

| Muestra1-Muestra2                 | Prueba estadística | Error típico | Desv. Prueba estadística | Sig. | Sig. ady. |
|-----------------------------------|--------------------|--------------|--------------------------|------|-----------|
| SAN AGUSTIN A-MECATLAN DE LAS F   | 4.250              | 8.480        | .501                     | .616 | 1.000     |
| SAN AGUSTIN A-NACTANCA GRANDE     | 7.950              | 7.772        | 1.023                    | .306 | 1.000     |
| SAN AGUSTIN A-LAS PILAS           | 10.850             | 7.772        | 1.396                    | .163 | 1.000     |
| SAN AGUSTIN A-SAN PEDRO I         | -12.972            | 7.262        | -1.786                   | .074 | 1.000     |
| SAN AGUSTIN A-LOS NARANJOS        | 19.917             | 8.480        | 2.349                    | .019 | .396      |
| SAN AGUSTIN A-EJIDO NACTANCA      | 21.750             | 7.772        | 2.799                    | .005 | .108      |
| MECATLAN DE LAS F-NACTANCA GRANDE | -3.700             | 6.784        | -.545                    | .585 | 1.000     |
| MECATLAN DE LAS F-LAS PILAS       | 6.600              | 6.784        | .973                     | .331 | 1.000     |
| MECATLAN DE LAS F-SAN PEDRO I     | -8.722             | 6.193        | -1.408                   | .159 | 1.000     |
| MECATLAN DE LAS F-LOS NARANJOS    | 15.667             | 7.585        | 2.066                    | .039 | .816      |
| MECATLAN DE LAS F-EJIDO NACTANCA  | -17.500            | 6.784        | -2.580                   | .010 | .208      |
| NACTANCA GRANDE-LAS PILAS         | 2.900              | 5.875        | .494                     | .622 | 1.000     |
| NACTANCA GRANDE-SAN PEDRO I       | -5.022             | 5.181        | -.969                    | .332 | 1.000     |
| NACTANCA GRANDE-LOS NARANJOS      | 11.967             | 6.784        | 1.764                    | .078 | 1.000     |
| NACTANCA GRANDE-EJIDO NACTANCA    | 13.800             | 5.875        | 2.349                    | .019 | .395      |
| LAS PILAS-SAN PEDRO I             | -2.122             | 5.181        | -.410                    | .682 | 1.000     |
| LAS PILAS-LOS NARANJOS            | -9.067             | 6.784        | -1.336                   | .181 | 1.000     |
| LAS PILAS-EJIDO NACTANCA          | -10.900            | 5.875        | -1.855                   | .064 | 1.000     |
| SAN PEDRO I-LOS NARANJOS          | 6.944              | 6.193        | 1.121                    | .262 | 1.000     |
| SAN PEDRO I-EJIDO NACTANCA        | 8.778              | 5.181        | 1.694                    | .090 | 1.000     |
| LOS NARANJOS-EJIDO NACTANCA       | -1.833             | 6.784        | -.270                    | .787 | 1.000     |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas. Se muestran las significancias asintóticas (pruebas de 2 caras). El nivel de significancia es .05.

Figura 29. Comparación por parejas de superficie cultivada por localidad

Fuente: Elaboración propia.

## Rangos

| LOCALIDAD            | N  | Rango promedio |
|----------------------|----|----------------|
| SUPERFICIE CULTIVADA |    |                |
| LAS PILAS            | 5  | 15.10          |
| LOS NARANJOS         | 3  | 24.17          |
| MECATLAN DE LAS F    | 3  | 8.50           |
| EJIDO NACTANCA       | 5  | 26.00          |
| NACTANCA GRANDE      | 5  | 12.20          |
| SAN AGUSTIN A        | 2  | 4.25           |
| SAN PEDRO I          | 9  | 17.22          |
| Total                | 32 |                |

Figura 30. Rangos promedio para la superficie cultivada por localidad

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de diferencias de las variables para el factor grado de calidad del café.

Los resultados de la prueba se basan en el nivel de significancia (alfa) establecido que es de 0.05, donde la hipótesis nula (Ho) se acepta si el valor de significancia obtenido es mayor, y en caso de que el valor sea menor se rechaza Ho. Los resultados para el caso de diferencias por puntaje de la catación agrupados por grado de calidad se muestran en la Tabla 72 y se comentan en este apartado.

**Tabla 72. Resumen de las pruebas de hipótesis para el factor GRADO DE CALIDAD**

| Resumen de prueba de hipótesis |  |  |      |                             |
|--------------------------------|--|--|------|-----------------------------|
|                                | Hipótesis nula   | Test   | Sig. | Decisión                    |
| 1                              | La distribución de ELEVATION es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.       | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .012 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 2                              | La distribución de TEMP es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.            | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .015 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 3                              | La distribución de PRECIP_MM es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.       | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .949 | Retener la hipótesis nula.  |
| 4                              | La distribución de Cond_Hidr es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.       | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .601 | Retener la hipótesis nula.  |
| 5                              | La distribución de MO es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.              | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .058 | Retener la hipótesis nula.  |
| 6                              | La distribución de P_Bray es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.          | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .497 | Retener la hipótesis nula.  |
| 7                              | La distribución de Ca es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.              | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .232 | Retener la hipótesis nula.  |
| 8                              | La distribución de N_NO3 es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.           | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .271 | Retener la hipótesis nula.  |
| 9                              | La distribución de pH_H2O es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.          | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .181 | Retener la hipótesis nula.  |
| 10                             | La distribución de HERBACEAS MEDIA es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .618 | Retener la hipótesis nula.  |
| 11                             | La distribución de ARBUSTOS MEDIA es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.  | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .126 | Retener la hipótesis nula.  |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

Fuente: Elaboración propia.

| Resumen de prueba de hipótesis |   |  |      |                            |
|--------------------------------|---|--|------|----------------------------|
|                                | Hipótesis nula  | Test   | Sig. | Decisión                   |
| 12                             | La distribución de ARBOLES MEDIA es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.        | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .940 | Retener la hipótesis nula. |
| 13                             | La distribución de KG_QQ_MX es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.             | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .368 | Retener la hipótesis nula. |
| 14                             | La distribución de SUPERFICIE CULTIVADA es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .146 | Retener la hipótesis nula. |
| 15                             | La distribución de PLANTAS/HA es la misma entre las categorías de GRADO DE CALIDAD.           | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | .958 | Retener la hipótesis nula. |

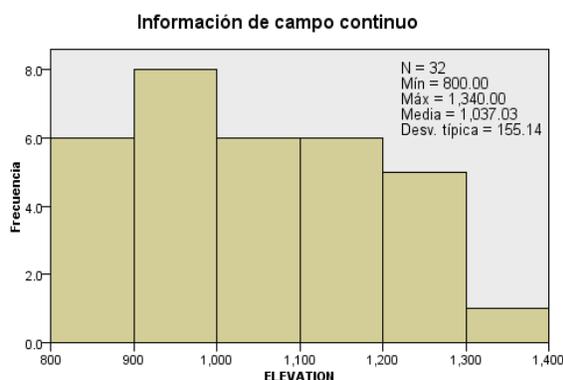
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la diferencias de distribuciones entre puntajes de la variable altitud, los resultados muestran que no es posible aceptar la hipótesis nula y se considera que no existe igualdad entre las distribuciones. El caso es similar para los datos de temperatura. Para las 13 variables restantes se observa que los resultados indican que con un nivel de confianza del 95% los datos tienen distribuciones iguales entre todas las localidades.

Un análisis más profundo se realizó a partir de los

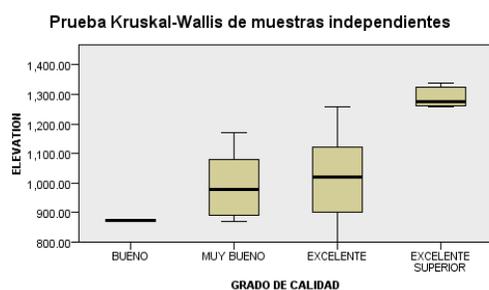
resultados obtenidos y en este caso se planteó para aquellas variables en donde el resultado de la prueba de hipótesis fue rechazar la hipótesis nula. Para la variable ELEVATION que contiene la información de la altitud media de las parcelas la figura 31 muestra la distribución de las frecuencias con respecto a los valores de elevación para el total de los elementos de estudio y se observa que tienden a agruparse hacia el lado izquierdo concentrándose en un rango de 800 a 1200 msnm y extendiendo las frecuencias menores hacia el rango de los 1200 a 1400 msnm.



**Figura 31. Información de campo continuo para la variable de elevación factor grado de calidad**

Fuente: Elaboración propia.

Para un análisis mayor se muestran los resultados completos y diagrama de cajas en la figura 32. Se aprecian que entre los grados “muy bueno” y “excelente superior” y entre esta y “excelente” no existe una similitud en la distribución que en el caso de “excelente superior” los valores se concentran mucho en torno a la mediana que se encuentra desplazada fuertemente hacia el límite de la base inferior de la caja, mientras que en los otros grados mencionados la mediana parece ubicarse cercana al centro de la caja y presentan una distribución más amplia. Para verificar lo que visualmente se observa se lleva a cabo una comparación de pares.



Una ampliación del análisis mediante comparación por pares indica que a un nivel de significancia del 0.05 la relación entre muestras se ubica con una significancia adyacente menor en los pares “Muy bueno – Excelente superior” y “Excelente – Excelente Superior” (Figura 33).

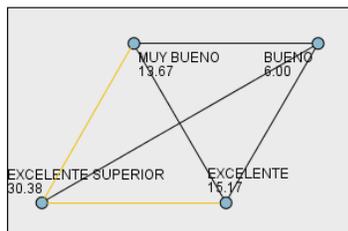
|  |        |
|--|--------|
| <b>N total</b>                               | 32     |
| <b>Probar estadística</b>                    | 10.965 |
| <b>Grados de libertad</b>                    | 3      |
| <b>Sig. asintótica (prueba de dos caras)</b> | .012   |

1. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

**Figura 32. Diagrama de cajas para la elevación por grado de calidad**

Fuente: Elaboración propia.

### Comparaciones por parejas de GRADO DE CALIDAD



Cada nodo muestra el rango de media de muestras de GRADO DE CALIDAD.

| Muestra1-Muestra2            | Prueba estadística | Error típico | Desv. Prueba estadística | Sig. | Sig. ady. |
|------------------------------|--------------------|--------------|--------------------------|------|-----------|
| BUENO-MUY BUENO              | -7.667             | 10.128       | -7.757                   | .449 | 1.000     |
| BUENO-EXCELENTE              | -9.167             | 9.597        | -9.955                   | .340 | 1.000     |
| BUENO-EXCELENTE SUPERIOR     | -24.375            | 10.483       | -2.325                   | .020 | .120      |
| MUY BUENO-EXCELENTE          | -1.500             | 4.340        | -.346                    | .730 | 1.000     |
| MUY BUENO-EXCELENTE SUPERIOR | -16.708            | 6.053        | -2.761                   | .006 | .035      |
| EXCELENTE-EXCELENTE SUPERIOR | -15.208            | 5.115        | -2.973                   | .003 | .018      |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas.  
Se muestran las significancias asintóticas (pruebas de 2 caras). El nivel de significancia es .05.

Figura 33. Comparación por parejas de altitud por grado de calidad

Fuente: Elaboración propia.

Para la variable TEMP que contiene la información de la temperatura media anual normal de las parcelas la figura 34 muestra la distribución de las frecuencias con respecto a los valores de temperatura para el total de los elementos de estudio y se observa que tienden a agruparse hacia la zona central

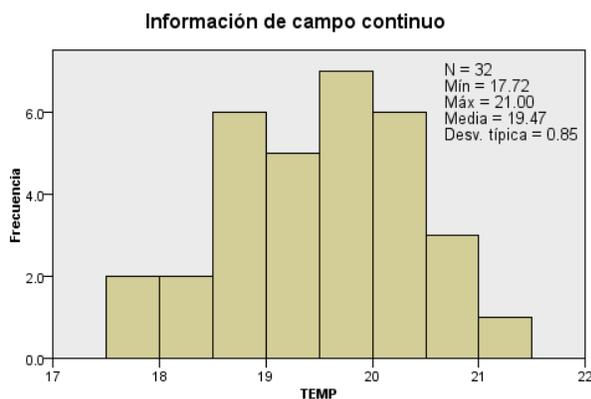
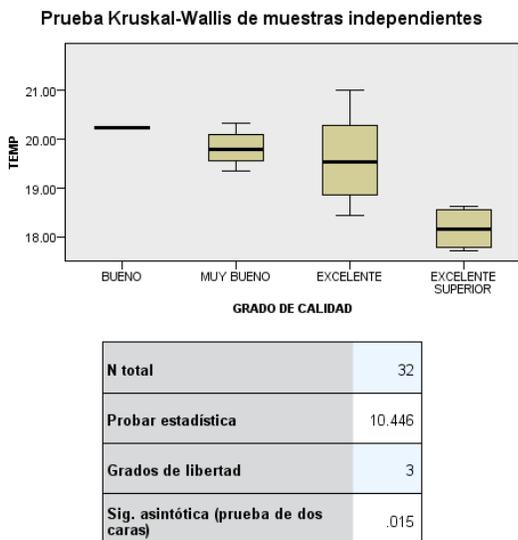


Figura 34. Información de campo continuo para la temperatura por el factor grado de calidad

Fuente: Elaboración propia.

concentrándose en un rango de 18.5°C y 20.5°C.

Para un análisis mayor se muestran los resultados completos y diagrama de cajas en la figura 35. A simple vista no se observa fácilmente la diferencia en las distribuciones entre los 4 grados de calidad aunque es observable que conforme la temperatura es menor hay una agrupación mayor de los grados más altos. Para verificar lo que visualmente se observa se llevó a cabo una comparación de pares de la prueba.



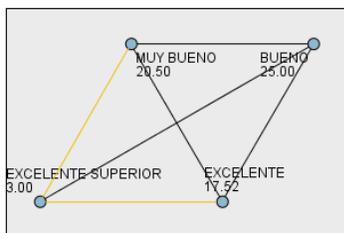
Una ampliación del análisis mediante comparación por pares indica que a un nivel de significancia del 0.05 la relación entre muestras se ubica con una significancia adyacente menor en el caso de los pares “Excelente – Excelente Superior” y “Bueno – Excelente Superior” (Figura 36).

1. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

**Figura 35. Diagrama de caja para la temperatura por grado de calidad**

Fuente: Elaboración propia.

**Comparaciones por parejas de GRADO DE CALIDAD**



Cada fila muestra el rango de media de muestras de GRADO DE CALIDAD.

| Muestra1-Muestra2            | Prueba estadística | Error típico | Desv. Prueba estadística | Sig. | Sig. ady. |
|------------------------------|--------------------|--------------|--------------------------|------|-----------|
| EXCELENTE SUPERIOR-EXCELENTE | 14.524             | 5.118        | 2.838                    | .005 | .027      |
| EXCELENTE SUPERIOR-MUY BUENO | 17.500             | 6.055        | 2.890                    | .004 | .023      |
| EXCELENTE SUPERIOR-BUENO     | 22.000             | 10.488       | 2.098                    | .036 | .216      |
| EXCELENTE-MUY BUENO          | 2.976              | 4.342        | .685                     | .493 | 1.000     |
| EXCELENTE-BUENO              | 7.476              | 9.602        | .779                     | .436 | 1.000     |
| MUY BUENO-BUENO              | 4.500              | 10.132       | .444                     | .657 | 1.000     |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas. Se muestran las significancias asintóticas (pruebas de 2 caras). El nivel de significancia es .05.

**Figura 36. Comparación por parejas de temperatura por grado de calidad**

Fuente: Elaboración propia.

## VEGETACIÓN ÚTIL

Los resultados de las muestras de vegetación obtenidas en los muestreos por parcela indican que en total se identificaron 365 individuos vegetales repartidos en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo (Tabla 73), predominando las especies herbáceas. Es de llamar la atención que los individuos arbustivos se encuentran en la menor cantidad y posiblemente tenga que ver con la competencia por el espacio con el café. Las especies en este apartado se presentaron con sus nombres locales, ya que fueron comunes en la zona y fue más fácil su interpretación con los participantes. Destaca en el estrato herbáceo la cantidad de individuos de matlalc (tanto blanco como morado) seguidos del istuyo y la siempreviva. En el estrato arbustivo predomina la presencia de la pesma (helechos arborecentes) el plátano y el guarneque, estos últimos usualmente sembrados para venta y autoconsumo. Dentro del estrato arbóreo destaca sin duda el chalahuite (diferentes variedades del género *Inga*), seguido de la macadamia, el encino y los cítricos (agrupando naranjo, naranjo agrio y mandarina) (Ver figuras 37, 38 y 39).

Tabla 73. Tabla de contingencia estrato por localidad

**Tabla de contingencia ESTRATO \* LOCALIDAD**

| Recuento |           | LOCALIDAD |              |                   |           |              |               | Total |             |
|----------|-----------|-----------|--------------|-------------------|-----------|--------------|---------------|-------|-------------|
|          |           | LAS PILAS | LOS NARANJOS | MECATLAN DE LAS F | EJIDO NAC | NACTANCA GDE | SAN AGUSTIN A |       | SAN PEDRO I |
| ESTRATO  | HERBACEO  | 18        | 18           | 28                | 41        | 38           | 29            | 59    | 231         |
|          | ARBUSTIVO | 4         | 4            | 1                 | 6         | 7            | 6             | 12    | 40          |
|          | ARBOREO   | 8         | 8            | 5                 | 21        | 15           | 6             | 31    | 94          |
| Total    |           | 30        | 30           | 34                | 68        | 60           | 41            | 102   | 365         |

Fuente: Elaboración propia.

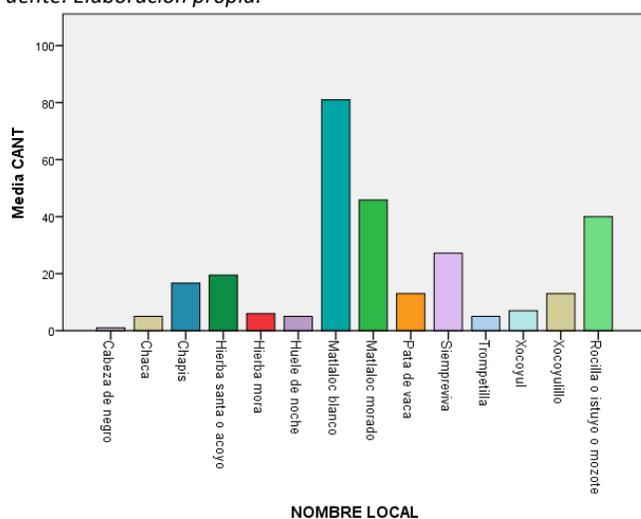
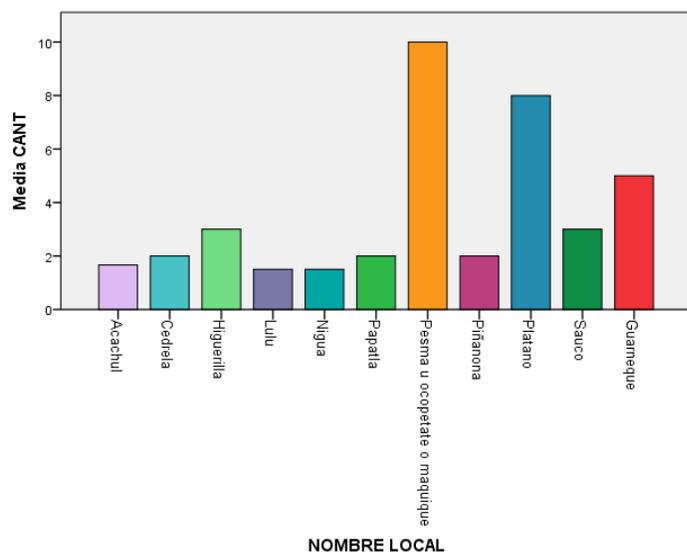
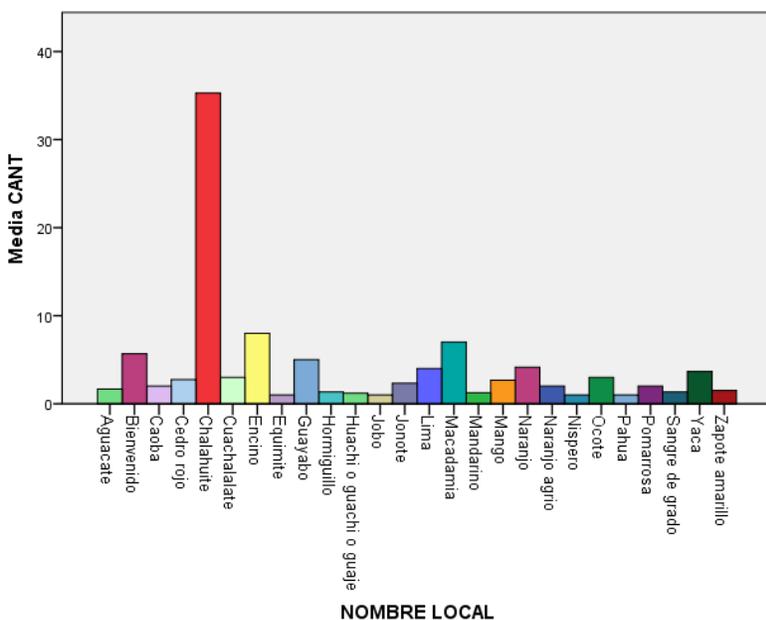


Figura 37. Media de las cantidades de individuos por especie herbácea

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 38. Media de las cantidades de individuos por especie arbustiva**  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 39. Media de las cantidades de individuos por especie arbórea**  
Fuente: Elaboración propia.

La agrupación de las diferentes especies a nivel general nos indica un panorama que a nivel local puede tener otra distribución, por lo que se analizaron los datos de flora útil a este nivel.

## VEGETACION ÚTIL POR LOCALIDAD IDENTIFICADA EN LOS MUESTREOS

### LAS PILAS

En Las Pilas fueron identificados 175 individuos de flora útil por punto de muestreo en los tres estratos repartidos en 18 especies (Tabla 74). La especie dominante en el estrato herbáceo es el matlalc blanco y morado, mientras que en el arbóreo corresponde al chalahuite. Existe la presencia de individuos con importancia comercial por alimentos como el aguacate, los naranjos, mandarina y plátano y la papatla cuyas hojas se utilizan para la preparación de tamales y es preferida en la zona sobre las hojas de plátano, mientras que en el sector de la producción de follaje para arreglos florales destaca la presencia del guarneque. Como especies forestales destaca la presencia de caoba y el hormiguillo, aunque sus cantidades son bajas. Una planta en particular a destacar no solo de las Pilas sino en diferentes localidades es el arbusto del acachul que en otras zonas se conoce como capulín agrio, y que es una planta nativa que en la zona tiene su importancia porque el fruto, similar a un capulín, se consumido en fresco, pero principalmente empleado en la zona para producir un licor de esta fruta y que es reconocido por su sabor.

Tabla 74. Resumen de especies de vegetación útil en Las Pilas

|           |           | CLAVE | Nombre local | Individuos                |     |
|-----------|-----------|-------|--------------|---------------------------|-----|
| LOCALIDAD | LAS PILAS | 1     | ABU4         | Acachul                   | 3   |
|           |           | 2     | A8           | Aguacate                  | 2   |
|           |           | 3     | A15          | Caoba                     | 1   |
|           |           | 4     | A4           | Chalahuite                | 22  |
|           |           | 5     | H7           | Chapis                    | 24  |
|           |           | 6     | A38          | Hormiguillo               | 1   |
|           |           | 7     | A46          | Huachi o guachi o guaje   | 1   |
|           |           | 8     | A12          | Mandarino                 | 1   |
|           |           | 9     | H9           | Matlalc blanco            | 26  |
|           |           | 10    | H10          | Matlalc morado            | 41  |
|           |           | 11    | A10          | Naranja                   | 2   |
|           |           | 12    | A1           | Naranja agrio             | 2   |
|           |           | 13    | AB2          | Papatla                   | 3   |
|           |           | 14    | ABU7         | Plátano                   | 6   |
|           |           | 15    | A39          | Sangre de grado           | 1   |
|           |           | 16    | H11          | Siempreviva               | 13  |
|           |           | 17    | H8           | Rocilla o istuyo o mozote | 21  |
|           |           | 18    | ABU31        | Guarneque                 | 5   |
|           | Total     | N     | 18           | 18                        | 18  |
|           |           | Suma  |              |                           | 175 |
| Total     |           | N     | 18           | 18                        | 18  |
|           |           | Suma  |              |                           | 175 |

Fuente: Elaboración propia.

## Los Naranjos

Podemos ver que en Los Naranjos se agrupan 157 individuos en 13 especies y los dominantes tanto en el estrato herbáceo como arbóreo son similares a Las Pilas (Tabla 75), así como las especies de valor como productores de alimento. En este caso no fueron ubicadas arbustivas de valor comercial. El hormiguillo y el árbol sangre de grado fueron las especies de importancia maderable ubicada en las parcelas.

**Tabla 75. Resumen de especies de vegetación útil en Los Naranjos**

|           |         | CLAVE | Nombre local              | Individuos |
|-----------|---------|-------|---------------------------|------------|
| LOCALIDAD | 1       | A8    | Aguacate                  | 2          |
|           | 2       | A4    | Chalahuite                | 22         |
|           | 3       | H7    | Chapis                    | 24         |
|           | 4       | A38   | Hormiguillo               | 1          |
|           | 5       | A46   | Huachi o guachi o guaje   | 1          |
|           | 6       | A12   | Mandarino                 | 1          |
|           | 7       | H9    | Matlaloc blanco           | 26         |
|           | 8       | H10   | Matlaloc morado           | 41         |
|           | 9       | A10   | Naranjo                   | 2          |
|           | 10      | A1    | Naranjo agrio             | 2          |
|           | 11      | A39   | Sangre de grado           | 1          |
|           | 12      | H11   | Siempreviva               | 13         |
|           | 13      | H8    | Rocilla o istuyo o mozote | 21         |
|           | Total N | 13    | 13                        | 13         |
|           | Suma    |       |                           | 157        |
| Total     | N       | 13    | 13                        | 13         |
|           | Suma    |       |                           | 157        |

Fuente: Elaboración propia.

## Mecatlán de las Flores

En las muestras de esta localidad se encontraron una mayor cantidad de especies herbáceas que en las anteriores y destaca la presencia de la hierba santa el xocoyul y xocoyulillo (Tabla 76). Como especies de valor por alimentos se encontró únicamente naranjo y en el maderable el cedro rojo.

*Tabla 76. Resumen de especies de vegetación útil en Mecatlán de las Flores*

|           |                   | CLAVE | Nombre local | Individuos                |     |
|-----------|-------------------|-------|--------------|---------------------------|-----|
| LOCALIDAD | MECATLAN DE LAS F | 1     | A5           | Cedro rojo                | 2   |
|           |                   | 2     | A4           | Chalahuite                | 34  |
|           |                   | 3     | H7           | Chapis                    | 18  |
|           |                   | 4     | H47          | Hierba santa o acoyo      | 18  |
|           |                   | 5     | H9           | Matlaloc blanco           | 50  |
|           |                   | 6     | H10          | Matlaloc morado           | 17  |
|           |                   | 7     | A10          | Naranjo                   | 5   |
|           |                   | 8     | H144         | Xocoyul                   | 12  |
|           |                   | 9     | H122         | Xocoyulillo               | 13  |
|           |                   | 10    | H8           | Rocilla o istuyo o mozote | 49  |
|           | Total             | N     | 10           | 10                        | 10  |
|           |                   | Suma  |              |                           | 218 |
|           | Total             | N     | 10           | 10                        | 10  |
|           |                   | Suma  |              |                           | 218 |

Fuente: Elaboración propia.

## Ejido Nactanca

En el ejido Nactanca se observa también la alta presencia de matlaloc blanco y morado así como el chalahuite (Tabla 77). Es de notar que además de árboles frutales se presenta la presencia del cuachalalate del cual se aprovecha su corteza y en la localidad se explota para fines comerciales en el campo de la medicina tradicional, siendo vendido en la cabecera municipal. Dentro de los maderables, las condiciones climáticas permiten la presencia de ocote (*Pinus patula*). Otra especie a destacar es el lulo o lulu que también se cultiva para alimento local y la yaca cuyo fruto se vende en la zona.

Tabla 77. Resumen de especies de vegetación útil en Ejido Nactanca

|           |           | CLAVE | Nombre local | Individuos                  |    |
|-----------|-----------|-------|--------------|-----------------------------|----|
| LOCALIDAD | EJIDO NAC | 1     | A8           | Aguacate                    | 1  |
|           |           | 2     | A3           | Bienvenido                  | 7  |
|           |           | 3     | A5           | Cedro rojo                  | 1  |
|           |           | 4     | A4           | Chalahuite                  | 47 |
|           |           | 5     | H7           | Chapis                      | 4  |
|           |           | 6     | A25          | Cuachalalate                | 3  |
|           |           | 7     | A22          | Encino                      | 8  |
|           |           | 8     | A23          | Jonote                      | 2  |
|           |           | 9     | ABU20        | Lulu                        | 2  |
|           |           | 10    | A29          | Mango                       | 1  |
|           |           | 11    | H9           | Matlaloc blanco             | 54 |
|           |           | 12    | H10          | Matlaloc morado             | 14 |
|           |           | 13    | A10          | Naranja                     | 2  |
|           |           | 14    | ABU17        | Nigua                       | 2  |
|           |           | 15    | A32          | Ocote                       | 3  |
|           |           | 16    | H181         | Pata de vaca                | 13 |
|           |           | 17    | ABU15        | Pesma u ocopeate o maquique | 15 |
|           |           | 18    | H11          | Siempreviva                 | 29 |
|           |           | 19    | A13          | Yaca                        | 1  |
|           |           | 20    | H8           | Rocilla o istuyo o mozote   | 15 |
| Total     | N         | 20    | 20           | 20                          |    |
|           | Suma      |       |              | 224                         |    |
| Total     | N         | 20    | 20           | 20                          |    |
|           | Suma      |       |              | 224                         |    |

Fuente: Elaboración propia.

## Nactanca Grande

Nactanca Grande es de las localidades en que mayor cantidad de individuos se encontraron así como de especies, y si bien siguen dominando el chalahuite y el matlloc blanco y morado (Tabla 78) en los estratos correspondientes, se aprecia la presencia de una gama de frutales más amplia. Los frutales incluyen además de los ubicados en las localidades anteriores al zapote amarillo (blanco) la pahua o pagua, el jobo y la lima. En los maderables destaca la presencia de caoba y cedro rojo.

**Tabla 78. Resumen de especies de vegetación útil en Nactanca Grande**

|           |              | CLAVE | Nombre local | Individuos              |                           |     |
|-----------|--------------|-------|--------------|-------------------------|---------------------------|-----|
| LOCALIDAD |              | 1     | ABU4         | Acachul                 | 1                         |     |
|           |              | 2     | A3           | Bienvenido              | 1                         |     |
|           |              | 3     | A15          | Caoba                   | 2                         |     |
|           |              | 4     | A5           | Cedro rojo              | 6                         |     |
|           |              | 5     | A4           | Chalahuite              | 44                        |     |
|           |              | 6     | H7           | Chapis                  | 19                        |     |
|           |              | 7     | H47          | Hierba santa o acoyo    | 21                        |     |
|           |              | 8     | H20          | Hierba mora             | 5                         |     |
|           |              | 9     | A46          | Huachi o guachi o guaje | 1                         |     |
|           |              | 10    | A58          | Jobo                    | 1                         |     |
|           |              | 11    | A2           | Lima                    | 4                         |     |
|           |              | 12    | A35          | Macadamia               | 3                         |     |
|           | NACTANCA GDE |       | 13           | A12                     | Mandarino                 | 2   |
|           |              |       | 14           | A29                     | Mango                     | 2   |
|           |              |       | 15           | H9                      | Matlloc blanco            | 116 |
|           |              |       | 16           | H10                     | Matlloc morado            | 97  |
|           |              |       | 17           | A10                     | Naranja                   | 6   |
|           |              |       | 18           | A57                     | Pahua                     | 1   |
|           |              |       | 19           | ABU7                    | Plátano                   | 15  |
|           |              |       | 20           | ABU11                   | Sauco                     | 2   |
|           |              |       | 21           | A13                     | Yaca                      | 2   |
|           |              |       | 22           | A53                     | Zapote amarillo           | 1   |
|           |              |       | 23           | H8                      | Rocilla o istuyo o mozote | 30  |
|           | Total        | N     | 23           | 23                      | 23                        |     |
|           |              | Suma  |              |                         | 382                       |     |
| Total     | N            | 23    | 23           | 23                      | 23                        |     |
|           | Suma         |       |              |                         | 382                       |     |

Fuente: Elaboración propia.

## San Agustín Atlihuacan

En el caso de San Agustín Atlihuacan las parcelas muestreadas destacan por la alta presencia de los helechos arbóreos (maquique o pesma). A pesar de ser una especie arbustiva, se encuentra cercana a la presencia del chalahuite que ha sido la especie arbórea dominante (Tabla 79). Como especies frutales se encontraron únicamente naranjos y la papatla para la preparación de tamales.

**Tabla 79. Resumen de especies de vegetación útil en San Agustín Atlihuacan**

|           |               | CLAVE | Nombre local | Individuos                   |     |
|-----------|---------------|-------|--------------|------------------------------|-----|
| LOCALIDAD | SAN AGUSTIN A | 1     | A4           | Chalahuite                   | 7   |
|           |               | 2     | ABU26        | Higuerilla                   | 3   |
|           |               | 3     | H20          | Hierba mora                  | 2   |
|           |               | 4     | A46          | Huachi o guachi o guaje      | 1   |
|           |               | 5     | A23          | Jonote                       | 2   |
|           |               | 6     | H9           | Matlloc blanco               | 46  |
|           |               | 7     | A10          | Naranja                      | 1   |
|           |               | 8     | ABU2         | Papatla                      | 1   |
|           |               | 9     | ABU15        | Pesma u ocopetate o maquique | 5   |
|           |               | 10    | H11          | Siempreviva                  | 28  |
|           |               | 11    | H144         | Xocoyul                      | 2   |
|           |               | 12    | H8           | Rocilla o istuyo o mozote    | 3   |
|           | Total         | N     | 12           | 12                           | 12  |
|           |               | Suma  |              |                              | 101 |
|           | Total         | N     | 12           | 12                           | 12  |
|           |               | Suma  |              |                              | 101 |

Fuente: Elaboración propia.

## San Pedro Itztla

En San Pedro Itztla se ubicaron un total de 701 individuos en los puntos de muestreo agrupados en 35 especies, resultando la localidad con más especies, pero considerando que fue la localidad con más parcelas muestreadas (Tabla 80). Dentro de las especies herbáceas destaca al igual que en las otras localidades el matlaloc blanco y morado, así como el chalahuite en el estrato arbóreo. Es de destacar que se ubican especies de follaje combinadas con el café como la cedrela y la piñanona.

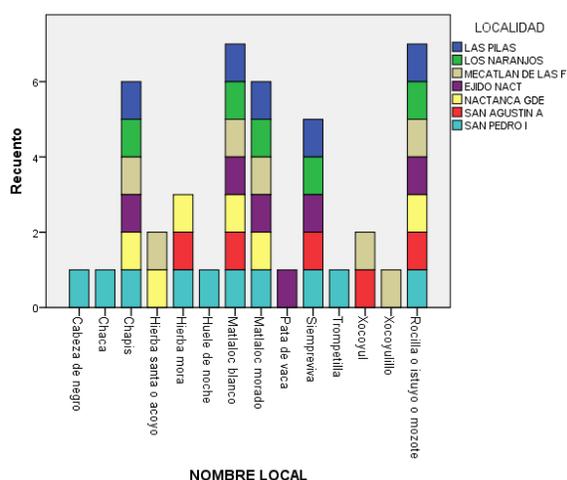
Tabla 80. Resumen de especies de vegetación útil en San Pedro Itztla

|           |       | CLAVE     | Nombre local              | Individuos |
|-----------|-------|-----------|---------------------------|------------|
|           | 1     | ABU4      | Acachul                   | 1          |
|           | 2     | A3        | Bienvenido                | 9          |
|           | 3     | H110      | Cabeza de negro           | 1          |
|           | 4     | A15       | Caoba                     | 3          |
|           | 5     | ABU14     | Cedrela                   | 2          |
|           | 6     | A5        | Cedro rojo                | 2          |
|           | 7     | H105      | Chaca                     | 5          |
|           | 8     | A4        | Chalahuite                | 71         |
|           | 9     | H7        | Chapis                    | 11         |
|           | 10    | A49       | Equimite                  | 1          |
|           | 11    | A11       | Guayabo                   | 5          |
|           | 12    | H20       | Hierba mora               | 11         |
|           | 13    | A38       | Hormiguillo               | 2          |
|           | 14    | A46       | Huachi o guachi o guaje   | 2          |
|           | 15    | H83       | Huele de noche            | 5          |
|           | 16    | A23       | Jonote                    | 3          |
|           | 17    | ABU20     | Lulu                      | 1          |
|           | 18    | A35       | Macadamia                 | 11         |
|           | 19    | A12       | Mandarino                 | 1          |
| LOCALIDAD | 20    | A29       | Mango                     | 5          |
|           | 21    | H9        | Matlaloc blanco           | 249        |
|           | 22    | H10       | Matlaloc morado           | 65         |
|           | 23    | A10       | Naranja                   | 11         |
|           | 24    | ABU17     | Nigua                     | 1          |
|           | 25    | A47       | Nispero                   | 1          |
|           | 26    | ABU16     | Piñanona                  | 2          |
|           | 27    | ABU7      | Plátano                   | 3          |
|           | 28    | A54       | Pomarrosa                 | 2          |
|           | 29    | A39       | Sangre de grado           | 2          |
|           | 30    | ABU11     | Sauco                     | 4          |
|           | 31    | H11       | Siempreviva               | 53         |
|           | 32    | H85       | Trompetilla               | 5          |
|           | 33    | A13       | Yaca                      | 8          |
|           | 34    | A53       | Zapote amarillo           | 2          |
|           | 35    | H8        | Rocilla o istuyo o mozote | 141        |
|           | Total | N<br>Suma | 35                        | 35         |
|           |       |           |                           | 701        |
| Total     | N     |           | 35                        | 35         |
|           | Suma  |           |                           | 701        |

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente se encuentra el níspero, la yaca y el zapote como especies frutales que solo se localizaron en algunas de las demás localidades. El caso de las especies maderables indica la presencia de caoba y cerdo rojo, así como el bienvenido y el equimite.

A partir de los datos de vegetación útil de cada localidad se hicieron comparaciones de presencia y ausencia de las diferentes especies entre las poblaciones de estudio para cada estrato. Como se puede apreciar en la figura 40 para el estrato arbustivo el chapis, el matlloc blanco y morado, así como la siempreviva y la rocilla o istuyo estuvieron presentes en la mayoría de las localidades, siendo las menos usuales la pata de vaca y el xocoyulillo. También se observa que En san Pedro Itztla se presentaron la mayor variedad de especies.



**Figura 40. Presencia de especies herbáceas útiles por localidad**  
Fuente: Elaboración propia.

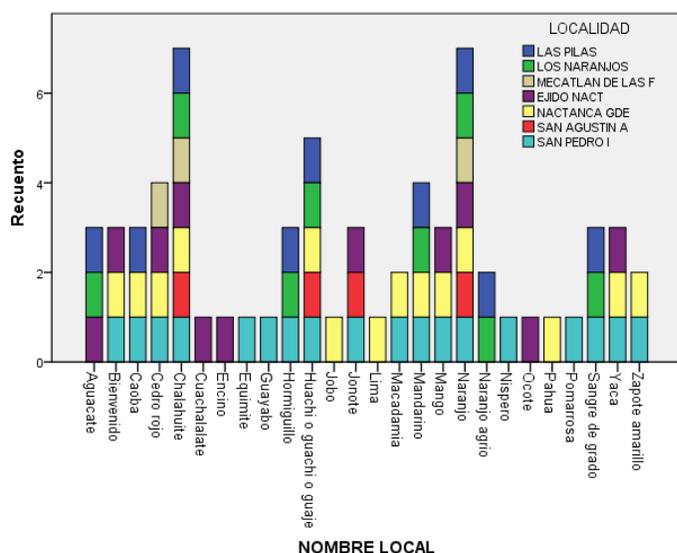


Figura 41. Presencia de especies arbóreas útiles por localidad

Fuente: Elaboración propia.

En lo correspondiente al estrato arbóreo destaca que en todas las localidades se ubicaron especímenes de chalahuite y de naranjo, seguidos del huachi o guachi (Figura 41). Los cítricos en general predominaron entre los árboles frutales y entre los maderables el cedro rojo fue el que se ubicó con presencia en más localidades. Nuevamente fue San pedro Itzla el que más variedad de especies tuvo y en este caso el que menos fue Mecatlán de las Flores

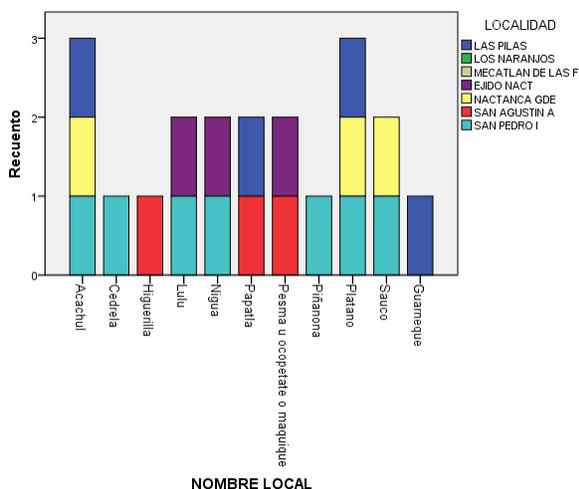


Figura 42. Presencia de especies arbustivas útiles por localidad

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente en el estrato arbustivo la presencia del plátano y el acachul fueron las principales y ambas se dieron en las mismas localidades, mientras que la piñanona, la higuera y la cedrela solo se ubicaron en una localidad cada una. Destaca que no se encontraron en los sitios de muestreo de Los Naranjos y Mecatlán de las Flores individuos de flora útil en este estrato (Figura 42).

### *Listado de plantas útiles en la zona de estudio*

Como parte de integración de la información de la flora útil ubicada dentro de las parcelas de estudio, se tuvieron los resultados de la identificación botánica tanto de los individuos ubicados en el muestreo sistemático como de las especies ubicadas en las fronteras de cada parcela y en las caminatas, con el fin de obtener la mayor cantidad de especies identificadas para la zona. Las muestras identificadas en los diferentes herbarios con el apoyo del biólogo Aurelio Colmenero Robles fueron posibles gracias a la presencia en las muestras de elementos como flores, frutos y raíces, ya que en el muestreo realizado únicamente por las personas de las localidades mostraron insuficiencia de material para su identificación. Sin embargo, para la flora útil fue posible identificar un total de 91 especies agrupadas en 39 familias (tabla 81). En este listado se incluyen las especies de los tres estratos y adicionalmente las plantas epífitas y parásitas consideradas útiles. Los resultados muestran que la familia con mayor presencia de especies de plantas útiles es la Orchidaceae seguida de la Fabaceae.

En cuanto al uso y procedencia de las especies, en la tabla 82 se observa que los principales usos son como alimento y medicinal. Dentro de las especies del estrato arbóreo los frutales dominan el uso alimenticio y los maderables el uso como combustible y madera. Las especies de la familia Orchidaceae tienen su principal uso como ornamental, así como varias de las arbustivas. Destaca también la mayor cantidad de especies nativas sobre las introducidas, aunque estas últimas tienen mayor presencia en los usos alimenticios y destacan en los ornamentales. Es importante señalar que en todas las parcelas muestreadas las epífitas localizadas no eran cultivadas o propiciado su crecimiento por el propietario, sino más bien de vida libre.

Tabla 81. Agrupación por familias de las principales especies de vegetación útil identificada en la zona

| No | Familia          | Especie   | Nombre común 1   | Nombre común 2   |
|----|------------------|---|------------------|------------------|
| 1  | AGAVACEAE        | <i>Dracaena deremensis</i>                            | Guarneque        |                  |
| 2  | ANACARDIACEAE    | <i>Tapirira mexicana</i> Marchand                     | Bienvenido       |                  |
| 3  | ANACARDIACEAE    | <i>Spondias purpurea</i> L.                           | Ciruelo          |                  |
| 4  | ANACARDIACEAE    | <i>Mangifera indica</i> L.                            | Mango            |                  |
| 5  | ANACARDIACEAE    | <i>Amphipterigium adstringens</i> Schiede ex Schlecht | Cuachalalate     |                  |
| 6  | ANACARDIACEAE    | <i>Spondias mombin</i> L.                             | Jobo             |                  |
| 7  | ANNONACEAE       | <i>Annona cherimola</i> Mill.                         | Chirimoya        |                  |
| 8  | ARACEAE          | <i>Syngonium aff. neglectum</i> Schott                | Chapis           |                  |
| 9  | ARACEAE          | <i>Monstera deliciosa</i> Liebm.                      | Piñanona         |                  |
| 10 | ARECACEAE        | <i>Acrocomia mexicana</i> Jacq                        | Xocoyul          | Coyul            |
| 11 | ASTERACEAE       | <i>Bidens odorata</i> Cav.                            | Mozote           | Estuyo           |
| 12 | ASTERACEAE       | <i>Eupatorium macrophyllum</i> L.                     | Acuyo            | Hierba santa     |
| 13 | BORAGINACEAE     | <i>Tournefortia hirsutissima</i> L.                   | Nigua            |                  |
| 14 | BROMELIACEAE     | <i>Tillandsia deppeana</i> Teudel                     | Trencilla        |                  |
| 15 | BROMELIACEAE     | <i>Tillandsia imperialis</i> E. Morren. Ex Mez        | Pabellon         |                  |
| 16 | BURSERACEAE      | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                    | Chaca            | Palo mulato      |
| 17 | CAPRIFOLIACEAE   | <i>Sambucus mexicana</i> Presl                        | Sauco            |                  |
| 18 | CECROPIACEAE     | <i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.                   | Hormiguillo      | Hormigo          |
| 19 | COMMELINACEAE    | <i>Commelina diffusa</i> Burm. f.                     | Matlloc morado   | Matlalin morado  |
| 20 | COMMELINACEAE    | <i>Tripogandra serrulata</i> (Vahl) Handlos           | Matlloc blanco   | Matlalin blanco  |
| 21 | CRASSULACEAE     | <i>Kalanchoe fedtschenkoi</i> Hamet et Perr.          | Siempre viva     |                  |
| 22 | CYATHEACEAE      | <i>Cyathea divergens</i> Kunze                        | Pesma            |                  |
| 23 | CYATHEACEAE      | <i>Cyathea divergens</i> Kunze                        | Pesma            | Maquique         |
| 24 | CYATHEACEAE      | <i>Cyathea fulva</i> (M. Martens et Galeotti) Fee     | Pesma            | Maquique         |
| 25 | DIOSCOREACEAE    | <i>Dioscorea alata</i> L.                             | Cabeza de negro  |                  |
| 26 | EUPHORBIACEAE    | <i>Ricinus communis</i> L.                            | Higuerilla       |                  |
| 27 | EUPHORBIACEAE    | <i>Croton draco</i> Schldt.                           | Sangre de grado  | Sangregrado      |
| 28 | FABACEAE         | <i>Bauhinia divaricata</i> L.                         | Pata de vaca     |                  |
| 29 | FABACEAE         | <i>Inga edulis</i> Mart                               | Chalahuite       |                  |
| 30 | FABACEAE         | <i>Inga jinicuil</i> (Schldt. ) Vatke                 | Jinicuil         |                  |
| 31 | FABACEAE         | <i>Inga punctata</i> Willd.                           | Chalahuite negro |                  |
| 32 | FABACEAE         | <i>Inga vera</i> Willd.                               | Chalahuite       |                  |
| 33 | FABACEAE         | <i>Inga xalapensis</i> Benth.                         | Chalahuite       |                  |
| 34 | FABACEAE         | <i>Erythrina americana</i> Mill.                      | Equimite         |                  |
| 35 | FABACEAE         | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Swartz            | Cabello de ángel |                  |
| 36 | FAGACEAE         | <i>Quercus</i> spp.                                   | Encino           |                  |
| 37 | HELICONIACEAE    | <i>Heliconia schiedeana</i>                           | Papatla          | Platanillo       |
| 38 | LAMIACEAE        | <i>Salvia hispanica</i>                               | Chia             |                  |
| 39 | LAURACEAE        | <i>Persea americana</i> Mill                          | Aguacate         |                  |
| 40 | LAURACEAE        | <i>Persea schiedeana</i>                              | Pagua            | Pahua            |
| 41 | MAGNOLIACEAE     | <i>Talauma mexicana</i> (D.C.) G. Don                 | Yoloxochitl      |                  |
| 42 | MELASTOMATAACEAE | <i>Arthrostemma ciliatum</i> Ruiz et Pav.             | Xocoyolillo      |                  |
| 43 | MELIACEAE        | <i>Cedrela odorata</i> L.                             | Cedro rojo       | Cedro            |
| 44 | MELIACEAE        | <i>Swietenia macrophylla</i> King                     | Caoba            |                  |
| 45 | MORACEAE         | <i>Morus celtidifolia</i> Kunth                       | Moral            |                  |
| 46 | MORACEAE         | <i>Artocarpus heterophyllus</i>                       | Yaca             |                  |
| 47 | MUSACEAE         | <i>Musa acuminata</i> Colla x M. balbisiana Colla     | Plátano          |                  |
| 48 | MYRSINACEAE      | <i>Ardisia compressa</i>                              | Acachul          | Acachu           |
| 49 | MYRTACEAE        | <i>Psidium guajava</i> L.                             | Guayaba          |                  |
| 50 | MYRTACEAE        | <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill                    | Pimienta         |                  |
| 51 | MYRTACEAE        | <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston                    | pomarosa         |                  |
| 52 | ORCHIDACEAE      | <i>Stanhopea oculata</i>                              | Vaquita          |                  |
| 53 | ORCHIDACEAE      | <i>Stanhopea tigrina</i>                              | Torito           | Cabeza de vibora |

|    |               |   |                        |                  |
|----|---------------|---|------------------------|------------------|
| 54 | ORCHIDACEAE   | <i>Prosthechea cochleata</i>                              | Pulpito                |                  |
| 55 | ORCHIDACEAE   | <i>Oncidium sp.</i>                                       | Flor de mayo           |                  |
| 56 | ORCHIDACEAE   | <i>Dichaea c.f. neglecta</i> Schltr.                      | Orquidea               |                  |
| 57 | ORCHIDACEAE   | <i>Dichaea muricatoides</i> Hamer & Garay                 | Orquidea               |                  |
| 58 | ORCHIDACEAE   | <i>Epidendrum aff. chlorocorymbos</i> Schltr.             | Orquidea               |                  |
| 59 | ORCHIDACEAE   | <i>Epidendrum propinquum</i> A. Rich. & Galeotti          | Orquidea               |                  |
| 60 | ORCHIDACEAE   | <i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.                           | Orquidea               |                  |
| 61 | ORCHIDACEAE   | <i>Isochilus cf. latibracteatum</i> A. Rich. & Galeotti   | Orquidea               |                  |
| 62 | ORCHIDACEAE   | <i>Maxillaria sp.</i>                                     | Orquidea               |                  |
| 63 | ORCHIDACEAE   | <i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.                    | Orquidea               |                  |
| 64 | ORCHIDACEAE   | <i>Notylia barkerii</i> Lindl.                            | Orquidea               |                  |
| 65 | ORCHIDACEAE   | <i>Prosthechea ochracea</i> (Lindl.) W. E. Higgins        | Orquidea               |                  |
| 66 | ORCHIDACEAE   | <i>Prosthechea pygmaea</i> (Hook.) W. E. Higgins          | Orquidea               |                  |
| 67 | ORCHIDACEAE   | <i>Scaphyglottis cf. confusa</i> (Schltr.) Ames & Correll | Orquidea               |                  |
| 68 | ORCHIDACEAE   | <i>Scaphyglottis cf. fasciculata</i> Hook                 | Orquidea               |                  |
| 69 | ORCHIDACEAE   | <i>Stelis sp.</i>   | Orquidea               |                  |
| 70 | PASIFLORACEAE | <i>Passiflora edulis</i>                                  | Maracuya               |                  |
| 71 | PINACEAE      | <i>Pinus patula</i> Schltdl. et Cham.                     | Ocote                  |                  |
| 72 | PIPERACEAE    | <i>Piper sanctum</i> (Miq.) Schltdl.                      | Acoyo                  |                  |
| 73 | PIPERACEAE    | <i>Peperomia lenticularis</i> Dahlst.                     | Causasa                |                  |
| 74 | POACEAE       | <i>Cymbopogon citratus</i> (DC. ex Nees) Stapf.           | Zacate limón           |                  |
| 75 | POACEAE       | <i>Saccharum offi cinarum</i> L.                          | Caña de azúcar         |                  |
| 76 | PROTEACEAE    | <i>Macadamia integrifolia</i> Maiden et Betche            | Macadamia              |                  |
| 77 | ROSACEAE      | <i>Eriobotrya japonica</i>                                | Níspero                |                  |
| 78 | ROSACEAE      | <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.                        | Durazno                |                  |
| 79 | RUBIACEAE     | <i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.               | Trompetilla            |                  |
| 80 | RUBIACEAE     | <i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) Anderson               | Hierba de la garrapata |                  |
| 81 | RUTACEAE      | <i>Citrus aurantium</i> L.                                | Naranja agria          | Naranja cucha    |
| 82 | RUTACEAE      | <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck                        | Naranja                |                  |
| 83 | RUTACEAE      | <i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle            | Lima                   | Lima de castilla |
| 84 | RUTACEAE      | <i>Citrus reticulata</i> Blanco                           | Mandarina              |                  |
| 85 | RUTACEAE      | <i>Casimiroa edulis</i> Llave et Lexarza                  | Zapote blanco          |                  |
| 86 | SOLANACEAE    | <i>Solanum americanum</i> Mill.                           | Hierbamora             |                  |
| 87 | SOLANACEAE    | <i>Cestrum nocturnum</i> L.                               | Huele de noche         |                  |
| 88 | SOLANACEAE    | <i>Solanum quitoense</i>                                  | Lulu                   | Lulo             |
| 89 | TILIACEAE     | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.                  | Jonote blanco          |                  |
| 90 | TILIACEAE     | <i>Heliocarpus donnell-smithii</i> Rose                   | Jonote morado          |                  |
| 91 | URTICACEAE    | <i>Urtica chamaedryoides</i> Pursh                        | Chichicastle           |                  |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82. Vegetación útil identificada en la zona de estudio, principales usos, destino y origen

| Familia          | Especie                                      | Nombre común 1  | Nombre común 2  | Usos locales    | Destino     | Origen      |
|------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| ASTERACEAE       | <i>Bidens odorata</i> Cav.                   | Mozote          | Estuyo          | Alimenticia     | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Forraje         |             |             |
| PASIFLORACEAE    | <i>Passiflora edulis</i>                     | Maracuya        |                 | Alimenticia     | Autoabasto  |             |
| ARACEAE          | <i>Syngonium aff. neglectum</i> Schott       | Chapis          |                 | Forraje         | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Medicinal       |             |             |
| COMMELINACEAE    | <i>Commelina diffusa</i> Burm. f.            | Matlloc morado  | Matlalin morado | Medicinal       | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Cobertura suelo |             |             |
| COMMELINACEAE    | <i>Tripogandra serrulata</i> (Vahl) Handlos  | Matlloc blanco  | Matlalin blanco | Cobertura suelo | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Ceremonial      |             |             |
|                  |  |                 |                 | Ornamental      |             |             |
| RUBIACEAE        | <i>Diodia brasiliensis</i> Spreng.           | Escobilla       |                 | Medicinal       | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Uts domesticos  |             |             |
| LAMIACEAE        | <i>Salvia hispanica</i>                      | Chia            |                 | Alimenticia     | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Medicinal       |             |             |
| ARECACEAE        | <i>Acrocomia mexicana</i> Jacq               | Xocoyul         | Coyul           | Alimenticia     | Autoabasto  | Nativa      |
| ASTERACEAE       | <i>Eupatorium macrophyllum</i> L.            | Acuyo           | Hoja santa      | Alimenticia     | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Cerca viva      |             |             |
| CRASSULACEAE     | <i>Kalanchoe fedtschenkoi</i> Hamet et Perr. | Siempre viva    |                 | Ornamental      | Autoabasto  | Introducida |
| Heliconiaceae    | <i>Heliconia schiedeana</i>                  | Papatla         | Platanillo      | Alimenticia     | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 |                 | Venta local |             |
| FABACEAE         | <i>Bauhinia divaricata</i> L.                | Pata de vaca    |                 | Medicinal       | Autoabasto  | Nativa      |
| MELASTOMATAACEAE | <i>Arthrostemma ciliatum</i> Ruiz et Pav.    | Xocoyolillo     |                 | Alimenticia     | Autoabasto  | Nativa      |
| CYATHEACEAE      | <i>Cyathea divergens</i> Kunze               | Pesma           |                 | Artesanías      | Venta       | Nativa      |
|                  |  |                 |                 |                 | Autoabasto  |             |
| SOLANACEAE       | <i>Solanum americanum</i> Mill.              | Hierbamora      |                 | Alimenticia     | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Medicinal       | Venta       |             |
| SOLANACEAE       | <i>Cestrum nocturnum</i> L.                  | Huele de noche  |                 | Medicinal       | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Ornamental      |             |             |
|                  |  |                 |                 | Jabón           |             |             |
| RUBIACEAE        | <i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.  | Trompetilla     |                 | Medicinal       | Autoabasto  | Nativa      |
| ARACEAE          | <i>Monstera deliciosa</i> Liebm.             | Piñanona        |                 | Ornamental      | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Bebidas         | Venta       |             |
| BORAGINACEAE     | <i>Tournefortia hirsutissima</i> L.          | Nigua           |                 | Medicinal       | Autoabasto  | Nativa      |
|                  |  |                 |                 | Alimenticia     |             |             |
| DIOSCOREACEAE    | <i>Dioscorea alata</i> L.                    | Cabeza de negro |                 | Alimenticia     | Autoabasto  | Introducida |
|                  |  |                 |                 |                 | Venta       |             |

| Familia        | Especie  | Nombre común 1         | Nombre común 2   | Usos locales      | Destino             | Origen      |
|----------------|--|------------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| URTICACEAE     | <i>Urtica chamaedryoides</i> Pursh                       | Chichicastle           |                  | Medicinal         | Autoabasto          | Nativa      |
| RUBIACEAE      | <i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) Anderson              | Hierba de la garrapata |                  | Medicinal         | Autoabasto          | Nativa      |
| AGAVACEAE      | <i>Dracaena deremensis</i>                               | Guarneque              |                  | Ornamental        | Autoabasto<br>Venta | Introducida |
| PIPERACEAE     | <i>Piper sanctum</i> (Miq.) Schldl.                      | Acoyo                  |                  | Medicinal         | Autoabasto          | Nativa      |
|                |  |                        |                  | Alimenticia       | Autoabasto          | Nativa      |
|                |  |                        |                  | Bebidas           | Venta               |             |
| MUSACEAE       | <i>Musa acuminata</i> Colla x <i>M. balbisiana</i> Colla | Plátano                |                  | Alimenticia       | Autoabasto          | Nativa      |
|                |  |                        |                  | Medicinal         | Venta               |             |
|                |  |                        |                  | Envoltura         |                     |             |
| POACEAE        | <i>Cymbopogon citratus</i> (DC. ex Nees) Stapf.          | Zacate limón           |                  | Medicinal         | Autoabasto          | Introducida |
|                |  |                        |                  | Bebidas           | Venta               |             |
| POACEAE        | <i>Saccharum officinarum</i> L.                          | Caña de azúcar         |                  | Alimenticia       | Autoabasto          | Introducida |
|                |  |                        |                  | Uts domesticos    | Venta               |             |
| CAPRIFOLIACEAE | <i>Sambucus mexicana</i> Presl                           | Sauco                  |                  | Medicinal         | Autoabasto          | Nativa      |
|                |  |                        |                  | Ceremonial        |                     |             |
| EUPHORBIACEAE  | <i>Ricinus communis</i> L.                               | Higuerilla             |                  | Sombra            | Autoabasto          | Introducida |
|                |  |                        |                  | Medicinal         |                     |             |
|                |  |                        |                  | Combustible       |                     |             |
| RUTACEAE       | <i>Citrus aurantium</i> L.                               | Naranja agria          | Naranja cucha    | Alimenticia       | Autoabasto          | Introducida |
|                |  |                        |                  | Medicinal         |                     |             |
|                |  |                        |                  | Bebidas           |                     |             |
|                |  |                        |                  | Combustible       |                     |             |
| RUTACEAE       | <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck                       | Naranja                |                  | Alimenticia       | Autoabasto          | Introducida |
|                |  |                        |                  | Medicinal         | Venta               |             |
|                |  |                        |                  | Bebidas           |                     |             |
|                |  |                        |                  | Combustible       |                     |             |
|                |  |                        |                  | Construcción      |                     |             |
|                |  |                        |                  | Instr. De trabajo |                     |             |
| RUTACEAE       | <i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle           | Lima                   | Lima de castilla | Alimenticia       | Autoabasto          | Introducida |
|                |  |                        |                  | Medicinal         | Venta               |             |
|                |  |                        |                  | Bebidas           |                     |             |
|                |  |                        |                  | Uts domesticos    |                     |             |
|                |  |                        |                  | Combustible       |                     |             |
| RUTACEAE       | <i>Citrus reticulata</i> Blanco                          | Mandarina              |                  | Alimenticia       | Autoabasto          | Introducida |
|                |  |                        |                  | Bebidas           | Venta               |             |
|                |  |                        |                  | Medicinal         |                     |             |
| ANACARDIACEAE  | <i>Tapirira mexicana</i> Marchand                        | Bienvenido             |                  | Alimenticia       | Autoabasto          | Nativa      |
|                |  |                        |                  | Maderable         |                     |             |
|                |  |                        |                  | Construcción      |                     |             |
|                |  |                        |                  | Combustible       |                     |             |
| FABACEAE       | <i>Inga edulis</i> Mart                                  | Chalahuite             |                  | Sombra            | Autoabasto          | Nativa      |
|                |  |                        |                  | Alimenticia       | Venta               |             |

| Familia       | Especie                                | Nombre común 1   | Nombre común 2 | Usos locales      | Destino    | Origen      |
|---------------|--|------------------|----------------|-------------------|------------|-------------|
|               |  |                  |                | Combustible       |            |             |
| FABACEAE      | <i>Inga jinicuil</i> (Schltdl. ) Vatke | Jinicuil         |                | Alimenticia       | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Sombra            |            |             |
|               |  |                  |                | Combustible       |            |             |
|               |  |                  |                | Construcción      |            |             |
| FABACEAE      | <i>Inga punctata</i> Willd.            | Chalahuite negro |                | Alimenticia       | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Sombra            |            |             |
|               |  |                  |                | Combustible       |            |             |
| FABACEAE      | <i>Inga vera</i> Willd.                | Chalahuite       |                | Sombra            | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Alimenticia       |            |             |
|               |  |                  |                | Medicinal         |            |             |
|               |  |                  |                | Combustible       |            |             |
| FABACEAE      | <i>Inga x xalapensis</i> Benth.        | Chalahuite       |                | Sombra            | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Alimenticia       |            |             |
|               |  |                  |                | Construcción      |            |             |
|               |  |                  |                | Combustible       |            |             |
| MELIACEAE     | <i>Cedrela odorata</i> L.              | Cedro rojo       | Cedro          | Maderable         | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Construcción      | Venta      |             |
|               |  |                  |                | Medicinal         |            |             |
|               |  |                  |                | Combustible       |            |             |
| LAURACEAE     | <i>Persea americana</i> Mill           | Aguacate         |                | Alimenticia       | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Medicinal         | Venta      |             |
|               |  |                  |                | Combustible       |            |             |
|               |  |                  |                | Saborizante       |            |             |
| ANACARDIACEAE | <i>Spondias purpurea</i> L.            | Ciruelo          |                | Alimenticia       | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Medicinal         |            |             |
| MYRTACEAE     | <i>Psidium guajava</i> L.              | Guayaba          |                | Alimenticia       | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Medicinal         |            |             |
|               |  |                  |                | Combustible       |            |             |
| BURSERACEAE   | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.     | Chaca            |                | Sombra            | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Cerca viva        |            |             |
|               |  |                  |                | Medicinal         |            |             |
| MELIACEAE     | <i>Swietenia macrophylla</i> King      | Caoba            |                | Maderable         | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Construcción      | Venta      |             |
|               |  |                  |                | Artesanías        |            |             |
|               |  |                  |                | Instr. De trabajo |            |             |
| CECROPIACEAE  | <i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.    | Hormiguillo      | Hormigo        | Medicinal         | Autoabasto | Nativa      |
|               |  |                  |                | Combustible       |            |             |
|               |  |                  |                | Construcción      |            |             |
| ANACARDIACEAE | <i>Mangifera indica</i> L.             | Mango            |                | Alimenticia       | Autoabasto | Introducida |
|               |  |                  |                | Construcción      | venta      |             |
|               |  |                  |                | Sombra            |            |             |
| ROSACEAE      | <i>Eriobotrya japonica</i>             | Níspero          |                | Alimenticia       | Autoabasto | Introducida |
|               |  |                  |                | Medicinal         |            |             |

| Familia       | Especie   | Nombre común 1   | Nombre común 2 | Usos locales                 | Destino    | Origen      |
|---------------|---|------------------|----------------|------------------------------|------------|-------------|
| PROTEACEAE    | <i>Macadamia integrifolia</i> Maiden et Betche    | Macadamia        |                | Alimenticia                  | Venta      | Introducida |
|               |   |                  |                | Sombra                       | Autoabasto |             |
| EUPHORBIACEAE | <i>Croton draco</i> Schltl.                       | Sangre de grado  | Sangregrado    | Sombra                       | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Medicinal                    |            |             |
|               |   |                  |                | Combustible                  |            |             |
| MAGNOLIACEAE  | <i>Talauma mexicana</i> (D.C.) G. Don             | Yoloxochitl      |                | Medicinal                    | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Ceremonial                   | venta      |             |
| FABACEAE      | <i>Erythrina americana</i> Mill.                  | Equimite         |                | Alimenticia                  | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Medicinal                    |            |             |
|               |   |                  |                | Sombra                       |            |             |
|               |   |                  |                | Cerca viva                   |            |             |
| FABACEAE      | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Swartz        | Cabello de ángel |                | Ornamental                   | Autoabasto | Nativa      |
| ROSACEAE      | <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.                | Durazno          |                | Alimenticia                  | Autoabasto | Introducida |
|               |   |                  |                | Medicinal                    |            |             |
| FAGACEAE      | <i>Quercus spp.</i>                               | Encino           |                | Combustible                  | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Maderable                    |            |             |
|               |   |                  |                | Medicinal                    |            |             |
| TILIACEAE     | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.          | Jonote blanco    |                | Medicinal                    | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Construcción                 | venta      |             |
|               |   |                  |                | Combustible                  |            |             |
|               |   |                  |                | Uts domesticos<br>Artesanías |            |             |
| TILIACEAE     | <i>Heliocarpus donnell-smithii</i> Rose           | Jonote morado    |                | Medicinal                    | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Construcción                 | venta      |             |
|               |   |                  |                | Combustible                  |            |             |
|               |   |                  |                | Uts domesticos<br>Artesanías |            |             |
| CYATHEACEAE   | <i>Cyathea divergens</i> Kunze                    | Pesma            | Maquique       | Artesanías                   | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                |                              | venta      |             |
| CYATHEACEAE   | <i>Cyathea fulva</i> (M. Martens et Galeotti) Fee | Pesma            | Maquique       | Artesanías                   | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                |                              | venta      |             |
| PINACEAE      | <i>Pinus patula</i> Schltl. et Cham.              | Ocote            |                | Construcción                 | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Maderable                    | Venta      |             |
|               |   |                  |                | Combustible                  |            |             |
|               |   |                  |                | Medicinal                    |            |             |
| ANACARDIACEAE | <i>Spondias mombin</i> L.                         | Jobo             |                | Alimenticia                  | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Bebidas                      | venta      |             |
|               |   |                  |                | Cerca viva                   |            |             |
| RUTACEAE      | <i>Casimiroa edulis</i> Llave et Lexarza          | Zapote blanco    |                | Alimenticia                  | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Medicinal                    | venta      |             |
|               |   |                  |                | Combustible                  |            |             |
| MORACEAE      | <i>Morus celtidifolia</i> Kunth                   | Moral            |                | Alimenticia                  | Autoabasto | Nativa      |
|               |   |                  |                | Bebidas                      | Venta      |             |

| Familia       | Especie   | Nombre común 1 | Nombre común 2   | Usos locales | Destino    | Origen |
|---------------|---|----------------|------------------|--------------|------------|--------|
|               |   |                |                  | Medicinal    |            |        |
|               |   |                |                  | Construcción |            |        |
| MYRTACEAE     | <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill                      | Pimienta       |                  | Saborizante  | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  | Medicinal    | venta      |        |
|               |   |                |                  | Sombra       |            |        |
|               |   |                |                  | Combustible  |            |        |
| ANNONACEAE    | <i>Annona cherimola</i> Mill.                           | Chirimoya      |                  | Alimenticia  | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  | Medicinal    | Venta      |        |
|               |   |                |                  | Combustible  |            |        |
| MYRTACEAE     | <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston                      | Pomarrosa      |                  | Alimenticia  | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  | Combustible  |            |        |
| ORCHIDACEAE   | <i>Stanhopea oculata</i>                                | Vaquita        |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  |              | venta      |        |
| ORCHIDACEAE   | <i>Stanhopea tigrina</i>                                | Torito         | Cabeza de vibora | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  |              | venta      |        |
| ORCHIDACEAE   | <i>Prosthechea cochleata</i>                            | Pulpito        |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  |              | venta      |        |
| PIPERACEAE    | <i>Peperomia lenticularis</i> Dahlst.                   | Causasa        |                  | Alimenticia  | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  |              | venta      |        |
| ORCHIDACEAE   | <i>Oncidium</i> sp.                                     | Flor de mayo   |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  |              | venta      |        |
| BROMELIACEAE  | <i>Tillandsia deppeana</i> Teudel                       | Trencilla      |                  | Ceremonial   | Autoabasto | Nativa |
| BROMELIACEAE  | <i>Tillandsia imperialis</i> E. Morren. Ex Mez          | Pabellon       |                  | Ceremonial   | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  | Medicinal    | venta      |        |
|               |   |                |                  | Ornamental   |            |        |
| LAURACEAE     | <i>Persea schiedeana</i>                                | Pagua          | Pahua            | Alimenticia  | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  |              | venta      |        |
|               | PENDIENTE   | Necachanil     | cachan           | Medicinal    | Autoabasto | Nativa |
| STERCULIACEAE | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.                           | Guásima        |                  | Alimenticia  | Autoabasto | Nativa |
|               |   |                |                  | Combustible  |            |        |
| ANACARDIACEAE | <i>Amphipterigium adstringens</i> Schiede ex Schlecht.  | Cuachalalate   |                  | Medicinal    | Autoabasto | Nativa |
| ORCHIDACEAE   | <i>Dichaea c.f. neglecta</i> Schltr.                    | Orquídea       |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
| ORCHIDACEAE   | <i>Dichaea muricatoides</i> Hamer & Garay               | Orquídea       |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
| ORCHIDACEAE   | <i>Epidendrum aff. chlorocorymbos</i> Schltr.           | Orquídea       |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
| ORCHIDACEAE   | <i>Epidendrum propinquum</i> A. Rich. & Galeotti        | Orquídea       |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
| ORCHIDACEAE   | <i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.                         | Orquídea       |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
| ORCHIDACEAE   | <i>Isochilus cf. latibracteatum</i> A. Rich. & Galeotti | Orquídea       |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
| ORCHIDACEAE   | <i>Maxillaria</i> sp.                                   | Orquídea       |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |
| ORCHIDACEAE   | <i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.                  | Orquídea       |                  | Ornamental   | Autoabasto | Nativa |

| Familia     | Especie   | Nombre común 1 | Nombre común 2 | Usos locales | Destino    | Origen      |
|-------------|---|----------------|----------------|--------------|------------|-------------|
| ORCHIDACEAE | <i>Notylia barkerii</i> Lindl.                            | Orquídea       |                | Ornamental   | Autoabasto | Nativa      |
| ORCHIDACEAE | <i>Prosthechea ochracea</i> (Lindl.) W. E. Higgins        | Orquídea       |                | Ornamental   | Autoabasto | Nativa      |
| ORCHIDACEAE | <i>Prosthechea pygmaea</i> (Hook.) W. E. Higgins          | Orquídea       |                | Ornamental   | Autoabasto | Nativa      |
| ORCHIDACEAE | <i>Scaphyglottis cf. confusa</i> (Schltr.) Ames & Correll | Orquídea       |                | Ornamental   | Autoabasto | Nativa      |
| ORCHIDACEAE | <i>Scaphyglottis cf. fasciculata</i> Hook                 | Orquídea       |                | Ornamental   | Autoabasto | Nativa      |
| ORCHIDACEAE | <i>Stelis sp.</i>   | Orquídea       |                | Ornamental   | Autoabasto | Nativa      |
| MYRSYNACEAE | <i>Ardisia compressa</i>                                  | Acachul        |                | Alimenticia  | Autoabasto | Nativa      |
|             |   |                |                | Licor        | Venta      |             |
| SOLENACEAE  | <i>Solanum quitoense</i>                                  | Lulu           | Lulo           | Alimenticia  | Autoabasto | Introducida |
|             |   |                |                |              | Venta      |             |
| MORACEAE    | <i>Artocarpus heterophyllus</i>                           | Yaca           |                | Alimenticia  | Autoabasto | Introducida |
|             |   |                |                |              | Venta      |             |

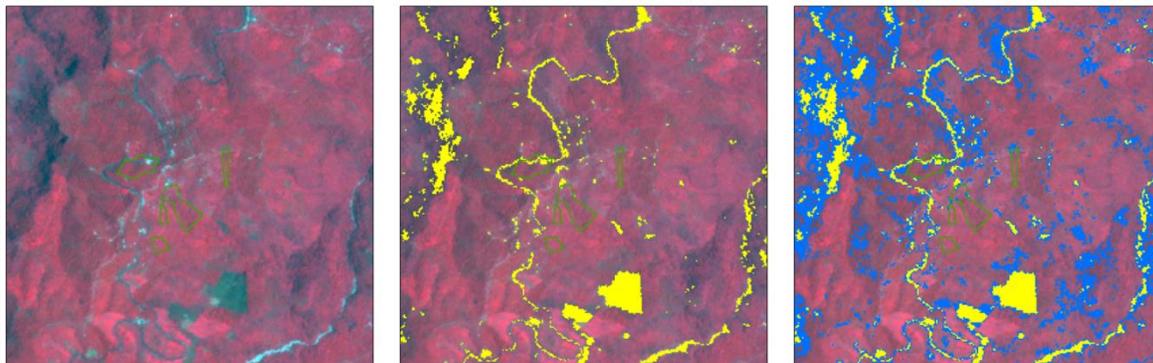
Fuente: Elaboración propia.

Nota: adaptada (Martínez et al., 2007)

### *ANÁLISIS DE RESULTADOS TELEDETECCIÓN*

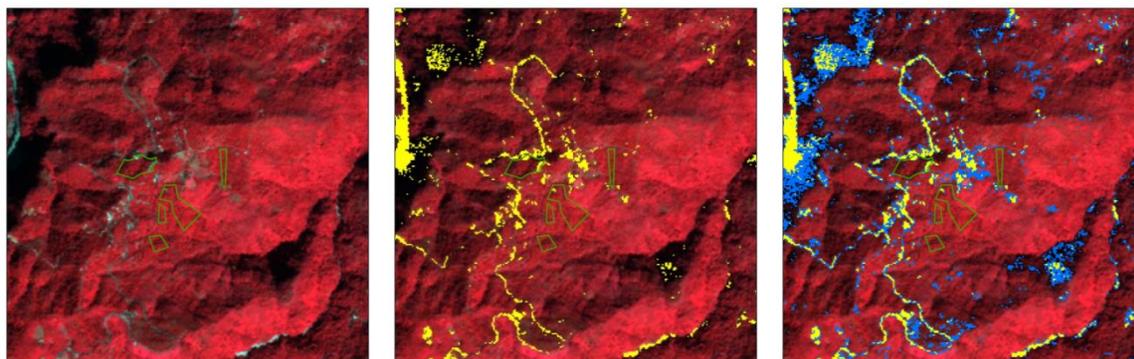
Las imágenes SPOT 55903090504291715262J/0 y 55903091301261653482J/0 obtenidas del satélite SPOT 5 se llevaron a la fase de preprocesamiento que consiste en su corrección geométrica con puntos de control tomados en campo y su corrección radiométrica que consiste en llevar la información de cada pixel expresada en un valor raster que se relaciona con la capacidad del sensor en el satélite para medir la radiación reflejada llevando para esto la aplicación de dos pasos en el software ENVI que corresponden primero a trasladar la información del pixel (Número digital) a su valor de radiancia al tope de la atmósfera por medio de la herramienta de corrección radiométrica y posteriormente llevar a cabo la corrección atmosférica para obtener los valores de reflectancia de la superficie terrestre. Mediante la aplicación del módulo de delineación de vegetación se obtuvieron la capa de valor del NDVI para cada pixel y la clasificación de los dichos valores a cuatro niveles cualitativos de vegetación ya mencionados en el marco metodológico. El resultado es la agrupación de la información del NDVI y su extracción en las 4 capas haciendo manejable su interpretación.

A fin de presentar los resultados para su análisis conjunto con los participantes de cada localidad se extrajeron las capas correspondientes a las zonas sin vegetación y de vegetación escasa de 2005 y 2013 y se presentaron de la siguiente forma (Se presenta en las imágenes 4 y 5 para los años 2005 y 2013 respectivamente para la localidad de Las Pilas;): Primero se presentó la imagen original del satélite para cada año para cada localidad en la que con apoyo del grupo de investigación se fueron ubicando los rasgos más conocidos de las localidades, incluyendo los centros de población, caminos y carreteras y los polígonos de las parcelas evaluadas. A partir de esta ubicación espacial los participantes fueron ubicando otros rasgos característicos como cerros, ríos, cañadas y demás rasgos que les permitían ubicar el espacio de sus localidades. Posteriormente se compararon los rasgos en cada año y para esto se sobrepuso primero la capa correspondiente a las áreas sin vegetación en la que los productores interpretaron la información y posteriormente se adicionó la capa para las zonas con vegetación escasa para que el producto final fuera analizado en conjunto.



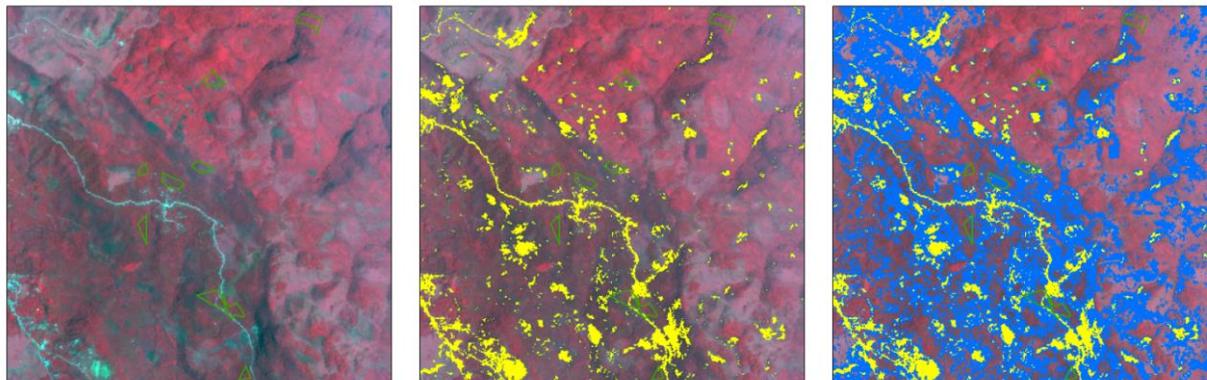
**Imagen 4.** Imágenes SPOT (abril de 2005) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Las Pilas. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 .55903090504291715262J/0.

La comparación para la comunidad de Las Pilas permitió primero diferenciar la presencia de la autopista México- Tuxpan ubicada en la margen izquierda de las imágenes de 2013. Lo más importante fue que la comparación mostraba que para el año 2005 se presentaban más zonas sin vegetación o con vegetación escasa. La interpretación de los productores indican que en 2004 hubo movimientos de masas y que coincidían con las zonas “sin vegetación” que aparecen cubiertas en 2013. También pudieron ubicar en la imagen de 2013 las nuevas zonas sin vegetación que correspondían al banco de material y los terrenos que cambiaron de producción de café bajo sombra a producción de café a pleno sol y cuya vegetación arbórea fue eliminada (ambos en la zona central de la imagen. Pudieron también observar que en las parcelas estudiadas no se identificaban zonas de escasa o nula vegetación y que se correspondía con la presencia de árboles y cafetos de sus terrenos, los cuales eran similares al resto de la zona en la que el cultivo de café es bajo sombra. Con la imagen sobrepuesta los participantes



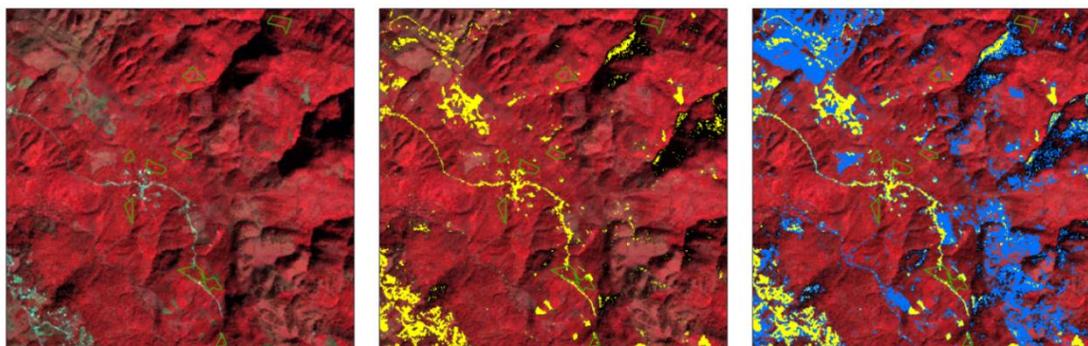
**Imagen 5.** Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Las Pilas. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903091301261653482J/0.

dibujaron los principales rasgos de su comunidad, incluyendo la carretera, la ubicación de las escuelas y la iglesia y consideraron que la presencia de árboles en los terrenos ha evitado que se presenten más “deslaves”.



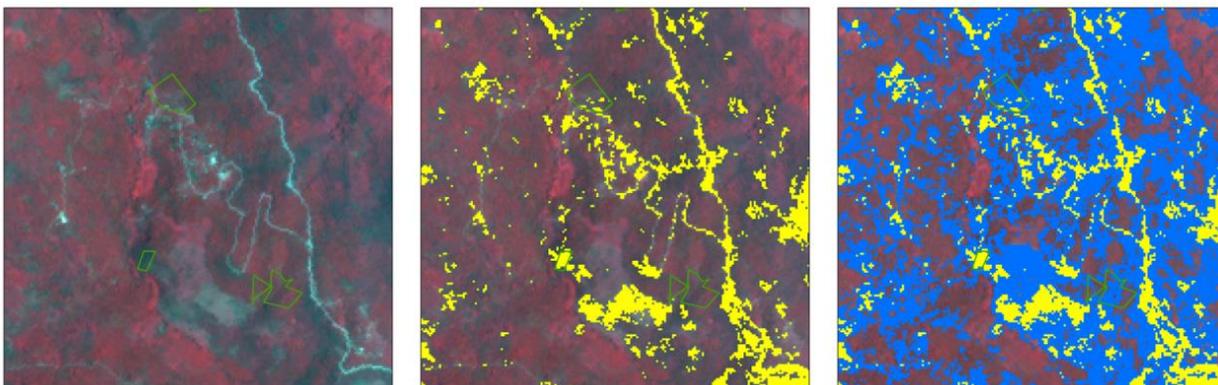
**Imagen 7.** *Imágenes SPOT (abril de 2005) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de San Pedro Itztla. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903090504291715262J/0.*

Para el caso de San Pedro Itztla, después de ubicar el camino que lleva de Xicotepec de Juárez a la Ceiba, el centro de población y las parcelas de estudio, los participantes observaron que en la imagen de 2005 se apreciaban las zonas con deslaves que resultaba consistente con lo indicado en el resto de las localidades estudiadas (imagen 6). Adicionalmente identificaron que en ambas imágenes se marcaban los terrenos dedicados a agricultura de temporal y potreros para ganado como las zonas de vegetación escasa y que se ubican en las laderas aguas arriba de la población y el camino. Los participantes pudieron constatar que sus parcelas dedicadas al cultivo de café bajo sombra estaban fuera de las zonas sin vegetación o escasa para el año 2013 (imagen 7). Señalaron también que ahora era más claro observar lo amplias que resultan las zonas de la parte superior de la ladera sin vegetación o con vegetación escasa que reconocieron como propiedades privadas dedicadas a la ganadería (zona superior izquierda de las imágenes) y que era importante cuidar que no se desmontaran más zonas.



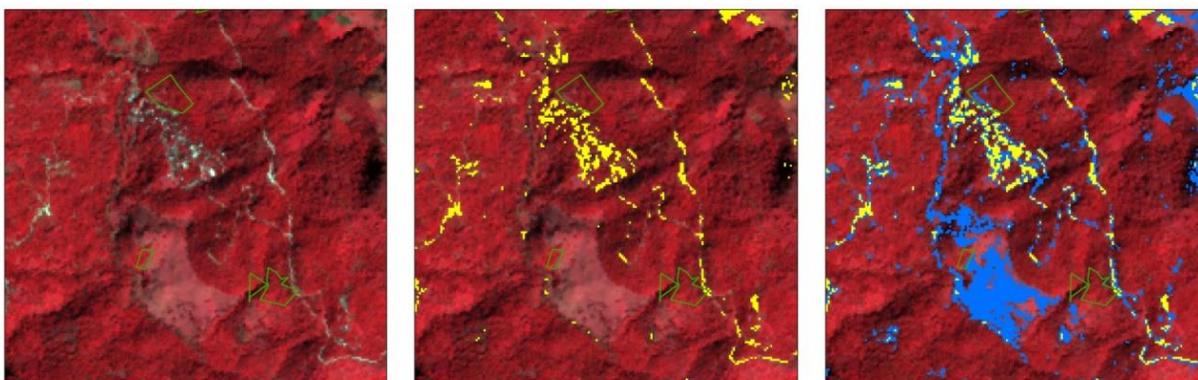
**Imagen 6.** *Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de San Pedro Itztla. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903091301261653482J/0.*

Para el caso de Mecatlán de las Flores aplicando el mismo proceso de ubicación inicial por parte del personal técnico e investigadores los participantes pudieron ver en la imagen de 2005 (Imagen 8) la amplia presencia de zonas sin vegetación y de vegetación escasa que fue debida a los “deslaves” de suelo, y constataron que gran parte de ellas correspondían a terreno que anteriormente su utilizaban para la siembra de maíz y que también afectaron a las parcelas de café bajo sombra.



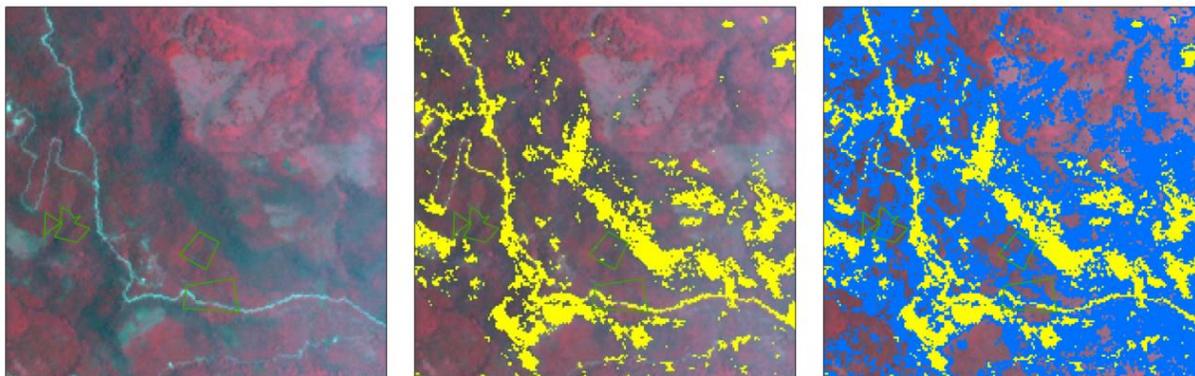
**Imagen 8.** Imágenes SPOT (abril de 2005) con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Mecatlán de las Flores. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903090504291715262J/0.

Para la comparación con el año 2013 (Imagen 9) cómo posterior al evento reconocieron las áreas que fueron recuperadas de café bajo sombra y la adición de nuevas parcelas a ese tipo de cultivo que ya no eran marcadas con vegetación escasa o sin vegetación. Señalaron que la zona de vegetación escasa de la imagen se correspondía con un terreno dedicado a potrero de un privado que no habita en la comunidad y que para ellos era importante poder ver en las imágenes el cambio y que dedicar el terreno al maíz no había mejorado sus ingresos pues las parcelas daba muy poco.



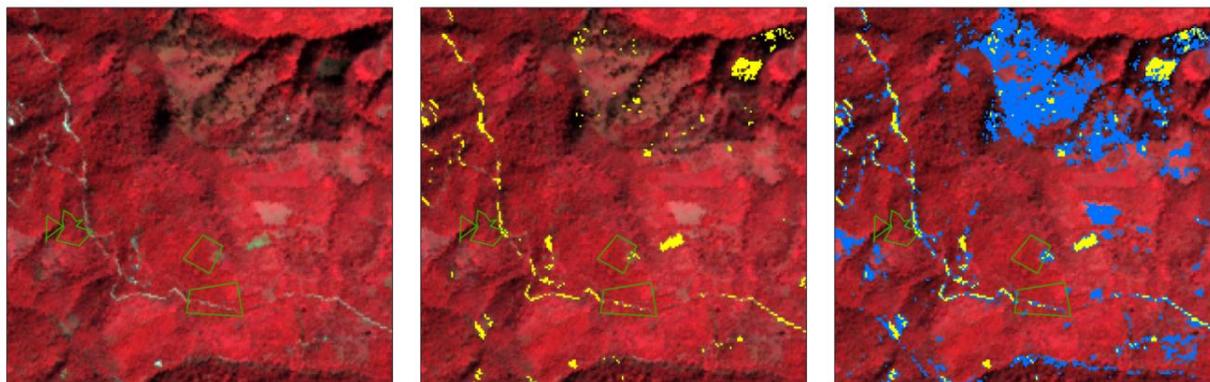
**Imagen 9.** Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Mecatlán de las Flores. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903091301261653482J/0.

En Los Naranjos, que se ubica cercana a Mecatlán de las Flores los participantes también reconocieron los “deslaves” de la imagen de 2005 (Imagen 10) principalmente en las parcelas dedicadas a la agricultura de temporal y al cultivo de plantas para venta de follaje.



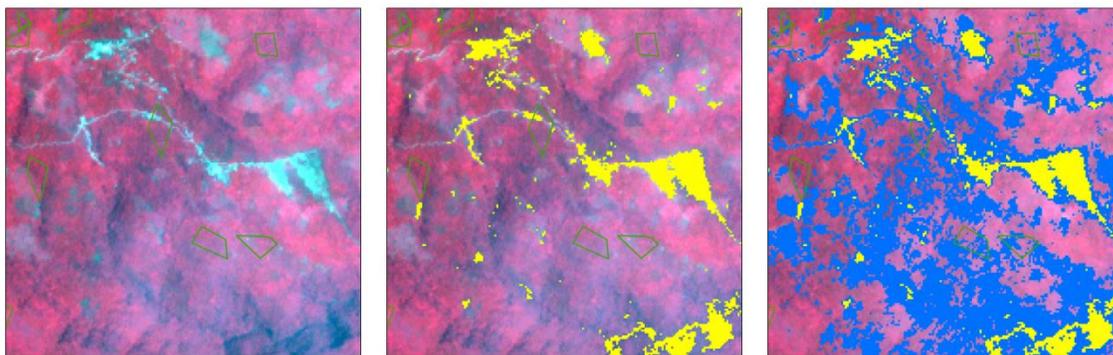
**Imagen 10.** *Imágenes SPOT (abril de 2005) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Los Naranjos. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903090504291715262J/0.*

La comparación con la imagen de 2013 (Imagen 11) fue comentada y la consideración general de los participantes era que varias de las parcelas de vegetación escasa habían sido cambiadas a la producción de café bajo sombra combinadas con producción de plantas de follaje y que las zonas que aún aparecían marcadas con vegetación escasa o sin vegetación les preocupaban pues se encontraban “arriba” de la población (zona superior de las imágenes). Como observación general comentaron que ver la imagen con lo que sabían del terreno les servía para saber que debían tener cuidado para evitar que se quitaran los árboles.



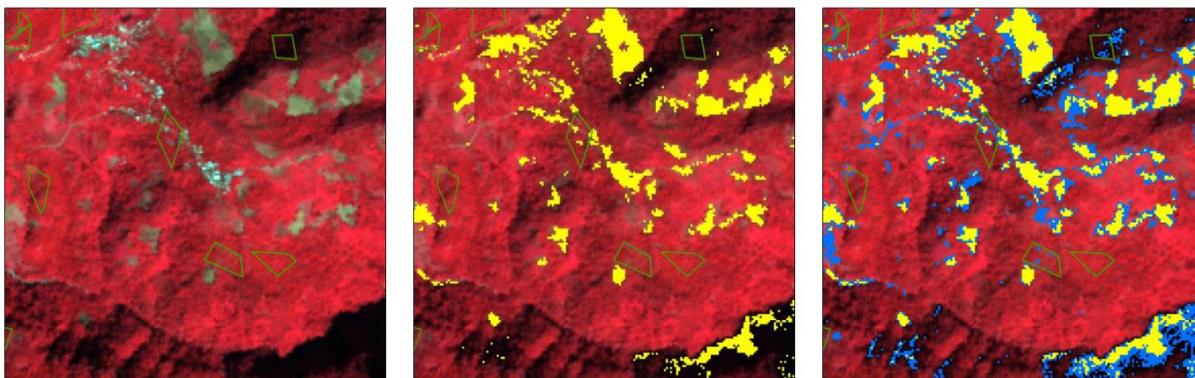
**Imagen 11.** *.- Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Los Naranjos. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903091301261653482J/0.*

En Nactanca Grande la observación y análisis de la imagen de 2005 (Imagen 12) con los participantes identificó inmediatamente las afectaciones por los deslaves que fue más fuerte que en el resto de las localidades principalmente por tratarse de material proveniente de la apertura de un camino y que terminó afectando algunas huertas de café. Por otra parte coincidieron en que la mayoría de las zonas identificadas con vegetación escasa o sin vegetación que no pertenecían a caminos o al centro de población eran de parcelas dedicadas a cultivos anuales, principalmente maíz y frijol con algunas para producción de follaje. Una conclusión del grupo fue que de haber contado con la imagen antes podría haber ayudado a identificar las áreas a restaurar con mayor facilidad.



**Imagen 12.** Imágenes SPOT (abril de 2005) con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Nactanca Grande. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 559030905042917152621/0.

En comparación con la imagen de 2013 (Imagen 13) se observó que existían áreas sin vegetación que habían aumentado en la zona lo que se correspondía con nuevas áreas dedicadas al cultivo de jengibre pues es un cultivo que ha ofrecido precios muy altos en la zona.

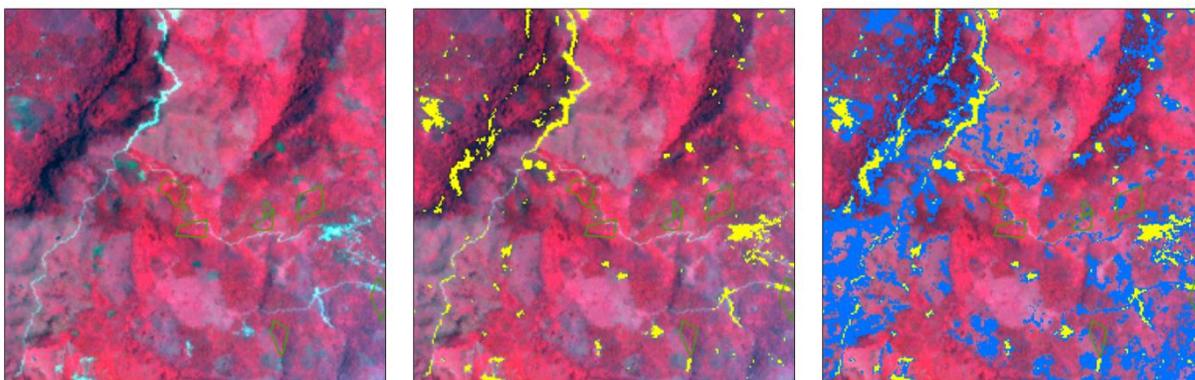


**Imagen 13.** Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Nactanca Grande. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 559030913012616534821/0.

Consideraron que en la imagen la cantidad de áreas para cultivos anuales era mayor de lo que esperaban y podía ser necesario plantear nuevas formas de trabajo para evitar que esta condición

podiera repercutir en nuevos deslaves. Una propuesta fue que las áreas “arriba” de la localidad (zona superior de las imágenes) se buscara reconvertirlas a producción de café bajo sombra, pues de acuerdo a la información de la catación comparada con los vecinos del Ejido Nactanca podrían tener cafés de mayor altura y reducir el riesgo de suelos sin cubierta que afectarían a la localidad.

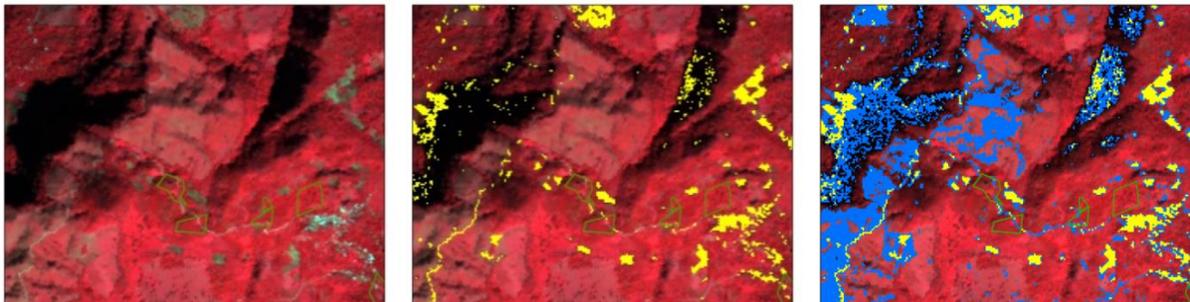
En el Ejido Nactanca los participantes mostraron mucho interés en la imagen de 2005 (Imagen 14), y particularmente observaron que las zonas con vegetación escasa se ubicaban mayoritariamente en los terrenos colindantes de particulares que los dedican a la ganadería (zona izquierda de las imágenes). Dentro de la zona del ejido hubo consenso en indicar que las zonas de escasa vegetación correspondía a terrenos dedicados a plantas para venta de follaje que solían mantenerse a un nivel bajo y libres de otras plantas.



**Imagen 14.** *Imágenes SPOT (abril de 2005) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Ejido Nactanca. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903090504291715262J/0.*

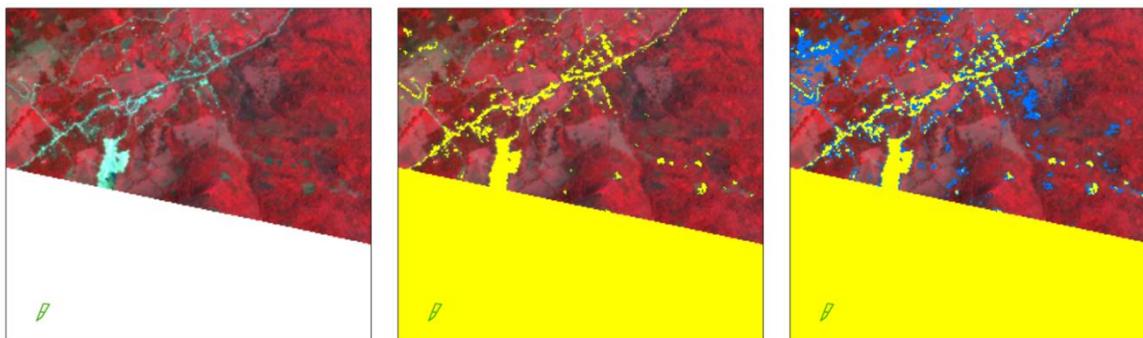
En la comparación de la imagen de 2013 (Imagen 15) coincidieron en que la imagen mostraba que las zonas sin vegetación o con vegetación escasa se mantenían en las zonas altas correspondientes a los terrenos de ganadería, y que el riesgo más grande no lo veían hacia su comunidad sino a la de Nactanca Chica que se ubica en la zona más baja y colindante con los terrenos ganaderos (zona izquierda inferior de las imágenes) y que ya habían tenido problemas de deslaves y crecientes de agua en los años anteriores.

Comentaron también que habían considerado anteriormente establecer un cultivo combinado de plantas de follaje (cedrela) y café para mejorar el uso de los terrenos y que las imágenes les ayudaban a ver que la escasa vegetación en las parcelas con plantas de follaje debían combinarse y reducir el riesgo de deslaves.



**Imagen 15.** *Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de Ejido Nactanca. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903091301261653482J/0.*

Para la localidad de San Agustín Atlihuacan se dieron condiciones particulares, ya que el proceso completo de participación de varios campesinos se vio detenido por un conflicto socio-político local. Sin embargo el análisis de las imágenes y la interpretación espacial fue una de las actividades que se pudo realizar incluyendo a más personas de la localidad como en los casos anteriores.

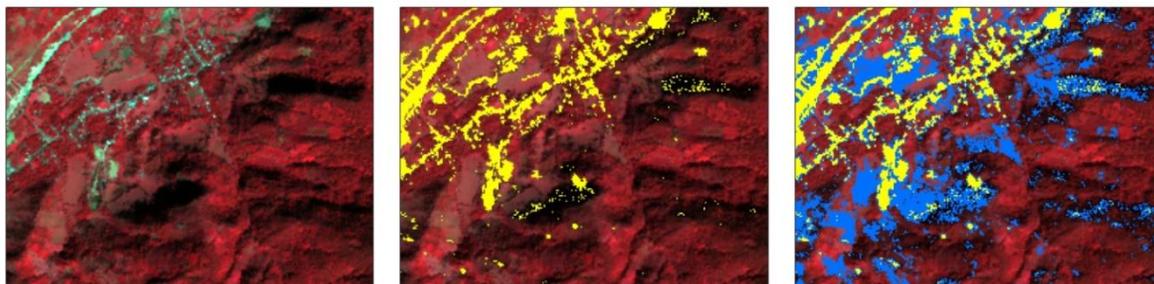


**Imagen 16.** *Imágenes SPOT (abril de 2005) con sobreposición de las área sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de San Agustín Atlihuacan. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903090504291715262J/0.*

La imagen de 2005 (Imagen 16) cubría parcialmente la localidad ya que la imagen contigua presentaba una alta nubosidad en la zona y no fue posible utilizarla. Sin embargo el análisis local permitió observar que era apreciable el deslave que se presentó en la zona al noroeste y que se correspondía con los trabajos que había realizado PEMEX para la apertura de una línea de ductos y el derecho de vía y que provocaron deslaves desde la zona alta hasta casi llegar a la población. Comentaron que posterior a este suceso la empresa llevó a cabo la realización de terrazas para controlar la erosión.

Comparando con 2013 (Imagen 17) se apreció que la zona de deslave había recuperado gran parte de su cubierta vegetal y que las nuevas áreas sin vegetación correspondían a las obras de la nueva autopista México-Tuxpan al norte. Por otra parte, aunque la imagen más reciente tenía la cobertura total de la localidad se observó que las zonas con vegetación escasa habían aumentado incluso hacia los cerros, lo

cual es congruente con el cambio que se empezó a dar de la producción de café bajo sombra a cultivos anuales y potreros para ganado.



*Imagen 17. Imágenes SPOT (enero de 2013) con sobreposición de las áreas sin vegetación y con vegetación escasa para la localidad de San Agustín Atlihuacan. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la imagen SPOT 5 55903091301261653482J/0.*

Los participantes comentaron que las zonas bajas que además tienen pendientes menores y llegan a formar superficies llanas han sido usualmente dedicadas a la ganadería y al cultivo de maíz. Con la interpretación de las imágenes estuvieron de acuerdo en que el retiro de árboles en las laderas podía ser un riesgo, pero que al no haber una mejora en los precios del café la gente seguiría desmontando para dedicar las parcelas a otras actividades.

## ENCUESTA SATISFACCION

La encuesta de satisfacción o de resultados para el productor consistió en 9 preguntas abiertas que fueron analizadas por separado.

PREGUNTA 1: ¿Qué técnica o instrumento aprendió a usar para caracterizar su cultivo de café y mejorar la producción?

En este caso las respuestas obtenidas incluían siempre la toma de muestras del suelo, y cuando se presentaban dos técnicas o instrumentos correspondían además a la medición de la acidez (medida como pH) y a la identificación de vegetación. Los resultados mostrados en la tabla 83 indican que más del 80% de los participantes indicó haber aprendido al menos la toma de muestras de suelo y que el 40% aprendió a medir acidez y el proceso de identificación de vegetación. En el caso de las personas que contestaron no haber aprendido correspondió a aquellos cuyos encargados no eran los propietarios y estos no estuvieron presentes en los trabajos de campo.

Tabla 83. Tabla de contingencia de aprendizaje por localidad

**Tabla de contingencia APRENDIZAJE \* LOCALIDAD**

| Recuento    |               | LOCALIDAD |              |          |                |                 |             |           | Total |
|-------------|---------------|-----------|--------------|----------|----------------|-----------------|-------------|-----------|-------|
|             |               | Las Pilas | Los Naranjos | Mecatlán | Nactanca Ejido | Nactanca Grande | San Agustín | San Pedro |       |
| APRENDIZAJE | MUESTRA SUELO | 0         | 1            | 1        | 3              | 3               | 1           | 4         | 13    |
|             | MAS DE UNA    | 4         | 2            | 1        | 1              | 2               | 0           | 3         | 13    |
|             | NINGUNA       | 1         | 0            | 1        | 1              | 0               | 0           | 0         | 3     |
|             | OTRA          | 0         | 0            | 0        | 0              | 0               | 1           | 2         | 3     |
| Total       |               | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 2           | 9         | 32    |

Elaboración: Propia-

PREGUNTA 2. En el futuro ¿Será de utilidad que su cultivo esté bien ubicado con todas sus características para vender mejor?

En esta pregunta con opción de respuesta si/no. En este caso solo una persona respondió en forma negativa mientras que en todos los demás los entrevistados consideraron positivo el conocimiento de las características de su parcela a partir de los trabajos realizados en relación con la venta (tabla 84).

Tabla 84. Tabla de contingencia de utilidad por localidad

**Tabla de contingencia UTILIDAD \* LOCALIDAD**

| Recuento |    | LOCALIDAD |              |          |                |                 |             | Total |           |
|----------|----|-----------|--------------|----------|----------------|-----------------|-------------|-------|-----------|
|          |    | Las Pilas | Los Naranjos | Mecatlán | Nactanca Ejido | Nactanca Grande | San Agustín |       | San Pedro |
| UTILIDAD | NO | 0         | 0            | 0        | 0              | 1               | 0           | 0     | 1         |
|          | SI | 5         | 3            | 3        | 5              | 4               | 2           | 9     | 31        |
| Total    |    | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 2           | 9     | 32        |

Elaboración: Propia-

### PREGUNTA 2.1 ¿Por qué?

Esta pregunta que tiene por objeto que el entrevistado amplíe su respuesta a la pregunta 2 mostró que 19 de los entrevistados (44.1%) consideran que la información les permite mejorar el manejo de la huerta o la calidad del producto (Tabla 85). La siguiente respuesta en cuanto a número correspondió a aquellos que dijeron que con esta información conocían mejor la situación de su parcela. Solo dos encuestados consideraron que la información le permitía diversificar su producción y uno que podría diferenciar su producto, mientras que el que no encontró utilidad indicó que su interés que era solo vender café en cereza de la manera tradicional no le ofrecía ninguna utilidad la información.

Tabla 85. Tabla de contingencia de razón de utilidad por localidad

**Tabla de contingencia RAZON UTILIDAD \* LOCALIDAD**

| Recuento       |                  | LOCALIDAD |              |          |                |                 |             | Total |           |
|----------------|------------------|-----------|--------------|----------|----------------|-----------------|-------------|-------|-----------|
|                |                  | Las Pilas | Los Naranjos | Mecatlán | Nactanca Ejido | Nactanca Grande | San Agustín |       | San Pedro |
| RAZON UTILIDAD | CONOCER          | 1         | 1            | 1        | 2              | 3               | 0           | 1     | 9         |
|                | MEJORAR PRODUCTO | 0         | 0            | 1        | 0              | 0               | 0           | 4     | 5         |
|                | MANEJO HUERTA    | 4         | 1            | 1        | 2              | 1               | 2           | 3     | 14        |
|                | DIVERSIFICAR     | 0         | 1            | 0        | 0              | 0               | 0           | 1     | 2         |
|                | SIN UTILIDAD     | 0         | 0            | 0        | 0              | 1               | 0           | 0     | 1         |
|                | DIFERENCIAR      | 0         | 0            | 0        | 1              | 0               | 0           | 0     | 1         |
| Total          |                  | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 2           | 9     | 32        |

Elaboración: Propia-

PREGUNTA 3.- ¿Cree usted que si pone una etiqueta a su café que diferencie o distinga su café puede obtener un mejor precio?

En este caso nuevamente la pregunta es de tipo si/no y solo 2 personas consideraron una respuesta negativa, mientras que el resto consideró que sí correspondiente al 93.7% de los entrevistados.

Tabla 86. Tabla de contingencia de etiqueta-precio por localidad

**Tabla de contingencia ETIQUETA\_PRECIO \* LOCALIDAD**

| Recuento        |    | LOCALIDAD |              |          |                |                 |             | Total |           |
|-----------------|----|-----------|--------------|----------|----------------|-----------------|-------------|-------|-----------|
|                 |    | Las Pilas | Los Naranjos | Mecatlán | Nactanca Ejido | Nactanca Grande | San Agustín |       | San Pedro |
| ETIQUETA_PRECIO | NO | 0         | 0            | 0        | 0              | 0               | 1           | 1     | 2         |
|                 | SI | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 1           | 8     | 30        |
| Total           |    | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 2           | 9     | 32        |

Elaboración: Propia-

### PREGUNTA 3.1 ¿Por qué?

Esta pregunta que tiene por objeto que el entrevistado amplíe su respuesta a la pregunta 3 mostró que la identificación del producto por parte del consumidor era la razón más importante de contar con una etiqueta (65.5%). Diferenciar el producto y dar seguridad al cliente fueron las siguientes respuestas aunque en mucho menor proporción (9.3%). Con solo una respuesta se tuvieron la importancia de tener una marca registrada, la mejora del precio o que la etiqueta fuera un indicativo de calidad (tabla 87). Las personas que contestaron negativamente la pregunta anterior indicaron que no tenían interés en tener una marca.

Tabla 87, Tabla de contingencia de razón etiqueta por localidad

**Tabla de contingencia RAZON ETIQUETA \* LOCALIDAD**

| Recuento       |                | LOCALIDAD |              |          |                |                 |             | Total |           |
|----------------|----------------|-----------|--------------|----------|----------------|-----------------|-------------|-------|-----------|
|                |                | Las Pilas | Los Naranjos | Mecatlán | Nactanca Ejido | Nactanca Grande | San Agustín |       | San Pedro |
| RAZON ETIQUETA | REGISTRADO     | 0         | 0            | 0        | 0              | 0               | 0           | 1     | 1         |
|                | INDICA CALIDAD | 0         | 0            | 0        | 0              | 0               | 1           | 0     | 1         |
|                | IDENTIFICACION | 4         | 2            | 2        | 5              | 4               | 0           | 4     | 21        |
|                | SEGURIDAD      | 1         | 1            | 0        | 0              | 0               | 0           | 1     | 3         |
|                | DIFERENCIAR    | 0         | 0            | 0        | 0              | 1               | 0           | 2     | 3         |
|                | MEJORA PRECIO  | 0         | 0            | 1        | 0              | 0               | 0           | 0     | 1         |
|                | NO             | 0         | 0            | 0        | 0              | 0               | 1           | 1     | 2         |
| Total          |                | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 2           | 9     | 32        |

Elaboración: Propia-

### PREGUNTA 4 ¿Cuáles son las características de su cultivo que aprendió?

La mayoría de los encuestados consideraron que el conocer la calidad de su café era la característica más importante aprendida y esta combinada con el conocimiento de la fertilidad de su suelo o de la altitud de su terreno fueron las respuestas más altas mientras que el conocimiento de la vegetación fue muy baja (tabla 88).

Tabla 88. Tabla de contingencia de aprendizaje del cultivo por localidad

**Tabla de contingencia APRENDIZAJE CULTIVO \* LOCALIDAD**

| Recuento            |                      | LOCALIDAD |              |          |                |                 |             |           | Total |
|---------------------|----------------------|-----------|--------------|----------|----------------|-----------------|-------------|-----------|-------|
|                     |                      | Las Pilas | Los Naranjos | Mecatlán | Nactanca Ejido | Nactanca Grande | San Agustín | San Pedro |       |
| APRENDIZAJE CULTIVO | CAFE Y FERTILIDAD    | 0         | 1            | 2        | 2              | 2               | 0           | 5         | 12    |
|                     | CAFE Y VEGETACION    | 0         | 0            | 0        | 0              | 0               | 1           | 0         | 1     |
|                     | CAFE Y ALTITUD       | 0         | 0            | 0        | 0              | 1               | 0           | 0         | 1     |
|                     | CAFE FERT Y VEGET    | 0         | 2            | 0        | 0              | 0               | 0           | 0         | 2     |
|                     | CAFE FERT Y ALTITUD  | 1         | 0            | 1        | 2              | 2               | 1           | 3         | 10    |
|                     | CAFE VEGET Y ALTITUD | 1         | 0            | 0        | 0              | 0               | 0           | 0         | 1     |
|                     | LAS TRES             | 2         | 0            | 0        | 0              | 0               | 0           | 0         | 2     |
|                     | CAFE                 | 0         | 0            | 0        | 0              | 0               | 0           | 1         | 1     |
|                     | NO RECUERDA          | 1         | 0            | 0        | 1              | 0               | 0           | 0         | 2     |
| Total               |                      | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 2           | 9         | 32    |

Elaboración: Propia-

PREGUNTA 5.- ¿Está satisfecho con la asistencia técnica proporcionada?

Para este caso la totalidad de los entrevistados respondió de manera afirmativa y por lo tanto se consideró importante saber las razones que daban en la siguiente pregunta (tabla 89).

Tabla 89. Tabla de contingencia de satisfacción por localidad

**Tabla de contingencia SATISFACCION \* LOCALIDAD**

| Recuento     |    | LOCALIDAD |              |          |                |                 |             |           | Total |
|--------------|----|-----------|--------------|----------|----------------|-----------------|-------------|-----------|-------|
|              |    | Las Pilas | Los Naranjos | Mecatlán | Nactanca Ejido | Nactanca Grande | San Agustín | San Pedro |       |
| SATISFACCION | SI | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 2           | 9         | 32    |
| Total        |    | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 2           | 9         | 32    |

Elaboración: Propia-

PREGUNTA 5.1 ¿Por qué?

Esta pregunta que tiene por objeto que el entrevistado amplíe su respuesta a la pregunta 5 mostró que la respuesta más alta correspondió a que las personas lograron un mayor conocimiento de las condiciones de su parcela (Tabla 90). Las respuestas que indicaron que era un diagnóstico, que les permitía atender el problema de sus parcelas o que valoraban el conocimiento en campo indicaron que estas información les permitiría tomar decisiones al respecto (62.5% del total). Con respecto a la respuesta de conocimiento en campo se debe señalar que en esta los respondientes indicaron que este conocimiento en campo era que el personal técnico y científico realmente se habían introducido a las

parcelas estudiadas y que esto contrastaba con la asistencia técnica proporcionada por el personal de las agencias de gobierno en cualquier nivel.

**Tabla 90. Tabla de contingencia de razón de asistencia por localidad**

**Tabla de contingencia RAZON ASISTENCIA \* LOCALIDAD**

Recuento

|                  |                   | LOCALIDAD |              |          |                |                 |             | Total |           |
|------------------|-------------------|-----------|--------------|----------|----------------|-----------------|-------------|-------|-----------|
|                  |                   | Las Pilas | Los Naranjos | Mecatlán | Nactanca Ejido | Nactanca Grande | San Agustín |       | San Pedro |
| RAZON ASISTENCIA | MAS CONOCIMIENTO  | 0         | 0            | 1        | 1              | 2               | 2           | 4     | 10        |
|                  | TENER DIAGNOSTICO | 0         | 2            | 0        | 1              | 0               | 0           | 4     | 7         |
|                  | ATENDER PROBLEMA  | 2         | 0            | 0        | 1              | 2               | 0           | 0     | 5         |
|                  | MEJORAR           | 0         | 0            | 0        | 1              | 0               | 0           | 0     | 1         |
|                  | NOVEDAD           | 0         | 0            | 1        | 0              | 0               | 0           | 0     | 1         |
|                  | CONOC EN CAMPO    | 3         | 1            | 1        | 1              | 1               | 0           | 1     | 8         |
|                  | Total             | 5         | 3            | 3        | 5              | 5               | 2           | 9     | 32        |

Elaboración: Propia-

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El análisis de los resultados obtenidos indica que las características estudiadas tienen variaciones que pueden ser interpretadas tanto a diferentes niveles. En nuestro caso la interpretación se realiza a continuación por localidad y finalmente a nivel general y observar las diferencias y similitudes en las variaciones.

### Las Pilas

En Las Pilas tenemos que la altitud media de cada parcela estudiada se ubica en los 1,056 msnm con una temperatura media anual de 19.25°C y con niveles de precipitación acumulada anual de 3,171 mm. En la conformación del terreno las parcelas se ubican en terrenos con pendientes del 15% a mayores del 50% siendo principalmente pendientes muy inclinadas a escarpadas. Las características analizadas para la fertilidad del suelo nos muestran que la conductividad hidráulica en la zona se cataloga como muy baja a baja principalmente con excepciones en un nivel medio, lo cual aunado a los altos niveles de precipitación pueden generar riesgos de erosión al existir escurrimientos superficiales por la baja capacidad del suelo para permitir la infiltración.

En cuanto a los elementos de fertilidad del suelo encontramos que la materia orgánica en las parcelas tiene un comportamiento variable en el rango medio a alto encontrándose en niveles de contenido moderadamente alto y muy alto con excepciones en el nivel medio. Todo lo contrario ocurre en el fósforo disponible cuyas variaciones se dan en los rangos bajos de concentración, principalmente en niveles muy bajos. El calcio por su parte se encuentra en una distribución más amplia de concentraciones con niveles muy bajos, medio alto y muy alto, mientras que el contenido de nitrógeno como nitratos se encuentran en niveles moderadamente altos y medios. La acidez medida como pH indican que las parcelas tienen condiciones principalmente ácidas y moderadamente ácidas con casos de niveles muy ácidos.

En cuanto a la vegetación se puede decir que la presencia de especies herbáceas se encuentra en un nivel medio en comparación con la zona presentando en casi dos tercios de las parcelas de 50 a 75 individuos por metro cuadrado mientras que en el estrato arbustivo ubican en los niveles más bajos con una presencia de 50-150 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup> y en una menor proporción en el rango de 200 a 225 individuos, siendo principalmente plantas de café arábica las dominantes. En el estrato arbóreo las

parcelas tienen una presencia media alta al encontrarse de 11 a 15 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup> en la mayoría de las parcelas.

Con respecto a los rendimientos de café oro por quintal de café pergamino se ubican en una media de 56.32 Kg/QQ encontrándose en el rango medio de rendimiento por localidad, mientras que el grado de calidad como café de especialidad ubica al café principalmente como “excelente” y una pequeña parte como “muy bueno” que puede deberse a una falta de manejo fitosanitario que permitió el ataque de la roya y la pérdida de hojas lo que generó alta presencia de cafés vanos.

La superficie cultivada por productor es variable encontrándose superficies desde 1 hectárea y la máxima de 5 hectáreas y con una densidad media de plantación de 2,220 plantas/ha.

De las 18 especies de vegetación con algún grado de utilidad identificadas se tiene que las de valor comercial se ubican en la producción de alimentos destacando los cítricos y el plátano. También es de tomar en cuenta especies de valor comercial local como el acachul y la papatla, mientras que el guarneque se ubica como una de las plantas con valor por venta de follaje para el mercado ornamental para arreglos florales. La presencia de orquídeas y otras epífitas de valor comercial es escasa pero existente y los productores no tienen un esquema de manejo de estas. Los productores coincidieron que de las diferentes especies encontradas el acachul y el guarneque debían ser considerados para intensificar su producción en las parcelas por su posibilidad de venta y el menor manejo en su cultivo.

La presentación de los resultados en mapas temáticos para cada una de las características en la localidad sirvió para observar el comportamiento espacial de estas lo cual dio a los productores la oportunidad de comentarlas. Como resultado identificaron que el problema de tener menor puntaje se asoció con los valores de altitud que se relacionaban con las parcelas de mayor afectación de roya con y sin control de la enfermedad. La comparación de las imágenes de satélite y los resultados de clasificación del NDVI fueron de utilidad para ver los procesos de movimiento de masas y su relación local con la ausencia de vegetación y la baja presencia de árboles, lo que llevó a la propuesta de evitar el retiro de árboles y mantener su cultivo de café bajo sombra.

Los resultados del proceso participativo llevaron a que los productores aprendieran las técnicas para toma de muestras de suelo, medición de pH en campo, identificar la presencia de árboles y arbustos por unidad de superficie y en algunos casos a ubicar geográficamente un punto en la localidad con la aplicación usada e instalada en su teléfono con sistema operativo Android. Por otro lado la ubicación espacial con la comparación de imágenes de diferentes años les permitió ver los cambios del terreno y

cómo aquellos sucesos con mayor impacto se asociaban a la menor cobertura de vegetación, lo que llevó a la decisión de mantener la cobertura en sus terrenos. Hay que destacar dentro del proceso de aprendizaje que en el caso de las herramientas para ubicación geográfica el uso de la aplicación se facilitó por la presencia de personas que estuvieron trabajando en las obras de la autopista México-Tuxpan y que se especializaron como personal de apoyo a los ingenieros topógrafos y que fueron capacitados con nociones de topografía y geodesia. Esto es muy importante de resaltar, pues si bien los trabajadores locales empleados en las obras de infraestructura suelen tener puestos no técnicos, sin embargo adquieren en algunos casos habilidades como las mencionadas y que en algún momento descubren su utilidad para aspectos más cotidianos como la ubicación de sus parcelas.

### Los Naranjos

En Los Naranjos tenemos que la altitud media de las parcelas estudiadas se ubica en los 1,058 msnm con una temperatura media anual de 19.5°C y con niveles de precipitación acumulada anual de 3,203 mm. En la conformación del terreno las parcelas se ubican en terrenos con una media en la pendiente del 44.2% siendo terrenos muy inclinados a escarpados. Las características analizadas para la fertilidad del suelo nos muestran que la conductividad hidráulica en la zona se cataloga como baja a muy baja, lo cual aunado a los altos niveles de precipitación pueden generar riesgos de erosión al existir escurrimientos superficiales por la baja capacidad del suelo para permitir la infiltración.

En cuanto a los elementos de fertilidad del suelo encontramos que la materia orgánica en las parcelas tiene un comportamiento poco variable con niveles de contenido muy alto y alto. Todo lo contrario ocurre en el fósforo disponible que se concentran en el nivel bajo y muy bajo. El calcio por su parte se encuentra en una distribución concentrada en un nivel moderadamente alto y alto, mientras que el contenido de nitrógeno como nitratos se encuentra repartido en niveles moderadamente bajo, medio y moderadamente alto. La acidez medida como pH indica que las parcelas se ubican en niveles moderadamente ácido con excepción en un nivel alcalino.

En cuanto a la vegetación se puede decir que la presencia de especies herbáceas se encuentra en igualmente repartida en los diferentes niveles mientras que en el estrato arbustivo se presentan los cambios más abruptos en las localidades con niveles altos para la mayoría con una presencia de 225-250 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup> y en una menor proporción en el rango de 125-150 individuos, siendo principalmente plantas de café arábica las dominantes. En el estrato arbóreo las parcelas tienen una presencia media al encontrarse de 6 a 10 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup> en todas las parcelas.

Con respecto a los rendimientos de café oro por quintal de café pergamino se ubican en una media de 56.67 Kg/QQ encontrándose en el rango medio de rendimiento por localidad, mientras que el grado de calidad como café de especialidad ubica al café principalmente como “excelente” y una pequeña parte como “muy bueno” que puede deberse a una falta de manejo fitosanitario que permitió el ataque de la roya y la pérdida de hojas lo que generó alta presencia de cafés vanos.

La superficie cultivada por productor es variable encontrándose la media en 3.83 hectáreas y la máxima de 6 hectáreas y con una densidad media de plantación de 3,000 plantas/ha.

De las 13 especies de vegetación con algún grado de utilidad identificadas se tiene que las de valor comercial se ubican en la producción de alimentos destacando los cítricos. También es de tomar en cuenta la presencia de aguacate que aunque escasa tiene valor de autoconsumo principalmente. La presencia de orquídeas y otras epífitas de valor comercial es escasa pero existente y los productores no tienen un esquema de manejo de estas.

La presentación de los resultados en mapas temáticos para cada una de las características en la localidad sirvió para observar el comportamiento espacial de estas lo cual dio a los productores la oportunidad de comentarlas. Como resultado identificaron que el problema de tener menor puntaje se asoció con el bajo contenido de fósforo y la necesidad de buscar nuevas formas de fertilizar sus parcelas. La comparación de las imágenes de satélite y los resultados de clasificación del NDVI fueron de utilidad para ver los procesos de cambio de las zonas sin vegetación en las partes altas y la necesidad de buscar reconvertirlas a cultivos con mayor presencia de árboles.

Los resultados del proceso participativo llevaron a que los productores aprendieran las técnicas para toma de muestras de suelo y la determinación de pH en campo, así como identificar la presencia de árboles y arbustos por unidad de superficie, indicando que a partir de los resultados de vegetación requieren aprender a determinar a cubierta de copa adecuada para proporcionar un buen nivel de sombra al cafetal. En este caso resaltó la presencia de productores que vivieron el proceso de apoyo del INMECAFE y recordaban que era común la toma de muestras de suelo para ver “su calidad” en referencia a los resultados de los análisis de fertilidad, pero que no recuerdan que les fueran entregados, sino que eran usados por los técnicos aunque ellos no recuerdan que les informaran el uso de los resultados y no saber si el fertilizante usado era el adecuado.

## Mecatlán de las Flores

En Mecatlán de las Flores la altitud media de las parcelas estudiadas se ubica en los 840 msnm con una temperatura media anual de 20.6°C y con niveles de precipitación acumulada anual de 3,201 mm. En la conformación del terreno las parcelas se ubican en terrenos con una media en la pendiente del 44.9% siendo terrenos muy inclinados a escarpados. Las características analizadas para la fertilidad del suelo nos muestran que la conductividad hidráulica en la zona presenta valores diversos con niveles que se catalogan como baja a muy baja y moderadamente alta, lo cual en la mayoría de los casos aunado a los altos niveles de precipitación pueden generar riesgos de erosión al existir escurrimientos superficiales por la baja capacidad del suelo para permitir la infiltración.

En cuanto a los elementos de fertilidad del suelo encontramos que la materia orgánica en las parcelas tiene un comportamiento poco variable con niveles de contenido muy alto y alto. Todo lo contrario ocurre en el fósforo disponible que se concentran en el nivel muy bajo. El calcio por su parte se encuentra en una distribución concentrada en niveles moderadamente bajo, medio y alto, mientras que el contenido de nitrógeno como nitratos se encuentra concentrado en un nivel moderadamente alto. La acidez medida como pH indica que las parcelas se ubican en niveles de ácido a neutro.

En cuanto a la vegetación se puede decir que la presencia de especies herbáceas se encuentra concentrada en un rango de 50 a 75 individuos por metro cuadrado mientras que en el estrato arbustivo se presentan para la mayoría niveles de 175-200 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup> y en una menor proporción para el rango de 225-250 individuos, siendo principalmente plantas de café arábica las dominantes. En el estrato arbóreo las parcelas tienen una presencia media alta al encontrarse de 11 a 15 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup> en todas las parcelas.

Con respecto a los rendimientos de café oro por quintal de café pergamino se ubican en una media de 55.40 Kg/QQ siendo la media más baja de rendimiento entre las localidades estudiadas, mientras que el grado de calidad como café de especialidad ubica al café principalmente como “excelente” y una pequeña parte como “muy bueno” que puede deberse a una falta de manejo fitosanitario que permitió el ataque de la roya y la pérdida de hojas lo que generó alta presencia de cafés vanos.

La superficie cultivada por productor tiene una media en 1.5 hectáreas con una máxima de 2.5 hectáreas y una densidad media de plantación de 2,333 plantas/ha.

De las 10 especies de vegetación con algún grado de utilidad identificadas se tiene que las de valor comercial se ubican en la producción de alimentos dominadas por los cítricos.

La presentación de los resultados en mapas temáticos permitió que los participantes identificaran que al compararse con otras comunidades vieran que ellos tenían los menores niveles de altitud y al analizar con el técnico local esta situación consideraran mantener y mejorar los niveles de sombra de sus parcelas para reducir los efectos de el “sol” (como radiación) y ver si permite alargar el tiempo de maduración del café. La comparación de las imágenes de satélite y los resultados de clasificación del NDVI fueron de utilidad para ubicar sus terrenos con respecto a las otras comunidades y observar que el aumento de la vegetación al cambiar los terrenos de cultivos anuales a permanentes como el café bajo sombra. En este caso resaltó la presencia de personas con un mayor conocimiento sobre la relación del manejo de las parcelas y de la transformación del café con la calidad del producto, debido a que trabajaron en alguno de los beneficios húmedos ubicados en el municipio, y que pudieron relacionar la información analizada con su experiencia previa de forma positiva, lo que dio mayor credibilidad a los datos proporcionados y al análisis realizado en conjunto, al grado que al final del proceso el interés local aumentó solicitando la realización de más talleres al técnico local sobre el manejo de las huertas de café bajo sombra.

Los resultados del proceso llevaron a que los productores aprendieran las técnicas para toma de muestras de suelo y la determinación de pH en campo, aunque las habilidades se desarrollaron a un nivel muy básico al analizar pocas muestras y no tener información previa sobre el análisis de fertilidad de suelos.

#### Ejido Nactanca

En el Ejido Nactanca la altitud media de las parcelas estudiadas se ubica en los 1,198 msnm la más alta de todas las localidades con una temperatura media anual de 18.6°C en este caso la temperatura media más baja y con niveles de precipitación acumulada anual de 3,086 mm. En la conformación del terreno las parcelas se ubican en terrenos con una media en la pendiente del 55.8% siendo terrenos escarpados.

Las características analizadas para la fertilidad del suelo nos muestran que la conductividad hidráulica en la zona presenta valores diversos con niveles que se catalogan como baja a muy baja y media, lo cual aunado a los altos niveles de precipitación pueden generar riesgos de erosión al existir escurrimientos superficiales por la baja capacidad del suelo para permitir la infiltración y los extremadamente altos valores de pendiente.

En cuanto a los elementos de fertilidad del suelo encontramos que la materia orgánica en las parcelas se concentra el nivel de contenido muy alto diferenciándolas de la distribución en el resto de las comunidades. Todo lo contrario ocurre en el fósforo disponible que se concentran en el nivel muy bajo. El calcio por su parte se encuentra en una distribución concentrada en niveles moderadamente bajo, bajo y medio, mientras que el contenido de nitrógeno como nitratos se encuentra con su principal concentración en el nivel medio distribuyéndose el resto en los niveles alto y muy alto. La acidez medida como pH indica que las parcelas se ubican principalmente en un nivel ácido y llega hasta muy ácido.

En cuanto a la vegetación se puede decir que la presencia de especies herbáceas se encuentra concentrada en un rango de 50 a 75 individuos por metro cuadrado y el resto en el rango de 100 a 125 individuos, mientras que en el estrato arbustivo se presentan una distribución que va de 175-hasta los 250 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup>, siendo principalmente plantas de café arábica las dominantes. En el estrato arbóreo las parcelas presentan una variación muy amplia desde 1 a 5 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup> hasta el rango máximo de la zona que es de 16 a 20 individuos.

Con respecto a los rendimientos de café oro por quintal de café pergamino se ubican en una media de 56.12 Kg/QQ ubicándose en la zona media alta entre las localidades estudiadas, mientras que el grado de calidad como café de especialidad ubica al café principalmente como “excelente superior” y “excelente” ubicando a esta localidad como la de mayor nivel en la calidad del grano en cafés de especialidad.

La superficie cultivada por productor tiene una media en 3.6 hectáreas con una máxima de 4.0 hectáreas y una densidad media de plantación de 2,240 plantas/ha.

De las 20 especies de vegetación con algún grado de utilidad identificadas se tiene que las de valor comercial se ubican en los rubros de alimentos y maderables. Destaca que en la zona se tienen localizadas especies de pino y encino que indican una diferencia notable con el resto de las localidades y puede ser un indicativo de las condiciones climáticas existentes, las cuales al parecer también pueden estar influyendo en la calidad del café de esta localidad. El manejo de las huertas indica una mayor presencia de especies forestales como las mencionadas, así como la caoba y el cedro rojo. Un aspecto importante a señalar es la alta presencia de helechos arborescentes (pesma u ocopetate) en comparación con el resto de las localidades y que aparte de su valor como especies son utilizadas en la preparación de recipientes para el cultivo de orquídeas y otras epífitas por su capacidad de absorber humedad y proporcionar aireación a las raíces. Es notable también en el sentido de que en la comunidad

parece no haber un proceso de extracción para este fin mientras que en localidades como San Pedro Itztla, Los Naranjos y Mecatlán de las Flores las personas comentan que existe una extracción intensa de este recurso por parte de personas que se dedican al comercio ilegal de orquídeas y bromelias que ellos identifican como provenientes de otras localidades y posiblemente por esto su baja presencia, sin dejar de notar que las condiciones climáticas particulares pueden también propiciar una mayor presencia de estos individuos vegetales.

La presentación de los resultados en mapas temáticos permitió que los participantes identificaran que al compararse con otras comunidades vieran que ellos tenían los mayores niveles de altitud y ver que en manejo de las parcelas han incluido más especies forestales que sus vecinos de Nactanca Grande.

La comparación de las imágenes de satélite y los resultados de clasificación del NDVI fueron de utilidad para ubicar sus terrenos con respecto a las otras comunidades y observar que las parcelas dedicadas a la producción de plantas para follaje son notoriamente diferentes a las parcelas de café bajo sombra en cuanto a la cobertura arbórea y la relación que hacen de esto con la posibilidad de erosión del suelo, adicionalmente a la preocupación por la relación que pueda tener la escasa vegetación con la posibilidad de procesos de movimiento de masas (deslaves) en las fincas aledañas.

Los resultados del proceso llevaron a que los productores aprendieran básicamente las técnicas para toma de muestras de suelo ya que los procesos de análisis como el pH en campo fueron realizados por una sola persona, ya que los participantes trabajan como jornaleros en las fincas vecinas.

#### Nactanca Grande

En Nactanca Grande la altitud media de las parcelas estudiadas se ubica en los 973 msnm con una temperatura media anual de 19.8°C y con niveles de precipitación acumulada anual de 3,085 mm en promedio. En la conformación del terreno las parcelas se ubican en terrenos con una media en la pendiente del 59.46% siendo la mayor en la zona ubicando a las parcelas en terrenos escarpados.

Las características analizadas para la fertilidad del suelo nos muestran que la conductividad hidráulica en la zona presenta valores diversos con niveles que se catalogan desde muy baja hasta moderadamente alta, ubicándose en general en los niveles bajos, lo cual aunado a los altos niveles de precipitación pueden generar riesgos de erosión al existir escurrimientos superficiales por la baja capacidad del suelo para permitir la infiltración y los extremadamente altos valores de pendiente.

En cuanto a los elementos de fertilidad del suelo encontramos que la materia orgánica en las parcelas se concentra en los niveles de contenido muy alto y alto. En el caso del fósforo destaca que a diferencia de las demás localidades presente niveles desde muy bajo hasta moderadamente alto, lo cual puede deberse a que en la localidad son provistos con fertilizantes a través de un convenio entre particulares con una organización privada externa y que se pudo constatar el uso de fosfonitrato como principal fertilizante utilizado. El calcio por su parte se encuentra en una distribución concentrada en niveles medios desde moderadamente bajo a moderadamente alto, mientras que el contenido de nitrógeno como nitratos se encuentra con su principal concentración en el nivel moderadamente alto y en el muy alto, lo que puede deberse también al fertilizante utilizado. La acidez medida como pH indica que las parcelas se ubican principalmente en niveles ácido y neutro, llegando a existir parcelas con pH alcalino.

En cuanto a la vegetación se puede decir que la presencia de especies herbáceas se encuentra concentrada en un rango de 50 a 75 individuos por metro cuadrado y el resto en el rango de 100 a 125 individuos, mientras que en el estrato arbustivo se presentan una distribución que va de 150-hasta los 250 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup>, siendo principalmente plantas de café arábica las dominantes. En el estrato arbóreo las parcelas presentan una concentración en el rango de 6 a 10 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup> con menos del 50% en el rango de 11 a 15 individuos.

Con respecto a los rendimientos de café oro por quintal de café pergamino se ubican en una media de 57.38 Kg/QQ siendo la más alta, principalmente por muestras que rebasan el límite aceptable, mientras que el grado de calidad como café de especialidad ubica al café principalmente como “excelente” pero es en la única localidad donde se obtuvo una puntuación menor a los 78 puntos principalmente atribuible a un deficiente manejo de cosecha y postcosecha de acuerdo a la observación de la muestra proporcionada.

La superficie cultivada por productor tiene una media en 1.98 hectáreas con una máxima de 3.0 hectáreas y una densidad media de plantación de 2,160 plantas/ha.

De las 23 especies de vegetación con algún grado de utilidad identificadas se tiene que las de valor comercial se ubican en los rubros de alimentos y maderables. Destaca que los cítricos no dominan el rubro alimenticio pues hay una alta presencia de plátano y mayor diversidad incluyendo zapote, macadamia, acachul, mango, lima, pahua (pagua), hierba santa, así como maderables como caoba y cedro rojo.

La presentación de los resultados en mapas temáticos permitió que los participantes identificaran la ubicación de sus parcelas y observar que su zona presenta inclinaciones del terreno muy altas comparadas con las demás localidades.

La comparación de las imágenes de satélite y los resultados de clasificación del NDVI fueron de utilidad para ubicar sus terrenos con respecto a las otras comunidades y observar cómo se apreciaban los procesos de movimiento de masas (deslaves) de la imagen más antigua y cómo la cubierta vegetal ha cambiado por la introducción del jengibre en la actividad agrícola.

Los resultados del proceso llevaron a que los productores aprendieran básicamente las técnicas para toma de muestras de suelo y medición de pH en campo.

#### San Pedro Itztla

En San Pedro Itztla la altitud media de las parcelas estudiadas se ubica en los 1,056 msnm y es en la localidad donde se dio el rango más amplio de altitudes con 540 m. La temperatura media anual es de 19.3°C también con la mayor amplitud del rango en 2.9°C y con niveles de precipitación acumulada anual de 3,162 mm en promedio. En la conformación del terreno las parcelas se ubican en terrenos con una media en la pendiente del 46.3 % ubicando a la mayoría de las parcelas en terrenos muy inclinados.

Las características analizadas para la fertilidad del suelo nos muestran que la conductividad hidráulica en la zona presenta valores que se catalogan principalmente como moderadamente bajo con excepciones en el nivel muy bajo, lo cual aunado a los altos niveles de precipitación pueden generar riesgos de erosión al existir escurrimientos superficiales por la baja capacidad del suelo para permitir la infiltración y los altos valores de pendiente.

En cuanto a los elementos de fertilidad del suelo encontramos que la materia orgánica en más de la mitad de las parcelas se concentra en los niveles muy alto y alto con excepciones en el nivel muy bajo. En el caso del fósforo los niveles se ubican en la zona baja como la mayoría de las localidades estudiadas concentrando casi el 89% de las parcelas en un nivel muy bajo y el resto en bajo. El calcio por su parte se encuentra en una distribución amplia con la mayor concentración de parcelas en el nivel medio y el resto repartido en los niveles bajo, moderadamente bajo, alto y muy alto, mientras que el contenido de nitrógeno como nitratos se encuentra con su principal concentración en el nivel moderadamente alto y el resto en un nivel medio, lo que puede deberse al uso de fertilizantes nitrogenados. La acidez medida

como pH indica que casi el 90% de las parcelas tienen un nivel de pH ácido y el resto como moderadamente ácido.

En cuanto a la vegetación se puede decir que la presencia de especies herbáceas se encuentra concentrada en un rango de 50 a 75 individuos por metro cuadrado para dos terceras partes de las parcelas muestreadas y el resto en el rango de 100 a 125 individuos, mientras que en el estrato arbustivo se presentan la mayor concentración en el rango de 175 a 200 individuos por cada 1,000 m<sup>2</sup> y el resto en los rangos de 200 a 225 y 250 a 275 individuos, siendo principalmente plantas de café arábica las dominantes. En el estrato arbóreo las parcelas se distribuyen a lo largo de toda la escala incluyendo parcelas sin árboles siendo el rango de mayor frecuencia el de 1 a 5 árboles por cada 1,000 m<sup>2</sup>.

Con respecto a los rendimientos de café oro por quintal de café pergamino se ubican en una media de 55.6 Kg/QQ siendo de las más bajas, mientras que el grado de calidad como café de especialidad ubica a casi dos terceras partes de las muestras de café como “excelente” y el resto en los niveles de “excelente superior” y “muy bueno”.

La superficie cultivada por productor tiene una media en 2.58 hectáreas con una máxima de 4.0 hectáreas y una densidad media de plantación de 2,209 plantas/ha.

De las 35 especies de vegetación con algún grado de utilidad identificadas se tiene que las de valor comercial se ubican en los rubros de alimentos y maderables. Destaca que es la localidad con más amplia presencia de especies, que si bien puede ser por la mayor cantidad de predios muestreados también representa los rangos más amplios de temperatura y altitud lo que no debe ser dejado de lado en el análisis de los resultados. Destaca que la presencia de cítricos compite con la macadamia, mientras que mango y plátano son de importancia en número al igual que el guayabo. Si bien hay presencia de árboles maderable de alto valor como caoba y cedro rojo, la cantidad es baja y no muestra si es posible un nivel de explotación comercial. Destaca la presencia de diferentes plantas relacionadas con la venta de follaje como la piñanona, la cedrela y frutas como el lulo o lulu que se encontraron incluidas en la siembra de arbustos en el manejo del cafetal como una diversificación de los productos del cafetal bajo sombra. Los participantes indicaron que la piñanona y la cedrela podrían intensificarse en su producción en conjunto con el café.

La presentación de los resultados en mapas temáticos permitió que los participantes identificaran la ubicación de sus parcelas y observar que su zona presenta inclinaciones del terreno muy altas aunado a

la relación de sus parcelas con respecto a la altitud y los puntajes obtenidos que fue lo que más comentarios generó.

La comparación de las imágenes de satélite y los resultados de clasificación del NDVI fueron de utilidad para ubicar sus terrenos con respecto a las otras comunidades y observar que los procesos de cambio de uso de suelo han modificado su entorno y la preocupación sobre el aumento de terrenos sin vegetación en las zonas altas como un indicativo de riesgo para la población.

Los resultados del proceso llevaron a que los productores aprendieran básicamente las técnicas para toma de muestras de suelo y medición de pH en campo.

#### San Agustín Atlihuacan

Para el caso de San Agustín el contar únicamente con los datos de dos predios de muy pequeña superficie y contiguos no permite considerar que los valores de sus características sea representativos cuando la zona tiene una amplia distribución de parcelas cafetaleras en un espacio de los más amplios de producción en las localidades estudiadas, y no debe de dejarse pasar el hecho de que una investigación de campo como la presente donde el trabajo con las personas lleva varias etapas en el tiempo siempre están sujetas a las dinámicas locales y regionales que en este caso interrumpió la investigación en la localidad al no poder obtener muestras y realizar el análisis de información en conjunto de todas las parcelas que desde el inicio se habían incluido. A un nivel más amplio los resultados obtenidos sobre el análisis de las características de las parcelas participantes mostraron valores altitudinales, de temperatura media y precipitación acumulada anual dentro de los rangos del total de muestras, mientras que el nivel de la pendiente aunque más bajo como media que el resto no dejó de ser catalogado como muy inclinado.

Los comportamientos conductividad hidráulica, contenido de materia orgánica y concentraciones de fósforo disponible tuvieron un comportamiento similar al de la mayoría de las localidades con niveles bajos y muy bajos para el primero y el tercero y alto y muy alto para el segundo. La concentración de calcio se tuvo en un nivel medio y el de nitrógeno como nitratos se dividió en medio y muy alto. Los suelos presentan una condición moderadamente ácida y neutra que posiblemente presentaría variaciones con más parcelas incluidas. Los rangos de herbáceas arbustivas y arbóreas se ubican en los niveles medios de cada estrato, al igual que los rendimientos de café verde por quintal de café pergamino. Los puntajes de catación de café también se ubicaron en los niveles medios de la mayoría de

las localidades con grados de calidad “muy bueno” y “excelente”. Los predios son los de los que tiene las superficies más pequeñas de la muestra y las densidades más bajas de plantas por hectárea.

La comparación de las imágenes de satélite y los resultados de clasificación del NDVI fueron de utilidad para ubicar sus terrenos con respecto a las otras comunidades y observar el aumento en las áreas con escasa vegetación debida al cambio de uso de suelo y sin embargo la observación general es que este se seguirá dando en tanto el valor del café cereza sea bajo.

Características analizadas a nivel de zona de estudio.

Características ambientales.

Los datos muestran que las áreas parcelas de producción de café de altura estudiadas en el municipio de Xicotepec se encuentran en altitudes desde los 800 msnm hasta los 1,300 msnm, con pendientes mayores al 20% lo que es una limitante para dedicarla a cultivos anuales como granos. Los valores de precipitación anual acumulada son muy altos superando incluso los 3,000 mm por año con una concentración en la temporada de verano. Los valores de la temperatura media van de los 17 °C a los 21°C y se encuentran diferenciados por los cambios altitudinales que se presentan en la zona de forma abrupta por las condiciones orográficas.

Fertilidad del suelo.

Los factores ambientales como las pendientes de las parcelas y los altos niveles de precipitación pluvial aunados al manejo de la parcela muestran condiciones de acidez elevada con bajos niveles de pH. Las parcelas en general tienen bajos de conductividad hidráulica lo que aumenta la saturación de agua en el suelo y que contribuye a la erosión por la precipitación y la baja capacidad de transmitir el agua a los niveles inferiores. El contenido de materia orgánica en todas las localidades es de medios a muy altos y es un indicativo del manejo de un cafetal bajo sombra, pero también se relaciona con la acidez del suelo por la formación de ácidos húmicos por el proceso de descomposición. Con respecto a los nutrientes se observa también que los niveles de potasio son muy bajos y que puede estar relacionado con la acidez del suelo que fija este elemento y no permite su disponibilidad para las plantas. El fósforo disponible se encuentra en valores principalmente muy bajos aunque destaca en el caso de Nactanca Grande la variación hasta niveles de moderadamente altos. Esto puede deberse a la aplicación de fertilizantes con alto contenido de fósforo lo que fue constatado con la presencia de sacos de fosfonitrato en las casas de los productores obtenidos por un convenio con una empresa industrializadora de café que provee fertilizante a varios de los productores de la localidad. A diferencia de otros nutrientes se encontró que los niveles de concentración de nitrógeno como nitratos se ubican en la zona superior de la escala en niveles medios a altos. Estos valores pueden estar relacionados con las prácticas de fertilización en la zona, donde predomina el uso de fertilizantes químicos sintéticos con alto contenido de nitrógeno como la urea, fosfonitrato, sulfato de amonio y triple 17 que son los fertilizantes que se pueden adquirir a precios más económicos y de alta presencia en las casa de fertilizantes en el municipio o que se proveen por convenios con industrializadoras de café.

El calcio fue un elemento que presento un rango amplio de distribución de sus niveles de concentración desde muy bajos hasta muy altos dándose los primeros principalmente en el Ejido Nactanca, mientras que en San Pedro Itztla se tuvo la mayor variación y en los rangos medios se ubicaron las parcelas de Mecatlán de las Flores y Nactanca Grande.

### Vegetación

Con respecto a la vegetación se pudo determinar que el estrato arbustivo es el que menos especies presenta y que puede ser debido a que el café como cultivo principal en las parcelas es privilegiado por el productor. Así mismo se puede ver que las especies arbustivas presentes son usualmente aquellas con un valor de consumo como alimento o de venta. En el estrato arbóreo se presentan principalmente individuos del género *Inga* denominados genéricamente como chahuites y que se valoran como elementos complementarios para la producción de café por su capacidad de dar sombra y de aportar materia orgánica al suelo. El resto de los árboles presentes en las parcelas se dividen principalmente en frutales y como generadores de leña y madera, destacando la presencia de especies de alto valor como la caoba y el cedro blanco aunque de manera escasa. Por su parte el estrato herbáceo es el que presenta mayor diversidad aunque dominan especies de la familia Comelinaceae principalmente el conocido como matlaloc blanco.

### Rendimiento y puntaje de catación de café.

Los resultados del diagnóstico de las muestras de café indican que en general los rendimientos de café verde por quintal de café pergamino son adecuados encontrándose una excepción en Nactanca Grande y que posiblemente se deba al mal manejo de los procesos de cosecha y postcosecha realizados por el productor.

Con respecto a los puntajes obtenidos en la catación se muestra que los cafés de la zona de estudio tienen puntajes superiores a los 80 puntos y que en el caso de los valores inferiores solo uno estuvo por más de dos puntos debajo de la calificación mínima para ser considerado un café de especialidad. De los análisis en campo se observó que los cafés con puntajes de menores a 80 correspondieron a parcelas ubicadas en los rangos altitudinales inferiores y que en la revisión de las parcelas presentaron una alta infestación por roya (*Hemileia Vastatrix*) que no fue tratado lo que llevó a que las plantas perdieran su follaje en la etapa de maduración del fruto lo que se constató con los resultados de la catación en donde se indicaba la presencia de cafés vanos. Los cafés analizados indicaron el predominio de cafés con grados “muy bueno” y “excelente” y alcanzando como máximo el grado de “excelente superior” para

café de san pedro Itztla y el Ejido Nactanca en donde la totalidad de sus muestras se ubicaron en los niveles “excelente” y “excelente superior”. Un aspecto a notar es que todas las muestras con puntajes mayores a 85 correspondieron a las parcelas con mayor nivel altitudinal o menores temperaturas, lo que indicaría que los mejores cafés se encontrarían en las localidades con los niveles altitudinales más altos.

Superficie cultivada y densidad de plantas.

Los aspectos evaluados en el manejo de la parcela específicamente relacionados al cultivo del café fueron la superficie cultivada y el número de plantas de café por hectárea. Se pudo observar que las superficies de los pequeños productores en el estudio no superaron las 6 hectáreas cuando el valor máximo considerado era de hasta 10 hectáreas y que en la zona existen productores con parcelas muy pequeñas menores a una hectárea y que puede ser un indicativo de la atomización de la tenencia de la tierra en la zona.

Las densidades de plantación de cafetos se da principalmente en el rango de las 2,000 plantas por hectárea teniendo los valores más bajos para las parcelas en san Agustín Atlihuacan y los más altos en Los Naranjos con variaciones de hasta 2,000 plantas/ha en la zona que es igual al nivel medio de la zona.

Análisis de variables por localidad.

La aplicación de pruebas no paramétricas indican que no existen diferencias en las distribuciones de las variables analizadas entre las localidades de estudio a excepción de la altitud, la temperatura media y la superficie cultivada. La ubicación de las localidades y sus rangos altitudinales son diferentes y no siguen una lógica distributiva y se basan en las características orográficas en que cada localidad está asentada y que las localidades de Mecatlán de las Flores y Ejido Nactanca presentan las diferencias mayores. Siendo que la temperatura lleva una variación relacionada con la altitud es de esperarse que esta se observara en el análisis y debiera ser considerada la inclusión de un u otra en posteriores estudios.

Para el análisis de variables con respecto al puntaje de catación se observa nuevamente que las distribuciones no son iguales cuando se analizan las variables de altitud y temperatura. Los resultados indican una diferencia con respecto al grado “excelente superior” en el que se localizaron las muestras de las parcelas con mayor altitud lo cual se había comentado en párrafos anteriores y que se confirman en el análisis realizado.

### Vegetación útil.

La comparación de los resultados de vegetación por parcela y de la vegetación útil encontrada en las muestras guarda una relación en la que para la vegetación útil el estrato herbáceo contiene la mayor cantidad de individuos y el estrato arbustivo la menor. Si bien las variaciones en el número de especies y de individuos fue diferente para cada localidad, se pudo observar que en todas predomina la presencia de individuos del género *Inga* (chahuites) y que indicaría que los productores valoran la vegetación arbórea que pueda proporcionar sombra a su cultivo principal. Es posible ver a partir de los resultados que el resto de las especies arbóreas se dividen principalmente en aquellas que pueden proveer alimento y las que proporcionan leña y madera en todas las comunidades y muestran la importancia que se da a cubrir las necesidades básicas de alimento y energía que tienen los dueños de las parcelas. La presencia en el estrato arbustivo de productoras de fruto y follaje para venta son parte del capital natural con que cuentan los campesinos en sus parcelas para complementar su renta en donde las plantas existentes en este estrato en el que competirían con el café deberían aportar un beneficio o ser eliminadas. Con respecto al estrato herbáceo la variedad de especies sugiere un manejo menor del mismo. De hecho la presencia mayoritaria de especímenes de matlalc que suele indicar disturbios de la vegetación original y su escaso o prácticamente nulo valor comercial indicarían que las plantas de este nivel son producto de la sucesión debida a la desaparición de la flora original por el manejo de malezas sistemático que se realiza en las parcelas, ya sea de forma mecánica con el chapeo o también el control químico el uso de herbicidas. Aun así, la presencia de herbáceas tiene una importancia en la obtención de materiales para la medicina tradicional que en la zona es vital por la distancia a los centros de salud con personal fijo.

Una mención aparte corresponde a las plantas epífitas dentro del cafetal, ya que estas están asociadas directamente a la presencia de árboles. La caracterización de epífitas de valor comercial se centró en aquellas plantas útiles como orquídeas y bromelias. Es importante señalar que de las plantas útiles identificadas las orquídeas presentaron la mayor diversidad de especies aunque no fue posible la cuantificación de estas, sin embargo su valor radica en su importancia económica por la venta como plantas de ornato. A partir de la observación y preguntas a los productores se puede saber que la presencia de orquídeas en el cafetal no está dada por el manejo productivo de las mismas, siendo todas las especies encontradas silvestres y nativas de la zona. Esta situación genera que las mismas no tengan un manejo y protección en los sitios, pudiendo ser extraídas por el productor en caso de requerir dinero, y de acuerdo a lo comentado por los dueños, es muy común que personas extrañas entren a las parcelas

a robar los especímenes. Esta condición de vulnerabilidad por la extracción indiscriminada pone en riesgo la existencia de estas especies, más aún cuando en la zona no se identifica la presencia constante de autoridades que regulen el manejo su manejo.

Información geográfica y teledetección en el manejo de la información del territorio.

El análisis de imágenes SPOT 5 para la determinación del NDVI si bien a nivel de análisis de información por pixel es valiosa a una mayor profundidad para diferentes aspectos de las condiciones de vigor, stress de la vegetación y cambios estacionales, a nivel de uso como indicador de la densidad de vegetación arbórea resulta efectiva en la transmisión de la información a un público no especializado. Se observó que el llevar la información por pixel a una agrupación en una clasificación por densidades de cobertura fue una estrategia efectiva para que los participantes pudieran comparar las áreas sin vegetación o con escasa vegetación y compararla con los procesos presentados en dos imágenes de la misma zona con una diferencia en el tiempo de más de 5 años. Es importante resaltar que las imágenes disponibles por las características climáticas de la zona pudieran presentar las diferencias debidas a procesos de remoción de vegetación y movimientos de masas (deslaves) ocurridos en 2005 y las condiciones a 2013 de estos lugares.

De los talleres se destaca que los participantes otorgaron un valor a la información con respecto a la seguridad al relacionar la ausencia de vegetación con la presencia de deslaves y el interés en la reconversión de parcelas de producción de plantas de follaje a un sistema que incluya más árboles. Por otra parte destaca la preocupación por los usos de suelo en fincas cercanas a localidades como Nactanca Grande, Nactanca Ejido y San Pedro Itztla en que la ausencia de arbolado para el uso en praderas es mencionada como un riesgo. Al ubicar diferentes aspectos del terreno en las imágenes los participantes demostraron que habían podido ubicarse espacialmente en ellas y entender la información gráfica, para lo cual fue importante el apoyo del asesor técnico local en el conocimiento tanto de las imágenes como del terreno y presentar información inicial como la ubicación de la localidad y generar preguntas detonadoras sobre solicitar la ubicación de los principales caminos, ríos, barrancas entre otros.

Con respecto al manejo de sistemas de información geográfica su valor a nivel local fue para mostrar la ubicación espacial de las parcelas y mostrar mediante los mapas generados el comportamiento de las distintas variables analizadas. El incluir todos los resultados de los análisis y el manejo de la información ambiental en una base de datos geográfica facilitó la comunicación visual de acuerdo al técnico local acompañante, aunque esto no se vio reflejado en las respuestas de las encuestas de salida.

Valor de la información para la toma de decisiones.

Los resultados de las encuestas de satisfacción muestran diferentes aspectos que deben ser analizados en conjunto, ya que podemos ver que los principales conocimientos valorados por los productores se relacionan con la producción de café y su calidad para un mercado alterno donde su valor sea mayor. Esto se destaca por ejemplo en que las principales herramientas o técnicas sean relacionadas con la toma de muestras de suelo para análisis de fertilidad y el conocimiento de la altitud de las parcelas, lo que indica que los productores asocian también esta variable con la calidad del café. El hecho de la baja respuesta sobre la importancia del conocimiento de la vegetación que se encuentra asociada al cafetal indicaría el valor secundario que esta tiene en la actividad productiva del dueño de la parcela. El conocer aspectos de su terreno como la acidez del suelo y cómo esta se relaciona con la disponibilidad de nutrientes refuerza la importancia hacia la producción de café. El valor potencial de la información para la toma de decisiones se centró en el manejo de la fertilidad y de las plantas con valor comercial que pudieran asociarse al café. Un aspecto a resaltar con respecto a la satisfacción por la asistencia técnica recibida corresponde al valor que el productor da a que dicha asistencia se dé *in situ* y a la percepción que tiene de la asistencia proporcionada usualmente a través de los programas gubernamentales donde sus parcelas difícilmente son visitadas por el personal técnico.

El conocimiento de las características analizadas de la parcela fue positivamente relacionada con su utilidad para mejorar la venta de su producto en el futuro. Las principales características mencionadas, fueron el puntaje de catación del café, la altitud y la fertilidad que incluyó respuestas como la acidez del suelo, mejorar el uso de fertilizantes y el cuidado de las plantas como un elemento asociado a mantener el cafetal en buenas condiciones.

## CONCLUSIONES.

El análisis de los resultados de la investigación permite concluir que se lograron los objetivos planteados al llevar a cabo la identificación de las características ambientales, culturales y sociales de manejo de las parcelas de los pequeños productores de café bajo sombra bajo un enfoque participativo y su uso para la toma de decisiones.

Los resultados de las mediciones de las distintas variables pudieron ser integrados en una base de datos geográfica que fue la base para comunicar la información a los productores a través de mapas temáticos que fueron analizados en conjunto en cada localidad con la participación de los productores de café de altura bajo sombra, un asesor técnico local y el equipo de investigación.

Los resultados de los talleres de interpretación y análisis mostraron que la información presentada en un formato de mapa con información temática permitió a los participantes la ubicación espacial de sus terrenos y de sus características. El valor de esta información para la toma de decisiones vertidas en los talleres incluyó observar que a nivel de localidad las parcelas tenían condiciones en la fertilidad del suelo similares en contenidos de materia orgánica, concentración de fósforo, calcio y nitrógeno como nitratos y el nivel de pH sin importar la altitud, temperatura o precipitación. Este reconocimiento generó interés en la búsqueda de sistemas de fertilización más adecuados a sus condiciones y a formas de reducir los niveles de acidez del suelo lo que se considera un proceso de toma de decisiones generado en el proceso.

Los resultados de la encuesta de satisfacción indican que los principales conocimientos prácticos se dieron con la toma de muestras de suelo, la medición de pH en campo y su interpretación como acidez, además de la evaluación de la cantidad de árboles y arbustos por unidad de superficie y la importancia de identificar la vegetación útil dentro del proceso. La relación de los conocimientos prácticos adquiridos en la determinación de las características de sus parcelas se relaciona con aquellas características que más mencionaron que conocieron de las mismas siendo estos la fertilidad del suelo y la acidez, así como la altitud de sus parcelas.

El saber los valores obtenidos en la clasificación de su café fue el factor de mayor importancia que los productores consideraron haber obtenido de la información al ser el más mencionado en las características que conocieron de sus cultivos durante la aplicación de la encuesta de satisfacción. En los talleres de interpretación de datos la conclusión en cada comunidad fue que sus parcelas tienen la

capacidad de producir café para el mercado de especialidad y que se requiere de organización y asesoría especializada para incursionar en este en donde consideran que es posible obtener mejores condiciones de precio de venta. La comercialización organizada de su producto bajo una marca es considerada de importancia por diversos motivos entre los que destaca que el producto pueda ser identificado por el consumidor.

El análisis conjunto de las variaciones en el tiempo de la presencia o ausencia de vegetación obtenida de la determinación del índice de vegetación de diferencia normalizada de las imágenes de la plataforma SPOT 5 resultó efectiva para reconocer la relación entre la presencia o ausencia de vegetación y fenómenos de movimientos de masa, que se reflejó en la preocupación de los participantes en reducir estos riesgos. También permitió que los productores comentaran la necesidad de combinar sistemas de producción de plantas de follaje con la inclusión de árboles para diversificar la producción y reducir la exposición del suelo a fenómenos hidrometeorológicos.

El estudio sobre la vegetación útil que puede generar una diversificación productiva presenta especies con potencial de venta en el sector de alimentos y en el de venta de plantas y follaje ornamental y en menor nivel en el aprovechamiento para madera. Los resultados del análisis de la información en los talleres coincidieron en que la presencia de diferentes especies vegetales depende principalmente del valor que los productores asocian de estas con el cultivo de café. Las conclusiones indican que los productores le dan más valor como aspecto comercial a la producción de plantas ornamentales mientras que a las alimenticias son principalmente para el autoconsumo, aunque en el caso de Las Pilas y de San Pedro Itztla existe el interés intensificar la presencia de acachul, guarneque y piñanona en las parcelas al considerar que son plantas con el mayor potencial de venta y más fácil de trabajar en conjunto con el café.

Los aspectos mostrados permiten concluir que el diagnóstico participativo de las parcelas de café bajo sombra basados en el uso de sistemas de información geográfica y teledetección contribuyen a enriquecer el conocimiento de pequeños productores de café bajo sombra y a mejorar la capacidad en la toma de decisiones siempre que se consideren aquellos aspectos de interés local y la participación de personal técnico especializado que facilite a los productores información sobre la importancia de los diferentes aspectos que pueden caracterizarse y construir en conjunto un grupo de elementos útiles en la interpretación de las condiciones de las parcelas y del entorno. La base de integración de la información de base geográfica requiere que dicha información provenga de fuentes confiables y no desplaza los trabajos en campo, pero un esfuerzo de muestreo representativo podría permitir el

modelado de la distribución de ciertas características, por lo que este tipo de estudios debería ampliar su cobertura en superficie del terreno.

Otro aspecto importante de la investigación radica en presentar datos relacionados con la producción de café bajo sombra en la zona de estudio y generar una base para la investigación de las relaciones de diferentes variables y el uso por parte de los productores que puede ser ampliada y actualizada con la inclusión de nuevas parcelas y nuevos datos. También se han podido presentar aspectos básicos de las condiciones de la zona que pueden ser la base para entender la complejidad de las interacciones ambiente – producción – recursos naturales bajo un enfoque participativo en el que el productor cuenta con información para su uso práctico.

Se puede concluir que las condiciones geográficas en las que se realiza el cultivo de café bajo sombra en las comunidades estudiadas presentan serias limitaciones por los altos rangos de pendiente de los terrenos que aunados a la alta precipitación pluvial los hacen susceptibles a la erosión en caso de perder la cobertura vegetal existente que mantiene especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que limitan este proceso.

Dentro del ámbito de los recursos naturales se observa que la fertilidad del suelo presenta serias condiciones limitantes como la acidez y carencias de nutrientes como el potasio y que los excesos de nitrógeno y en algunos casos de fósforo deben ser corregidos mediante un manejo integral de la fertilidad del suelo. Estas condiciones aunadas a las ambientales deben ser consideradas para evitar el cambio a otro tipo de cultivos o sistemas de producción donde las demandas de nutrientes son mayores y las posibilidades de erosión y pérdida de la fertilidad aumenten como en el caso de la producción de granos o praderas para ganado.

La diversificación productiva de los pequeños productores en la zona de estudio es viable en la entrada a mercados de café de especialidad a partir de los resultados de catación de las muestras de las parcelas de estudio. Es de resaltar que el potencial de producción de cafés de puntuaciones de 80 puntos o más bajo el protocolo SCAA indican que la zona tiene cafés de gran calidad que deben ser explotados bajo un enfoque que tienda a llevar los beneficios de una forma más directa a los pequeños productores, siendo el mercado de especialidad una opción que basa su sistema en la reducción de los pasos intermedios de comercialización y la relación directa entre el productor el comprador dedicado al tostado de cafés especiales. La especialidad de un café no indica que esté dissociada de la calidad por lo que es importante que los productores cuenten con capacitación e información adecuada para el manejo de la

huerta, pero también para los aspectos de cosecha, beneficiado, secado y almacenamiento del producto a fin de lograr los parámetros de humedad, tamaño del grano, niveles máximos permitidos de defectos, y rendimientos.

Si bien el análisis de las variables con respecto a las localidades y al puntaje del café indica que la altitud y la temperatura pueden ser los factores de influencia en la producción de café de especialidad el tamaño de las muestras requiere que las variables puedan ser evaluadas con más parcelas en el área de estudio.

Dentro del aspecto de la flora útil en los cafetales de pequeños productores existe el potencial de uso de diversas plantas en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, así como la presencia de epífitas como orquídeas de valor comercial. Al menos existen en la zona 92 especies susceptibles de uso, de las cuales las especies arbustivas y arbóreas productoras de alimentos tienen valor comercial que debe ser explotado mejor. Destaca la presencia de diferentes variedades de plátano, así como cítricos. El acachul y la papatla son especies nativas que tienen una demanda local que puede ser atendida en un manejo de su cultivo combinado con la producción de café. También es importante promover la producción asociada con plantas para el mercado de arreglos florales como la piñanona, el guarneque y la cedrela.

La diversidad de orquídeas silvestres presentes en los cafetales forma parte del capital natural con que cuentan los dueños de las parcelas, por lo que se debe promover su manejo sustentable y evitar la extracción de los individuos que terminen con la disminución de su número o su desaparición. El manejo de las mismas debe considerar la normatividad aplicable y en particular aquella relativa a la vida silvestre que se encuentre en algún estatus de protección como lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010. El diseño de políticas públicas que provean de bienes públicos y de infraestructura a la diversificación productiva de los cafetales bajo sombra es un aspecto que los gobiernos locales, estatales y federal debería evaluar, así como el manejo integrado del suelo y plagas.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Al-Wadaey, A., & Ziadat, F. (2014). A participatory GIS approach to identify critical land degradation areas and prioritize soil conservation for mountainous olive groves (case study). *Journal of Mountain Science*, 11(3), 782–791. <https://doi.org/10.1007/s11629-013-2827-x>
- Albuquerque, F. (2002). *Desarrollo económico territorial. Guía para agentes*. Sevilla, España: Instituto de desarrollo Regional. Fundación Univesitaria.
- Ali, L., Mangheni, N., & Sanginga, P. (2007). Social capital and adoption of soil fertility management technologies in Tororo district, Uganda. ... *Fertility Management in ...*, 947–953. Recuperado a partir de <http://www.springerlink.com/index/V071T52W32V240M2.pdf>
- Avelino, J., Barboza, B., Araya, J. C., Fonseca, C., Davrieux, F., Guyot, B., & Cilas, C. (2005). Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(11), 1869–1876. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2188>
- Baerenklau, K. A., Ellis, E. A., & Marcos-Martinez, R. (2012). Economics of land use dynamics in two Mexican coffee agroforests: Implications for the environment and inequality. *Investigacion Economica*, 71(279), 93–124.
- Berkes, F., McConney, R., Pollnac, P., & Pomeroy, R. (2001). Managing small-scale fisheries alternative, directions and methods, 285.
- Bocco, G., Velázquez, A., & Torres, A. (2000). Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia*, 25(2), 64–70.
- Burgos, A., Pérez, R., Carmona, E., & Rivas, H. (2013). A systems approach to modeling Community-Based Environmental Monitoring: A case of participatory water quality monitoring in rural Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(12), 10297–10316. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3333-x>
- Cañas-Giraldo, W., Bedoya-Patiño, C. G., & Cárdenas-Grajales, G. I. (2015). *DE LA AGRICULTURA FAMILIAR Estudio de caso de la asociación de Moreros de Santa Rosa de Cabal MUSA , departamento de Risaralda* (No. Documento de trabajo No.02). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.16925/greylit.1085>
- Carrasaco G., F. (2013). AFECTACIONES DE LA CRISIS CAFETALERA AL PAISAJE CULTURAL Y A LA IDENTIDAD TERRITORIAL EN EL MUNICIPIO DE COATEPEC, VERACRUZ. *REVISTA ALTEPETL geografía histórica, social y estudios regionales*. Recuperado a partir de [http://www.uv.mx/altepetl/No7/articulos/afectaciones\\_carrasaco.html](http://www.uv.mx/altepetl/No7/articulos/afectaciones_carrasaco.html)
- Chambers, R. (1996). Evaluación rural participativa”. Recuperado a partir de <http://www.neareast.org/main/lrc/biblio/researchandevaluation.pdf>
- Corbane, C., Lang, S., Pipkins, K., Alleaume, S., Deshayes, M., Garc??a Mill??n, V. E., ... Michael, F. (2015). Remote sensing for mapping natural habitats and their conservation status - New opportunities and challenges. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 37, 7–16.

<https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.11.005>

- Dawoe, E. K., Quashie-Sam, J., Isaac, M. E., & Oppong, S. K. (2012). Exploring farmers' local knowledge and perceptions of soil fertility and management in the Ashanti Region of Ghana. *Geoderma*, 179–180, 96–103. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.02.015>
- De Bauw, P., Van Asten, P., Jassogne, L., & Merckx, R. (2016). Soil fertility gradients and production constraints for coffee and banana on volcanic mountain slopes in the East African Rift: A case study of Mt. Elgon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 231, 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.036>
- Decazy, F., Avelino, J., Guyot, B., Perriot, J. J., Pineda, C., & Cilas, C. (2003). Quality of different Honduran coffees in relation to several environments. *Journal of Food Science*, 68(7), 2356–2361. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05772.x>
- Durand, G. (2014). *Le café d'ombre en forêt de montagne mexicaine : combiner la conservation de la biodiversité et la rentabilité économique des producteurs par*. UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE. Recuperado a partir de <https://www.usherbrooke.ca/biologie/diplomes/essais-en-ecologie-internationale/>
- Evangelista, V., López, J., Caballero, J., & Alfaro, M. A. (2010). Patrones espaciales de cambio de cobertura y uso del suelo en el área cafetalera de la sierra norte de Puebla Spatial patterns of land use / cover change in the coffee crop area of the Sierra Norte de Puebla. *Investigaciones Geográficas, Boletín de(72)*, 23–38. <https://doi.org/10.14350/rig.19273>
- Flores, J., & Álvarez-Sánchez, J. (2011). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. En F. B. Zúñiga (Ed.), *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales* (2a. Ed, p. 770). México: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Instituto de Geografía, UNAM.
- Flores G., D. (2011). Diagnostico de la cafecultura en el estado de Puebla. Puebla: SAGARPA.
- Guo, L., Di, L., Li, G., Luo, Q., & Gao, M. (2015). GIS-based detection of land use transformation in the Loess Plateau: A case study in Baota District, Shaanxi Province, China. *Journal of Geographical Sciences*, 25(12), 1467–1478. <https://doi.org/10.1007/s11442-015-1246-z>
- Haggar, J., Medina, B., Aguilar, R. M., & Munoz, C. (2013). Land use change on coffee farms in southern Guatemala and its environmental consequences. *Environmental Management*, 51(4), 811–823. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0019-7>
- Haileslassie, A., Priess, J., Veldkamp, E., Teketay, D., & Lesschen, J. P. (2005). Assessment of soil nutrient depletion and its spatial variability on smallholders' mixed farming systems in Ethiopia using partial versus full nutrient balances. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 108(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.12.010>
- Herrmann, S. M., Sall, I., & Sy, O. (2014). People and pixels in the Sahel : a study linking coarse-resolution remote sensing observations to land users' perceptions of their changing environment in Senegal, 19(3).
- Holck, M. H. (2008). Participatory forest monitoring: An assessment of the accuracy of simple cost-effective methods. *Biodiversity and Conservation*, 17(8), 2023–2036. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9273-4>

- Jaimes, E. J., Mendoza, J. G., Ramos, Y. T., & Pineda, N. (2006). Metodología Multifactorial Y Participativa Y Ambiental De Dos Subcuencas, *31*, 720–727.
- Jankowski, P. (2009). Towards participatory geographic information systems for community-based environmental decision making. *Journal of Environmental Management*, *90*(6), 1966–1971. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.08.028>
- Joët, T., Laffargue, A., Descroix, F., Doubeau, S., Bertrand, B., Kochko, A. de, & Dussert, S. (2010). Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. *Food Chemistry*, *118*(3), 693–701. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.048>
- Juárez, E. (2008). *Estructura y diversidad de la vegetación en la zona de borde de fragmentos derivados de un bosque tropical perennifolio en Los Tuxtlas, Veracruz, México*. UNAM, México, México.
- Läderach, P., Vaast, P., Oberthür, T., O'Brien, R., Lara Estrada, L. D., & Nelson, A. (2006). *Geographical Analyses to Explore Interactions between Inherent Coffee Quality and Production Environment. 21st International Conference on Coffee Science, Montpellier, France, 11-15 September, 2006 2007*.
- Lince, L., & Sadeghian, S. (2015). Producción de café (*Coffea arabica* L.) en respuesta al manejo específico de la fertilidad del suelo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, *6*(2), 19–30. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22490/21456453.1401>
- Luna-Rodríguez, F., López-Mena, J., & Larios-Gonzalez, R. (2012). Sistemas de manejo en café (*Coffea arabica* L.) Y SU EFECTO EN LA FERTILIDAD DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DEL CAFÉ ORO, MASATEPE, MASAYA. *La Calera Revista Científica*, *12*(18), 29–36. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5377/calera.v12i18.1122>
- Machado, M., Nicholls, C., Márquez, S., & Turbay, S. (2015). Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. *Idesia (Arica)*, *33*(1), 69–83. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000100008>
- Martínez, M., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., & Cruz-Rivas, A. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *78*(1), 15–40. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7550/rmb.5311>
- Mccall, M. K. (2003). Seeking good governance in participatory-GIS : a review of processes and governance dimensions in applying GIS to participatory spatial planning, *27*, 549–573. [https://doi.org/10.1016/S0197-3975\(03\)00005-5](https://doi.org/10.1016/S0197-3975(03)00005-5)
- Mccall, M. K. (2010). Mapeando el territorio : paisaje local , conocimiento local , poder local, (October), 221–246.
- Moguel, P., & Toledo, V. M. (1996, julio). El café en Mexico, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. *Revista Ciencias UNAM*, *43*(Julio-Septiembre), 40–51. Recuperado a partir de <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no43/CNS04306.pdf>
- Montañez Gómez, G., & Delgado Mahecha, O. (1998). Espacio , Territorio Y Region : Conceptos Basicos Para Un Proyecto Nacional. *Cuadernos de Geografía*, *VII*(1–2), 120–135. Recuperado a partir de [http://acoge2000.homestead.com/files/Montanez\\_y\\_Delgado.\\_1998.pdf](http://acoge2000.homestead.com/files/Montanez_y_Delgado._1998.pdf)

- Moraga, P., Bolaños, R., Pilz, M., Munguía, R., Jurgen, A., Barios, M., ... Gamboa, W. (2011). Árboles de sombra e intensidad del cultivo afectan al rendimiento de café (*Coffea arabica* L.) y la valoración ecológica en Masatepe, Nicaragua. *La Calera*, 11(17), 41–47. <https://doi.org/1998-8850>
- Moreno-Calles, A., Galicia-Luna, V., Casas, A., Toledo, V. M., Vallejo-Ramos, M., Santos-Fita, D., & Amou-Guerrero, A. (2014). La Etnoagroforestería: el estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología*, 12(3), 1–16. Recuperado a partir de [http://asociacionetnobiologica.org.mx/aem/wp-content/uploads/Revista\\_12-3/Tema\\_01.pdf](http://asociacionetnobiologica.org.mx/aem/wp-content/uploads/Revista_12-3/Tema_01.pdf)
- Nagendra, H., Lucas, R., Honrado, J. P., Jongman, R. H. G., Tarantino, C., Adamo, M., & Mairota, P. (2013). Remote sensing for conservation monitoring: Assessing protected areas, habitat extent, habitat condition, species diversity, and threats. *Ecological Indicators*, 33, 45–59. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.09.014>
- Páez, R., Burgos, A., Jiménez, E. C., & Rivas, H. (2010). Monitoreo comunitario de la calidad del agua en cuencas rurales del Bajo Balsas, 6.
- Partelli, F. L., Vieira, H. D., Ferreira, E. P. D., Viana, A. P., Martins, M. A., & Urquiaga, S. (2012). Chemical and Microbiological Soil Characteristics under Conventional and Organic Coffee Production Systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43(5), 847–864. <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.648470>
- Pensado-Leglise, M. (2011). *Territorio y medio ambiente: aproximaciones metodológicas*. México, México: Siglo XXI.
- Pensado-Leglise, M. del R., & Martínez-Vicente, S. (2015). La estrategia de canasta de bienes territoriales y su repercusión local en empleo e ingresos . El caso de Xicotepéc de Juárez , Puebla for Employment and Profit : the Case of Xicotepéc de Juárez , Puebla. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2), 217–237.
- Pérez, P. (2010). Los espacios cafetaleros alternativos en México en los primeros años del siglo XXI The “ alternative ” coffee spaces in Mexico at the beginning of the 21st century. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (72), 82–100. Recuperado a partir de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112010000200007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112010000200007)
- Ramírez V., B., & Juárez S., J. P. (2008). Opciones económicas y productivas de reestructuración de las unidades indígenas de producción de café ante la crisis agrícola: Estudio en la Sierra Nororiental de Puebla, México. *Perspectivas sociales /Social Perspectives*, 10(2). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Roman, P., & Läderach, D. (2007). *Management of intrinsic quality characteristics for high-value specialty coffees of heterogeneous hillside landscapes*. Rheinischen-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- SAGARPA, COFUPRO, INCA RURAL, AMECAFÉ, SISTEMA\_PRODUCTO\_CAFÉ, & CRUO-UACH. (2011). *Plan de innovación de la cafecultura en el Estado de Puebla*. México.
- Shetjman, A., & Verdegué, J. (2003). *Desarrollo territorial rural*. Santiago de Chile, Chile: RIMISP. Recuperado a partir de [http://rimisp.cl/documentos/desarrollo\\_territorial.pdf](http://rimisp.cl/documentos/desarrollo_territorial.pdf)
- Valencia, V., West, P., Sterling, E. J., Garcia-Barrios, L., & NAEEM, S. (2015). The use of farmers ’

knowledge in coffee agroforestry management : implications for the conservation of tree biodiversity. *Ecosphere*, 6(July), 1–17. <https://doi.org/10.1890/ES14-00428.1>