



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN EDAFOLOGÍA

**CONOCIMIENTO LOCAL DE LA
PRODUCCIÓN DE *Pimenta dioica*
EN SUELOS DE LA REGIÓN
TOTONACA DE PUEBLA**

LUIS ROJAS PÉREZ

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2017

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Luis Rojas Pérez, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. Carlos Alberto Ortiz Solorio, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis

Conocimiento local de la producción de Pimenta dioica en suelos de la Región Totonaca de Puebla.
y de los producto de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre el colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

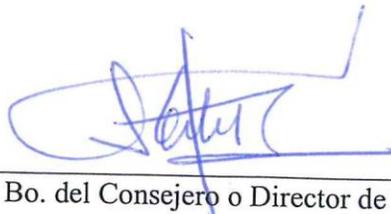
Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 22 de Noviembre de 2017



Luis Rojas Pérez

Firma del
Alumno (a)

*cbb.



Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: **Conocimiento local de la producción de *Pimenta dioica* en suelos de la región Totonaca de Puebla**, realizada por el alumno: **Luis Rojas Pérez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EDAFOLOGIA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. CARLOS ALBERTO ORTIZ SOLORIO

ASESOR



DRA. MA. DEL CARMEN GUTIÉRREZ CASTORENA

ASESOR



DR. ATENÓGENES LEOBARDO LICONA VARGAS

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Diciembre de 2017

CONOCIMIENTO LOCAL DE LA PRODUCCIÓN DE *Pimenta dioica* EN SUELOS DE LA REGIÓN TOTONACA DE PUEBLA

Luis Rojas Pérez, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

La zona nororiental de Puebla perteneciente al Totonacapan se caracteriza por tener un sistema de producción de *Pimenta dioica* y agricultura de autosubsistencia; sin embargo, carece de información acerca de la interacción edáfica y del conocimiento ancestral que los productores tienen de sus clases de tierras. El objetivo principal es identificar el conocimiento local sobre la producción de pimienta en diferentes clases de tierras en la región Totonaca de Puebla, tomando como marco de referencia a los estudios Etnoedafológicos. Los productores reconocen nueve clases de tierras totonacas: Poxniuh tiyat (polvilla y polvillo), Cucú (arena), Xcapat chiwish (tepetate), Tlamanca tiyat (chicluda), Tachexél chiwish (barrial con pedernal), Sizáca tiyat (barrial), Suzóco tiyat (colorada) y Chiwish tiyat (gravosa), las cuales cubren una superficie total de 713 ha. Esta clasificación empírica se basa en aspectos físicos como color, textura, consistencia y pedregosidad; además, los productores mencionan a las tierras de barrial (Sizáca tiyat) como las más productivas; mientras que las tierras coloradas (Suzóco tiyat) son las menos productivas. Las tierras se agrupan en cinco grupos de suelos de referencia (WRB) y cuatro órdenes (Taxonomía de suelos), lo cual indica que los productores clasifican a sus tierras de manera más detallada. En cuanto a las plantaciones de pimienta, estas se dividen en tres sistemas: dispersión natural, sistema intermedio y plantación comercial. El manejo del cultivo no varía con las clases de tierras, ni con la calidad de las mismas, más bien está en función de la cantidad de trabajo dedicada por los productores a las plantaciones. La problemática agronómica en general es semejante en todas las clases de tierras en donde la roya puede ocasionar pérdidas hasta de 50% del rendimiento. Aunque estadísticamente no existen diferencias significativas en los rendimientos, de acuerdo a los productores y considerando los datos promedio en kg/árbol, el sistema silvopastoril en tierra barrial de lomerío presenta los mayores rendimientos, con una producción por árbol de 65 kg.

Palabras clave: Etnoedafología; Conocimiento étnico; Sistema WRB; Taxonomía de suelos; Mapa de suelos.

LOCAL KNOWLEDGE OF THE PRODUCTION OF *Pimenta dioica* IN SOILS OF THE TONACACA REGION OF PUEBLA

Luis Rojas Pérez, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

The northeastern zone of Puebla belonging to Totonacapan is characterized by having a production system of *Pimenta dioica* and self-subsistence agriculture; however, it lacks information about the edaphic interaction and ancestral knowledge that producers have of their land classes. The main objective is to identify the local knowledge about the production of pepper in different land classes in the Totonaca region of Puebla, taking as a frame of reference the Ethnoedaphological studies. The producers recognize nine classes of Totonac lands: Poxniuh tiyat (Dust and Dusty), Cucú (Sandy), Xcapat chiwish (Tepetate), Tlamanca tiyat (Sticky), Tachexél chiwish (Clay with pedernal), Sizáca tiyat (Clay), Suzóco tiyat (Reddish) and Chiwish tiyat (Stony), which covers a total area of 713 ha. This empirical classification is based on physical aspects such as color, texture, consistency and stoniness; In addition, the producers mention the lands of the neighborhood (Sizáca tiyat) as the most productive; while the colored lands (Suzóco tiyat) are the least productive. The lands are grouped into five groups of reference soils (WRB) and four orders (Soil Taxonomy), which indicates that the producers classify their lands in more detail. As for the pepper plantations, these are divided into three systems: natural dispersion, intermediate system and commercial plantation. The management of the crop does not vary with the types of land, nor with the quality of the same, rather it is in function of the amount of work dedicated by the producers to the plantations. The agronomic problem in general is similar in all land classes where rust can cause losses of up to 50% of the yield. Although statistically there are no significant differences in yields, according to the producers, and considering the average data in kg / tree, the silvopastoral system in the hillside has the highest yields, with a production per tree of 65 kg.

Keywords: Ethnoedaphology; Ethnic knowledge; WRB system; Soil taxonomy; Soil map.

AGRADECIMIENTOS

A los **Estados Unidos Mexicanos**.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo**, en especial al **Postgrado en Edafología** por permitirme realizar la Maestría en Ciencias.

Mención especial para el **Dr. Carlos A. Ortiz Solorio**, por el apoyo y la experiencia compartida en aula y campo, de igual forma por sus imprescindibles observaciones en pro de este trabajo de investigación.

A la **Dra. Ma. del Carmen Gutiérrez Castorena** por su enseñanza en aula y campo, además de sus excelentes observaciones y recomendaciones en el desarrollo de la investigación.

Al **Dr. Atenogenes L. Licona Vargas** por su valiosa contribución en la mejora de este trabajo de investigación.

Al **M. C. Patricio Sánchez Guzmán** por su importante colaboración en el trabajo de campo y las facilidades otorgadas en el laboratorio.

A cada una de las personas que me brindaron ayuda en el laboratorio del **Área de Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos**. Del mismo modo a **Ma. del Carmen Bojorges Bautista** por las facilidades administrativas concedidas.

A todos los productores y representantes de las localidades de estudio por permitirme realizar los recorridos, los perfiles y el muestreo de suelos.

A todas aquellas personas con las cuales compartí esta **significativa experiencia**.

DEDICATORIA

En especial a mi madre **Agustina Pérez Cruz**, por concederme la vida, haber impulsado mi desarrollo profesional e infundir los valores necesarios para hacer frente a las adversidades en esta efímera vida.

A mi padre: **Álvaro Rojas Vázquez** por compartir su experiencia, además del apoyo anímico incondicional.

A mi hermana **Teresa** por animarme a terminar este reto (M. C.) y a mi hermano **Ángel** por seguir compartiendo episodios. También a mis hermanos **Laura** y **Fernando**, que de alguna manera han contribuido en mi desarrollo profesional.

A mis abuelos **Teresa** y **Silvestre**, quienes compartieron su infinita sabiduría referente a los términos totonacas en la presente investigación.

Citar cada uno de los nombres de mi **familia** y **amigos** apuntaría en un orden francamente injusto, de cualquier forma deseo expresar que los aprecio a todos por igual.

Para finalizar dedico estas últimas líneas a **la que tiene esperanza**, agradezco hayas inspirado a este neófito.

Vivimos en una sociedad exquisitamente dependiente de las ciencias y la tecnología, en la cual prácticamente nadie sabe nada acerca de la ciencia o la tecnología.

La vida es solo un vistazo momentáneo de las maravillas de este asombroso universo, y es triste que tantos la estén malgastando soñando con fantasías espirituales.

Hemos averiguado que vivimos en un insignificante planeta, de una triste estrella perdida, en una galaxia metida en una esquina olvidada de un universo, en el cual hay muchas más galaxias que personas.

Carl Sagan

El individuo ha luchado siempre para no ser absorbido por la tribu. Si lo intentas, a menudo estarás solo, y a veces asustado. Pero ningún precio es demasiado alto por el privilegio de ser uno mismo.

Friedrich Nietzsche

CONTENIDO

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE CUADROS.....	xv
LISTA DE ANEXOS.....	xvii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Pimienta gorda.....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Distribución.....	4
2.2 Características generales de la pimienta gorda.....	4
2.2.1 Descripción botánica.....	4
2.2.2 Diversidad.....	5
2.2.3 Usos.....	6
2.3 Sistema de producción.....	6
2.3.1 Sistema de producción de <i>Pimenta dioica</i>	6
2.3.2 Requerimientos agroecológicos.....	7
2.3.3 Establecimiento y producción.....	8
2.3.4 Manejo de las plantaciones.....	9
2.3.5 Cosecha y manejo postcosecha.....	9
2.4 Importancia económica del cultivo.....	10
2.4.1 Nacional.....	10
2.4.2 Estatal.....	11

2.5	Región Totonacapan.....	12
2.5.1	Datos generales y ubicación geográfica.....	12
2.5.2	Historia y etimología del grupo étnico	12
2.5.3	Producción agrícola	13
2.5.4	Conocimiento étnico del medio físico	13
2.6	Recurso suelo	14
2.6.1	Concepto	14
2.7	Sistemas de clasificación de suelos	15
2.7.1	Taxonomía de Suelos de USDA	15
2.7.2	IUSS Grupo de Trabajo de la WRB.....	15
2.8	Etnoedafología	16
2.8.1	Definición.....	16
2.8.2	Estudios Etnoedafológicos.....	16
2.8.3	Taxonomía y cartografía local de clases de tierras	17
2.9	Sistemas agroforestales	17
2.9.1	Definición de Agroforestería.....	17
2.9.2	Clasificación de sistemas agroforestales	18
2.9.3	Prácticas agroforestales.....	18
2.9.4	Tecnologías agroforestales	19
3.	OBJETIVOS E HIPOTESIS	21
3.1	Objetivos.....	21
3.1.1	Objetivo general.....	21
3.1.2	Objetivos específicos	21

3.2	Hipótesis	21
3.2.1	Hipótesis general	21
3.2.2	Hipótesis específicas.....	21
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
4.1	Descripción de la zona de estudio	22
4.1.1	Selección del área de estudio.....	22
4.1.2	Clima	23
4.1.3	Vegetación y uso del suelo	24
4.1.4	Geología	25
4.1.5	Edafología	26
4.2	Metodología.....	27
4.2.1	Selección del área de investigación.....	27
4.2.2	Estudios Etnoedafológicos.....	27
4.2.3	Clasificación de suelos	28
4.2.4	Análisis de la información obtenida sobre pimienta gorda.....	29
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1	Clasificación Totonaca de tierras.....	30
5.1.1	Nomenclatura totonaca de clases de tierras	30
5.1.2	Cartografía de clases de tierras	36
5.1.3	Perfiles de suelos por localidad	39
5.1.4	Propiedades físicas y químicas de las clases de tierras totonacas.....	41
5.2	Clasificación de suelos.....	45
5.2.1	IUSS Grupo de Trabajo de la WRB.....	45
5.2.2	Taxonomía de suelos de USDA	52

5.2.3	Comparación de las clases de tierras totonacas y la clasificación de suelos	54
5.3	Manejo agronómico de pimienta.....	56
5.3.1	Establecimiento de la plantación	56
5.3.2	Fertilización	58
5.3.3	Control de malezas.....	59
5.3.4	Plagas y enfermedades.....	59
5.3.5	Podas	59
5.3.6	Cosecha	60
5.3.7	Manejo postcosecha	61
5.4	Sistemas de producción de pimienta.....	62
5.4.1	Clasificación agroforestal.....	62
5.4.2	Diversidad	70
5.4.3	Rendimiento.....	72
5.5	Problemática en la producción de pimienta.....	73
6.	CONCLUSIONES.....	74
7.	RECOMENDACIONES	75
8.	LITERATURA CITADA	76
ANEXOS	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Requerimientos agroecológicos empleados para la delimitación de zonas con potencial productivo de pimienta gorda en México (INIFAP, 2012).	8
Figura 2.2. Límites del Totonacapan en el siglo XVI y hacia el año 1940 (Chenaut, 2010). 12	
Figura 4.1. Ubicación geográfica del área de estudio.	22
Figura 4.2. Clima del área de estudio.....	23
Figura 4.3. Vegetación y uso del suelo del área de estudio.....	24
Figura 4.4. Geología del área de estudio.	25
Figura 4.5. Grupos de suelos dominantes del área de estudio.	26
Figura 5.1. Uso de la clase de tierra polvillo y polvilla.	31
Figura 5.2. Uso de la clase de tierra arena en Reyes de Vallarta.	32
Figura 5.3. Uso de la clase de tierra tepetate en Reyes de Vallarta.....	32
Figura 5.4. Uso de la clase de tierra chicluda en Reyes de Vallarta.....	33
Figura 5.5. Uso de la clase de tierra barrial con pedernal.	33
Figura 5.6. Uso de la clase de tierra barrial.	34
Figura 5.7. Uso de la clase de tierra colorada.....	35
Figura 5.8. Uso de la clase de tierra gravosa.	35
Figura 5.9. Clases de tierras identificadas por los productores en la localidad El Zapotal, Tenampulco, Puebla.	36
Figura 5.10. Mapa de clases de tierras en la localidad de Tenexapa de Azueta, Hueytamalco, Puebla.	37
Figura 5.11. Clases de tierras en la localidad de Reyes de Vallarta, Tuzamapan de Galeana, Puebla.....	38
Figura 5.12. Suelos de la localidad de El Zapotal, Tenampulco, Puebla.	39
Figura 5.13. Suelos de la localidad de Tenexapa de Azueta, Hueytamalco, Puebla.	40
Figura 5.14. Suelos de la localidad de Reyes de Vallarta con perfiles mayores a 1 m de profundidad.....	40
Figura 5.15. Suelos de la localidad de Reyes de Vallarta con perfiles menores a 1 m de profundidad.....	41
Figura 5.16. Cambisols-Inceptisols de la zona de lomerío	47

Figura 5.17. Cambisols-Inceptisols de la sierra.....	48
Figura 5.18. Phaeozems-Mollisols de la zona de lomerío.	48
Figura 5.19. Luvisols-Alfisols de la zona de lomerío.....	49
Figura 5.20. Arenosols y Regosols-Entisols de la zona alta.....	50
Figura 5.21. Roza y tumba de acahual, El Zapotal.....	56
Figura 5.22. Sistema intermedio, Tenexapa de Azueta.	57
Figura 5.23. Plantación comercial, El Zapotal.....	58
Figura 5.24. Roya en hojas y frutos de pimienta.....	59
Figura 5.25. Cosecha de pimienta, El Zapotal.....	60
Figura 5.26. Bayas de pimienta en racimo.....	61
Figura 5.27. Policultivo tradicional en un Cambisols, Reyes de Vallarta.....	64
Figura 5.28. Cultivo de maíz en un Cambisols, Reyes de Vallarta.....	65
Figura 5.29. Sistema silvopastoril en un Arenosols, Reyes de Vallarta.	65
Figura 5.30. Cultivo de maíz en un Luvisols, El Zapotal.	66
Figura 5.31. Sistema silvopastoril en un Cambisols, Tenexapa de Azueta.....	67
Figura 5.32. Cultivo de maíz en un Cambisols, Tenexapa de Azueta.	68
Figura 5.33. Bayas de pimienta afectadas por roya (coloración oscura).	73

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1. Características ecológicas de la pimienta gorda (ECOCROP, 2016).....	7
Cuadro 2.2. Producción nacional de pimienta gorda (SIAP, 2014).....	10
Cuadro 2.3. Producción municipal de pimienta gorda en el estado de Puebla (SIAP, 2014).	11
Cuadro 2.4. Vocabulario acerca del conocimiento sobre el medio físico en una localidad totonaca (Ortiz, 1995).	14
Cuadro 2.5. Prácticas agroforestales (Torquebiau, 1990).....	19
Cuadro 2.6. Tecnologías Agroforestales (Torquebiau, 1990).	20
Cuadro 5.1. Características diferenciadoras asociadas a las clases de tierras identificadas por los productores Totonacos.	31
Cuadro 5.2. Superficie (ha) y extensión (%) de las clases de tierras en la localidad El Zapotal.	37
Cuadro 5.3. Superficie (ha) y extensión (%) de las clases de tierras en la localidad Reyes de Vallarta.	39
Cuadro 5.4. Características físicas de la capa arable de las clases de tierras totonacas.	42
Cuadro 5.5. Propiedades químicas de la capa superficial de las clases de tierras.	44
Cuadro 5.6. Horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico para la clasificación de suelos con WRB.....	46
Cuadro 5.7. Grupos de Suelos de Referencia con sus calificadores principales y suplementarios de los suelos descritos.....	51
Cuadro 5.8. Horizontes superficiales, subsuperficiales y características de diagnóstico determinados para clasificación con Taxonomía de Suelos.	52
Cuadro 5.9. Clasificación con la Taxonomía de Suelos.	53
Cuadro 5.10. Comparación de las clases de tierras totonacas y la clasificación científica de suelos.	54
Cuadro 5.11. Clases de tierras agrupadas por GSR y órdenes de suelo.	55
Cuadro 5.12. Clasificación de sistemas agroforestales por clase de tierra en la localidad de Reyes de Vallarta, Tuzamapan de Galeana, Puebla.	63

Cuadro 5.13. Clasificación de sistemas agroforestales por clase de tierra en la localidad de El Zapotal, Tenampulco, Puebla.	66
Cuadro 5.14. Clasificación de sistemas agroforestales por clase de tierra en la localidad de Tenexapa de Azueta, Hueytamalco, Puebla.	68
Cuadro 5.15. Agroecosistemas representativos por localidad y clase de tierra.	69
Cuadro 5.16. Diversidad de especies por localidad.....	70
Cuadro 5.17. Diversidad de especies por clase de tierra.	71
Cuadro 5.18. Densidad por hectárea y rendimiento promedio (kg/árbol) de pimienta por sistemas agroforestales y clases de tierras en la región Nororiental Totonaca de Puebla.	72

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Descripción de Perfiles, Resultados de Análisis de Laboratorio y Clasificación de Suelos de las Clases de Tierras.	80
Anexo 2. Condiciones Socioeconómicas de los Productores en la Región Totonaca de Puebla.....	122
Anexo 3. Entrevista dirigida a productores de pimienta.....	123

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó con el objetivo de caracterizar el conocimiento local sobre la producción de *Pimenta dioica* L. (Merril) en diferentes clases de tierras en la región Totonaca de Puebla. En esta región existen pocos estudios al respecto, surgiendo la inquietud de efectuar una investigación para entender el proceso de producción de la pimienta, tomando como marco de referencia los estudios Etnoedafológicos.

La *Pimenta dioica* L. (Merril) es una especie originaria de México y del Caribe y se encuentra de forma natural en Centroamérica, Cuba, Jamaica, las Antillas Mayores y el norte de Sudamérica (Sánchez, 2008). En México, en forma natural, se distribuye únicamente en la Vertiente del Golfo, desde el sur de San Luis Potosí, en el norte de los estados de Puebla y Veracruz, en Tabasco, hasta el sur de la Península de Yucatán, en Campeche y Quintana Roo, pasando por el norte de los estados de Chiapas y Oaxaca. Forma parte del estrato medio de las selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias (Pennington y Sarukhán, 2005).

La pimienta es un árbol siempre verde de hasta 20 m de altura; corteza amarillenta o rosada; flores aromáticas blancas, agrupadas en las puntas de las ramas, de 6 mm de diámetro, con numerosos estambres; sus flores son completas, pero no todas producen frutos o polen; sus frutos son carnosos con fuerte aroma, con 1 o 2 semillas. Las flores se presentan de marzo a junio, y los frutos maduros de mayo a octubre (Benítez *et al.*, 2004)

El fruto se utiliza principalmente como condimento en la elaboración de diversos alimentos de la cocina regional platillos (Sánchez, 2008) y se ha reportado al eugenol como el principal componente activo con actividad antioxidante (Kikuzaki *et al.*, 1999). El aceite esencial puede ser utilizado en la industria cárnica para aumentar la durabilidad de los productos (Dima *et al.*, 2014) y los extractos foliares son excelentes para inhibir la corrosión para el acero dulce (Anupama *et al.*, 2015). Del mismo modo se descubrió que el aceite esencial tiene un efecto antifúngico a agentes toxinogénicos (Zabka *et al.*, 2009).

La pimienta se encuentra en los potreros en forma aislada y proporciona sombra al ganado. En huertos familiares (traspatio), en el acahual, en monte alto húmedo, se usa como cerco vivo y como barreras rompevientos. Además, se le asocia con otros cultivos como café, naranja, plátano, cacao,

coco, ayudando en el control de malezas, a estas formas de usos de la tierra se les conoce como sistemas agroforestales (Sánchez, 2008).

Los elementos considerados por el INIFAP para el establecimiento de nuevas plantaciones de pimienta son de relevancia para obtener los rendimientos y las calidades requeridas por la industria, pero en la realidad del campo mexicano son pocas las huertas que aplican lo reportado (Martínez *et al.*, 2013)

A nivel nacional los principales productores por superficie sembrada son Tabasco y Veracruz. En cuanto a rendimiento destaca Puebla y Veracruz; mientras Tabasco y Oaxaca tienen los mejores precios de venta (SIAP, 2014).

La región conocida como Totonacapan se caracteriza por una variada geografía. En ella coexisten distintos tipos de climas, altitudes y recursos naturales, la cual se extiende desde la Sierra Madre Oriental hasta el Golfo de México (Chenaut, 2010). La zona nororiental de Puebla perteneciente al Totonacapan, se caracteriza por cultivos agrícolas de autosubsistencia y alguna vez estuvo orientada a la exportación de vainilla, maderas preciosas, chicle y tabaco (Rojas, 1991).

Con toda esa variabilidad edafoclimática en donde se desarrolla la pimienta, resulta relevante determinar las propiedades y clases de suelos; y en consecuencia su clasificación tanto empírica como científica. La clasificación de suelos con ayuda de la WRB, la Taxonomía de Suelos y los estudios etnoedafológicos pueden ser herramientas útiles para caracterizar el sistema de producción de la pimienta.

Los estudios Etnoedafológicos se pueden considerar como un sustituto de los levantamientos de suelos de manera más rápida, simple y con menos recursos, además de tener buena precisión. Con ellos es posible delimitar las diferentes clases en forma individual a un nivel muy preciso y para poder dar recomendaciones a nivel parcelario sobre su comportamiento bajo diferentes niveles de manejo (Ortiz *et al.*, 2014)

En las tres localidades estudiadas, quienes cubren una superficie de 713 ha, los productores reconocieron a nueve clases de tierras totonacas, las cuales son (entre paréntesis se indica su equivalencia al español): ***Poxniuh tiyat*** (polvilla y polvillo), ***Cucú*** (arena), ***Xcapat chiwish*** (tepetate), ***Tlamanca tiyat*** (chicluda), ***Tachexél chiwish*** (Barrial con pedernal), ***Sizáca tiyat*** (barrial), ***Suzóco tiyat*** (colorada) y ***Chiwish tiyat*** (gravosa).

Los productores de la Región Nororiental Totonaca de Puebla diferencian a las clases de tierras por aspectos físicos como color, textura, pedregosidad y consistencia. Además mencionan que las tierras donde existen los mayores rendimientos de cultivos en general presentan una capa superficial oscura y las que tienen el menor potencial son muestran coloración rojiza en la superficie o pedregosidad.

Existe una gran diversidad de especies asociadas con la pimienta en los sistemas de producción, de las cuales la mayoría son utilizadas para autoconsumo, principalmente maíz y sólo algunas con metas comerciales, como las plantaciones de cítricos y litchie. Los problemas encontrados en estos sistemas de producción en la región son similares en todas las clases de tierras, las diferencias se perciben en los grados de afectación, en el caso de plagas y enfermedades. La roya es la principal enfermedad y genera pérdidas de rendimiento en algunas plantaciones hasta de un 50%. Además los productores mencionan que se requiere asesoría técnica respecto al control de plagas y enfermedades, fertilización, poda y conservación de la fertilidad del suelo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Pimienta gorda

2.1.1 Origen

Esta especie es originaria de México y el Caribe y se encuentra de forma natural en Centroamérica, Cuba, Jamaica, las Antillas Mayores y el norte de Sudamérica (Sánchez, 2008).

2.1.2 Distribución

En México, en forma natural, se distribuye únicamente en la Vertiente del Golfo, desde el sur de San Luis Potosí, norte de los estados de Puebla y Veracruz, Tabasco, hasta el sur de la Península de Yucatán, en Campeche y Quintana Roo, pasando por el norte de los estados de Chiapas y Oaxaca. Forma parte del estrato medio de las selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias. Es muy común en las selvas de *Brosimum alicastrum*, *Aphanante monoica*, *Carpodiptera ameliae* y *Manikara zapota* en suelos derivados de areniscas calcáreas en el norte de Veracruz y Puebla. También se encuentra con frecuencia en las selvas de *Terminalia amazonia*, *Guatteria anomala*, *Dialium guianense* y *Calophyllum brasiliense* en suelos arcillosos derivados de margas calcáreas en el norte de Chiapas. Su amplitud altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 350 o 450 m; aunque en cultivo puede desarrollarse a altitudes mucho mayores (Pennington y Sarukhán, 2005).

2.2 Características generales de la pimienta gorda

2.2.1 Descripción botánica

El nombre científico de la pimienta gorda es *Pimenta dioica* (L.) Merrill y pertenece a la familia botánica de las *Myrtaceae* (Macía, 1998).

Los nombres comunes para esta planta son pimienta gorda (nombre más usado en toda el área de distribución), pimienta, pimienta de Tabasco (Sánchez, 2008). Los nombres indígenas de esta especie en México son du-tedan (cuicateco, Oaxaca), malagueta, papalolote (Oaxaca), u'ucum (totonaco, Veracruz), xocoxóchitl (náhuatl) (Pennington y Sarukhán 2005).

Benítez *et al.* (2004) indican que es un árbol siempre verde de hasta 20 m de altura; corteza amarillenta o rosada; flores aromáticas blancas, agrupadas en las puntas de las ramas, de 6 mm de diámetro, con numerosos estambres; sus flores son completas, pero no todas producen frutos o polen; frutos carnosos con fuerte aroma, con 1 o 2 semillas. Flores presentes de marzo a junio. Frutos maduros de mayo a octubre.

Si bien este árbol perennifolio puede llegar a medir hasta 20 m de altura, el promedio es entre 7 y 12 m. Tiene un diámetro a la altura del pecho (DAP=1.30 m) de hasta 40 cm; aunque en árboles adultos la media es de 15-25 cm; presenta un tronco derecho y ligeramente acanalado, tiende a tirar la corteza en forma natural, sus ramas son ascendentes, la copa es irregular y con abundante follaje. La corteza es lisa y se desprende en escamas delgadas y alargadas. El tronco es de un color crema brillante. Las hojas son de forma elíptica de color verde intenso, de tamaño grande, pudiendo tener hasta 20 cm de largo por 8 cm de ancho. Al estrujarlas desprenden un fuerte olor fragante, muy aromático y fresco que recuerdan a la mirra o el eucalipto y no lo pierden incluso después de secas. Su sabor es muy intenso, totalmente amargo e incluso llega a ser desagradable. Las flores se presentan en panículas axilares de 5 a 10 cm de largo, también con un olor fragante, de 5 mm de diámetro; la floración se presenta en los meses de marzo a mayo. Los frutos son bayas de aproximadamente 10 x 5 mm, aplanadas en la punta, contienen 1 o 2 semillas pequeñas; las cuales también tienen un fuerte olor; la maduración del fruto se presenta en los meses de junio a septiembre (Sánchez, 2008).

2.2.2 Diversidad

El género *Pimenta* cuenta con 18 especies y aproximadamente existe un árbol adulto por cada hectárea de selva (Purseglove *et al.*, 1981).

Según Landrum (1986), el género *Pimenta* consta de 15 especies que viven en el neotrópico, la mayor parte de ellas en Centroamérica y la región del Caribe, y solamente una especie en el sudeste de Brasil. Además, indica a *P. dioica* y *P. racemosa* como dos especies notables de interés económico. La segunda especie, de las Antillas Menores, desde Santo Tomás hasta Trinidad, Puerto Rico y Cuba, tiene gran importancia comercial por la obtención de su aceite esencial. Del mismo modo señala para México solamente se encuentra *Pimenta dioica* (L.) Merrill, la más importante del género desde el punto de vista botánico y económico.

2.2.3 Usos

El fruto, seco y molido se utiliza principalmente como condimento en la elaboración de diversos alimentos, especialmente los de la cocina regional. Es uno de los ingredientes más característicos de toda la cocina caribeña, en donde el fruto se emplea molido en la preparación de comidas y de aderezos en polvo como acompañamiento de diversos platillos (Sánchez, 2008).

Se sabe que tiene actividad antioxidante y contiene eugenol como su principal componente activo (Kikuzaki *et al.*, 1999). De acuerdo con Dima *et al.* (2014) el aceite esencial encapsulado en microesferas puede ser utilizado en la industria cárnica para aumentar la funcionalidad de los productos. Por su parte, Anupama *et al.* (2015) realizando estudios electroquímicos de extractos foliares de *Pimenta dioica* encontraron una excelente eficacia de inhibición de corrosión para el acero dulce. Del mismo modo se encontró un efecto antifúngico a agentes toxigenicos por parte del aceite esencial (Zabka *et al.*, 2009).

Yilmaz *et al.* (2015) demostraron que la suplementación de pimienta a 10 g kg^{-1} de peso vivo durante 60 días, tiene efectos benéficos adecuados sobre la mejora del estado hemato-inmunológico y bioquímico de *Oreochromis mossambicus* bajo condiciones de estrés ácido (pH ácido del agua).

2.3 Sistema de producción

2.3.1 Sistema de producción de *Pimenta dioica*

Este sistema se encuentra en potreros, de manera aislada y donde proporciona sombra al ganado. En huertos familiares (traspatio), acahual, monte alto manejado, se usa como cerco vivo y como barreras rompevientos. Además, se le asocia con otros cultivos como café, naranja, plátano, cacao, coco, ayudando en el control de malezas. Se recomienda para temporada de lluvias no permitir inundaciones en los terrenos mayores a 50 cm, o afloración del manto freático, evitando orillas de ríos que cambien su curso (Sánchez, 2008).

Acorde con Martínez *et al.* (2013), los elementos considerados por INIFAP para el establecimiento de nuevas plantaciones son de relevancia para obtener los rendimientos y las calidades requeridas por la industria, pero en la realidad del campo pimentero mexicano son pocas las huertas que aplican totalmente todo lo reportado.

2.3.2 Requerimientos agroecológicos

La pimienta requiere de una temperatura media anual entre 22 °C y 29 °C y una precipitación de entre 900 y 2 400 milímetros anuales, así como una altura promedio sobre el nivel del mar de 0 a 300 m (Sánchez, 2008). A mayores altitudes, la calidad de la pimienta disminuye, y se vuelve susceptible al ataque de la roya, cuyo agente causal es el hongo *Puccinia psidii* Winter (INIFAP, 2011). Esta información contrasta con lo reportado por ECOCROP (2016) en donde se reporta un intervalo de temperatura menor (15-32 °C), con precipitación de 1500-2500 mm y altitudes menores de 1000 m (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Características ecológicas de la pimienta gorda (ECOCROP, 2016).

Parámetro	Óptimo		Absoluto	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Temperatura	15	32	10	35
Precipitación (anual)	1500	2500	1000	3500
Latitud	12	10	28	30
Altitud				1000
pH del suelo	7	7.5	6.3	8
Intensidad de luz	Cielos despejados	Cielos nublados	Muy brillante	Cielos nublados
Profundidad del suelo	Medio (50-150 cm)		Superficial (20-50 cm)	
Textura del suelo	Pesada, media, ligera		Pesada, media, ligera	
Fertilidad del suelo	Moderada		Moderada	
Salinidad del suelo	Bajo (<4 dS/m)		Bajo (<4 dS/m)	
Drenaje del suelo	Bien (periodos de sequía)		Bien (periodos de sequía)	

En la Figura 2.1 se reporta los requerimientos agroecológicos a nivel nacional para la pimienta elaborados por el INIFAP (2012). En términos generales, las condiciones de potencial productivo de pimienta gorda, se encuentran en la parte del Eje Neovolcánico del país (INIFAP, 2012).

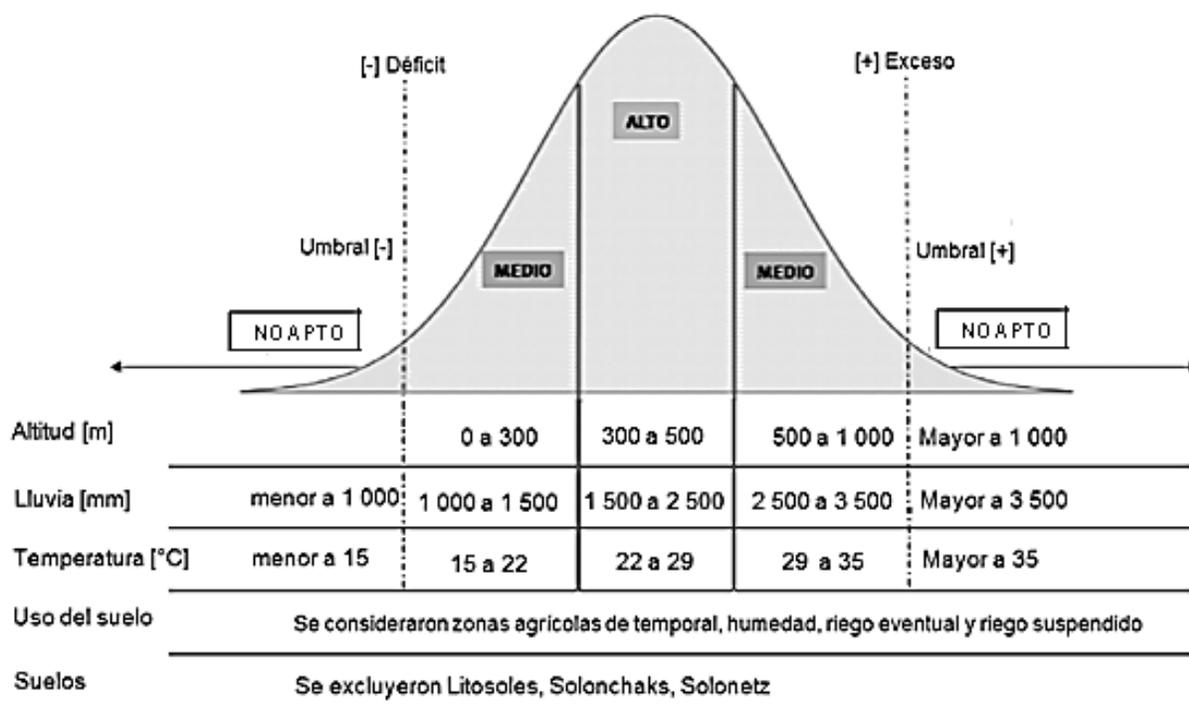


Figura 2.1. Requerimientos agroecológicos empleados para la delimitación de zonas con potencial productivo de pimienta gorda en México (INIFAP, 2012).

2.3.3 Establecimiento y producción

Algo importante a considerar en el establecimiento de nuevas plantaciones es la sexualidad de las plantas de pimienta, de ello depende la cantidad de árboles productivos que se tengan en la huerta. Pennington y Sarukhán (2005) la describen como planta con flores hermafroditas y con frutos de una a dos semillas.

Martínez *et al.* (2013) clasifican a los árboles como: muy productivos, medianos y otros con escasos frutos, a estos últimos se les denomina "machos". En la selección de plantas madres los viveristas se basan en aspectos como: producción y número de semillas por baya, aquellos con una y dos semillas producen plantas machos; mientras que los de dos semillas serán predominantemente hembras. Además, señalan dos formas de propagación de pimienta: por semilla y vía asexual, a través del injerto de enchapado lateral. Las plantas propagadas de la última forma inician producción a los dos años.

Cuando se establece el cultivo en forma planificada e intensiva, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2011), recomienda en su paquete tecnológico de pimienta gorda realizar y considerar las siguientes actividades:

- a. Preparación del terreno.
- b. Corte de balizas.
- c. Trazo y balizamiento.
- d. Época de plantación.
- e. Apertura de cepas (ahoyadura).
- f. Material vegetativo.
- g. Acarreo y distribución de planta.
- h. Trasplante o establecimiento.

2.3.4 Manejo de las plantaciones

INIFAP (2011) propone las siguientes labores culturales que el productor debe efectuar en las plantaciones de pimienta:

- a. Fertilización.
- b. Limpia de líneas y arrope.
- c. Podas.
- d. Control de plagas y enfermedades.

2.3.5 Cosecha y manejo postcosecha

Cosecha. De acuerdo con las condiciones climatológicas que se presentan cada año y en cada región, la cosecha se puede realizar en el mes de julio o retrasarse hasta el mes de octubre (Macía, 1998).

En Olintla, Puebla, la pimienta es de recolección y para facilitar la cosecha se usan ganchos y escaleras. Para un producto de calidad se requiere recolectar frutos bien desarrollados, con un tamaño uniforme y un 5% de concentración de aceite. En esta práctica de manejo es necesario realizar una prueba de madurez comercial antes de la cosecha se, la cual consiste en tomar al azar una ramilla, se corta la pimienta, se parten los frutos, si el interior es de color morado y encima rugosa, significa que la pimienta está en su punto óptimo de cosecha (Mejía, 2010).

Manejo postcosecha. El acondicionamiento e industrialización inmediatos de la pimienta en México son muy rústicos, incluso, la mayor parte de las operaciones se realizan de manera manual.

Los siguientes pasos muestran de manera general como se lleva a cabo el beneficio de la pimienta en México (Martínez *et al.*, 2013).

- a. Despicado.
- b. Secado.
- c. Limpieza, clasificación y envasado de la pimienta seca.

2.4 Importancia económica del cultivo

2.4.1 Nacional

A nivel nacional los principales estados productores (ver Cuadro 2.2) por superficie sembrada son Tabasco y Veracruz. En cuanto a rendimiento destaca Puebla y Veracruz; mientras en Tabasco y Oaxaca se presentan los mejores precios de venta.

Cuadro 2.2. Producción nacional de pimienta gorda (SIAP, 2014).

Estado	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Precio medio rural (\$/t)	Valor producción (Miles de pesos)
Campeche	182	0	0	0	0	0
Chiapas	435	435	174.44	0.4	22,500.00	3,924.90
Oaxaca	15	15	5.75	0.38	6,412.44	36.87
Puebla	136.5	113.5	330.95	2.92	8,877.39	2,937.97
Quintana Roo	23	0	0	0	0	0
Tabasco	1,195.00	1,195.00	931.3	0.78	27,693.65	25,791.10
Veracruz	1,360.00	828	1,866.32	2.25	10,765.28	20,091.46
Total	3,346.50	2,586.50	3,308.76	1.28	15,952.29	52,782.30

2.4.2 Estatal

A nivel estatal no hay mucha diferencia entre los municipios en cuanto a superficie sembrada y rendimiento (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3. Producción municipal de pimienta gorda en el estado de Puebla (SIAP, 2014).

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Precio medio rural (\$/Ton)	Valor producción (Miles de pesos)
Acateno	15	10	27	2.7	8,791.51	237.37
Cuetzalan del Progreso	20	20	58	2.9	8,953.45	519.3
Francisco Z. Mena	5	5	10.5	2.1	9,160.00	96.18
Huehuetla	25	20	68	3.4	8,484.12	576.92
Hueytamalco	23	15	50.7	3.38	8,855.48	448.97
Tenamulco	20	20	57.8	2.89	8,855.23	511.83
Tuzamapan de Galeana	20	15	40.5	2.7	9,260.00	375.03
Venustiano Carranza	6	6	13.2	2.2	9,100.00	120.12
Xicotepetec	2.5	2.5	5.25	2.1	9,951.50	52.25
Total	136.5	113.5	330.95	2.92	8,877.39	2,937.97

2.5 Región Totonacapan

2.5.1 Datos generales y ubicación geográfica

La región conocida como Totonacapan se caracteriza por una variada geografía. En ella coexisten distintos tipos de climas, altitudes y recursos naturales, esta se extiende desde la Sierra Madre Oriental hasta el Golfo de México (Chenaut, 2010).

En la Figura 2.2 se observan los límites de la región Totonacapan en dos épocas distintas.

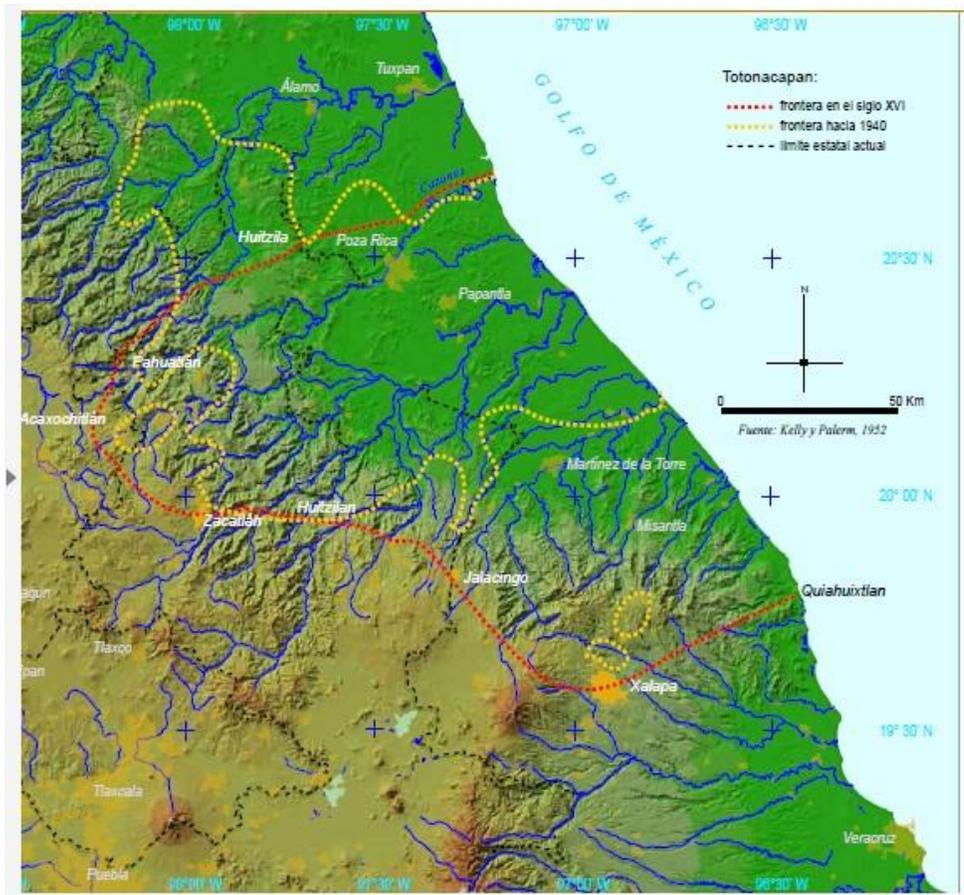


Figura 2.2. Límites del Totonacapan en el siglo XVI y hacia el año 1940 (Chenaut, 2010).

2.5.2 Historia y etimología del grupo étnico

Las fuentes históricas señalan que los totonacos se llaman así porque adoraban a un dios llamado Totonac. Otras versiones ponen énfasis en una interpretación etimológica tutu (“tres”) y nacu (“corazón”): tres corazones. Algunos analistas plantean a este término como referencia a tres

grandes centros ceremoniales, Tajín, en Papantla, Zempoala, cerca de la antigua fundación del Puerto de Veracruz, y Yohualichan, en la Sierra Norte de Puebla, cerca de Cuetzalan. Es interesante comentar no existen referencias contemporáneas a Totonac y que los entrevistados se refieren a sí mismos como hablantes de dicha lengua (Masferrer, 2004).

En cambio, Chenaut (2010) considera que es una derivación del idioma náhuatl, donde la forma verbal tona, significa “hace calor”, “hace sol”, haciendo alusión a los habitantes de la costa tropical con el nombre de “los de la tierra caliente”.

2.5.3 Producción agrícola

El Totonacapan se ha caracterizado por cultivos agrícolas de auto-subsistencia (maíz, frijol, chile), pero también estuvo ligado al mercado externo a través de la exportación de vainilla, maderas preciosas, chicle y tabaco, entre otros productos. Desde el punto de vista tecnológico, el sistema agrícola practicado tradicionalmente presenta las siguientes características: dependencia del agua de lluvia, carencia de irrigación artificial, empleo del hacha y el machete para desmontar y rozar, de la quema de vegetación y del palo sembrador para el depósito de las semillas y la escarda (Rojas, 1991).

2.5.4 Conocimiento étnico del medio físico

Ortiz (1995) indica que en Plan de Hidalgo, Papantla, Veracruz, la población totonaca tiene en su vocabulario conocimiento acerca del medio físico, sobre aspectos: geomorfológicos, edafológicos y uso del suelo, los cuales se reportan en el Cuadro 2.4. Esto indica que los totonacas clasifican a sus suelos con base en textura, pedregosidad y consistencia.

Cuadro 2.4. Vocabulario acerca del conocimiento sobre el medio físico en una localidad totonaca (Ortiz, 1995).

Geomorfología	Edafológicos	Uso del suelo
Kaxtin: relieve de crestas y cerros, sin vegetación y suelos delgados.	Putiun tiyat: barro.	Takuxtu: milpa
Lacaju: relieve de pendientes fuertes, generalmente cubiertas por vegetación.	Munseya tiyat: arenosos.	Kalengkakiwin: monte Alto.
Patla: relieve de pendientes moderadas o suaves.	Kamunchulun pantanosos.	Kamajkataman: monte mediano.
Katchum: relieve plano sin drenaje, susceptible a inundación.	Kalo: tepetatosos.	Makjatama: monte bajo.
Kalchakan: fondo de colina.	Tsakatua tiyat: tierra chiclosa.	Sakat: potrero.
	Stakaka toyat: suelos delgados.	
	Chichiwix tiyat: suelos pedregosos.	
	Muntapu tiyat: suelos de vega.	

2.6 Recurso suelo

2.6.1 Concepto

El suelo es un cuerpo natural conformado por sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases ocurridos en la superficie de la tierra, el cual ocupa un espacio y además se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural (Soil Survey Staff, 1999).

El suelo, aunque está en constante formación, tiene un proceso sumamente lento, por lo cual se le considera como un recurso natural no renovable en la escala de tiempo humana, aunado a lo difícil y costoso de su recuperación, después de haber sido deteriorado física o químicamente (CONAFOR, 2014).

De ahí surge la necesidad de realizar un manejo apropiado para conservar el suministro de servicios ambientales (soporte, regulación y provisión), indispensable para el sustento de la humanidad. Una herramienta para entender este recurso es el sistema de clasificación de suelos.

2.7 Sistemas de clasificación de suelos

Los sistemas de clasificación más usados son la Taxonomía de Suelos (USDA) y el IUSS Grupo de Trabajo de la WRB (2014)

2.7.1 Taxonomía de Suelos de USDA

Este sistema de clasificación de suelos, se ha diseminado y reconocido internacionalmente sobre todo en países de América Latina y Asia. Sus principios básicos que fueron elaborados por la Taxonomía de Suelos de USDA fueron tomados por la WRB y la Leyenda de la FAO para el establecimiento de estándares internacionales. La publicación del sistema fue llevada a cabo en 1975 y desde entonces ha sido objeto de varias revisiones. El sistema de clasificación sigue un modelo jerárquico, tratando de agrupar suelos similares en categorías muy generales. Se diseñó para servir de soporte en los levantamientos de suelos en EE.UU, específicamente para la correlación de las series de suelo y elaboración de nombres de unidades de mapas en diferentes niveles de cartografía (Soil Survey Staff, 2014).

2.7.2 IUSS Grupo de Trabajo de la WRB

La Base Referencial Mundial (WRB) se basa en la Leyenda (FAO-UNESCO, 1974) y la Leyenda Revisada (FAO, 1988) del Mapa Mundial de Suelos (FAO-UNESCO, 1971-1981). En 1980, la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (ISSS) y desde el año 2002 la Unión Internacional de la Ciencia del Suelo, (IUSS) formó la “Base Referencial Internacional para Clasificación de Suelos”, un Grupo de Trabajo para la posterior elaboración de un sistema de clasificación de suelos basada en la ciencia. Este Grupo de Trabajo se renombró como “Base Referencial Mundial del Recurso Suelo” en 1992. El Grupo de Trabajo presentó la primera edición de la WRB en 1998 (FAO, 1998) y la segunda edición en 2006 (IUSS Working Group WRB, 2006). En 1998, el Consejo de ISSS aprobó la WRB como su terminología oficialmente recomendada para nombrar y clasificar suelos (WRB, 2014).

2.8 Etnoedafología

2.8.1 Definición

La Etnoedafología es considerada como la disciplina encargada de estudiar los conocimientos que los productores poseen sobre el recurso suelo (Ortiz y Gutiérrez, 2001).

De acuerdo con Williams y Ortiz (1981), el término Etnoedafología puede aplicarse a:

- a. La Percepción campesina de procesos y propiedades del suelo.
- b. Taxonomía y clasificación campesina del suelo.
- c. Teorías y explicaciones campesinas de la dinámica de las propiedades del suelo.
- d. Manejo del suelo.
- e. Percepciones de las relaciones entre los dominios (reinos) del suelo y de las plantas.
- f. Comparaciones entre ciencia de suelo campesina y técnica.

2.8.2 Estudios Etnoedafológicos

De acuerdo con Ortiz *et al.* (2014), los estudios Etnoedafológicos permiten hacer levantamientos de suelos de manera más rápida, simple y con menos recursos, además de tener buena precisión. Se pueden delimitar las diferentes clases en forma individual a un nivel muy preciso y poder dar recomendaciones a nivel parcelario de su comportamiento bajo diferentes niveles de manejo. Se han realizado estudios etnoedafológicos en distintos lugares de la república mexicana y en las siguientes líneas se describen algunos ejemplos recientes.

En un estudio realizado por Mariles (2014) en La Soledad Salinas, Quiatoni, Oaxaca se identificaron seis clases de tierras en Zapoteco: Yuu gitaák (Tierra Pedrero), Yuu gebriu (Tierra de Cascajo), Yuu sea (Tierra Colorada), Yuu seed (Tierra Terrero), Yuu nkich (Tierra Blanca) y Yuu llas (Tierra Negra). Los productores con los que se trabajó en la zona de estudio se basan principalmente en características visuales de los suelos como es el color, pedregosidad superficial, grietas, dificultad de laboreo cuando existe humedad, consistencia y retención de humedad.

Con el conocimiento de los productores de San Marcos Guaquilpan, Calpulalpan, Tlaxcala, Lara (2014) identificó siete clases de tierras, denominadas como: Amarilla, Migajón, Fina, Tizar, Barrial Tepetatuda, Arenosa y Porosa.

Hernández (2015) en Tlaquiltenango, Morelos identificó con la ayuda de los productores tres clases de tierras, las cuales son: Tierra de Barro Negro con Caliche, Tierra de Barro Negro y Tierra

de Barro café. Las características descritas por los productores para diferenciar a las clases de tierras estuvieron relacionadas con los siguientes atributos: contenido de piedras, retención de humedad, formación de grietas y laboreo.

2.8.3 Taxonomía y cartografía local de clases de tierras

Los productores poseen conocimientos cartográficos, pero su cartografía no es formal sino conceptual; es decir, conocen dónde se encuentran las diferentes clases de tierras, pero no elaboran mapas. La alternativa más viable para realizar la cartografía de las clases de tierras con la taxonomía local es seleccionar como mapa base a los planos parcelarios disponibles de los ejidos. Con el conocimiento nativo de las clases de tierras se puede sustituir a la mayor parte del trabajo de campo de los levantamientos de suelos, es decir, en lugar de emplear las herramientas y técnicas para conocer las clases de suelos, su patrón de distribución, comprobar los linderos y seleccionar sitios representativos, el técnico sólo necesita preguntar al productor sobre ellos. Es necesario enfatizar, que para la realización de este tipo de estudios, el técnico requiere de un cambio de mentalidad, la cual permita primero aprender del productor. También se debe tener claridad que el interés es la generación de un mapa, de ahí la necesidad en preguntar de manera sistemática al productor las dos cuestiones siguientes: (1) ¿dónde cambia la clase de tierra? y (2) ¿cómo se diferencian de sus vecinas? (Ortiz y Gutiérrez, 2001).

2.9 Sistemas agroforestales

2.9.1 Definición de Agroforestería

Los sistemas agroforestales son el manejo deliberado de especies leñosas con cultivos agrícolas y/o elementos pecuarios en la misma unidad de superficie, bajo una secuencia espacial o temporal y con interacciones ecológicas y económicas entre ellos (Nair, 1993).

Los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde especies leñosas y perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales. El propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando el principio de la sostenibilidad (López, 2007).

La agroforestería se puede considerar como la combinación multidisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad

aceptables y aplicando prácticas de manejo compatibles con las habituales de la población local (Musálem, 2001).

2.9.2 Clasificación de sistemas agroforestales

De acuerdo con Krishnamurthy y Ávila (1999), la agroforestería incluye una amplia variación de sistemas de uso de la tierra. Aunque la característica distintiva de los sistemas agroforestales es la interacción árbol y cultivo y/o animales con límites discretos de separación entre este y otros sistemas de uso de la tierra, hay diversos factores que caracterizan las diferencias entre los distintos tipos de sistemas agroforestales. Los factores importantes incluidos en la distinción de estos son:

- a. Componentes de producción.
- b. Arreglos en el espacio (horizontal y vertical).
- c. Arreglos en el tiempo (simultáneo y secuencial).
- d. Régimen de manejo.
- e. Función o papel.

2.9.3 Prácticas agroforestales

Nair (1985) considera que a la palabra práctica debe dársele un significado funcional y subraya a una práctica agroforestal como una denotación de una operación específica del manejo de la tierra de naturaleza agroforestal. Torquebiau (1990) insiste en el aspecto estructural e indica a la práctica agrícola a modo de una disposición clara de componentes (agroforestales) en tiempo y espacio. En ambos casos, el término práctica sigue siendo más bien una expresión amplia (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5. Prácticas agroforestales (Torquebiau, 1990).

Prácticas agroforestales	
<i>Principalmente agrosilvícolas (árboles con cultivos)</i>	
Rotacionales	Agricultura migratoria. Barbecho mejorado con árboles. Taungya.
Espaciales mixtas	Árboles en tierras de cultivo. Combinaciones de cultivos de plantaciones. Huertas de árboles con multicapas.
Espaciales por zonas	Intercultivos de setos vivos (cercas de barrera, cultivo de callejón) (también agrosilvopastoril). Plantación de linderos. Árboles en estructuras de control de erosión. Rompevientos y cinturones de protección (también silvopastoril). Transferencia de biomasa.
<i>Principal o parcialmente silvopastoriles (árboles con pastizales y ganado)</i>	
Espaciales mixtas	Árboles en llanuras o pastizales. Cultivos de plantaciones con pastizales.
Espaciales por zonas	Cercas vivas. Bancos de forraje.
<i>Componente predominante de árbol (ver también Taungya)</i>	
	Parcela de bosque con manejo multi-uso. Reclamación forestal que conduce al uso múltiple.
<i>Otros componentes presentes</i>	
	Entomoforestería (árboles con insectos). Acuaforestería (árboles con pesca).

2.9.4 Tecnologías agroforestales

El concepto de tecnología debe considerarse central en agroforestería. Una tecnología es generalmente adaptada a un sitio particular, pero puede describirse con más o menos especificaciones, en el cual su campo de aplicación sea flexible. La estructura y la función pueden definirse dentro del contexto de una tecnología, no solamente dentro de un sistema. Además, una tecnología o un conjunto de tecnologías se usan con propósitos de extensión agroforestal, junto con detalles que les permitan ser utilizadas. La agroforestería como un arte científico es descrita por sus tecnologías (Cuadro 2.6) y se usan para un arreglo detallado y específico de componentes y prácticas (Torquebiau, 1990).

Cuadro 2.6. Tecnologías Agroforestales (Torquebiau, 1990).

Tecnologías agroforestales	
Cultivos bajo cubierta arbolada	Arboles dispersos en tierras de cultivo. Combinaciones de cultivos de plantaciones. Arboles de sombra en tierras de cultivo.
Producción animal bajo cubiertas arboladas	Pastoreo bajo arboles de bosque o dispersos. Producción de pastura bajo arboles de bosque o dispersos. Producción animal en parcelas de bosque.
Agrosilvícolas	Huertos familiares con árboles. Jardines forestales de los pueblos. Parcelas de bosque y otros plantíos de árboles sobre tierras de cultivo.
Tecnologías agroforestales en un arreglo lineal	Rompevientos y otros cinturones de protección. Plantación de linderos. Setos vivos. Cercas vivas. Franjas boscosas y cercas de árboles. Conservación del suelo y cercas de contorno. Intercultivos de setos vivos (cultivos de callejón). Agricultura de callejón.
Tecnologías agroforestales secuenciales	Agricultura migratoria. Barbecho mejorado con árboles. Método Taungya.
Otras tecnologías agroforestales	Arboles con pesca (Acuaforestería). Arboles con insectos (Entomoforestería).

3. OBJETIVOS E HIPOTESIS

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo general

Caracterizar el conocimiento local sobre la producción de *Pimenta dioica* L. (Merril) en diferentes clases de tierras en la región Totonaca de Puebla.

3.1.2 Objetivos específicos

- a. Rescatar la terminología Totonaca de las clases de tierras.
- b. Realizar mapas de clases de tierras basados en el conocimiento tradicional.
- c. Identificar los sistemas de producción de pimienta, su manejo agronómico y su problemática en las diferentes clases de tierra.
- d. Caracterizar las clases de tierra con base en sus propiedades físicas y químicas.
- e. Clasificar a los suelos de acuerdo con la Taxonomía de Suelos y WRB.

3.2 Hipótesis

3.2.1 Hipótesis general

En la Región Nororiental Totonaca de Puebla existe un conocimiento local útil para identificar las mejores condiciones edafoclimáticas y manejo en la producción de pimienta gorda, considerando como marco de referencia geográfico a las clases de tierras identificadas por los agricultores.

3.2.2 Hipótesis específicas

- a. El manejo del cultivo de pimienta varía en función de las distintas clases de tierra donde se produce.
- b. La problemática agronómica de pimienta es diferente en cada clase de tierra.
- c. Existe una clase de tierra donde se obtienen los mayores rendimientos de pimienta.
- d. A mejor calidad de la clase de tierra mayor intensidad de manejo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

4.1.1 Selección del área de estudio

La presente investigación se realizó en tres municipios pertenecientes al estado de Puebla: Tuzamapan de Galeana, Tenampulco y Hueytamalco, los cuales se ubican en un gradiente de altitud entre 80 a 700 m. En esta zona se pueden distinguir diferentes agroecosistemas de pimienta: en la parte alta se encuentran sistemas agroforestales de café y a medida que desciende la altitud se le asocia con plantaciones de cítricos, maíz, litchie, plátano; asimismo en acahuales, como parte de huertos familiares y en potreros de forma aislada.

Las características de los sitios de estudio son (ver Figura 4.1):

- Reyes de Vallarta, Tuzamapan de Galeana, Puebla: con una altitud de 350 m; de actividad agrícola, principalmente sistemas agroforestales de café.
- El Zapotal, Tenampulco, Puebla: a una altitud de 300 m; de actividad agrícola, predominantemente maíz, cítricos y litchie.
- Tenexapa de Azueta, Hueytamalco, Puebla: ubicada a una altitud de 150 m; de actividad agrícola y pecuaria, en la cual prevalecen cultivos de maíz, cítricos y ganadería extensiva.

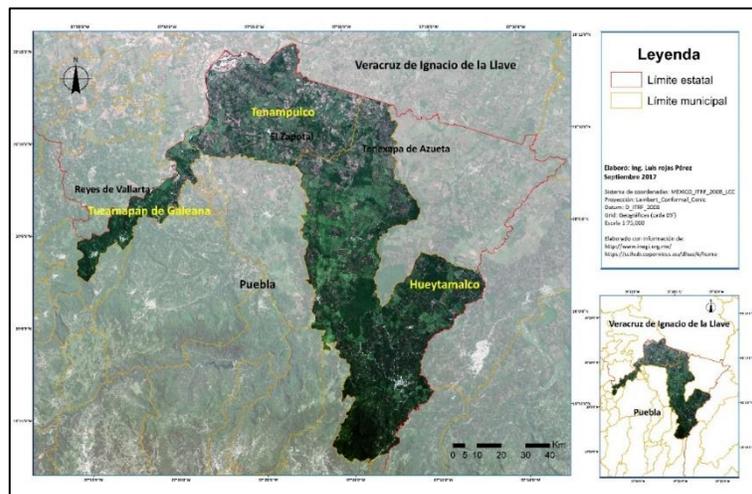


Figura 4.1. Ubicación geográfica del área de estudio.

4.1.2 Clima

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de Climas de INEGI (escala 1:1 000 000), el rango de temperatura va de 18-26 °C y la precipitación de 1900-4100 mm. Se distinguen tres tipos de clima (Figura 4.2): cálido húmedo en la parte baja (Am(f)), con temperatura media anual mayor de 22 ° C y temperatura del mes más frío mayor de 18 ° C; semicálido húmedo ((A)C(fm)) en la parte media, temperatura media anual mayor de 18 ° C, temperatura del mes más frío menor de 18 ° C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 ° C; y templado húmedo (C(fm) con un área mínima en la parte alta.

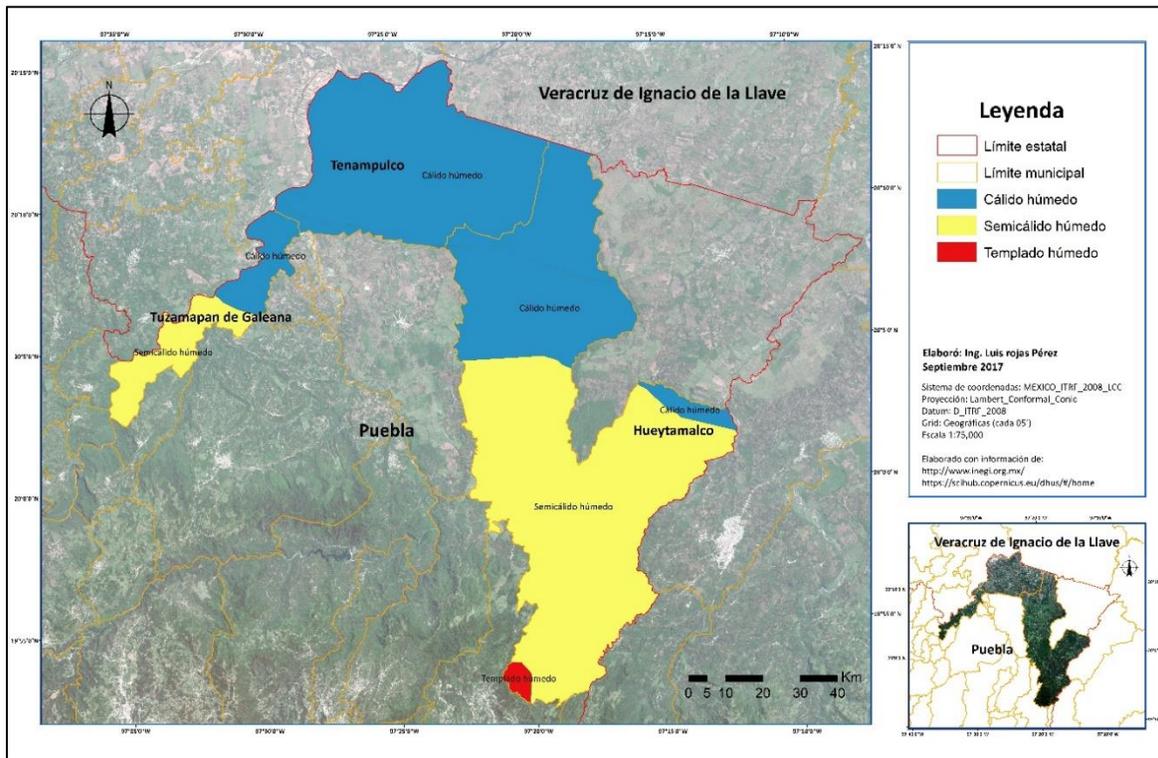


Figura 4.2. Clima del área de estudio.

4.1.3 Vegetación y uso del suelo

Tomando en cuenta el conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (Escala 1:250 000, Serie V); de las 49,767 ha los usos más importantes son pastizal cultivado (19,721 ha), agricultura de temporal permanente (13,327 ha), agricultura de temporal anual (3,586 ha) y agricultura de temporal anual y permanente (2,692 ha). La vegetación predominante es bosque mesófilo de montaña en la parte alta (2,183 ha) y vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia (1,914 ha). La vegetación y uso del suelo se reporta en la Figura 4.3

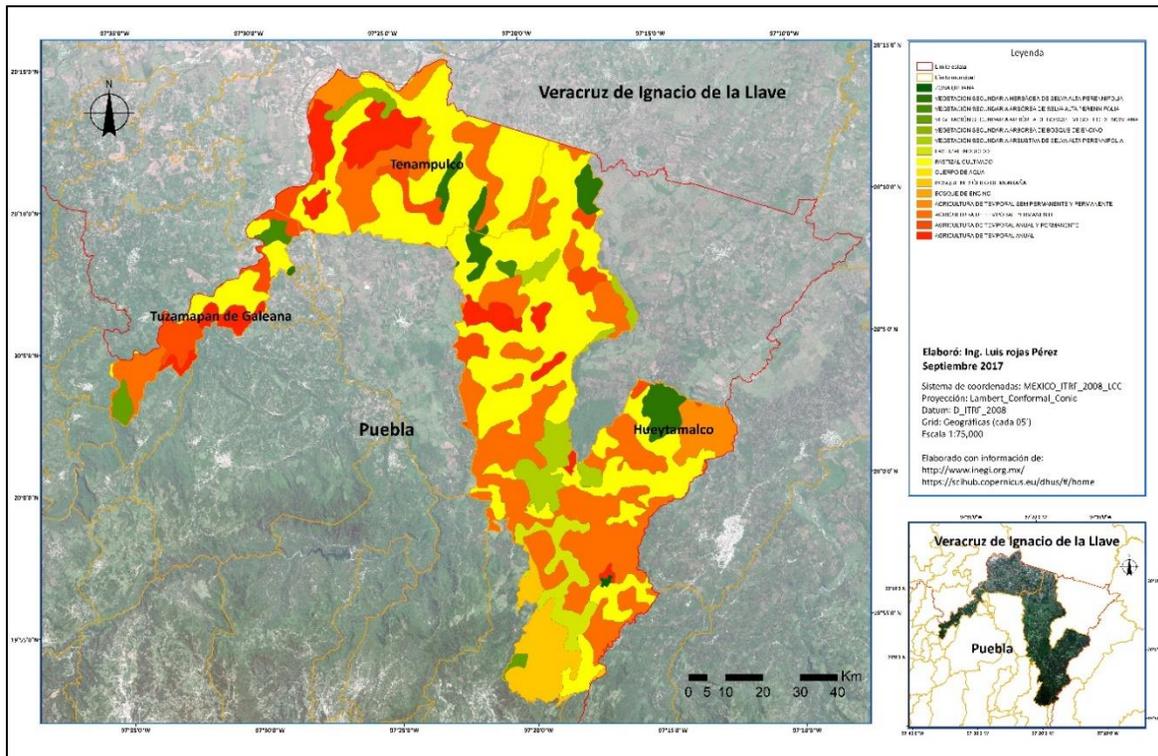


Figura 4.3. Vegetación y uso del suelo del área de estudio.

4.1.4 Geología

El conjunto de datos vectoriales Geológicos de INEGI (escala 1:1 000 000), indica que las clases de roca (Figura 4.4), más representativas de la zona de estudio son: ígneas extrusivas ácidas (43 %), areniscas (28 %), e ígneas extrusivas intermedias (12 %).

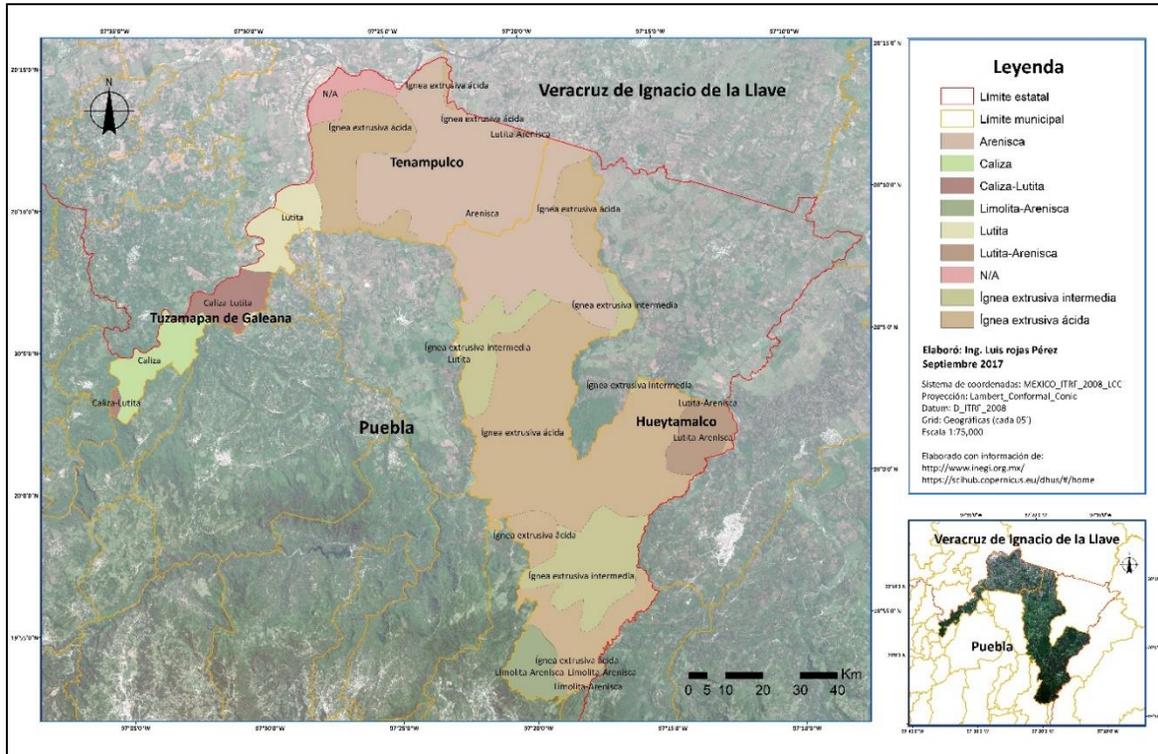


Figura 4.4. Geología del área de estudio.

4.1.5 Edafología

Acorde con el conjunto de datos vectorial Edafológico de INEGI (2006) escala 1:250 000 Serie II, los suelos dominantes en la zona de estudio son: Eutric Regosols mas Haplic Phaeozems con textura gruesa (RGeu+PHha/1) con el 31.5 %, enseguida Eutric Regosols mas Calcaric Regosols mas Haplic Phaeozems con textura media (RGeu+RGca+PHha/2) con 18.1 %, después Umbric Andosols mas Dystric Andosols con textura media (ANum+ANdy/2) con 7.4 % y finalmente Humic Abruptic Luvisols mas Umbric Leptic Andosols mas Humic Andosols con textura fina (LVhuap+ANumlep+ANphhum/3) con 7.1 %. En la Figura 4.5 se reporta la distribución de estos suelos.

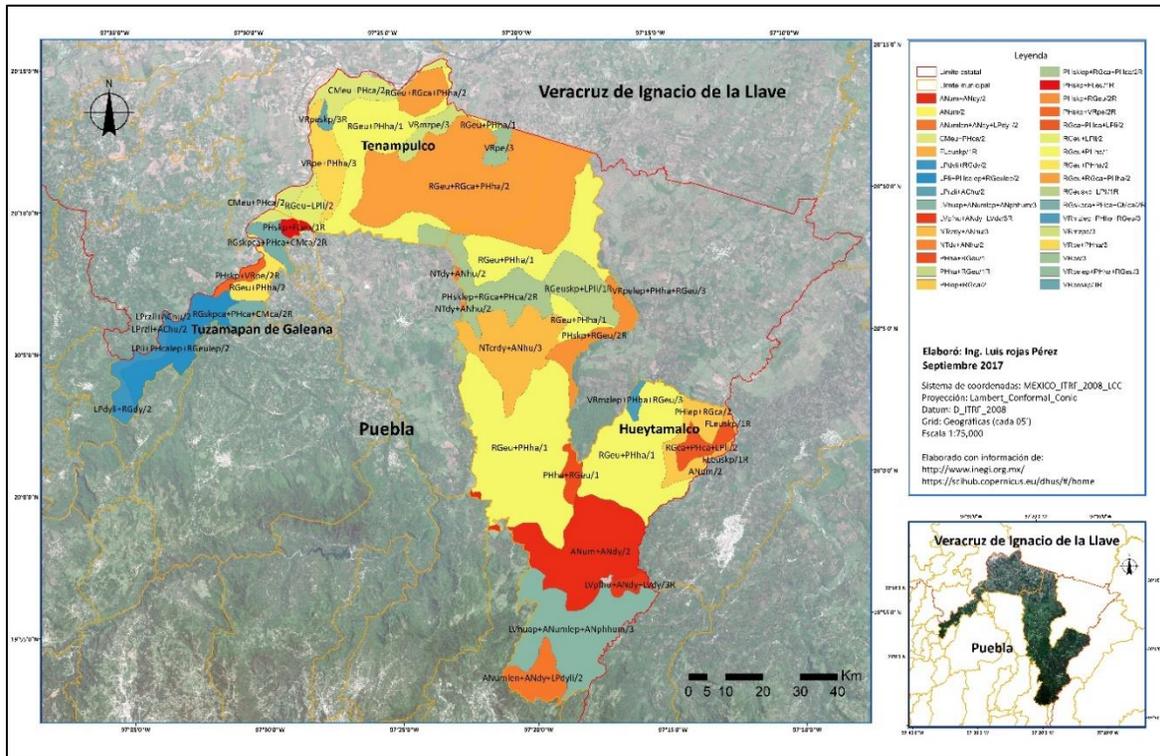


Figura 4.5. Grupos de suelos dominantes del área de estudio.

4.2 Metodología

La presente investigación se realizó en cuatro etapas, las cuales fueron: selección del área de investigación, estudio etnoedafológico, clasificación de suelos y análisis de la información obtenida sobre pimienta gorda, las que se describen en los siguientes párrafos.

4.2.1 Selección del área de investigación

Las localidades de estudio se seleccionaron a partir de dos criterios importantes: el primero fue contar con población de lengua indígena totonaca; el segundo, elegir a productores que tuvieran árboles de pimienta en sus parcelas. Además se buscó un gradiente de altitud para encontrar diferentes sistemas de producción en los municipios propuestos y se seleccionó uno representativo.

4.2.2 Estudios Etnoedafológicos

Directamente en campo se realizó un recorrido de las diferentes parcelas de la zona de estudio acompañado con una o dos personas de cada localidad que conocen el área, y se le preguntó ¿dónde reconoce usted los cambios de tierras en cada clase de tierra? El propósito de esta pregunta es determinar y cotejar los linderos de cada clase de tierra. De acuerdo con la teoría del levantamiento de suelos, el conocimiento detallado de los productores sobre sus tierras y linderos convierte a los mapas de clases de tierras en levantamientos detallados (Ortiz y Gutiérrez, 2001).

En el recorrido de campo se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth. En la cartografía de las clases de tierras se utilizó el siguiente procedimiento: en una imagen Sentinel-2A se trazaron los linderos, previamente cotejados en campo con la ayuda de los informantes clave, además de ello se empleó el Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) para generar las curvas de nivel a 5 y 10 m.

Una vez hecha la cartografía se efectuaron entrevistas a los productores respecto a las características de cada clase de tierra y el manejo de la pimienta gorda en cada una de ellas. El formato se reporta en el Anexo 3. Las preguntas que se plantearon fueron:

- a. Nombre local e indígena del suelo; y características para identificar a las clases de tierras.
- b. Actividad agrícola (*Pimenta dioica*), respecto a los sistemas asociados con pimienta, el establecimiento y producción (preparación del terreno; estacas, trazo y apertura de hoyos; época de plantación, material vegetativo; acarreo y distribución; transplante; propagación;

otras) y sobre el manejo (fertilización y aplicación, podas; control de malezas, plagas y enfermedades; producción y rendimiento; cosecha y manejo postcosecha; otras).

Las entrevistas fueron efectuadas a productores sin distinción alguna, es decir se aplicaron tanto a población masculina como a femenina; los primeros, generalmente se dedican a labores del campo y las segundas, a labores del hogar. La edad de los entrevistados se encuentra en un rango de 30-82 años, con estudios máximos de secundaria y en donde algunos hablan uno o más dialectos (náhuatl y/o totonaco). Respecto a la tenencia de la tierra el mayor porcentaje de los productores poseen menos de 1 ha (65%).

En las entrevistas, la participación fue libre, espontánea y no remunerada. De acuerdo con Williams y Ortiz (1981) el número de informantes está en función del aporte de conocimiento; es decir, cuando la información se volvió repetitiva se concluyeron las entrevistas.

4.2.3 Clasificación de suelos

Con base en la cartografía y a fin de realizar la clasificación de suelos se excavó un pozo pedológico en sitios recomendados por los propios productores (perfiles modales). En cada sitio se describió morfológicamente al perfil utilizando el manual de Cuanalo (1990); además, se colectaron muestras de suelo por cada horizonte y posteriormente realizar un análisis de sus propiedades físicas y químicas en el laboratorio.

Las propiedades físicas y químicas de las muestras de suelo extraídas en campo se analizaron en laboratorio siguiendo el manual de procedimientos para clasificación de suelos realizado por Van Reeuwijk (1999).

Con el objetivo de clasificar a los suelos con el sistema de la IUSS (Grupo de trabajo de la WRB, 2014), actualización 2015. Para cada uno de los perfiles realizados se utilizó la información obtenida en campo, así como la derivada de análisis de laboratorio; los pasos seguidos para realizar la clasificación se listan enseguida:

- a. Se identificaron horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico.
- b. Se asignó al perfil un Grupo de Suelo de Referencia
- c. Se establecieron calificadores principales y suplementarios.

Con respecto a la clasificación por la Taxonomía de Suelos se utilizó la décima segunda edición (2014). Los pasos a seguir para realizar lo anterior se enumeran a continuación:

- a. Identificación de horizontes superficiales de diagnóstico (Epipedón).
- b. Determinación de los horizontes de diagnóstico subsuperficiales (Endopedón).
- c. Reconocimiento de las características de diagnóstico.

Conjugado a los puntos anteriores se determinó el régimen de humedad (Údico) y el régimen de temperatura del suelo (Isohipertérmico) de la estación climatológica de Ayotoxco de Guerrero, por medio del software Newhall.

4.2.4 Análisis de la información obtenida sobre pimienta gorda.

Para el análisis de la información de pimienta gorda se consideraron los siguientes tres temas:

- a. Tipos de sistemas agroforestales y su manejo.
- b. Problemática
- c. Evaluación de rendimientos

En la evaluación de rendimientos se utilizó estadística descriptiva y análisis de varianza.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A manera de presentar los resultados, a continuación se desglosa la información respecto a la clasificación de tierras totonacas, la clasificación de suelos con WRB y Taxonomía de Suelos; asimismo, el manejo agronómico, los sistemas de producción y la problemática encontrada en el sistema de producción de *Pimenta dioica*.

5.1 Clasificación Totonaca de tierras

En lo sucesivo para facilidad de entendimiento se agrupará a las localidades El Zapotal y Tenexapa de Azueta como zona de lomerío y a Reyes de Vallarta como sierra.

En las tres localidades de estudio, las cuales cubren una superficie total de 713 ha, los productores reconocieron a las siguientes nueve clases de tierras en lengua totonaca y entre paréntesis se indica su equivalencia al español: *Poxniuh tiyat* (polvilla y polvillo), *Cucú* (arena), *Xcapat chiwish* (tepetate), *Tlamanca tiyat* (chicluda), *Tachexél chiwish* (barrial con pedernal), *Sizáca tiyat* (barrial), *Suzóco tiyat* (colorada) y *Chiwish tiyat* (gravosa). Dicha terminología enriquece lo reportado por Ortiz (1995) quien indica que en Plan de Hidalgo, Papantla, Veracruz, la población totonaca tiene en su vocabulario conocimiento sobre aspectos edafológicos y reconocen cuatro clases de tierras: **Putiun tiyat** (barro), **Munseya tiyat** (arenosos), **Kamunchulun tiyat** (pantanosos) y **Kalo** (tepetatosos). Algunos nombres de clases de tierra en español coinciden con los reportados Licona y Sosa (1992) en municipios del norte de Puebla y Veracruz, quienes identificaron 18 clases de tierras agrupándolas en zona baja, media y alta.

5.1.1 Nomenclatura totonaca de clases de tierras

A continuación se describen particularidades de las clases de tierras, las cuales fueron descritas por los productores de la región de estudio. Ciertos productores además de hablar español también lo hacen en lengua totonaca y los vocablos presentados a continuación se derivaron de las entrevistas realizadas.

La clasificación de tierras de la región Totonacapan se basa principalmente en sus propiedades físicas como: color, textura, consistencia y pedregosidad, como se muestran en el Cuadro 5.1. Estos resultados coinciden en algunos aspectos con lo hallado en los estudios etnoedafológicos realizados por Sánchez *et al.* (2002), Licona *et al.* (2006), Cruz *et al.* (2008), Mariles (2014) y Hernández (2015).

Cuadro 5.1. Características diferenciadoras asociadas a las clases de tierras identificadas por los productores Totonacos.

Clase de tierra		Color	Textura	Consistencia	Pedregosidad
Español	Totonaco				
Polvilla	<i>Poxniuh tiyat</i>	Pardo		Suelta	Presencia de grava de río
Polvillo				Suelta	
Arena	<i>Cucú</i>		Arenosa	Suelta	No existe
Tepetate	<i>Xcapat chiwish</i>	Negro			Afloramiento de roca madre
Chicluda	<i>Tlamanca tiyat</i>		Arcillosa	Pegajosa	
Barrial con pedernal	<i>Tachexél chiwish</i>	Negro			Rocas afiladas
Barrial	<i>Sizáca tiyat</i>	Negro			
Colorada	<i>Suzóco tiyat</i>	Rojo	Arcillosa		
Gravosa	<i>Chiwish tiyat</i>				Roca redondeada

***Poxniuh tiyat* (tierra polvillo y polvilla)**

Poxniuh hace referencia a la consistencia suelta del suelo y ***tiyat*** significa tierra. Esta clase de tierra se encuentra en dos localidades (Reyes de Vallarta y El Zapotal). Los productores la caracterizan por ser de consistencia suelta y susceptible a la erosión hídrica por corrientes superficiales. El uso dado en Reyes de Vallarta es para un sistema policultivo tradicional de café y en El Zapotal corresponde a una asociación de cítricos, pimienta y maíz (Figura 5.1).



Figura 5.1. Uso de la clase de tierra polvillo y polvilla.

Cucú (arena)

La clase de tierra ***cucú*** (arena) está presente en una localidad (Reyes de Vallarta). Los productores consideran que es fácil de trabajar y a la vez también es proclive a erosión hídrica. Esta pierde humedad rápidamente y los frutos de pimienta presentan menor densidad comparada con la producida en las demás clases de tierras. Esta la utilizan en Reyes de Vallarta en sistemas de policultivo tradicional de café y potreros (Figura 5.2).



Figura 5.2. Uso de la clase de tierra arena en Reyes de Vallarta.

Xcapat chiwish (tepetate)

Xcapat se entiende como material blando y ***chiwish*** es roca. La clase de tierra tepetate se presenta en la localidad de Reyes de Vallarta y la característica más importante por la cual la identifican los productores es por su fácil intemperización en alternancia de calor y lluvia. La función otorgada a esta tierra es la de un sistema agroforestal de pimienta con árboles maderables y cítricos (Figura 5.3).



Figura 5.3. Uso de la clase de tierra tepetate en Reyes de Vallarta.

***Tlamanca tiyat* (tierra chicluda)**

El termino ***tlamanca*** hace alusión a la consistencia pegajosa del suelo y ***tiyat*** denota tierra. Esta clase de tierra chicluda se ubica en la parte baja de la localidad Reyes de Vallarta. La propiedad más significativa presentada es la baja permeabilidad, la cual provoca encharcamientos en la época de lluvias. En esta localidad es usada para establecer potreros y sistemas agroforestales de pimienta, plátano, mamey y árboles maderables (Figura 5.4).



Figura 5.4. Uso de la clase de tierra chicluda en Reyes de Vallarta.

***Tachexél chiwish* (Barrial con pedernal)**

Esta clase de tierra se encuentra en la parte baja de la pendiente en la localidad de Reyes de Vallarta, aparentemente fue formada por los deslizamientos de masas (material coluvial). La palabra ***Tachexél*** significa que se quiebra y ***chiwish*** roca, lo que se traduce como piedra quebrada. La característica esencial para su identificación es un alto grado de pedregosidad en todo el perfil. Es común encontrar en esta tierra un sistema agroforestal de pimienta, mamey, cítricos y árboles maderables, en algunos sitios cultivan maíz (Figura 5.5).



Figura 5.5. Uso de la clase de tierra barrial con pedernal.

***Sizáca tiyat* (tierra barrial)**

La clase de tierra barrial ocupa la mayor superficie, pues se le encuentra en las tres localidades de estudio. El vocablo *sizáca* se refiere al color negro y la expresión *tiyat* a tierra. La característica por la que los productores la identifican es una capa negra superficial y relacionan a esta capa con los mejores rendimientos en cultivos en general. En esta clase de tierra están asociadas distintas especies de frutales, árboles maderables, también plantaciones comerciales como pimienta y litchie; además de relictos de selva mediana perennifolia (Figura 5.6).



Figura 5.6. Uso de la clase de tierra barrial.

***Suzóco tiyat* (tierra colorada)**

Al igual que con la clase de tierra barrial, la particularidad para reconocer la tierra colorada es el color rojizo de su capa superficial. En este caso *suzóco* expresa el color rojo y *tiyat* hace mención a tierra. Por el contrario, los productores señalan a suelos con esta característica como los menos productivos. Es frecuente encontrar en esta tierra plantaciones de cítricos, asociadas con maíz y pimienta, además de potreros (Figura 5.7).



Figura 5.7. Uso de la clase de tierra colorada.

***Chiwish tiyat* (tierra gravosa)**

La clase de tierra gravosa se sitúa en la localidad El Zapotal. La palabra ***chiwish*** significa roca y ***tiyat*** tierra, lo cual se traduce como tierra pedregosa. Los productores la distinguen por la presencia de cantos rodados distribuidos en el perfil. En esta clase de tierra se encuentran varios cultivos asociados, entre ellos, maíz, pimienta, litchie, cítricos y árboles maderables (Figura 5.8).



Figura 5.8. Uso de la clase de tierra gravosa.

5.1.2 Cartografía de clases de tierras

La clase de tierra barrial está presente en las tres localidades, la colorada y polvilla se encuentran en dos y el resto solo se localizaron en una.

El Zapotal

En la localidad de El Zapotal, Tenampulco los productores reconocieron con base en propiedades físicas (color, textura, consistencia y pedregosidad) cuatro clases de tierras, enunciadas a continuación y presentadas en la Figura 5.9:

- a. *Sizáca tiyat* (Tierra barrial).
- b. *Suzóco tiyat* (Tierra colorada).
- c. *Chiwish tiyat* (Tierra gravosa).
- d. *Poxniuh tiyat* (Tierra polvillo).

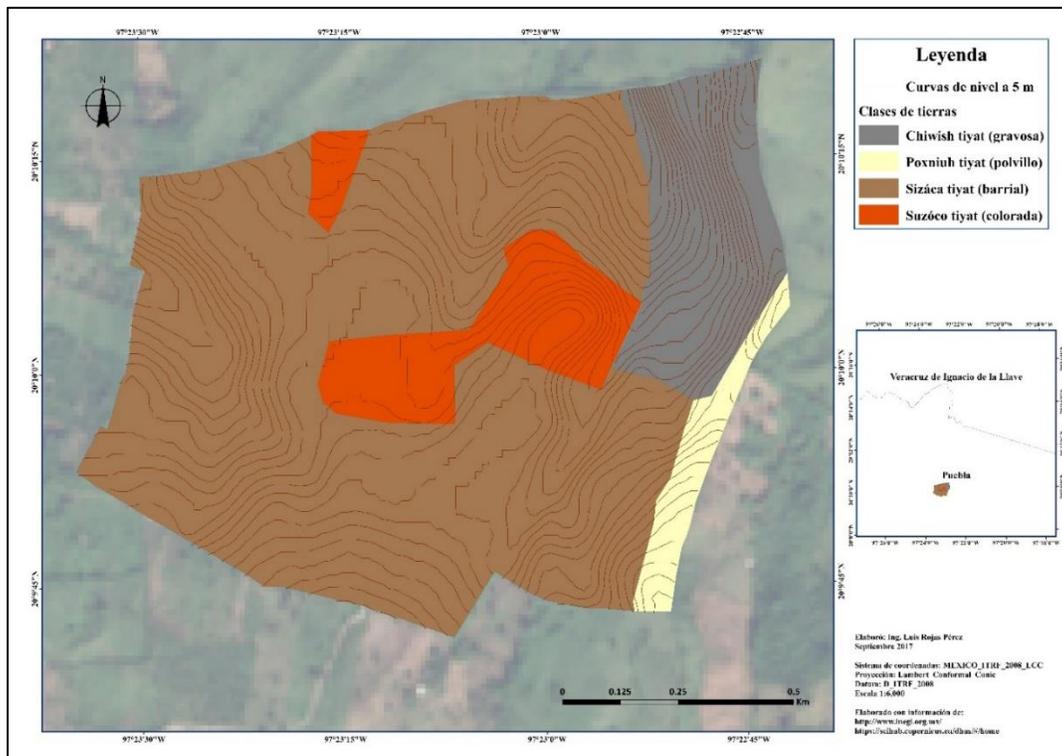


Figura 5.9. Clases de tierras identificadas por los productores en la localidad El Zapotal, Tenampulco, Puebla.

De acuerdo con el Cuadro 5.2, la clase de tierra barrial es la dominante en esta localidad con 98 ha del total de 136 ha, seguida de la tierra gravosa y colorada con 18 y 15 ha respectivamente. La de menor superficie es la tierra polvilla (5 ha).

Cuadro 5.2. Superficie (ha) y extensión (%) de las clases de tierras en la localidad El Zapotal.

Nombre Totonaca	Nombre local	Superficie (ha)	Extensión (%)
<i>Chiwish tiyat</i>	Tierra gravosa	18	13
<i>Poxniuh tiyat</i>	Tierra Polvilla	5	4
<i>Sizáca tiyat</i>	Barrial	98	72
<i>Suzóco tiyat</i>	Tierra colorada	15	11

Tenexapa de Azueta

Tal como se muestra en la Figura 5.10, los productores en la localidad de Tenexapa de Azueta identificaron una sola clase de tierra (barrial-Sizáca tiyat), con 142 ha, a la cual la reconocen por su capa oscura en la superficie del suelo.

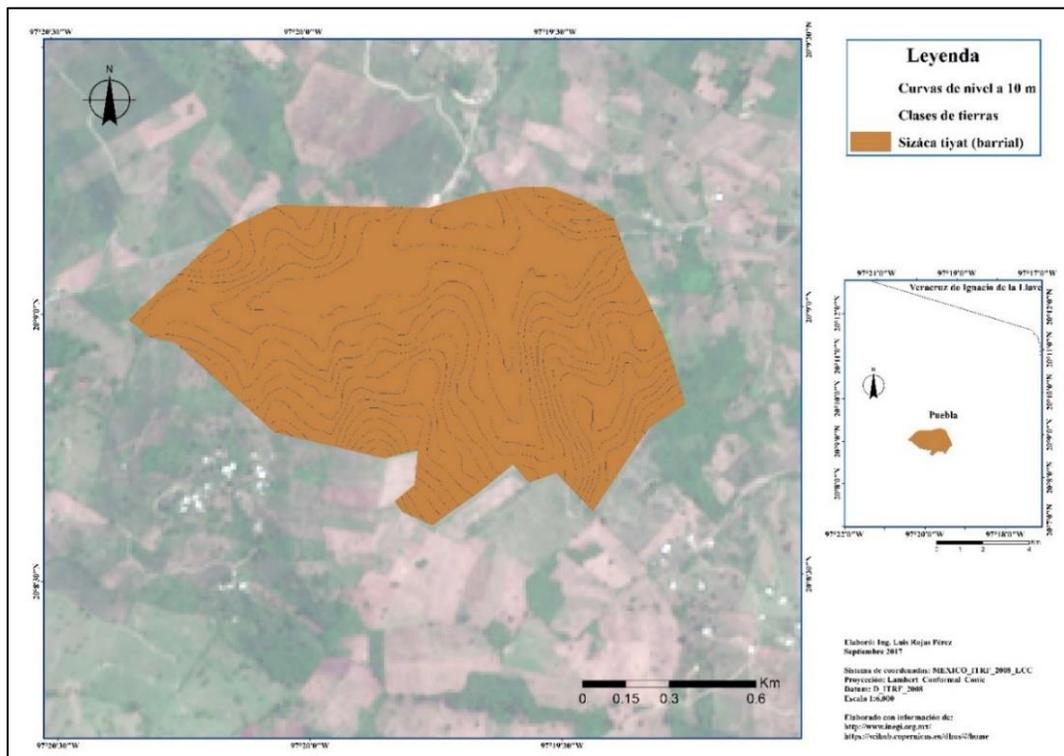


Figura 5.10. Mapa de clases de tierras en la localidad de Tenexapa de Azueta, Hueytamalco, Puebla.

Reyes de Vallarta

En la localidad de Reyes de Vallarta (Figura 5.11), basándose en aspectos físicos como color, pedregosidad, consistencia y textura, los productores reconocieron a siete clases de tierras, que se enlistan a continuación:

- a. *Poxniuh tiyat* (Tierra polvilla).
- b. *Cucú* (Arena).
- c. *Tlamanca tiyat* (Tierra chicluda).
- d. *Suzóco tiyat* (Tierra colorada).
- e. *Tachexél chiwish* (Barrial con pedernal).
- f. *Xcpat chiwish* (Tepetate).
- g. *Sizáca tiyat* (Tierra barrial).

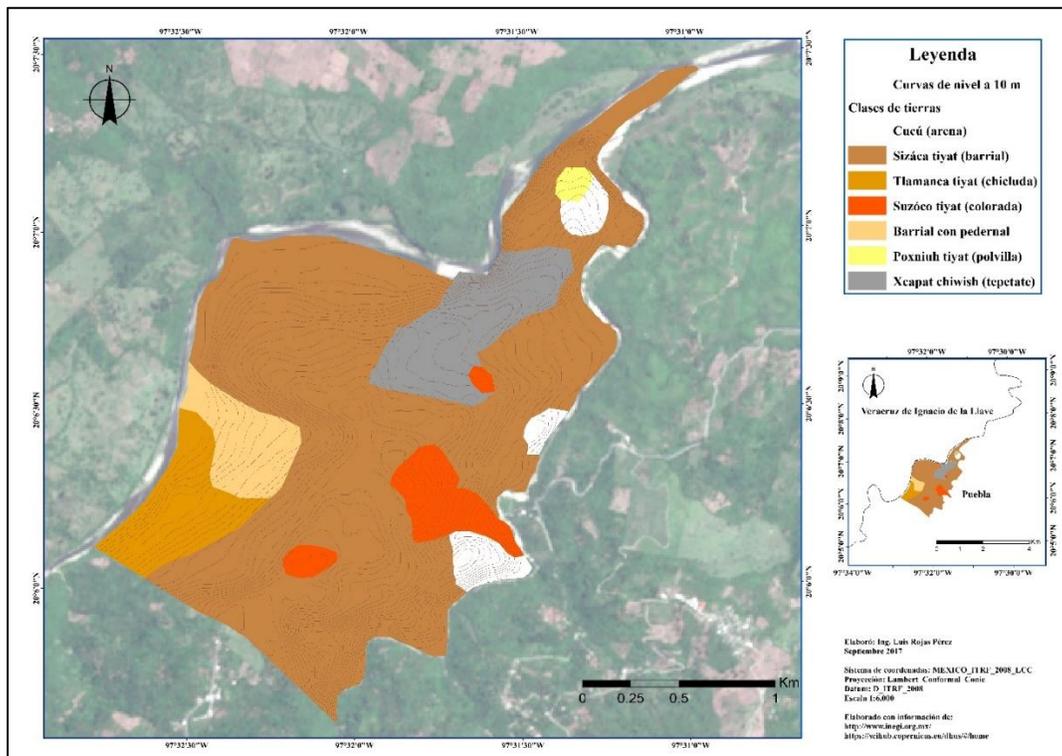


Figura 5.11. Clases de tierras en la localidad de Reyes de Vallarta, Tuzamapan de Galeana, Puebla.

En el Cuadro 5.3 se aprecia a la tierra barrial como la dominante en esta localidad, con el 69 % del total de 435 ha. La tierra polvilla cuenta con la menor extensión, (1%) y sólo está presente en un par de parcelas.

Cuadro 5.3. Superficie (ha) y extensión (%) de las clases de tierras en la localidad Reyes de Vallarta.

Nombre Totonaca	Nombre local	Superficie (ha)	Extensión (%)
<i>Poxniuh tiyat</i>	Tierra polvilla	3	1
<i>Cucú</i>	Arena	16	4
<i>Tlamanca tiyat</i>	Tierra chicluda	30	7
<i>Suzóco tiyat</i>	Tierra colorada	23	5
<i>Tachexél chiwish</i>	Barrial con pedernal	22	5
<i>Xcapat chiwish</i>	Tepetate	41	9
<i>Sizáca tiyat</i>	Tierra barrial	300	69

5.1.3 Perfiles de suelos por localidad

Además de los perfiles representativos por clase de tierra, en la localidad de El Zapotal se realizó uno extra en un relicto de selva mediana perennifolia, tal como se aprecia en la Figura 5.12. A estas tierras también se les conoce como barriales. Este mismo nombre se utiliza en Tenexapa de Azueta, donde los productores clasifican como tierra barrial a toda la superficie de la localidad (Figura 5.13).

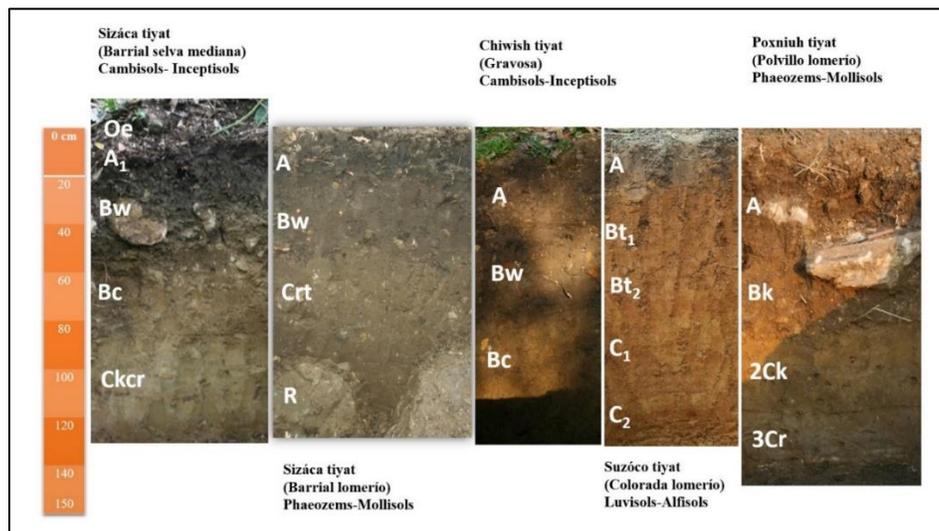


Figura 5.12. Suelos de la localidad de El Zapotal, Tenampulco, Puebla.

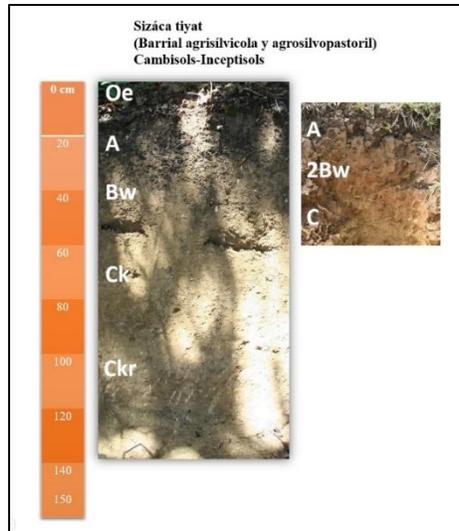


Figura 5.13. Suelos de la localidad de Tenexapa de Azueta, Hueytamalco, Puebla.

En relación con los suelos de la localidad de Reyes de Vallarta se realizaron dos perfiles los cuales son de mayor profundidad (> 100 cm) como se puede observar en la Figura 5.14. El resto de los suelos se caracterizan por ser más someros (Figura 5.15). Estos suelos presentan un horizonte O, a excepción de la clase de tierra chicluda, misma que en el análisis de Carbono orgánico presenta el menor valor (0.76%). A diferencia de los suelos de la zona de lomerío donde el horizonte O sólo se presenta en selva mediana perennifolia y en un sistema agroforestal de pimienta.

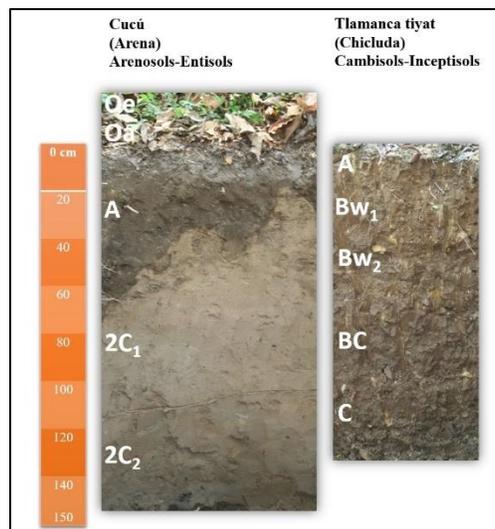


Figura 5.14. Suelos de la localidad de Reyes de Vallarta con perfiles mayores a 1 m de profundidad.

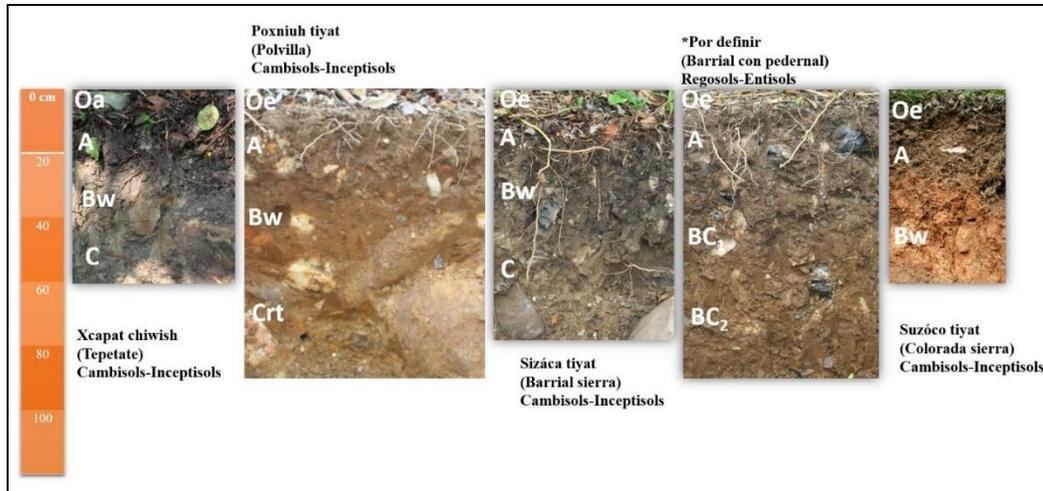


Figura 5.15. Suelos de la localidad de Reyes de Vallarta con perfiles menores a 1 m de profundidad.

5.1.4 Propiedades físicas y químicas de las clases de tierras totonacas

En el Cuadro 5.4 se presentan las propiedades físicas de la capa arable de las diferentes clases de tierras encontradas por los productores en la Región Totonaca de Puebla. Respecto a densidad aparente la clase de tierra arena presentó el menor valor con 1.08 g cm^{-3} , el resto se encuentra en un rango de 1.3 a 1.6 g cm^{-3} . De acuerdo con Hazelton y Murphy (2007) la densidad crítica para el crecimiento de las plantas, a la cual la penetración de raíces es restringida es: en suelos franco arenosos de 1.8 g cm^{-3} , en franco arenosos finos de 1.7 g cm^{-3} , en francos y franco arcillosos de 1.6 g cm^{-3} ; y arcillosos de 1.4 g cm^{-3} . Mientras que la textura sobresaliente es la arcilla. ECOCROP (2016) indica que este cultivo se adapta a texturas arcillosas, arenosas y limosas, con lo cual las condiciones físicas de las clases de tierra están dentro de rangos adecuados.

Cuadro 5.4. Características físicas de la capa arable de las clases de tierras totonacas.

Clase de tierra	% humedad	Da ¹ (gcm ⁻³)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Color H ²	Color S ³
<i>Poxniuh tiyat</i>	18.88	1.36	20.33	35.74	43.94	Pardo rojizo oscuro	Gris oscuro
<i>Poxniuh tiyat</i>	25.12	1.36	22.95	41.36	35.69	Pardo amarillento oscuro	Pardo amarillento
<i>Chiwish tiyat</i>	29.60	1.59	31.07	45.77	23.16	Negro	Gris oscuro
<i>Suzóco tiyat</i>	16.68	1.57	42.74	25.98	31.28	Pardo oscuro	Pardo amarillento
<i>Sizáca tiyat</i>	27.02	1.61	15.04	41.91	43.05	Negro	Gris oscuro
<i>Cucú</i>	18.50	1.08	74.56	13.25	12.19	Gris muy oscuro	Gris
<i>Xcapat chiwish</i>	35.48	1.59	6.15	38.55	55.31	Gris muy oscuro	Gris
<i>Tlamanca tiyat</i>	31.31	1.40	10.56	50.44	39.00	Pardo	Gris claro
<i>Tachexél chiwish</i>	34.44	1.31	10.38	48.63	40.98	Pardo	Pardo pálido

¹ Densidad aparente.

² Color en húmedo.

³ Color en seco.

Se muestran en el Cuadro 5.5 datos de las propiedades químicas de las clases de tierras de la Región Totonaca de Puebla.

El pH registrado en las clases de tierras de la sierra es ácido, con un rango de 4.6-5.4; mientras que los encontrados en el lomerío tienden a ser neutros, a excepción de la tierra colorada, la cual registró un valor de 4.6. ECOCROP (2016) sugiere para esta especie un valor óptimo de 7-7.5.

La clase de tierra chicluda presenta el menor valor de CO (%) con 0.76%, seguida de la colorada y arena con 1.53% y 1.68% respectivamente, el resto tienen un rango de 2.5-3.6%. Espinoza *et al.* (2006) menciona que valores <0.5% son bajos y >2.0% son adecuados.

La clase de tierra gravosa y colorada presentan trazas en fósforo (P), el resto están entre 2-20 mg kg⁻¹. Espinoza *et al.* (2006) sugiere un valor óptimo de P de 36-50 mgkg⁻¹: mientras que para Nitrógeno (N) los valores se encuentran entre 0.08-0.38%. Hazelton y Murphy (2007) señalan a valores menores a 0.05% de N como muy bajos y un contenido medio se encuentra en un rango de 0.15-0.25%. Respecto a Potasio (K), el rango de las clases de tierras se sitúa entre 0.24-0.49 Cmol (+) kg⁻¹. Hazelton y Murphy (2007) mencionan a los valores críticos para K, en donde se limita el crecimiento de las plantas situado entre 0.2-0.5 Cmol (+) kg⁻¹.

La CIC se encuentra en un rango de 6-25 Cmol (+) kg⁻¹. Hazelton y Murphy (2007) indican que suelos con valores menores a 3 Cmol (+) kg⁻¹ son de baja fertilidad y susceptibles a la acidificación. En general, el PSB es >50%, excepto la tierra chicluda con un valor de 36.63%. Espinoza *et al.* (2006) mencionan que la CIC se incrementa en suelos arcillosos y con contenidos altos de materia orgánica, así también una saturación con bases de >60% es recomendable.

El % CaCO₃ es bajo en todas las clases de tierras y sólo la tierra polvillo destaca con 14.29%. Andrades y Martínez (2014) indican que valores <5% son bajos y entre 10-20 es normal. La conductividad eléctrica está en un rango de 0.2-1.4 dSm⁻¹. ECOCROP (2016) menciona a esta especie de baja tolerancia a la salinidad (valores <4 dS m⁻¹) y de acuerdo a Hazelton y Murphy (2007) un valor <2 dS m⁻¹ es considerado suelo no salino.

Cuadro 5.5. Propiedades químicas de la capa superficial de las clases de tierras.

Propiedades químicas	<i>Poxniuh tiyat</i> Polvillo	<i>Poxniuh tiyat</i> Polvilla	<i>Chiwish tiyat</i> Gravosa	<i>Suzóco tiyat</i> Colorada	<i>Sizáca tiyat</i> Barrial	<i>Cucú</i> Arena	<i>Xcapat chiwish</i> Tepetate	<i>Tlamanca tiyat</i> Chicluda	<i>Tachexél chiwish</i> Barrial con pedernal
pH	7.2	4.6	6.0	4.6	7.0	4.6	6.2	5.2	5.4
CO ¹ (%)	2.83	2.52	2.45	1.53	3.82	1.68	3.63	0.76	2.83
N ² (%)	0.23	0.21	0.16	0.15	0.30	0.09	0.38	0.08	0.24
P ³ (mg kg ⁻¹)	8.59	11.70	tr	tr	15.04	2.48	8.45	19.84	10.08
CIC ⁴ (Cmol (+) kg ⁻¹)	24.57	10.76	13.54	9.32	21.99	6.16	11.07	18.28	9.94
Ca ⁵ (Cmol (+) kg ⁻¹)	43.51	3.41	22.00	4.97	21.12	3.27	18.63	4.42	6.79
Mg ⁶ (Cmol (+) kg ⁻¹)	1.59	1.44	1.66	1.63	1.46	1.57	1.57	1.40	1.52
Na ⁷ (Cmol (+) kg ⁻¹)	0.62	0.69	0.60	0.54	0.58	0.49	0.78	0.65	0.75
K ⁸ (Cmol (+) kg ⁻¹)	0.27	0.26	0.30	0.24	0.41	0.49	0.27	0.24	0.27
PSB ⁹ (%)	100.00	53.87	100.00	79.08	100.00	94.60	100.00	36.63	93.95
CE ¹⁰ (dS m ⁻¹)	0.41	1.36	0.35	0.17	0.88	0.19	0.41	0.15	0.33
% CaCO ₃ ¹¹	14.29	0.32	0.34	0.11	0.43	0.05	0.29	0.35	0.31

¹ Carbono orgánico.

² Nitrógeno.

³ Fósforo.

⁴ Capacidad de intercambio catiónico

⁵ Calcio.

⁶ Magnesio.

⁷ Sodio.

⁸ Potasio.

⁹ Porcentaje de saturación de bases.

¹⁰ Conductividad eléctrica.

¹¹ Carbonato de Calcio.

5.2 Clasificación de suelos

En el Anexo 1 se reporta la descripción de perfiles de campo y el resultado de los análisis de las propiedades físicas y químicas de los suelos.

De acuerdo con la WRB (2014), el grupo predominante de suelos de la zona de estudio corresponde a Cambisols, aunque también se encontraron Phaeozems, Luvisols, Arenosols y Regosols y con la Taxonomía de Suelos a Inceptisols, Mollisols, Alfisols y Entisols.

En la zona de lomerío (El Zapotal y Tenexapa de Azueta) se encontraron Cambisols, Phaeozems y Luvisols; de acuerdo con INEGI (2006) en su Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional), clasifica a los suelos dominantes de esta zona como: Eutric Regosols más Calcaric Regosols más Haplic Phaeozems con textura media (RGeu+RGca+PHha/2). Mientras tanto para la localidad de Reyes de Vallarta los suelos encontrados pertenecen al grupo de Cambisols, Regosols y Arenosols y por su parte INEGI los clasifica como Lithic Leptosols más Calcaric Leptic Phaeozems más Eutric Leptic Regosols con textura media (LPli+PHcalep+RGeulep/2) y Epieskeletal Phaeozems más Pelic Vertisols con textura media (PHskp+VRpe/2R).

5.2.1 IUSS Grupo de Trabajo de la WRB

Como se muestra en el Cuadro 5.6, la mayoría de las tierras corresponde a suelos pobremente desarrollados, de ahí que únicamente presenten un endopedón Cámbico, por desarrollo estructural en 9 de los 14 perfiles y asociado a este, propiedades de grietas de expansión y contracción, así como materiales colúvicos y calcáricos. En suelos con procesos más avanzados se presentan un epipedón móllico (tierras polvillo y barrial de lomerío), adjunto a propiedades de roca continua y discontinuidad lítica y también a material calcárico y colúvico. Sólo se encontró un horizonte subsuperficial árgico (colorada de lomerío), el cual está ligado a una diferencia textural abrupta. Dos de los perfiles (arena y barrial con tepetate) no presentaron horizontes de diagnóstico, sólo discontinuidad lítica y material colúvico.

Cuadro 5.6. Horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico para la clasificación de suelos con WRB.

Perfil	Horizonte(s)	Propiedad(es)	Material(es)
<i>Poxniuh tiyat</i> (lomerío)	Móllico	Roca continua Discontinuidad lítica	Calcárico Colúvico
<i>Chiwish tiyat</i>	Cámbico		Colúvico
<i>Suzóco tiyat</i> (lomerío)	Árgico	Diferencia textural abrupta	
<i>Sizáca tiyat</i> (lomerío)	Móllico		
	Cámbico		
<i>Sizáca tiyat</i> (selva mediana)	Cámbico		Colúvico Calcárico
<i>Sizáca tiyat</i> (SAF ¹ agrosilvícola)	Cámbico		Calcárico
<i>Sizáca tiyat</i> (SAF silvopastoril)	Cámbico	Grietas de expansión y contracción Discontinuidad lítica	
<i>Poxniuh tiyat</i> (sierra)	Cámbico		
<i>Cucú</i>		Discontinuidad lítica	
<i>Xcapat chiwish</i>	Cámbico		
<i>Tlamanca tiyat</i>	Cámbico		Colúvico
<i>Tachexél chiwish</i>			Colúvico
<i>Sizáca tiyat</i> (sierra)	Cámbico		Colúvico
<i>Suzóco tiyat</i> (sierra)	Cámbico		Colúvico

¹ Sistema agroforestal.

Derivado de lo anterior, se determinaron cinco Grupos de Suelos de Referencia (GSR) presentados en el Cuadro 5.7, de los cuales predominan los Cambisols (nueve perfiles), Phaeozems (dos perfiles) y Luvisols, Arenosols y Regosols (uno de cada grupo).

De acuerdo con la IUSS (Grupo de Trabajo de la WRB, 2014), los Cambisols son suelos moderadamente desarrollados con cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato. También se caracterizan por la meteorización leve o moderada de material parental y por la ausencia de cantidades apreciables de iluviación de arcilla, materia orgánica o compuestos de Al y/o Fe. Además, es común encontrar este tipo de horizonte en el pie de monte dónde se acumulan los materiales coluviales y la pendiente genera el incremento de la erosión hídrica (Buol *et al.*, 2011). En ese sentido el relieve es el principal factor formador de los suelos del área de estudio. Los Cambisols clasificados en la zona de lomerío (Figura 5.16) son más profundos que sus homólogos de la zona alta (Figura 5.17), donde los primeros presentan calificadores principales tales como: Eutric y Calcaric; y los segundos Dystric, Leptic, Skeletic y Colluvic.

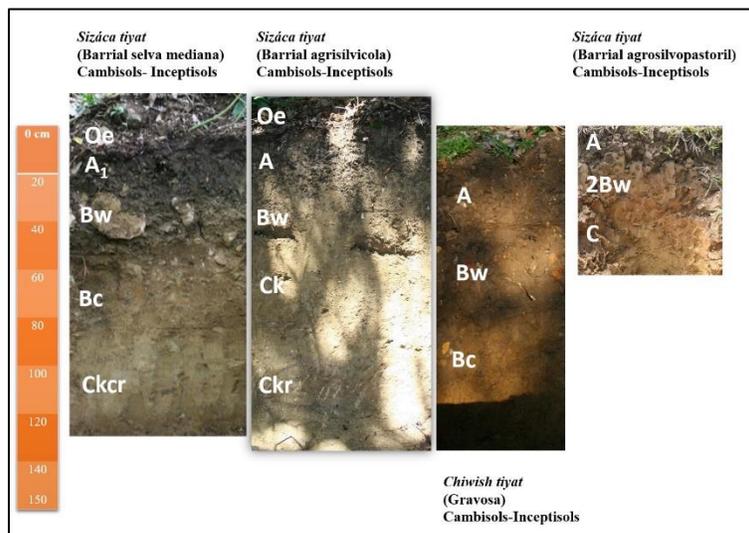


Figura 5.16. Cambisols-Inceptisols de la zona de lomerío

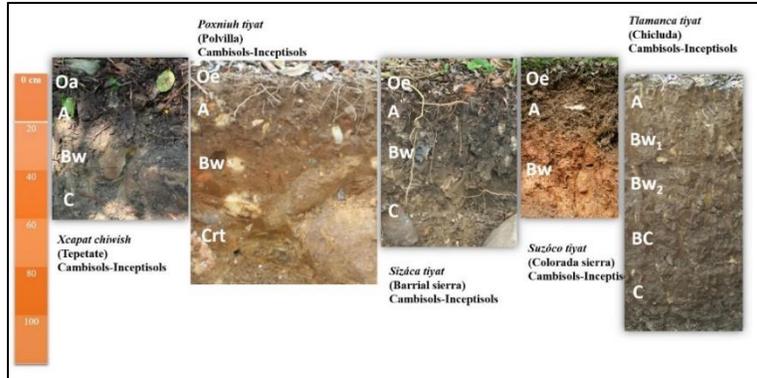


Figura 5.17. Cambisols-Inceptisols de la sierra.

En el caso de los Phaeozems (Figura 5.18), se presentan en zonas estables, ya sea en la cresta o en pendientes bajas de los lomeríos, lo cual permite la acumulación y transformación de la materia orgánica. Acorde a la IUSS (Grupo de Trabajo de la WRB, 2014), estos son suelos oscuros, ricos en materia orgánica que han desarrollado un horizonte *móllico*, principalmente sobre un horizonte subsuperficial *cámbico* o *árgico*. Donde el proceso de melanización es su distinción, el cual se caracteriza por la acumulación de materia orgánica bien humificada en la parte superior del suelo mineral y por el oscurecimiento de los horizontes superficiales del suelo por la evolución de restos orgánicos frescos hacia formas complejas (humus), con la participación de los microorganismos (Bockheim y Gennadiyev, 2000).

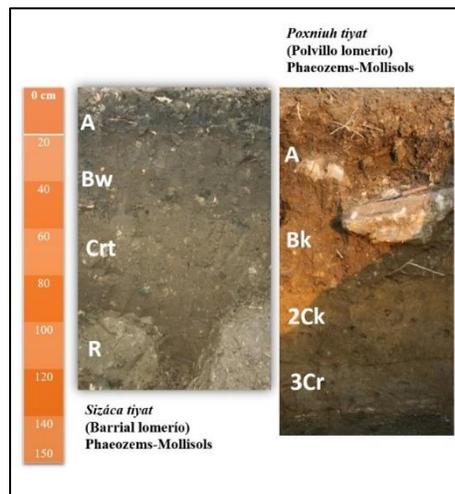


Figura 5.18. Phaeozems-Mollisols de la zona de lomerío.

Los otros suelos (Luvisols), están relacionados exclusivamente con las partes altas o en las pendientes medias. El proceso asociado a estos suelos es el de argiluvación y de acuerdo a Bockheim y Gennadiyev (2000), se refiere al movimiento de las arcillas en el suelo, donde el horizonte argílico debe contener un incremento mínimo de arcilla con respecto al horizonte eluvial o un horizonte subyacente y mostrar evidencia del movimiento de la misma (Figura 5.19).

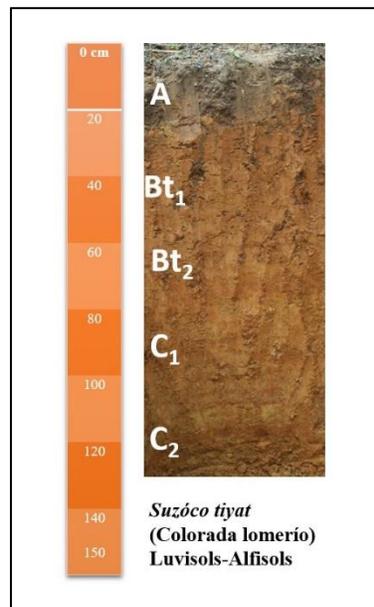


Figura 5.19. Luvisols-Alfisol de la zona de lomerío.

El GSR Arenosols (Figura 5.20) se localiza en la parte baja de la localidad de la sierra, donde este suelo presenta un horizonte O y A, como consecuencia de la acumulación de materia orgánica de los sistemas agroforestales de café. La IUSS (Grupo de Trabajo de la WRB, 2014), indica que estos suelos comprenden suelos arenosos profundos; esto incluye suelos de arenas residuales después de una meteorización in situ de sedimentos o rocas generalmente ricos en cuarzo, de igual manera también incluye suelos de arenas recientemente depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas.

En la sierra se encontró una clase de tierra sin ningún desarrollo significativo del perfil (Regosols), aparentemente originados a partir de movimiento de masas de la parte alta de la pendiente. La IUSS (Grupo de Trabajo de la WRB, 2014), caracteriza a estos suelos como suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte *móllico* o *úmbrico*, no

son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosols), ni con materiales *flúvicos* (Fluvisols) (Figura 5.20).

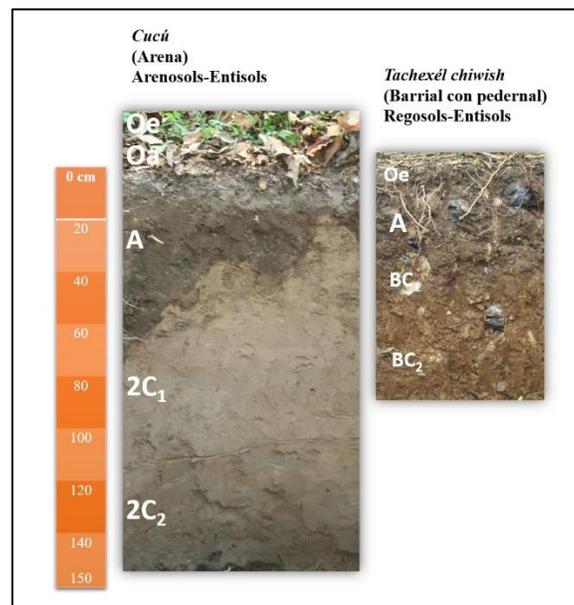


Figura 5.20. Arenosols y Regosols-Entisols de la zona alta.

De acuerdo con los productores, la profundidad del horizonte A era mayor en no más de 30 años; no obstante, se ha ido perdiendo por la erosión hídrica, generada por el cambio de uso de suelo, de selva mediana perennifolia a pastizales, plantaciones comerciales de cítricos y cultivos de autoconsumo.

Cuadro 5.7. Grupos de Suelos de Referencia con sus calificadores principales y suplementarios de los suelos descritos.

Perfil	GSR¹	Calificador principal(es)	Calificador suplementario(s)
<i>Poxniuh tiyat</i> (Iomerío)	Phaeozems	Calcaric	Loamic Colluvic Raptic
<i>Chiwish tiyat</i>	Cambisols	Chromic Eutric	Loamic Colluvic Profundihumic
<i>Suzóco tiyat</i> (Iomerío)	Luisols	Abruptic	Clayic Differentic Epidystric Ochric Profondic
<i>Sizáca tiyat</i> (Iomerío)	Phaeozems	Cambic	Clayic
<i>Sizáca tiyat</i> (selva mediana)	Cambisols	Calcaric Eutric	Clayic Colluvic
<i>Sizáca tiyat</i> (SAF ² agrosilvícola)	Cambisols	Calcaric Eutric	Loamic Ochric
<i>Sizáca tiyat</i> (SAF silvopastoril)	Cambisols	Eutric	Clayic Ochric Raptic
<i>Poxniuh tiyat</i> (sierra)	Cambisols	Chromic Eutric	Loamic Humic
<i>Cucú</i>	Arenosols	Chromic Eutric	Humic Raptic
<i>Xcapat chiwish</i>	Cambisols	Leptic Skeletal Eutric	Clayic Humic
<i>Tlamanca tiyat</i>	Cambisols	Dystric	Clayic Colluvic Ochric
<i>Tachexél chiwish</i>	Regosols	Colluvic Eutric	Clayic Ochric
<i>Sizáca tiyat</i> (sierra)	Cambisols	Leptic Dystric	Clayic Colluvic Humic
<i>Suzóco tiyat</i> (sierra)	Cambisols	Leptic Rhodic Dystric	Clayic Colluvic Humic

¹ Grupo de Suelo de Referencia.

² Sistema agroforestal.

5.2.2 Taxonomía de suelos de USDA

En el Cuadro 5.8 se observa al horizonte Ócrico sobresalir en 12 perfiles y sólo se encontraron dos epipedón Mólico. Tomando en cuenta a la Taxonomía de Suelos (2014), el epipedón Ócrico no cumple con las definiciones de cualquiera de los otros siete epipedones, debido a que es muy delgado o muy seco, tiene colores de value o de chroma muy altos, contiene muy poco carbono orgánico, tiene valores de *n* o índice melánico muy altos o es masivo y duro o durísimo cuando seco; mientras el epipedón Mólico consiste de materiales minerales de suelo, mezclados en los 18 cm superiores del suelo mineral o de todo su espesor si su profundidad, a un contacto dénsico, lítico o paralítico o a un horizonte petrocálcico o un duripán es menor de 18 cm.

Para el caso de los horizontes subsuperficiales se localizaron 10 horizontes Cámbico y un Argílico. Sólo cuatro perfiles muestran características de diagnóstico, los cuales son carbonatos libres (heredados del material parental) y cambio textural abrupto.

Cuadro 5.8. Horizontes superficiales, subsuperficiales y características de diagnóstico determinados para clasificación con Taxonomía de Suelos.

Perfil	Epipedón	Endopedón	Características
<i>Poxniuh tiyat</i> (lomerío)	Mólico		Carbonatos libres
<i>Chiwish tiyat</i>	Ócrico	Cámbico	
<i>Suzóco tiyat</i> (lomerío)	Ócrico	Argílico	Cambio textural abrupto
<i>Sizáca tiyat</i> (lomerío)	Mólico	Cámbico	
<i>Sizáca tiyat</i> (selva mediana)	Ócrico	Cámbico	Carbonatos libres
<i>Sizáca tiyat</i> (SAF ¹ agrosilvícola)	Ócrico	Cámbico	Carbonatos libres
<i>Sizáca tiyat</i> (SAF silvopastoril)	Ócrico	Cámbico	
<i>Poxniuh tiyat</i> (sierra)	Ócrico	Cámbico	
<i>Cucú</i>	Ócrico		
<i>Xcapat chiwish</i>	Ócrico	Cámbico	
<i>Tlamanca tiyat</i>	Ócrico	Cámbico	
<i>Tachexél chiwish</i>	Ócrico		
<i>Sizáca tiyat</i> (sierra)	Ócrico	Cámbico	
<i>Suzóco tiyat</i> (sierra)	Ócrico	Cámbico	

¹ Sistema agroforestal.

De los datos anteriores se obtuvieron cuatro órdenes de suelos (Cuadro 5.9), sobresalen los Inceptisols en nueve de los perfiles, los cuales se encuentran asociados a endopedones cámbicos; mientras los Mollisols y Entisols fueron registrados en dos perfiles, el primero asociado a un horizonte cámbico. Por otra parte sólo se encontró un Alfisols, donde el principal factor para clasificarlo fue el endopedón Argílico.

Buol *et al.* (2011) indica a los Inceptisols como suelos que no han desarrollado características de diagnóstico para otros órdenes. Los Mollisols se caracterizan por tener un horizonte superficial profundo, oscuro, friable y relativamente fértil. Por otra parte señalan a los Entisols como suelos con poca o ninguna evidencia en el desarrollo de horizontes pedogenéticos. También apuntan que los Alfisols tienen una zona subsuperficial de acumulación de arcilla. Además, materiales parentales ricos en bases o regímenes de meteorización y lixiviación menos intensos han dado lugar a subsuelos con suministros de bases intercambiables, relativamente abundantes de calcio, magnesio, potasio y, en algunos casos, sodio.

Cuadro 5.9. Clasificación con la Taxonomía de Suelos.

Perfil	Orden	Suborden	Gran grupo	Subgrupo
<i>Poxniuh tiyat</i> (lomerío)	Mollisols	Udolls	Hapludolls	Entic Hapludolls
<i>Chiwish tiyat</i>	Inceptisols	Udepts	Eutrudepts	Dystric Eutrudepts
<i>Suzóco tiyat</i> (lomerío)	Alfisols	Udalfs	Hapludalfs	Ultic Hapludalfs
<i>Sizáca tiyat</i> (lomerío)	Mollisols	Udolls	Hapludolls	Typic Hapludolls
<i>Sizáca tiyat</i> (selva mediana)	Inceptisols	Udepts	Eutrudepts	Humic Eutrudepts
<i>Sizáca tiyat</i> (SAF ¹ agrosilvícola)	Inceptisols	Udepts	Eutrudepts	Humic Eutrudepts
<i>Sizáca tiyat</i> (SAF silvopastoril)	Inceptisols	Udepts	Eutrudepts	Dystric Eutrudepts
<i>Poxniuh tiyat</i> (sierra)	Inceptisols	Udepts	Eutrudepts	Dystric Eutrudepts
<i>Cucú</i>	Entisols	Orthents	Udorthents	Typic Udorthents
<i>Xcapat chiwish</i>	Inceptisols	Udepts	Eutrudepts	Dystric Eutrudepts
<i>Tlamanca tiyat</i>	Inceptisols	Udepts	Dystritrudepts	Typic Dystritrudepts
<i>Tachexél chiwish</i>	Entisols	Orthents	Udorthents	Typic Udorthents
<i>Sizáca tiyat</i> (sierra)	Inceptisols	Udepts	Eutrudepts	Dystric Eutrudepts
<i>Suzóco tiyat</i> (sierra)	Inceptisols	Udepts	Dystritrudepts	Humic Dystritrudepts

¹ Sistema agroforestal.

5.2.3 Comparación de las clases de tierras totonacas y la clasificación de suelos

La clase de tierra barrial es la más común identificada por los productores en la región de estudio; sin embargo, al tomar en cuenta el perfil completo de suelo existen diferencias respecto a la clasificación por WRB y Taxonomía de Suelos, donde una tierra barrial de lomerío corresponde a un Phaeozems y Mollisols respectivamente, mientras tanto todas las demás tierras barrial pertenecen a un Cambisols o Inceptisols. En el Cuadro 5.10 se observa que el cambio en estas tres últimas se ubica a nivel de calificadores principales en la WRB y en Subgrupo para la Taxonomía de Suelos. De manera análoga sucede con la tierra polvillo de lomerío, polvilla de sierra y la tierra colorada, donde el cambio se da a nivel de GSR y Orden.

Cuadro 5.10. Comparación de las clases de tierras totonacas y la clasificación científica de suelos.

GSR ¹	Calificador principal(es)	Orden	Subgrupo	Clase de tierra
Phaeozems	Calcaric	Mollisols	Entic Hapludolls	<i>Poxniuh tiyat</i> (lomerío)
Cambisols	Chromic Eutric	Inceptisols	Dystric Eutrudepts	<i>Chiwish tiyat</i>
Luvisols	Abruptic	Alfisols	Ultic Hapludalfs	<i>Suzóco tiyat</i> (lomerío)
Phaeozems	Cambic	Mollisols	Typic Hapludolls	<i>Sizáca tiyat</i> (lomerío)
Cambisols	Calcaric Eutric	Inceptisols	Humic Eutrudepts	<i>Sizáca tiyat</i> (selva mediana)
Cambisols	Calcaric Eutric	Inceptisols	Humic Eutrudepts	<i>Sizáca tiyat</i> (SAF ² agrosilvícola)
Cambisols	Eutric	Inceptisols	Dystric Eutrudepts	<i>Sizáca tiyat</i> (SAF silvopastoril)
Cambisols	Chromic Eutric	Inceptisols	Dystric Eutrudepts	<i>Poxniuh tiyat</i> (sierra)
Arenosols	Chromic Eutric	Entisols	Typic Udorthents	<i>Cucú</i>
Cambisols	Leptic Skeletal Eutric	Inceptisols	Dystric Eutrudepts	<i>Xcapat chiwish</i>
Cambisols	Dystric	Inceptisols	Typic Dystritrudepts	<i>Tlamanca tiyat</i>
Regosols	Colluvic Eutric	Entisols	Typic Udorthents	<i>Tachexél chiwish</i>
Cambisols	Leptic Dystric	Inceptisols	Dystric Eutrudepts	<i>Sizáca tiyat</i> (sierra)
Cambisols	Leptic Rhodic Dystric	Inceptisols	Humic Dystritrudepts	<i>Suzóco tiyat</i> (sierra)

¹ Grupo de Suelo de Referencia.

² Sistema agroforestal.

En el Cuadro 5.11 se observa que a nivel de GSR y orden de suelo la clasificación de los productores es más específica, porque ellos reconocen siete clases de tierras, en donde la clasificación por WRB y Taxonomía de Suelos corresponden a Cambisols-Inceptisols. Polvillo y barrial de lomerío se agrupan en Phaeozems-Mollisols, respectivamente y el resto de suelos se encuentran a la par (colorada de lomerío, arena y barrial con pedernal).

Cuadro 5.11. Clases de tierras agrupadas por GSR y órdenes de suelo.

GSR ¹	Orden	Clase de tierra
Cambisols	Inceptisols	<i>Chiwish tiyat</i>
		<i>Sizáca tiyat</i> (selva mediana)
		<i>Sizáca tiyat</i> (SAF ² agrosilvicola)
		<i>Sizáca tiyat</i> (SAF silvopastoril)
		<i>Poxniuh tiyat</i> (sierra)
		<i>Xcapat chiwish</i>
		<i>Tlamanca tiyat</i>
		<i>Sizáca tiyat</i> (sierra)
		<i>Suzóco tiyat</i> (sierra)
		<i>Poxniuh tiyat</i> (sierra)
Phaeozems	Mollisols	<i>Sizáca tiyat</i> (lomerío)
Luvisols	Alfisols	<i>Suzóco tiyat</i> (lomerío)
Arenosols	Entisols	<i>Cucú</i>
Regosols	Entisols	<i>Tachexél chiwish</i>

¹ Grupo de Suelo de Referencia.

² Sistema agroforestal.

5.3 Manejo agronómico de pimienta

La información acerca de las labores de cultivo empleadas en el sistema de producción de pimienta, fue obtenida a partir de las entrevistas realizadas a productores de las tres localidades de estudio. En estas entrevistas se obtuvieron datos relacionados con el establecimiento de la plantación (preparación del terreno, corte de estacas, trazo y apertura de cepas), época de plantación, material vegetativo, acarreo y distribución de planta, transplante o establecimiento; así como también respecto a fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades; y podas. Finalizando con la cosecha y el manejo postcosecha (despicado, secado; y limpieza, clasificación y envasado). En general, la información encontrada en el presente estudio difiere respecto a la propuesta de INIFAP (2011) para el establecimiento de nuevas plantaciones.

5.3.1 Establecimiento de la plantación

En la región de estudio existen tres sistemas de establecimiento de plantaciones, las cuales son: dispersión natural, sistema intermedio y plantación comercial.

Dispersión natural. La agricultura es una de las principales actividades de la región, la cual es practicada con el sistema de roza y tumba (Figura 5.21). Las aves al consumir las semillas maduras y después de pasar por su sistema digestivo las propagan en lugares aledaños (bosques). Es en esa acción donde los productores al talar la selva mediana o acahual, hacen una selección de plantas de interés económico, principalmente árboles maderables como cedro y caoba; además de pimienta.



Figura 5.21. Roza y tumba de acahual, El Zapotal.

Sistema intermedio. Con frecuencia, además de los árboles que los productores dejan en las parcelas, realizan dos actividades. Una de ellas es generar plantas en viveros y la otra obtener el material vegetativo del bosque, las cuales usan para trasplantar en espacios vacíos. Generalmente, estas no se establecen en un marco de plantación (Figura 5.22).



Figura 5.22. Sistema intermedio, Tenexapa de Azueta.

Plantación comercial. Recientemente en el área se han efectuado nuevas plantaciones, las cuales se realizaron en un marco de plantación definido (marco real o tresbolillo). Inicialmente realizan la limpieza del terreno de manera manual (chapeo) o con aplicación de herbicidas. Posteriormente, los productores realizan el trazo con estacas y varas (de bambú o madera) de la región donde se hacen cepas que son abiertas con cavahoyos, palas y barretas. Para el trasplante utilizan un azadón, con el cual preferentemente rellenan los hoyos con la materia orgánica disponible. Asimismo, se da un seguimiento técnico respecto a fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades (Figura 5.23).



Figura 5.23. Plantación comercial, El Zapotal.

Los productores coinciden en que el establecimiento, en cualquier sistema de producción debe realizarse en época de lluvias. El material vegetativo en los dos primeros sistemas es nativo, en tanto para una plantación comercial los árboles son adquiridos de viveros de la región, obtenidos a través de propagación sexual (semilla).

5.3.2 Fertilización

En los dos primeros sistemas de producción la fertilización es mínima, en donde algunos productores utilizan residuos de cosechas (brácteas de maíz), abonos verdes obtenidos de plantas en la parcela y en casos raros elaboran compostas y bocashi, los cuales colocan cerca de la base de los árboles cada temporada. Otros productores mencionaron que siguen un proceso de aplicación rotativa cuando el material no es suficiente para toda la parcela.

Con relación a la plantación comercial, específicamente en la localidad de El Zapotal, los productores (6 de ellos), han realizado análisis de suelos y les han propuesto una dosis de fertilización con Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), y Boro (B) de 14-25-30-9-1-1-1 por hectárea, usando como fuente Sulfato de Amonio, MAP, Sulfato de Potasio, Sulfato de Magnesio, Sulfato de Manganeso, Sulfato de Cobre y Boronat, sin embargo no han seguido esta recomendación, puesto que han aplicado triple 16. A diferencia de ellos, el resto de productores aplican fertilización química sin ninguna recomendación y generalmente emplean las fuentes destinadas para los cultivos principales (maíz, cítricos, litchie),

en este caso puede ser urea o algún triple (16,18). En el proceso de fertilización del cultivo principal, también añaden esos fertilizantes a los árboles de pimienta.

5.3.3 Control de malezas

El control de malezas en todos los sistemas de producción es similar, ya sea de forma manual con el chapeo o mediante el uso de herbicidas. Además de esto, los productores eliminan enredaderas de las copas de los árboles.

5.3.4 Plagas y enfermedades

No existe control de plagas y enfermedades, excepto en las nuevas plantaciones, quienes tienen asesoramiento técnico. Previenen la aparición de enfermedades fungosas con aplicación de caldo bordelés y un fungicida. En el caso de las plagas utilizan un insecticida. La roya constituye el principal problema en el sistema de producción de pimienta (Figura 5.24).



Figura 5.24. Roya en hojas y frutos de pimienta.

5.3.5 Podas

Las podas realizadas por algunos productores son de saneamiento y formación. El primero consiste en eliminar ramas muertas y el segundo en eliminar ramas bajas, laterales y de la parte alta con el fin de facilitar la cosecha. Habitualmente esta última la realizan en época de cosecha para aprovechar el fruto.

5.3.6 Cosecha

La cosecha se efectúa en los meses de agosto a septiembre, pudiendo en algunos casos llegar hasta octubre. Con frecuencia se realiza con mano de obra familiar; sin embargo, algunos productores optan por contratar personal de la región, ya sea otorgando un pago por kg cosechado o solicitan el 50% del total de producto recolectado. Las herramientas utilizadas al realizar esta tarea son escaleras (metálicas, de madera o bambú), ganchos de madera, cuerdas, travesaños (de madera) y bolsas para almacenar el fruto (Figura 5.25). En la localidad de Reyes de Vallarta, debido a la escasez de mano de obra y la dificultad en árboles grandes, sólo recogen el fruto de la corona y las partes más accesibles. A causa de esto, mencionan que existen pérdidas hasta en un 30% de producción. La recolección del fruto debe realizarse en verde, si se cosecha maduro al comercializarse pierde el 50% de su valor.



Figura 5.25. Cosecha de pimienta, El Zapotal.

5.3.7 Manejo postcosecha

El manejo postcosecha de pimienta se basa en: despicado, secado, limpieza, clasificación y envasado. De lo anterior, en la zona de estudio sólo realizan los tres primeros, dejando para los comercializadores la clasificación y el envasado.

Despicado. Esta tarea se realiza de manera manual en dos formas distintas: la primera eliminando las bayas de los racimos con las manos inmediatamente después de la cosecha y la segunda, por la que optan la mayoría, es dejando perder humedad al fruto en el secado durante un día y enseguida eliminan los racimos usando los pies (Figura 5.26).



Figura 5.26. Bayas de pimienta en racimo.

Secado. El secado se realiza en asoleadores de concreto, comúnmente usan los techos de las casas y otros tienen un lugar destinado para secado en el patio. Esta parte del proceso lleva aproximadamente 3-5 días, dependiendo de las condiciones ambientales. Un parámetro utilizado para determinar que ha llegado a su fin es escuchar el sonido de las semillas al interior de los frutos. El factor de conversión por pérdida de humedad es de 3:1; es decir, 3 kg de fruto verde para obtener 1 kg en seco.

Limpieza. La limpieza elimina racimos y otras impurezas del producto; y la efectúan con la ayuda de escobas y ventiladores.

5.4 Sistemas de producción de pimienta

Con el objetivo de dar a conocer el tipo de agroecosistemas en los que se produce la pimienta, la interacción entre las especies con las cuales convive, la diversidad, el rendimiento y la condición socioeconómica, en la región Nororiental Totonaca de Puebla, se reportan los resultados de las entrevistas a productores por cada clase de tierra. Datos referentes a la tenencia de la tierra y la población de habla indígena se agregan en el Anexo 2.

5.4.1 Clasificación agroforestal

De acuerdo con la clasificación agroforestal de Krishnamurthy y Ávila (1999) y de Torquebiau (1990), los sistemas agroforestales encontrados, varían en cada localidad por clase de tierra.

En la localidad de Reyes de Vallarta, sólo en las clases de tierra de tepetate y arena se detectaron dos tipos de sistemas agroforestales: un sistema silvopastoril en el que se registraron interacciones de árboles y animales, y un sistema agrosilvícola de cultivos anuales con árboles dispersos. En el resto de las clases de tierra se practica sólo un sistema agrosilvícola por la asociación de árboles y cultivos perenes (Cuadro 5.12). El resto de atributos de estos sistemas se describen a continuación

Para todas las clases de tierras, el arreglo en el espacio vertical es multiestrato; es decir, la altura de las especies es diferente y el arreglo horizontal es mixto, esto significa que tienen un orden irregular. De la misma forma el arreglo en el tiempo es simultáneo, pues las plantas se cultivan al mismo tiempo. Sucede lo mismo en relación al régimen de manejo, el cual es de insumos bajos, escala de manejo pequeña, meta comercial intermedia y la función es la diversificación de productos.

Cuadro 5.12. Clasificación de sistemas agroforestales por clase de tierra en la localidad de Reyes de Vallarta, Tuzamapan de Galeana, Puebla.

Clasificación de SAF's ¹	B ²	B-P ³	Ch ⁴	C ⁵	Pa ⁶	T ⁷ A ⁸	A ⁹
Componentes de producción	Sistema agrosilvícola					Sistema agrosilvícola Sistemas silvopastoriles	
Arreglos en el espacio (vertical y horizontal)	Multiestrato y mixto						
Arreglos en el tiempo (simultáneos y secuenciales)						Simultáneo	
Régimen de manejo.	Insumos bajos, escala de manejo pequeña y meta comercial intermedia.						
Función o papel.	Diversificación de productos						
Prácticas agroforestales	Espaciales mixtas (huertas de árboles con multicapas)					Espaciales mixtas (Huertas de árboles con multicapas) Árboles en llanuras o pastizales.	
Tecnologías agroforestales	Cultivos bajo cubierta arbolada (Árboles dispersos en tierras de cultivo.)					Cultivos bajo cubierta arbolada (Árboles dispersos en tierras de cultivo.) Pastoreo bajo árboles de bosque o dispersos.	

En particular el sistema agrosilvícola de árboles y cultivos perenes asociados corresponde a un **sistema agrosilvícola multiestrato, mixto y simultáneo de café bajo sombra diversificada**. Este agroecosistema es característico de las tierras *Sizáca tiyat*, *Suzóco tiyat*, *Tachexél chiwish* y *Poxniuh tiyat* y en la sombra se encuentran especies arbóreas y arbustivas de uso industrial, frutal, maderable y no maderable. Los insumos que los productores destinan al sistema de producción son bajos, con una escala de manejo pequeña, meta comercial en especies como pimienta, café, mamey, cítricos, caoba y cedro; y de autoconsumo en el caso del plátano, chinina y guanábana.

¹ Sistemas agroforestales.

² Barrial.

³ Barrial con pedernal.

⁴ Chicluda.

⁵ Colorada.

⁶ Polvilla.

⁷ Tepetate.

⁸ Arena.

⁹ Arena.

En este sistema la densidad de árboles de pimienta por hectárea oscila entre 20-100 y el rendimiento por árbol de 45-55 kg.

A este sistema de cultivo Escamilla *et al.* (1994) y Moguel y Toledo (1996) lo denominan policultivo tradicional (Figura 5.27), en cuya sombra se combinan especies nativas e introducidas de uso múltiple. En este sistema, el rendimiento de la pimienta tiende a ser menor, a diferencia de otros agroecosistemas, debido a que crece bajo sombra y junto a una alta densidad de otras especies, esto presumiblemente genera condiciones de competencia por luz, agua y nutrientes.



Figura 5.27. Policultivo tradicional en un Cambisols, Reyes de Vallarta.

Por otro lado, el sistema agrosilvícola de cultivos anuales con árboles dispersos se trata de un **sistema multiestrato, mixto, simultáneo de cultivos anuales como maíz entre árboles dispersos** (Figura 5.28). Este sistema se presenta en las clases de tierras *Xcapat Chiwish* y *Tlamanca tiyat*, a diferencia del anterior, la asociación de especies se da entre el maíz, chile y otros, con árboles frutales, maderables y no maderables. Aquí los insumos que los productores destinan al sistema de producción son bajos, con una escala de manejo pequeña, meta comercial en especies como pimienta, chiltepín, mamey, cítricos, y cedro; y de autoconsumo para el caso del plátano, maíz y guanábana. En este sistema la densidad de árboles de pimienta por hectárea oscila entre 45-52 y el rendimiento por árbol de 53-57 kg.



Figura 5.28. Cultivo de maíz en un Cambisols, Reyes de Vallarta.

Por último, el **sistema silvopastoril**, es el **pastoreo de bovinos en potreros bajo sombra diversificada de árboles dispersos** (Figura 5.29). Lo podemos encontrar en la clase de tierra *cucú* y donde el principal componente del sistema es el ganado bovino de doble propósito (carne y leche) bajo un régimen de pastoreo extensivo, en combinación con árboles frutales, maderables y no maderables. De igual manera los insumos que se destinan al sistema de producción son bajos, con una escala de manejo pequeña, meta comercial para la carne, leche, pimienta, mamey, cedro y caoba; y de autoconsumo para el plátano. En este sistema la densidad de árboles de pimienta por hectárea es de 35 y el rendimiento promedio por árbol de 55 kg.



Figura 5.29. Sistema silvopastoril en un Arenosols, Reyes de Vallarta.

En la localidad de El Zapotal, el **sistema agrosilvícola de maíz con árboles dispersos en multiestrato y simultáneo** (Figura 5.30 y Cuadro 5.13) es el dominante y se encuentra en las cuatro clases de tierras (*Sizáca tiyat*, *Suzóco tiyat*, *Poxniuh tiyat* y *Chiwish tiyat*), en donde se asocia maíz con árboles frutales, maderables y no maderables. El nivel de insumos que se destinan son bajos, con una escala de manejo pequeña y meta comercial en cítricos, esencialmente mandarina, además de litchie, pimienta, palma camedor, cedro y caoba, los cultivos destinados para autoconsumo son maíz, aguacate, chinina, guanábana, plátano, café y chiltepín. En este sistema la densidad de árboles de pimienta por hectárea oscila entre 15-34 y el rendimiento por árbol de 45-56 kg.



Figura 5.30. Cultivo de maíz en un Luvisols, El Zapotal.

Cuadro 5.13. Clasificación de sistemas agroforestales por clase de tierra en la localidad de El Zapotal, Tenampulco, Puebla.

Clasificación de SAF's¹	Barrial	Colorada	Polvillo	Gravosa
Componentes de producción			Sistema agrosilvícola	
Arreglos en el espacio (vertical y horizontal)			Multiestrato y mixto	
Arreglos en el tiempo (simultáneos y secuenciales)			Simultáneo	
Régimen de manejo.	Insumos bajos, escala de manejo pequeña y meta comercial intermedia.			
Función o papel.	Diversificación de productos			
Prácticas agroforestales	Espaciales mixtas (huertas de árboles con multicapas)			
Tecnologías agroforestales	Cultivos bajo cubierta arbolada (Árboles dispersos en tierras de cultivo.)			

¹ Sistemas agroforestales.

Por último, en la tierra Sizáca tiyat o barro (única clase de tierra descrita por los productores) de la localidad de Tenexapa de Azueta (Cuadro 5.14) se encontró un sistema agrosilvícola y un silvopastoril.

El **sistema silvopastoril se integra con bovinos en pastoreo en potreros bajo sombra de árboles dispersos de frutales, maderables y no maderables** (Figura 5.31). El ganado bovino es de doble propósito (carne y leche) y está en pastoreo extensivo en potreros con sombra de árboles frutales (mamey y chicozapote), maderables (caoba y cedro) y no maderables (pimienta). Generalmente se destinan insumos bajos, dónde la meta es la comercialización de animales para la engorda, leche, pimienta, cedro y caoba, así como el autoconsumo de mango y chicozapote. El rendimiento de pimienta en este sistema presenta una ligera tendencia a incrementarse, dado que no tiene interferencia de luz solar y el estiércol del ganado en pastoreo aporta nutrimentos para el árbol. En este sistema la densidad de árboles de pimienta por hectárea es de 120 y el rendimiento por árbol promedio es de 65 kg.



Figura 5.31. Sistema silvopastoril en un Cambisols, Tenexapa de Azueta.

Sistema agrosilvícola multiestrato, mixto, simultáneo de maíz y árboles frutales (Figura 5.32).

La interacción aquí se da entre el cultivo de maíz y una diversidad de árboles frutales, maderables y no maderables. Los insumos utilizados son bajos y con una meta de comercialización de cítricos (naranja y mandarina), pimienta, cedro y caoba, mientras que el maíz, plátano, café y mamey son para autoconsumo. En este sistema la densidad de árboles de pimienta por hectárea es de 34 y el rendimiento promedio por árbol de 56 kg.



Figura 5.32. Cultivo de maíz en un Cambisols, Tenexapa de Azueta.

Cuadro 5.14. Clasificación de sistemas agroforestales por clase de tierra en la localidad de Tenexapa de Azueta, Hueytamalco, Puebla.

Clasificación de SAF's¹	Barrial
Componentes de producción	Sistema agrosilvícola Sistemas silvopastoriles
Arreglos en el espacio (vertical y horizontal)	Multiestrato y mixto
Arreglos en el tiempo (simultáneos y secuenciales)	Simultáneo
Régimen de manejo.	Insumos bajos, escala de manejo pequeña y meta comercial intermedia.
Función o papel.	Diversificación de productos
Prácticas agroforestales	Espaciales mixtas (Huertas de árboles con multicapas) Árboles en llanuras o pastizales.
Tecnologías agroforestales	Cultivos bajo cubierta arbolada (Arboles dispersos en tierras de cultivo.) Pastoreo bajo árboles de bosque o dispersos.

¹ Sistemas agroforestales.

En el Cuadro 5.15 se reporta un resumen de los sistemas agroforestales por comunidad y clase de tierra y posteriormente se describe la diversidad de especies cultivadas en cada una de ellas.

Cuadro 5.15. Agroecosistemas representativos por localidad y clase de tierra.

Clase de tierra	Reyes de Vallarta	El Zapotal	Tenexapa de Azueta
<i>Sizáca tiyat</i> Tierra barrial		Sistema agrosilvícola multiestrato, mixto, simultáneo de maíz y árboles dispersos.	Sistema silvopastoril de pastoreo de bovinos bajo sombra diversificada de árboles dispersos. Sistema agrosilvícola multiestrato, mixto y simultáneo de maíz y árboles dispersos.
<i>Suzóco tiyat</i> Tierra colorada <i>Tachexél chiwish</i> Barrial con pedernal	Sistema agrosilvícola multiestrato, mixto y simultáneo de café bajo sombra diversificada.		
<i>Poxniuh tiyat</i> Polvilla		Sistema agrosilvícola multiestrato, mixto, simultáneo de maíz y árboles dispersos.	
<i>Xcapat chiwish</i> Tepetate <i>Tlamanca tiyat</i> Chicluda	Sistema agrosilvícola multiestrato, mixto, simultáneo de maíz y árboles dispersos.		
<i>Cucú</i> Arena	Sistema silvopastoril de pastoreo de bovinos bajo sombra diversificada de árboles dispersos.		
<i>Chiwish tiyat</i> Gravosa		Sistema agrosilvícola multiestrato, mixto, simultáneo de maíz y árboles dispersos.	

5.4.2 Diversidad

La diversidad de especies (Cuadro 5.16) es mayor en la localidad Reyes de Vallarta, dicha localidad se ubica en la sierra; esta disminuye en las siguientes dos localidades situadas en lomerío. En la sierra la producción es en mayor grado para autoconsumo; en tanto, que en la parte baja existen plantaciones destinadas a comercialización, tal es el caso de litchie y cítricos.

Cuadro 5.16. Diversidad de especies por localidad.

Tipo	Reyes de Vallarta	El Zapotal	Tenexapa de Azueta
Anuales		Maíz	
Frutales	Chinina Mamey Lima-limón Mandarina Plátano Naranja Guanábana	Litchie Mandarina Guanábana Limón Naranja Chicozapote Aguacate	Naranja Mamey Plátano Chicozapote Mango
Maderables	Cedro Caoba		
Industriales		Pimienta Café	
Otros	Chiltepín Chalahuite	Palma camedor	
No. especies		14	13
			10

En el Cuadro 5.17 se expone la diversidad de especies por clases de tierras, siendo la tierra barrial la que cuenta con mayor número (16); las tierras chicluda y barrial con pedernal son tienen menor cantidad, 6 y 4 respectivamente. La tierra colorada, la cual según los productores tiene menores rendimientos en cultivos en general presenta 10 especies.

Es importante mencionar que las especies predominantes, tanto a nivel localidad y clases de tierras son los frutales y el cultivo de maíz.

Cuadro 5.17. Diversidad de especies por clase de tierra.

Clases de tierras	Anuales	Frutales	Maderables	Industriales	Otros	No. especies
Barrial	Maíz	Naranja Lima-Limón Aguacate Litchie Guanábana Chicozapote Mamey Chinina Mandarina Plátano	Cedro Caoba	Pimienta Café	Palma camedor	16
Arena		Mamey Plátano	Cedro Caoba	Pimienta Café	Chalahuite	7
Barrial pedernal	con	Naranja Lima-limón		Pimienta Café		4
Chicluda	Maíz	Mamey Plátano Lima-limón	Cedro	Pimienta	Chiltepín	6
Colorada	Maíz	Chinina Mamey Mandarina Lima-limón Litchie	Cedro Caoba	Pimienta Café		10
Polvilla(o)	Maíz	Mamey Mandarina Naranja Limón Plátano	Cedro Caoba		Pimienta Café	10
Tepetate	Maíz	Plátano Mamey Guanábana Naranja Lima-limón	Cedro	Pimienta Café		9
Gravosa	Maíz	Litchie Mamey Mandarina	Cedro Caoba	Pimienta		7

5.4.3 Rendimiento

Tomando en cuenta el Cuadro 5.18, en general la tierra barrial muestra los mayores rendimientos, siendo un sistema silvopastoril en tierra barrial de lomerío el que presenta la mayor producción por árbol con 65 kg; posiblemente el aporte constante de estiércol contribuye al reciclaje de nutrientes en el sistema y una mayor exposición a la radiación solar sean los responsables de esto. Por otra parte la polvilla en un sistema agrosilvícola multiestrato, mixto y simultáneo de café bajo sombra diversificada y polvillo en un sistema agrosilvícola multiestrato, mixto, simultáneo de maíz y árboles dispersos presentan los valores más bajos con 45 kg. Al realizar el análisis de varianza con un solo factor (kg/árbol) y con un Alpha=0.05, se aceptó la hipótesis nula (H_0), lo cual indica que no hay diferencias de rendimiento entre los tratamientos, en este caso las clases de tierras.

La densidad media de árboles por ha es de 48 y el rendimiento promedio es de 54 kg/árbol, dando un rendimiento medio en la región de 2.59 t ha⁻¹. El SIAP (2014) menciona que el rendimiento para Puebla en este año fue de 2.92 t ha⁻¹, cifra cercana a lo reportado en esta investigación.

Cuadro 5.18. Densidad por hectárea y rendimiento promedio (kg/árbol) de pimienta por sistemas agroforestales y clases de tierras en la región Nororiental Totonaca de Puebla.

Clase de tierra	Tipo de sistema agroforestal					
	1	2	3	1	2	3
	kg/árbol			Árboles/ha		
Barrial de lomerío		56	65	34	120	
Barrial de sierra	55			100		
Arena			55			35
Barrial con pedernal	48			60		
Chicluda		53			45	
Colorada de sierra	50			20		
Colorada de lomerío		53			16	
Polvillo		45			15	
Polvilla	45			60		
Tepetate		57			52	
Gravosa		50			20	

1. Sistema agrosilvícola multiestrato, mixto y simultáneo de café bajo sombra diversificada.
2. Sistema agrosilvícola multiestrato, mixto, simultáneo de maíz y árboles dispersos.
3. Sistema silvopastoril de pastoreo de bovinos bajo sombra diversificada de árboles dispersos.

5.5 Problemática en la producción de pimienta

Los problemas encontrados en la producción de pimienta en la región son similares en todas las clases de tierras, la variación está en la intensidad de ellos. El principal es una enfermedad (roya), la cual genera en algunas plantaciones la caída de fruto hasta en 50% (Figura 5.33). Algunos productores mencionaron que la fertilidad del suelo ha disminuido con el tiempo, además la diversidad de especies ha decrecido con el empleo de agroquímicos. Otro problema es la comercialización, la cual según los productores mencionan debiera ser directa, sin intermediarios. Asimismo, se requiere asesoría técnica respecto al control de plagas y enfermedades, fertilización, poda y conservación de la fertilidad del suelo; y por otra parte la adquisición de herramientas e insumos para facilitar las tareas anteriores, entre ellos serrotes, escaleras metálicas, aspersoras motorizadas y fertilizantes.



Figura 5.33. Bayas de pimienta afectadas por roya (coloración oscura).

6. CONCLUSIONES

Los productores de la Región Nororiental Totonaca de Puebla reconocen nueve clases de tierras por aspectos físicos como son color, textura, pedregosidad y consistencia, las cuales son: *Poxniuh tiyat* (polvilla y polvillo), *Cucú* (arena), *Xcapat chiwish* (tepetate), *Tlamanca tiyat* (chicluda), *Tachexél chiwish* (barrial con pedernal), *Sizáca tiyat* (barrial), *Suzóco tiyat* (colorada) y *Chiwish tiyat* (gravosa). Además mencionan que las tierras donde existen mayores rendimientos de cultivos en general presentan una capa superficial oscura y aquellas con una coloración rojiza en la superficie o pedregosidad tienen el menor potencial

Las propiedades físicas y químicas donde se desarrolla la pimienta corresponden principalmente a suelos arcillosos, pH desde ácidos a neutros; bajos a medios contenidos de carbono orgánico (0.76 a 3.8%), un amplio rango de densidades aparentes (1.1 a 1.6 gcm⁻³) y PSB mayores de 50%. Además, bajos contenidos de fosfatos, nitrógeno, y potasio.

De acuerdo con el IUSS Grupo de Trabajo de la WRB (2014), el grupo predominante de suelos de la zona de estudio corresponde a Cambisols, aunque también se encontraron Phaeozems, Luvisols, Arenosols y Regosols y con la Taxonomía de Suelos corresponden a Inceptisols, Mollisols, Alfisols y Entisols.

El manejo del cultivo de pimienta no varía con las clases de tierras, ni con la calidad de las mismas, más bien está en función de la cantidad de trabajo dedicada por los productores a las plantaciones. Fue observado que dentro de algunas tierras existen prácticas diferentes y en diferentes tierras se pueden aplicar las mismas.

La problemática agronómica de la pimienta en general es semejante en todas las clases de tierras, las diferencias se deben a los grados de afectación. La roya representa el problema dominante y puede ocasionar mermas hasta de 50% del rendimiento.

Aunque estadísticamente no existen diferencias significativas en los rendimientos, de acuerdo a los productores y considerando los datos promedio en kg/árbol, el sistema silvopastoril en tierra barrial de lomerío presenta los mayores rendimientos en el cultivo de pimienta, con una producción por árbol de 65 kg.

7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son planteadas como posibles acciones para solucionar los problemas encontrados.

Como primer punto, en la región se requiere asesoría técnica para guiar a los productores en buenas prácticas de manejo en el cultivo de pimienta, es indispensable el control de plagas y enfermedades, pues son las principales causas de pérdida en rendimiento, sin embargo no se debe pasar inadvertido el manejo apropiado del recurso suelo.

Una vez hecho el primer paso, es recomendable promover la organización de los productores para facilitar la adquisición de herramientas e insumos que faciliten las tareas anteriores y además logren comercializar sus productos a precios justos.

Es importante preservar el conocimiento étnico que tienen los productores totonacos, pues en combinación con el científico facilitan el entendimiento de los sistemas de producción, de ahí la importancia de la opinión del productor en la investigación. Y con base en ello buscar soluciones a diversos problemas presentes en la región.

8. LITERATURA CITADA

- Andrades, M. y Martínez, Ma. E. 2014. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3ª edición. Logroño, Universidad de la Rioja, España. 34 p.
- Anupama K., K., K. Ramya, K., M. S., y Joseph, J. 2015. Adsorption and electrochemical studies of *Pimenta dioica* leaf extracts as corrosion inhibitor for mild steel in hydrochloric acid. *Materials Chemistry and Physics* 167 (2015): 28-41.
- Benítez B, G., Pulido S., Ma. T. y Equihua, Z. M. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C., SIGOLFO, CONAFOR. Xalapa, Veracruz, México. 288 p.
- Bockheim, J. G. and A. N. Gennadiyev. 2000. The role of soil-forming processes in the definition of taxa in Soil Taxonomy and the World Soil Reference base. *Geoderma* 95: 53-72.
- Buol, S. W., Southard, R. J., Graham, R. C. y McDaniel, P. A. 2011. Soil Genesis and Classification. Sixth edition. Iowa, USA. 543 p.
- Chenaut, V. 2010. Los totonacas de Veracruz: Población, cultura y sociedad. CIESAS-Golfo. Veracruz. 12 pp.
- CONAFOR. 2014. Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales Manual de Obras y Prácticas. Zapopan, Jalisco, México. 285 p.
- Cuanalo C., H. 1990. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo (3ª edición). Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 40 p.
- Cruz C., G, Ortiz S., C. A., Gutiérrez C., Ma del C. y Villegas M., A. (2008). Las clases de tierras cítrícolas del ejido Pueblillo, Papantla, Veracruz. *Terra Latinoamericana* 26 (1) 11-19.
- Dima, C., Cotârlet, M., Alexe, P. y Dima, S. 2014. Microencapsulation of essential oil of pimento [*Pimenta dioica* (L) Merr.] by chitosan/k-carrageenan complex coacervation method. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 22 (2014): 203–211.
- ECOCROP. 2016. *Pimenta dioica* L. Merril. Consultado: 19 de abril. Disponible: <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropView?id=1689>
- Escamilla P., E., Licona V., A. L., Díaz C., S., y Santoyo C., H. V., Sosa, R. y Rodríguez R., L. 1994. Los sistemas de producción de café en el centro de Veracruz, México. Un análisis tecnológico. CIESTAAM, CRUO, Universidad Autónoma Chapingo. México. 27 p.
- Espinoza, L., Slaton, N. y Mozaffari, M. 2006. Como interpretar los análisis de los resultados de los análisis de suelos. Universidad de Arkansas, USA. 4 p.
- Hazelton P., A. y Murphy B., W. 2007. Interpreting soil test results: what do all the numbers mean? [2nd ed.]. Collingwood VIC 3066, Australia. 133p.

- Hernández A., E. E. 2015. Producción y manejo de caña de azúcar bajo agricultura de riego en Tlaquiltenango, Morelos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2011. Paquete Tecnológico Pimienta Gorda (*Pimenta dioica* L. Merrill) Establecimiento y mantenimiento. Campo Experimental El Palmar, Tezonapa, Veracruz. 16 p.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2012. Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. Publicación Especial Núm. 8. Centro de Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental Cotaxtla. 68 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016. Consultado: 10 de abril. Disponible: <http://www.inegi.org.mx/>
- IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.
- Kikuzaki, H., Hara, S., Kawai, Y. y Nakatani, N. 1999. Antioxidative phenylpropanoids from berries of *Pimenta dioica*. *Phytochemistry* 52(1999): 1307-1312.
- Krishnamurthy, L. y Ávila M. 1999. Agroforestería básica. PNUMA. México. 340 p.
- Landrum, L.R. 1986. *Pimenta Lindley*. In: *Flora Neotropica* 45: 72-115.
- Licona V., A. L. y Sosa M., L. 1992. Levantamiento de tierras campesinas en el área de influencia de la Sociedad Cooperativa Tosepan Titataniske. En Duch G., J., Licona V., A. L. y Larios R., J. (comp.). Estudio de los recursos naturales para la agricultura en el sistema de centros regionales. Chapingo, México. 205 p.
- Licona V., A. L., Ortiz S., C. A., Gutiérrez C., Ma del C. Manzo R., F. 2006. Clasificación local de tierras y tecnología del policultivo café-plátano para velillo-sombra en comunidades cafetaleras. *Terra Latinoamericana* 24 (1) 1-7.
- Lara M., J. C. 2014. Clasificación campesina de tierras en la comunidad de San Marcos Guaquilpan en el municipio de Calpulalpan, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- López T., G. 2007. Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p.
- Macía B., M. J. 1998. La pimienta de Jamaica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill, Myrtaceae) en la Sierra Norte de Puebla (México). *Anales Jard. Bot. Madrid* 56(2): 337-349.

- Mariles F., V. 2014. Relación entre las clases de tierra y la calidad de *Agave angustifolia* Haw. en La Soledad Salinas, Quiatoni, Oaxaca, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 129 p.
- Martínez P., D., Hernández G., M.A y Martínez G., E.G. 2013. Colección Trópico Húmedo La pimienta gorda en México (*Pimenta dioica* L. Merrill): avances y retos en la gestión de la innovación. Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). 74 p.
- Masferrer K., E. 2004. Pueblos Indígenas del México Contemporáneo Totonacos. México: CDI: PNUD. 39 p.
- Mejía G., M. 2010. Acopio, Beneficio y Comercialización de Pimienta Gorda (*Pimenta dioica* L.) con capacitación especializada en Vicente Guerrero, Municipio de Olintla, Puebla. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura. Xalisco, Nayarit.
- Moguel, P. y Toledo, V.M. 1996. El café en México. Ecología, cultura indígena y sustentabilidad. Ciencias 43: 40-51.
- Musálem S., M. A. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. 120 p.
- Nair P., K. R. 1985. Classification of agroforestry systems. Nairobi, Kenia. Agroforestry Systems 3: 97-128.
- Nair P., K. R. 1993. An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 499 p.
- Ortiz E., B. 1995. La cultura asediada: espacio e historia en el trópico veracruzano (el caso del Totonacapan). México. CIESAS IEAC. 118 p.
- Ortiz S., C. A. y Gutiérrez C., Ma del C. 2001. La Etnoedafología en México Una visión retrospectiva. Etnobiología 1:44-62.
- Ortiz S., C. A., Gutiérrez C., Ma del C. y Sánchez G., P. 2014. Levantamientos de suelos para dar recomendaciones a nivel parcelario. Programa de Edafología, Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 16 p.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. México, D.F. UNAM. Fondo de Cultura Económica. 521 p.
- Purseglove, J. W., Brown, E. G., Green, C. L. y Robbins S. R. J. 1981. Species: volumen 1. Longman, New York, E.U.A. 439 p.

- Rojas R., T. 1991. Historia indígena: apuntes para una reflexión. En A. Warman y A. Argueta (coords.). Nuevos enfoques para el estudio de las etnias indígenas en México. México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades-UNAM-Porrúa.
- Sánchez G., P., Ortiz S., C. A., Gutiérrez C., Ma del C. y Gómez D., J. D. 2002. Clasificación campesina de tierras y su relación con la producción de caña de azúcar en el sur de Veracruz. *Terra Latinoamericana* 20 (4) 359-369.
- Sánchez M., A. 2008. Manual técnico para el establecimiento y manejo de plantaciones de pimienta en la región de Calakmul, Campeche. CONABIO, 2008. México D.F. 37 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2016. Consultado: 25 de abril. Disponible: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436 p.
- Soil Survey Staff. 2014. Claves para la Taxonomía de Suelos. Traducido por Carlos Alberto Ortiz-Solorio, Ma. del Carmen Gutiérrez-Castorena y Edgar V. Gutiérrez-Castorena Decima segunda Edición. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales U.S. 410 p.
- Torquebiau, E. 1990. Conceptos de agroforestería: una introducción. Traducido por Cano, C. México. 92 p.
- Van Reece, L. P. 1999. Procedimientos para análisis de suelos, versión 1995. Traducción de Dra. Ma. Del Carmen Gutiérrez Castorena, M.C C. Carlos Arturo Tavares Espinoza y Dr. Carlos Alberto Ortiz Solorio. Primera edición en español. Especialidad de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.
- Williams B., J. y Ortiz S., C. A. 1981. Middle American Folk Soil Taxonomy. *Annals of Association of American Geographers*. 71(3):335-358.
- Yilmaz, S., Acar, U., Sabri, K.O., Gültepe, N. y Ergün, S. 2015. Effects of dietary allspice, *Pimenta dioica* powder on physiological responses of *Oreochromis mossambicus* under low pH stress. *SpringerPlus* (2015) 4:719.
- Zabka, M., Pavela, R. y Slezakova L. 2009. Antifungal effect of *Pimenta dioica* essential oil against dangerous pathogenic and toxinogenic fungi. *Industrial Crops and Products* 30 (2009): 250–253.

ANEXOS

Anexo 1. Descripción de Perfiles, Resultados de Análisis de Laboratorio y Clasificación de Suelos de las Clases de Tierras.

La descripción de perfiles de campo se realizó con base en el manual de Cuanalo (1990), los análisis de laboratorio utilizando el manual de Van Reeuwijk (1999) y la clasificación de suelos con el sistema de la Base de Referencia Mundial del recurso suelo, (versión 2014, actualización 2015) y para la Taxonomía de Suelos se utilizó la décima segunda edición (2014).

A.1.1. Clase de Tierra Polvillo (*Poxniuh tiyat*).

No. De perfil: 1 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 09' 48.2" Latitud Norte 97° 23' 10.9" Longitud Oeste

Elevación: 345 m **Exposición del perfil:** Oeste

Relieve: Lomerío **Pendiente:** 38%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Donador

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

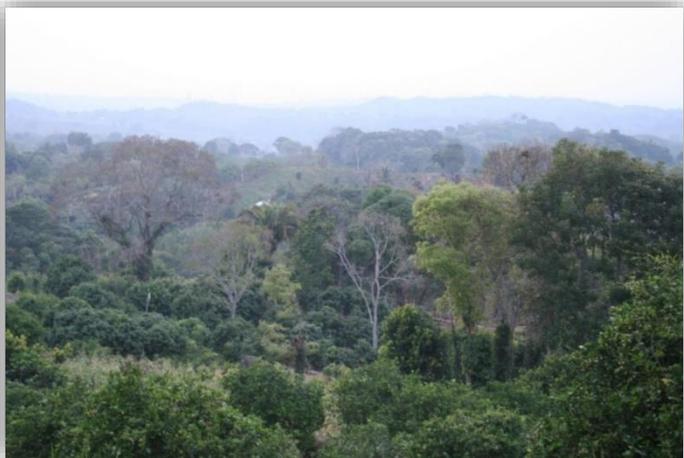
Vegetación inducida: Asociación de cítricos, maíz, pimienta gorda y arboles maderables.

Fauna: Pocos roedores y aves.

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Regosol (RGeu+RGca+PHha/2) 1:250,000 **Clasificación local:** Polvillo – Poxniuh tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-47	Color pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques subangulares y granular media de moderado desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad rápida; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; raíces pocas y gruesas; reacción fuerte al HCl y H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso de 1-5%, piedra grande de 10-20 cm, forma angular, arenisca; transición media y horizontal.
Bk	47-88	Color pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) cuando húmedo; húmedo; textura franco arcilloso; estructura de bloques subangulares de moderado desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; raíces raras y gruesas; reacción fuerte al HCl y H ₂ O ₂ ; muy pedregoso de 20-50%, piedra muy grande más de 20 cm, forma angular, arenisca; transición marcada y ondulada.
2Ck	88-116	Color pardo fuerte (7.5YR 5/6) cuando húmedo; húmedo; textura franco arcillo limoso; estructura de bloques angulares de moderado desarrollo y masiva; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; raíces raras y medias; reacción moderada al HCl y H ₂ O ₂ ; muy pocas piedras cerca del 1%, piedras pequeñas de 1-5 cm, forma subangular, arenisca; transición tenue y ondulada.
3Cr	116-147	Color pardo amarillento (10YR 5/4) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura masiva; consistencia duro; permeabilidad lenta; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro de los agregados, intersticiales; raíces muy raras y medias; reacción moderada al HCl y H ₂ O ₂ .

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg - 1)	Cmol(+)Kg-1					PSB (%)	Da (gcm-3)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
0-47	7.2	2.83	0.23	8.59	24.57	43.51	1.59	0.62	0.27	100.00	1.36	0.41	18.88
47-88	7.2	1.84	0.13	9.88	24.36	48.74	1.56	0.56	0.27	100.00	1.62	0.33	27.65
88-116	7.5	0.54	0.04	6.01	18.39	39.19	1.49	0.58	0.15	100.00	1.62	0.20	23.84
116-147	6.1	0.76	0.05	tr	24.46	18.50	1.61	0.56	0.17	85.22	1.80	0.15	18.07

Prof. (cm)	% CaCO3 e	% A L R			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
0-47	14.29	20.33	35.74	43.94	Arcilla	5YR 2.5/2	Pardo rojizo oscuro	5YR 4/4	Gris oscuro
47-88	15.80	22.39	38.28	39.33	Franco arcilloso	5YR 3/2	Pardo rojizo oscuro	10YR 6/3	Pardo pálido
88-116	16.67	18.54	54.13	27.33	Franco arcillo limoso	7.5YR 5/6	Pardo fuerte	10YR 7/4	Pardo pálido muy
116-147	0.51	30.61	25.00	44.39	Arcilla	10YR 5/4	Pardo amarillento	10 YR 8/4	Pardo pálido muy

Horizonte móllico de 0-47 cm

Roca continúa >147 cm

Material calcárico 0-116 cm

Material colúvico 0-70 cm

Discontinuidad lítica 88-116 cm y 116-147 cm

Material mineral en todo el espesor

Calcaric Phaeozems (Loamic, Colluvic, Raptic)

Epipedón: Mólico 0-47 cm

Horizonte de diagnóstico subsuperficial:

Características de diagnóstico: Carbonatos libres 0-116 cm

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Mollisols

Suborden: Udolls

Gran grupo: Hapludolls

Subgrupo: Entic Hapludolls

A.1.2. Clase de tierra gravosa (*Chiwish tiyat*).

No. De perfil: 2 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 10' 06.1" Latitud Norte 97° 22' 46.6" Longitud Oeste

Elevación: 253 m **Exposición del perfil:** Oeste

Relieve: Lomerío **Pendiente:** 40%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Normal

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Asociación de litchie, cítricos, maíz, pimienta gorda y arboles maderables.
Potreros

Fauna: pocos roedores y aves.

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Regosol (RGeu+RGca+PHha/2) 1:250,000 **Clasificación local:** Gravosa – Chiwish tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-37	Color negro (5YR 2.5/1) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura franco; estructura de bloques subangulares y granular de moderado desarrollo; consistencia duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; raíces raras y medias; reacción nula al HCl y moderada al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso del 1-5%, piedras medias de 5-10 cm, forma subangular y redonda, arenisca; transición tenue y horizontal.
Bw	37-72	Color gris muy oscuro (5YR 3/1) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques subangulares de moderado desarrollo; consistencia duro; permeabilidad moderada; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; raíces muy raras y gruesas; reacción nula la HCl y moderada al H ₂ O ₂ ; pedregoso del 5-20%, piedras medias de 5-10 cm subangular y redonda, arenisca; transición media y ondulada.
Bc	72-135	Color pardo amarillento (10YR 5/6) cuando húmedo; húmedo; textura franco limoso; estructura de bloques angulares de débil desarrollo; consistencia duro; permeabilidad lenta; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; sin presencia de raíces; reacción muy fuerte al HCl y muy fuerte al H ₂ O ₂ ; nódulos frecuentes, muy pequeños, negros, esferoides, blandos, de manganeso; muy pocas piedras cerca del 1%, piedras pequeñas de 1-5 cm.

A.1.3. Clase de tierra colorada de lomerío (*Suzóco tiyat*). **No. De perfil:** 3
Luis Rojas Pérez

Descrito por:

Localización: 20° 09' 59.6" Latitud Norte 97° 23' 05.0" Longitud Oeste

Elevación: 280 m **Exposición del perfil:** Norte

Relieve: Lomerío **Pendiente:** 28%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Normal

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Asociación de litchie, cítricos, maíz, pimienta gorda y arboles maderables. Acahuales.

Fauna: Pocos roedores y muchas aves.

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo: erosión, pedregosidad, hormigueros, termitas, coa

INEGI: Regosol (RGeu+RGca+PHha/2) 1:250,000 **Clasificación local:** Colorada – Suzóco tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-16	Color pardo oscuro (7.5YR 3/4) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura franco arcilloso; estructura de bloques subangulares; consistencia blando; permeabilidad moderada; poros pocos, finos, discontinuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces raras y delgadas; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ transición marcada y ondulada.
Bt	16-50	Color pardo fuerte (7.5YR 5/6) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques angulares de débil desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros muy pocos, finos, discontinuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; raíces muy raras y delgadas; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; transición tenue y horizontal. Revestimientos arcillosos.
Bt	50-65	Color pardo fuerte (7.5YR 5/6) cuando húmedo ; húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques angulares de débil desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros muy pocos, finos, discontinuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; raíces muy raras y delgadas; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; transición tenue y horizontal. Presencia de moteado amarillo-rojo 40-60%. Revestimientos arcillosos.
C ₁	65-100	Color pardo fuerte (7.5YR 5/8) cuando húmedo; húmedo; textura arcillo limoso; estructura masiva; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros muy pocos, finos, discontinuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; sin presencia de raíces; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; transición tenue y horizontal. Presencia de moteado amarillo-rojo 40-60%.
C ₂	100-130	Color pardo fuerte (7.5YR 5/8) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura masiva; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros muy pocos, finos, discontinuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; sin presencia de raíces; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ . Presencia de moteado amarillo-rojo 40-60%.

Prof. (cm)	pH	CO (%)	N (%)	P (mg Kg ⁻¹)	Cmol ₍₊₎ Kg ⁻¹					PSB (%)	Da (gcm ⁻³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
0-16	4.6	1.53	0.15	tr	9.32	4.9	1.6	0.5	0.2	79.08	1.57	0.17	16.68
16-50	4.8	0.46	0.08	tr	20.5	5.5	1.7	0.5	0.2	39.60	1.72	0.10	36.61
50-65	4.7	0.61	0.13	tr	16.6	2.9	1.4	0.5	0.1	30.62	1.52	0.18	37.43
65-100	4.5	0.84	0.08	tr	17.8	2.6	1.4	0.5	0.1	26.95	1.53	0.15	40.10
100-130	4.5	0.84	0.06	tr	16.6	2.3	1.3	0.5	0.1	26.71	1.45	0.10	41.08

Prof. (cm)	% CaCO ₃ e	%			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
0-16	0.11	42.74	25.98	31.28	Franco arcilloso	7.5YR 3/4	Pardo oscuro	10YR 5/4	Pardo amarillento
16-50	0.48	7.19	32.26	60.55	Arcilla	7.5YR 5/6	Pardo fuerte	10YR 7/6	Amarillo
50-65	0.25	15.59	41.69	42.72	Arcillo limoso	7.5YR 5/6	Pardo fuerte	10YR 7/6	Amarillo
65-100	0.11	5.93	49.59	44.48	Arcillo limoso	7.5YR 5/8	Pardo fuerte	10YR 7/6	Amarillo
100-130	0.11	25.19	31.69	43.12	Arcilla	7.5YR 5/8	Pardo fuerte	10YR 6/6	Amarillo pardusco

Horizonte árgico 16-50 cm

Diferencia textural abrupta 16-50 cm

Abruptic Luvisols (Clayic, Differentic, Epidystric, Ochric, Profondic)

Epipedón: Ócrico

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Argílico 16-65 cm

Características de diagnóstico: cambio textural abrupto 16-50 cm

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Alfisols

Suborden: Udalfs

Gran grupo: Hapludalfs

Subgrupo: Ultic Hapludalfs

A.1.4. Clase de tierra barrial de lomerío (*Sizáca tiyat*).

No. De perfil: 4 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 09' 47" Latitud Norte 97° 23' 02.0" Longitud Oeste

Elevación: 302 m **Exposición del perfil:** Oeste

Relieve: Lomerío **Pendiente:** 30%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Normal

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Asociación de cítricos, litchie, maíz, pimienta gorda y arboles maderables. Potreros y acahuales

Fauna: Pocas aves.

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Regosol (RGeu+RGca+PHha/2) 1:250,000 **Clasificación local:** Barrial – Sizáca tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-20	Color negro (5YR 2.5/1) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques subangulares; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; raíces comunes y gruesas; reacción nula al HCl y moderada al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso 1-5%, piedras pequeñas, forma angular, arenisca; transición media y horizontal.
Bw	20-47	Color gris muy oscuro (5YR 3/1) cuando húmedo; húmedo; textura franco arcilloso; estructura de bloques subangulares de moderado desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; raíces pocas y gruesas reacción ligera al HCl y moderada al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso 1-5%, piedras pequeñas, forma angular, arenisca; transición media y horizontal.
Crt	47-90/100	Color pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura masiva y de bloques angulares de débil desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; sin presencia de raíces; pedregoso de 5-20%, piedras medias de 5-10 cm, forma angular, arenisca; reacción ligera al HCl y moderada al H ₂ O ₂ .
R	90/100-125	Presencia de roca en un 90%, piedra muy grande, forma tabular, arenisca.

Prof. (cm)	pH	CO (%)	N (%)	P (mg Kg ⁻¹)	Cmol(+)Kg ⁻¹					PSB (%)	Da (gcm ⁻³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
0-20	7.0	3.82	0.30	15.04	21.99	21.12	1.46	0.58	0.41	100.00	1.61	0.88	27.02
20-47	7.1	1.76	0.20	18.91	23.02	22.98	1.42	0.67	0.35	100.00	1.79	0.40	27.68
47-90/100	7.6	1.15	0.08	2.14	24.67	19.98	1.30	0.58	0.18	89.33	1.79	0.27	26.09
90/100-125													

Prof. (cm)	% CaCO ₃ e	%			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
0-20	0.43	15.04	41.91	43.05	Arcillo limoso	5YR 2.5/1	Negro	5YR 4/1	Gris oscuro
20-47	0.11	20.79	42.35	36.85	Franco arcilloso	5YR 3/1	Gris muy oscuro	5YR 5/1	Gris
47-90/100	3.68	24.11	27.34	48.55	Arcilla	5YR 3/2	Pardo rojizo oscuro	10YR 6/3	Pardo pálido
90/100-125									

Horizonte mólico 0-20 cm

Horizonte cámbico 20-90/100 cm

Cambic Phaeozems (Clayic)

Epipedón: Mólico 0-20 cm

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Cámbico 20-47 cm

Características de diagnóstico:

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Mollisols

Suborden: Udolls

Gran grupo: Hapludolls

Subgrupo: Typic Hapludolls

A.1.5. Clase de tierra barrial de selva mediana (*Sizáca tiyat*).

No. De perfil: 5 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 09' 44.3" Latitud Norte 97° 23' 10.9" Longitud Oeste

Elevación: 345 m **Exposición del perfil:** Este

Relieve: Lomerío **Pendiente:** 44%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Donador

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

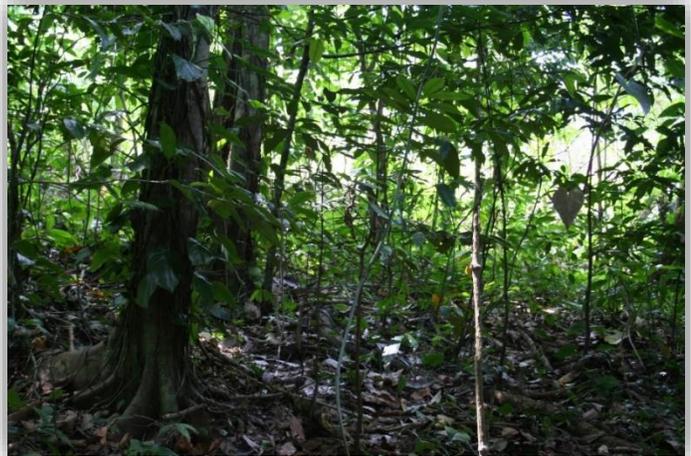
Vegetación inducida: Palma camedor

Fauna: Pocas aves, ardillas, armadillos, tlacuaches.

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Regosol (RGeu+RGca+PHha/2) 1:250,000 **Clasificación local:** Barrial – Sizáca tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Oe	10-0	
A ₁	0-7	Color negro (10YR 2/1) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arcillo limoso; estructura migajosa y de bloques subangulares; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros frecuentes, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces comunes y medias; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; sin piedras, piedras pequeñas, subangulares, arenisca; transición media y horizontal.
Bw	7-35	Color pardo (10YR 2/2) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques subangulares; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces pocas y gruesas; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; pedregoso de 5-20%, piedra grande de 10-20 cm, subangulares, arenisca; transición marcada y horizontal.
Bc	35-80	Color pardo amarillento (10YR 4/6) cuando húmedo; húmedo; textura franco arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares de moderado desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces muy raras y medias; reacción fuerte al HCl y moderado al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso, piedras medias 5-10 cm, forma subangulares, arenisca; transición media y horizontal. Nódulos pocos, muy pequeños, color negro, esferoides, blandos, de manganeso.
Ckcr	80-130	Color pardo pálido (10YR 7/3); húmedo; textura franco arcilloso; estructura masiva y de bloques angulares de débil desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces muy raras y medias; reacción fuerte al HCl y moderada al H ₂ O ₂ . Nódulos pocos, muy pequeños, color negro, esferoides, blandos, de manganeso.

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg - 1)	Cmol(+)Kg-1					PSB (%)	Da (gcm-3)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
10-0													
0-7	7.1	12.43	0.84	56.32	25.90	49.64	1.91	0.80	0.91	100.00	1.35	1.31	50.45
7-35	7.0	4.40	0.43	16.33	32.91	42.75	1.70	0.69	0.49	100.00	1.69	0.83	33.74
35-80	7.7	0.92	0.04	12.46	11.28	23.64	1.46	0.67	0.18	100.00	1.60	0.27	17.99
80-130	7.8	0.69	0.07	11.17	11.79	24.39	1.37	0.62	0.15	100.00	1.80	0.22	23.21

Prof. (cm)	% CaCO3 e	% A L R			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
10-0									
0-7	0.09	22.55	35.60	41.85	Arcilla	10YR 2/1	Negro	5YR 3/1	Gris muy oscuro
7-35	0.02	12.79	38.30	48.91	Arcilla	10YR 2/2	Negro	5YR 4/1	Gris oscuro
35-80	7.36	55.56	22.78	21.67	Franco arenoso	10YR 4/6	Pardo amarillento	10YR 6/4	Pardo amarillento claro
80-130	23.38	16.81	46.79	36.40	Franco arcilloso	10YR 7/3	Pardo pálido	10YR 8/2	Pardo muy pálido

Horizonte cámbico 7-35

Material colúvico 0-50 cm

Material calcárico 35-130 cm

Eutric Calcaric Cambisols (Clayic, Colluvic)

Epipedón: Ocrico

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Cámbico 7-35 cm

Características de diagnóstico: Carbonatos libres 35-130 cm

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Inceptisols

Suborden: Udepts

Gran grupo: Eutrudepts

Subgrupo: Humic Eutrudepts

A.1.6. Clase de tierra barrial de sistema agrosilvícola (*Sizáca tiyat*).

No. De perfil: 6 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 09' 04.9" Latitud Norte 97° 20' 07.1" Longitud Oeste

Elevación: 215 m **Exposición del perfil:** Este

Relieve: Lomerío **Pendiente:** 55%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Donador

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Plantaciones de pimienta, cítricos y maíz

Fauna: Pocas aves y roedores

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Regosol (RGeu+RGca+PHha/2) 1:250,000 **Clasificación local:** Barrial – Sizáca tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Oe	10-0	
A	0-25	Color negro (10YR 2/1) cuando húmedo; ligeramente húmedo; franco arcilloso; estructura de bloques subangulares; consistencia muy duro; permeabilidad moderada; poros finos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; raíces comunes y medias; reacción moderada al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; muy pocas piedras cerca de 1%, piedras pequeñas, forma subangular, arenisca; transición media y ondulada.
Bw	25-60	Color pardo (10YR 4/3) cuando húmedo; húmedo; textura arcilloso limoso; estructura de bloques angulares y subangulares; consistencia ligeramente duro; permeabilidad rápida; poros finos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; raíces pocas y medias; reacción moderada al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; muy pocas piedras cerca de 1%, piedras pequeñas, forma subangular, arenisca; transición tenue y ondulada.
Ck	60-85	Color pardo amarillento (10YR 5/6) cuando húmedo; húmedo; textura franco arcilloso; estructura de bloques angulares de débil desarrollo; consistencia extremadamente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; raíces pocas y medias; reacción moderada al HCl y nula al H ₂ O ₂ ; muy pocas piedras cerca de 1%, piedras pequeñas, forma subangular, arenisca; transición tenue y ondulada.
Ckr	85-136	Color pardo pálido (10YR 6/3) cuando húmedo; húmedo; textura franco arcillo limoso; estructura masiva y de bloques angulares de débil desarrollo; consistencia extremadamente duro; permeabilidad moderada; sin poros visibles; raíces raras y medias; reacción moderada al HCl y nula al H ₂ O ₂ ; extremadamente pedregoso, piedra muy grande mayor a 20 cm, laminar, arenisca.

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg ⁻¹)	Cmol(+)Kg ⁻¹					PSB (%)	Da (gcm ⁻³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
10-0													
0-25	7.6	4.78	0.39	11.17	23.5 4	22.8 7	1.5 6	0.6 5	0.4 0	100.00	1.69	0.6 9	25.47
25-60	7.7	1.53	0.11	8.59	16.6 3	21.7 3	1.4 7	0.6 7	0.1 7	100.00	1.64	0.3 8	15.74
60-85	7.7	1.38	0.07	2.14	15.7 1	21.0 6	1.4 1	0.6 7	0.1 5	100.00	1.55	0.2 4	14.89
85-136	7.9	1.30	0.05	8.59	8.09	23.6 5	1.4 2	0.7 5	0.2 0	100.00	1.72	0.2 9	10.80

Prof. (cm)	% CaCO ₃ e	% <u> </u>			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
10-0									
0-25	19.70	20.77	41.42	37.82	Franco arcilloso	10YR 2/1	Negro	5YR 5/1	Gris
25-60	30.63	6.45	55.33	38.22	Arcillo limoso	10YR 4/3	Pardo	10YR 7/2	Gris claro
60-85	32.47	20.71	48.51	30.78	Franco arcilloso	10YR 5/6	Pardo amarillento	10YR 7/3	Pardo muy pálido
85-136	29.44	2.94	66.60	30.46	Franco arcillo limoso	10YR 6/3	Pardo pálido	10YR 7/3	Pardo muy pálido

Horizonte cámbico 25-60 cm

Material calcárico 0-136 cm

Eutric Calcaric Cambisols (Loamic, Ochric)

Epipedón: Ócrico

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Cámbico 25-60 cm

Características de diagnóstico: Carbonatos libres 0-136 cm

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Inceptisols

Suborden: Udepts

Gran grupo: Eutrudepts

Subgrupo: Humic Eutrudepts

A.1.7. Clase de tierra barrial de sistema silvopastoril. (*Sizáca tiyat*).

No. De perfil: 7 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 08' 49.8" Latitud Norte 97° 19' 36.5" Longitud Oeste

Elevación: 201 m **Exposición del perfil:** Oeste

Relieve: Lomerío **Pendiente:** 18%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Receptor

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Pastizales con árboles maderables y pimienta

Fauna: Pocas aves y ganado bovino

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Regosol (RGeu+RGca+PHha/2) 1:250,000 **Clasificación local:** Barrial – Sizáca tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-25	Color pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2) cuando húmedo; seco; textura arcillosa; estructura granular, bloques subangulares y prismática; consistencia duro; permeabilidad rápida; poros frecuentes, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; raíces medias y pocas; reacción nula al HCl y moderada al H ₂ O ₂ ; transición media y ondulada. Grietas.
2Bw	25-41	Color pardo amarillento (10YR 5/8) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura prismática; consistencia duro; permeabilidad lenta; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; sin presencia de raíces; reacción nula al HCl y fuerte al H ₂ O ₂ ; transición media y horizontal. Revestimientos arcillosos.
C	41-62	Color amarillo olivo (2.5Y 6/6) cuando húmedo; húmedo; textura arcillo limoso; estructura masiva; consistencia duro; permeabilidad lenta; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; sin presencia de raíces; reacción nula al HCl y muy fuerte al H ₂ O ₂ .

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg ⁻¹)	Cmol(+)Kg ⁻¹					PSB (%)	Da (gcm ⁻³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
0-25	6.0	1.38	0.15	0.31	20.6 5	22.8 5	1.6 4	0.7 8	0.3 1	100.00	1.94	0.2 3	12.77
25-41	7.0	0.46	0.04	tr	34.5 6	15.5 3	1.4 2	0.6 2	0.1 6	51.32	1.87	0.1 6	31.51
41-62	7.2	0.31	0.05	tr	24.3 6	20.9 2	1.3 8	0.6 2	0.1 5	94.70	1.91	0.2 2	28.70

Prof. (cm)	% CaCO ₃ e	% A L R			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
0-25	0.23	11.21	35.63	53.15	Arcilla	5YR 2.5/2	Pardo rojizo oscuro	10YR 5/2	Pardo grisáceo
25-41	0.27	14.53	24.04	61.43	Arcilla	10YR 5/8	Pardo amarillento	10YR 7/6	Amarillo
41-62	0.22	8.95	42.88	48.17	Arcillo limoso	2.5Y 6/6	Amarillo olivo	10YR 7/6	Amarillo

Horizonte cámbico 25-41 cm

Grietas de expansión y contracción 0-41 cm

Discontinuidad lítica 25-41 cm

Eutric Cambisols (Clayic, Ochric, Raptic)

Epipedón: Ócrico

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Cámbico 25-41 cm

Características de diagnóstico:

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Inceptisols

Suborden: Udepts

Gran grupo: Eutrudepts

Subgrupo: Dystric Eutrudepts

A.1.8. Clase de tierra polvilla (*Poxniuh tiyat*).

No. De perfil: 8 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 07' 08.0" Latitud Norte 97° 31' 21.7" Longitud Oeste

Elevación: 180 m **Exposición del perfil:** Este

Relieve: Lomerío **Pendiente:** 10%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Receptor

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Sistema agroforestal de café

Fauna: Pocas aves

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Regosol (RGeu+PHha/2) 1:250,000 **Clasificación local:** Polvilla – Poxniuh tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Oe	3-0	
A	0-29	Color pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura franco arcilloso; estructura bloques subangulares y granular; consistencia duro; permeabilidad moderada; poros frecuentes, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales y tubulares; raíces medias y comunes; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; muy pedregoso de 20-50%, piedras medias de 5-10 cm, forma redonda; transición media y horizontal.
Bw	26-52	Color pardo amarillento oscuro (10YR 3/6) cuando húmedo; húmedo; textura arcillo limoso; estructura bloques angulares de moderado desarrollo; consistencia duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces raras y medias; reacción nula al HCl y nula al H ₂ O ₂ ; muy pedregoso de 20-50%, piedras medias de 5-10 cm, forma redonda; transición tenue y horizontal.
Crt	52-90	Color rojo amarillento (5YR 4/6) cuando húmedo; húmedo; textura franco arcilloso; estructura bloques angulares de moderado desarrollo; consistencia blando; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces raras y medias; reacción nula al HCl y nula al H ₂ O ₂ ; muy pedregoso de 20-50%, piedra grande de 10-20 cm, redonda.

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg - 1)	Cmol(+)Kg-1					PSB (%)	Da (gcm- ³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
3-0													
0-29	4.6	2.52	0.21	11.70	10.76	3.41	1.44	0.69	0.26	53.87	1.36	0.18	25.12
26-52	4.7	1.22	0.07	0.85	7.98	2.30	1.22	0.60	0.08	52.74	1.53	0.08	33.59
52-90	4.5	1.07	0.05	0.31	4.69	2.18	1.25	0.58	0.10	87.60	1.42	0.07	35.92

Prof. (cm)	% CaCO ₃ e	% A L R			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
3-0									
0-26	0.32	22.95	41.36	35.69	Franco arcilloso	10YR 3/4	Pardo oscuro	amarillento	10YR 5/4 Pardo amarillento
26-52	0.29	16.48	40.11	43.41	Arcillo limoso	10YR 3/6	Pardo oscuro	amarillento	7.5YR 6/6 Amarillo rojizo
52-90	0.05	22.99	43.60	33.41	Franco arcilloso	5YR 4/6	Rojo amarillento		10YR 7/4 Pardo muy pálido

Horizonte cámbico 26-52

Eutric Chromic Cambisols (Loamic, Humic)

Epipedón: Ócrico

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Cámbico 26-52

Características de diagnóstico:

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Inceptisols

Suborden: Udepts

Gran grupo: Eutrudepts

Subgrupo: Dystric Eutrudepts

A.1.9. Clase de tierra arena (Cucú).

No. De perfil: 9 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 07' 00.9" Latitud Norte 97° 31' 16.9" Longitud Oeste

Elevación: 157 m **Exposición del perfil:** Este

Relieve: Lomerío **Pendiente:** 28%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Donador

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

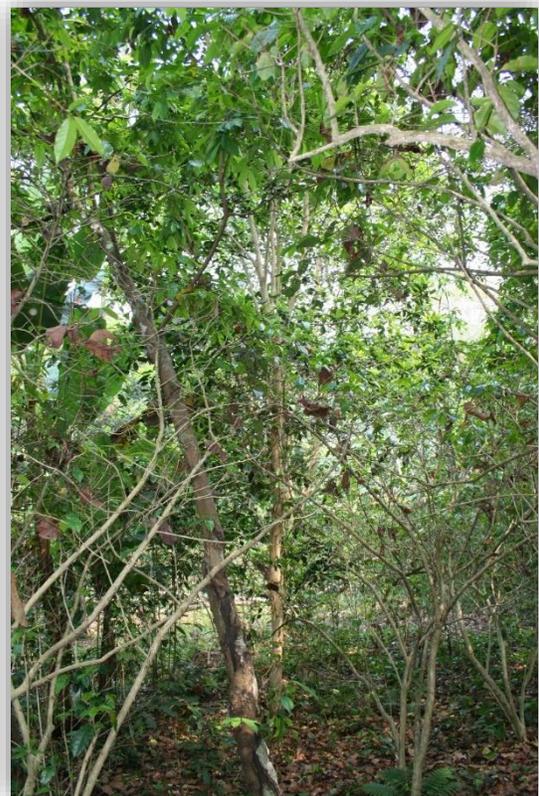
Vegetación inducida: Sistema agroforestal de café

Fauna: Pocas aves y tuzas

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Regosol (RGeu+PHha/2) 1:250,000 **Clasificación local:** Arena - Cucú



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Oe	8-5	
Oa	5-0	
A	0-15/60	Color gris muy oscuro (10YR 3/1) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura franco arenoso; estructura granular simple; consistencia suelto; permeabilidad rápida; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; raíces comunes y medias; reacción nula al HCl y nula al H ₂ O ₂ ; transición marcada y ondulada.
2C ₁	15/60-90	Color pardo amarillento claro (10YR 6/4) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arena francosa; estructura granular simple; consistencia suelto; permeabilidad rápida; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; raíces pocas y medias; reacción nula al HCl y nula al H ₂ O ₂ ; transición tenue y ondulada.
2C ₂	90-150	Color pardo amarillento claro (10YR 6/4) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arena francosa; estructura granular simple; consistencia suelto; permeabilidad rápida; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, fuera de los agregados, intersticiales; raíces pocas y medias; reacción nula al HCl y nula al H ₂ O ₂ .

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg ⁻¹)	Cmol(+)Kg ⁻¹					PSB (%)	Da (gcm ⁻³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
8-5													
5-0													
0-15/60	4.6	1.68	0.09	2.48	6.1 6	3.2 7	1.5 7	0.4 9	0.4 9	94.60	1.08	0.1 9	18.50
15/60-90	5.6	1.45	0.01	tr	2.0 9	3.1 9	1.5 7	0.4 7	0.4 5	100.00	1.34	0.1 5	14.74
90-150	5.7	0.84	0.00	0.31	2.3 8	3.4 0	1.5 7	0.5 2	0.5 0	100.00	1.06	0.2 2	20.09

Prof. (cm)	% CaCO ₃ e	% <u> </u>			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
8-5									
5-0									
0-15/60	0.05	74.56	13.25	12.19	Franco arenoso	5YR 3/1	Gris muy oscuro	5YR 6/1	Gris
15/60-90	0.27	85.94	6.53	7.53	Arena francosa	5YR 6/4	Gris	5YR 8/1	Blanco
90-150	0.11	85.81	4.56	9.63	Arena francosa	5YR 6/4	Gris	5YR 8/1	Blanco

Discontinuidad lítica 15/60-90 y 90-150 cm

Eutric Chromic Arenosols (Humic, Raptic)

Epipedón: Ócrico

Horizonte de diagnóstico subsuperficial:

Características de diagnóstico:

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Entisols

Suborden: Orthents

Gran grupo: Udorthents

Subgrupo: Typic Udorthents

A.1.10 Clase de tierra tepetate (*Xcapat Chiwish*).

No. De perfil: 10 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 06' 42.4" Latitud Norte 97° 31' 45.2" Longitud Oeste

Elevación: 259 m **Exposición del perfil:** Sur

Relieve: Sierra **Pendiente:** 15%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Normal

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Sistema agroforestal de café

Fauna: Pocas aves y roedores

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Leptosols (LPli+PHcalep+RGeulep/2) **Clasificación local:** Tepetate – Xcapat Chiwish



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Oa	3-0	
A	0-15	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques subangulares; consistencia ligeramente duro; permeabilidad rápida; poros frecuentes, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces comunes y medias; reacción nula al HCl y moderado al H ₂ O ₂ ; muy pocas piedras cerca del 1%, piedras pequeñas de 1-5 cm, subangular; transición marcada y ondulada.
Bw	15-32	Color pardo grisáceo (10YR 5/2) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques subangulares de moderado desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces pocas y medias; reacción nula al HCl y moderado al H ₂ O ₂ ; pedregoso de 5-20% piedra muy grande, tabular; transición tenue y ondulada.
C	32-54	Color pardo grisáceo (2.5Y 5/2) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arcillo limoso; estructura masiva; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, medianos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces pocas y medias; reacción nula al HCl y moderado al H ₂ O ₂ ; muy pedregoso de 20-50% piedra muy grande, tabular.

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg - 1)	Cmol(+)Kg-1					PSB (%)	Da (gcm- ³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
3-0													
0-15	6.2	3.63	0.38	8.45	11.0 7	18.6 3	1.5 7	0.7 8	0.2 7	100.00	1.59	0.4 1	35.48
15-32	6.6	1.30	0.15	7.91	36.1 0	23.9 4	1.3 8	0.7 1	0.2 1	72.68	1.73	0.2 7	38.55
32-54	6.7	0.84	0.11	20.38	39.7 1	22.4 6	1.2 3	0.6 9	0.1 8	61.86	1.73	0.1 7	38.90

Prof. (cm)	% CaCO ₃ e	%			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
3-0									
0-15	0.29	6.15	38.55	55.31	Arcilla	5YR 3/1	Gris muy oscuro	5YR 6/1	Gris
15-32	0.37	4.10	36.76	59.14	Arcilla	10YR 5/2	Pardo grisáceo	10YR 6/1	Gris
32-54	0.42	5.74	45.66	48.60	Arcillo limoso	2.5Y 5/2	Pardo grisáceo	10YR 7/2	Gris claro

Horizonte cámbico 15-32 cm

Eutric Skeletic Leptic Cambisols (Clayic, Humic)

Epipedón: Ócrico

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Cámbico 15-32 cm

Características de diagnóstico:

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Inceptisols

Suborden: Udepts

Gran grupo: Eutrudepts

Subgrupo: Dystric Eutrudepts

A.1.11. Clase de tierra chicluda (*Tlamanca tiyat*).

No. De perfil: 11 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 06' 19.7" Latitud Norte 97° 32' 29.8" Longitud Oeste

Elevación: 167 m **Exposición del perfil:** Oeste

Relieve: Sierra **Pendiente:** 28%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Receptor

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Sistema agroforestal de café

Fauna: Pocas aves

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Leptosols (LPli+PHcalep+RGeulep/2) **Clasificación local:** Chicluda – Tlamanca tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-20	Color pardo (7.5YR 4/4) cuando húmedo; húmedo; textura franco arcillo limoso; estructura de bloques subangulares y angulares; consistencia ligeramente duro; permeabilidad lenta; poros frecuentes, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces comunes y medias; reacción nula al HCl y fuerte al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso de 1-5%, piedras pequeñas de 1-5 cm, subangular; transición tenue y horizontal.
Bw ₁	20-50	Color pardo (7.5YR 4/4) cuando húmedo; húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques subangulares y angulares; consistencia ligeramente duro; permeabilidad lenta; poros frecuentes, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces comunes y medias; reacción nula al HCl y moderado al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso de 1-5%, piedras pequeñas de 1-5 cm, subangular; transición tenue y horizontal.
Bw ₂	50-70	Color pardo (7.5YR 4/4) cuando húmedo; húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques subangulares y angulares de moderado desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad lenta; poros frecuentes, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces pocas y medias; reacción nula al HCl y moderado al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso de 1-5%, piedras pequeñas de 1-5 cm, subangular; transición tenue y horizontal.
BC	70-105	Color pardo (7.5YR 4/3) cuando húmedo; húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques subangulares y angulares de moderado desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad lenta; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces raras y medias; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso de 1-5%, piedras pequeñas de 1-5 cm, subangular; transición tenue y horizontal.
C	105-135	Color pardo (7.5YR 4/3) cuando húmedo; húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques subangulares y angulares de moderado desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad lenta; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; sin presencia de raíces; reacción nula al HCl y ligera al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso de 1-5%, piedras pequeñas de 1-5 cm, subangular.

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg - 1)	Cmol(+)Kg-1					PSB (%)	Da (gcm- ³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
0-20	5.2	0.76	0.08	19.84	18.2	4.4	1.4	0.6	0.2	36.63	1.40	0.15	31.31
20-50	5.4	0.61	0.06	23.64	8	2	0	5	4				
50-70	5.5	0.38	0.05	23.64	16.9	5.5	1.3	0.6	0.1	44.09	1.46	0.18	33.12
70-105	5.7	0.54	0.08	1.94	4	5	4	0	6				
105-135	5.7	0.76	0.05	7.36	13.0	4.9	1.3	0.7	0.1	55.44	1.51	0.17	29.51
					3	7	4	3	8				
					21.1	5.3	1.3	0.7	0.2	36.03	1.55	0.15	30.69
					7	5	6	1	0				

Prof. (cm)	% CaCO ₃ e	% A L R			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
0-20	0.35	10.56	50.44	39.00	Franco arcillo limoso	7.5YR 4/4	Pardo	10YR 7/1	Gris claro
20-50	0.35	9.77	43.50	46.72	Arcillo limoso	7.5YR 4/4	Pardo	10YR 7/3	Pardo muy pálido
50-70	0.34	12.47	41.22	46.31	Arcillo limoso	7.5YR 4/4	Pardo	10YR 7/4	Pardo muy pálido
70-105	0.35	11.78	40.60	47.62	Arcillo limoso	7.5YR 4/3	Pardo	10YR 7/3	Pardo muy pálido
105-135	0.32	9.77	42.61	47.62	Arcillo limoso	7.5YR 4/3	Pardo	10YR 7/2	Pardo muy pálido

Horizonte cámbico 20-70 cm

Material colúvico 0-135 cm

Dystric Cambisols (Clayic, Colluvic, Ochric)

Epipedón: Ócrico 0-20 cm

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Cámbico 20-70 cm

Características de diagnóstico:

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Inceptisols

Suborden: Udepts

Gran grupo: Dystriudepts

Subgrupo: Typic Dystriudepts

A.1.12. Clase de tierra Barrial con pedernal.

No. De perfil: 12 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 06' 22.8" Latitud Norte 97° 32' 17.8" Longitud Oeste

Elevación: 207 m **Exposición del perfil:** Oeste

Relieve: Sierra **Pendiente:** 21%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Receptor

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Acahual

Fauna: Pocas aves

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Leptosols (LPli+PHcalep+RGeulep/2) **Clasificación local:** Barrial con pedernal



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Oe	2-0	
A	0-25	Color pardo (10YR 4/3) cuando húmedo; húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques subangulares; consistencia ligeramente duro; permeabilidad lenta; poros frecuentes, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces comunes y medias; reacción nula al HCl y moderado al H ₂ O ₂ ; pedregoso de 5-20%, piedras medias de 5-10 cm, angular; transición media horizontal.
BC ₁	25-47	Color pardo amarillento (10YR 5/6) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques angulares de moderado desarrollo; consistencia ligeramente duro; permeabilidad moderada; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces raras y medias; reacción nula al HCl y fuerte al H ₂ O ₂ ; pedregoso de 5-20%, piedras medias de 5-10 cm, angular; transición media horizontal.
BC ₂	47-90	Color pardo amarillento (10YR 5/6) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques angulares de moderado desarrollo; consistencia duro; permeabilidad moderada; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces raras y medias; reacción nula al HCl y moderado al H ₂ O ₂ ; pedregoso de 5-20%, piedras medias de 5-10 cm, angular.

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg ⁻¹)	Cmol(+)/Kg-1					PSB (%)	Da (gcm ⁻³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
2-0													
0-25	5.4	2.83	0.24	10.08	9.94	6.79	1.52	0.75	0.27	93.95	1.31	0.33	34.44
25-47	6.5	0.61	0.08	tr	16.94	10.85	1.21	0.75	0.16	76.53	1.58	0.14	26.46
47-90	6.6	0.46	0.09	5.74	30.64	18.51	1.18	0.69	0.18	67.11	1.63	0.14	44.70

Prof. (cm)	% CaCO ₃	%			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
2-0									
0-25	0.31	10.38	48.63	40.98	Arcillo limoso	10YR 4/3	Pardo	10YR 6/3	Pardo pálido
25-47	0.17	19.84	34.57	45.59	Arcilla	10YR 5/6	Pardo amarillento	10 YR 7/3	Pardo muy pálido
47-90	0.08	5.98	31.17	62.85	Arcilla	10YR 5/6	Pardo amarillento	10YR 7/4	Pardo muy pálido

Material colúvico 0-90 cm

Eutric Colluvic Regosols (Clayic, Ochric)

Epipedón: Ócrico 0-25 cm

Horizonte de diagnóstico subsuperficial:

Características de diagnóstico:

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Entisols

Suborden: Orthents

Gran grupo: Udorthents

Subgrupo: Typic Udorthents

A.1.13. Clase de tierra barrial de sierra (*Sizáca tiyat*).

No. De perfil: 13 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 06' 08.4" Latitud Norte 97° 32' 55.4" Longitud Oeste

Elevación: 340 m **Exposición del perfil:** Norte

Relieve: Sierra **Pendiente:** 55%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Donador

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Plantaciones pimienta y acahual

Fauna: Pocas aves

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Leptosols (LPli+PHcalep+RGeulep/2) **Clasificación local:** Barrial – Sizáca tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Oe	7-0	
A	0-17	Color negro (10YR 2/1) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques subangulares; consistencia muy firme; permeabilidad moderado; poros frecuentes, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces frecuentes y medias; reacción nula al HCl y fuerte al H ₂ O ₂ ; muy pocas piedras cerca de 1%, piedras pequeñas de 1-5 cm, angular; transición tenue y horizontal.
Bw	17-40	Color gris muy oscuro (10YR 3/1) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques subangulares; consistencia muy firme; permeabilidad moderada; poros frecuentes, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces pocas y medias; reacción nula al HCl y moderada al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso de 1-5%, piedras medias de 5-10 cm, angular; transición media y horizontal.
C	40-70	Color pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) cuando húmedo; húmedo; textura arcillosa; estructura de bloques angulares; consistencia muy firme; permeabilidad moderada; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces raras y medias; reacción nula al HCl y moderada al H ₂ O; muy pedregoso de 20-50%, piedra muy grande mayor a 20 cm, tabular.

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg - 1)	Cmol(+)Kg-1					PSB (%)	Da (gcm- 3)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
7-0													
0-17	5.6	1.72	0.36	tr	36.4 1	12.8 3	1.7 1	0.6 9	0.3 8	42.86	1.65	0.4 0	32.00
17-40	5.9	1.68	0.13	tr	33.7 3	18.8 1	1.5 6	0.6 9	0.2 2	63.10	1.78	0.2 0	41.99
40-70	6.6	1.22	0.14	0.85	36.4 1	11.9 0	1.4 5	0.7 3	0.2 0	45.07	1.79	0.1 9	43.20

Prof. (cm)	% CaCO3 e	% A L R			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
7-0									
0-17	0.00	3.41	42.52	54.07	Arcillo limoso	10YR 2/1	Negro	10YR 5/2	Pardo grisáceo
17-40	0.23	2.69	28.89	68.42	Arcilla	10YR 3/1	Gris muy oscuro	10YR 6/2	Gris pardusco claro
40-70	0.24	3.23	26.71	70.06	Arcilla	10YR 3/4	Amarillento oscuro	10YR 6/3	Pardo pálido

Horizonte cámbico 40-70 cm

Material colúvico 0-70 cm

Dystric Leptic Cambisols (Clayic, Colluvic, Humic)

Epipedón: Ócrico 0-40 cm

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Cámbico 40-70 cm

Características de diagnóstico:

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Inceptisols

Suborden: Udepts

Gran grupo: Eutrudepts

Subgrupo: Dystric Eutrudepts

A.1.14. Clase de tierra colorada de sierra (*Suzóco tiyat*).

No. De perfil: 14 **Descrito por:** Luis Rojas Pérez

Localización: 20° 06' 24.2" Latitud Norte 97° 32' 46.9" Longitud Oeste

Elevación: 291 m **Exposición del perfil:** Norte

Relieve: Sierra **Pendiente:** 37%

Forma de la pendiente: Convexa-cóncava **Drenaje:** Donador

Vegetación nativa: Selva mediana perennifolia

Vegetación inducida: Sistema agroforestal de café

Fauna: Pocas aves y roedores

Condiciones meteorológicas: Soleado

Características de la superficie del suelo:

INEGI: Leptosols (LPli+PHcalep+RGeulep/2) **Clasificación local:** Colorada – Suzóco tiyat



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Oe	6-0	
A	0-28	Color gris muy oscuro (5YR 3/1) cuando húmedo; ligeramente húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques subangulares y granular; consistencia duro; permeabilidad moderada; poros frecuentes, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces comunes y medias; reacción nula al HCl y moderada al H ₂ O ₂ ; ligeramente pedregoso de 1-5%, piedras medias de 5-10 cm, angular; transición media y horizontal.
Bw	28-60	Color rojo (2.5YR 5/8) cuando húmedo; húmedo; textura arcillo limoso; estructura de bloques angulares de moderado desarrollo; consistencia duro; permeabilidad moderada; poros pocos, finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales; raíces pocas y medias; reacción nula al HCl y nula al H ₂ O ₂ ; moteado amarillo en un 30%.

Prof. (cm)	p H	CO (%)	N (%)	P (mg Kg ⁻¹)	Cmol(+)Kg ⁻¹					PSB (%)	Da (gcm ⁻³)	CE	% humedad
					CIC	Ca	Mg	Na	K				
6-0													
0-28	5.2	4.78	0.46	10.08	25.39	19.49	1.80	0.84	0.41	88.79	1.18	0.41	31.13
28-60	4.8	0.46	0.06	tr	18.18	3.05	1.32	0.65	0.10	28.13	1.25	0.06	42.40

Prof. (cm)	% CaCO ₃ e	% A L R			Clase textural	Color H	Descripción	Color S	Descripción
		A	L	R					
6-0									
0-28	0.23	7.58	43.25	49.17	Arcillo limoso	5YR 3/1	Gris muy oscuro	10YR 5/2	Pardo grisáceo
28-60	0.12	2.84	41.86	55.30	Arcillo limoso	2.5YR 5/8	Rojo	5YR 8/4	Rosado

Horizonte cámbico 28-60 cm

Material colúvico 0-28 cm

Dystric Rhodic Leptic Cambisols (Clayic, Colluvic, Humic)

Epipedón: Ócrico

Horizonte de diagnóstico subsuperficial: Cámbico 28-60

Características de diagnóstico:

Régimen de humedad: Údico

Régimen de temperatura del suelo: Isohipertérmico

Orden: Inceptisols

Suborden: Udepts

Gran grupo: Dystriudepts

Subgrupo: Humic Dystriudepts

Anexo 2. Condiciones Socioeconómicas de los Productores en la Región Totonaca de Puebla.

En el Cuadro A2.1 se presenta la distribución de la tierra en la zona de estudio. El 65% de la población entrevistada indica que poseen superficies menores a 1 ha y solo el 6% tienen terrenos mayores a 3 ha.

Cuadro A2.1. Distribución de la tenencia de la tierra en % por localidad.

Superficie	Reyes de Vallarta	El Zapotal	Tenexapa de Azueta	Total
0-1	78	40	63	65
1-2	18	50	31	29
3-4	0	10	6	4
>4	4	0	0	2

Como se presenta en el Cuadro A2.2 el número de lenguas indígenas por persona disminuye en las localidades ubicadas en lomerío, sólo en Reyes de Vallarta existe población que habla más de dos (náhuatl y totonaco).

Cuadro A2.2. Numero de lenguas indígenas en % por localidad.

Lengua indígena	Reyes de Vallarta	El Zapotal	Tenexapa de Azueta	Total
Ninguna	13	25	87	39
1	65	75	13	51
≥2	22	0	0	10

Anexo 3. Entrevista dirigida a productores de pimienta

1. Datos generales:

Nombre _____ Edad ____ Sexo ____ Escolaridad _____

Localidad _____ Municipio _____

Profesión u ocupación _____ Etnia o lengua indígena _____

2. Superficie de terreno con la que cuenta: _____

3. Tipo de tenencia de la tierra:

- a. Privada
- b. Ejidal
- c. Comunal
- d. Otro: _____

4. Actividad económica

- a. Comerciante
- b. Obrero
- c. Agricultor
- d. Otro: _____

5. Superficie destinada para cada actividad económica (agrícola, forestal, pecuario, acuícola):

6. Nombre local e indígena del suelo; y características para identificar a las clases de tierras: _____

7. Actividad agrícola (pimienta):

a. Sistemas asociados a pimienta e interacciones:

b. Establecimiento y producción (preparación del terreno; estacas, trazo y apertura de hoyos; época de plantación, material vegetativo; acarreo y distribución; transplante; propagación; otras):

c. Manejo (fertilización y aplicación; limpia de líneas y arroje; podas; control de plagas y enfermedades; producción y rendimiento; cosecha y manejo postcosecha; otras):