



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

INGENIERÍA AGROFORESTAL

**ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA APLICADA PARA LA ELECCIÓN DE
ESPECIES AGRÍCOLAS PROMISORIAS EN SAN NICOLÁS, PUEBLA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

PRESENTA

ADRIANA PÉREZ LUNA

DIRECTOR DE TESIS

M.C. FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ ARCHUNDIA

Tetela de Ocampo, Puebla, México. Diciembre de 2014



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA
INGENIERÍA AGROFORESTAL

**ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA APLICADA PARA LA ELECCIÓN DE
ESPECIES AGRÍCOLAS PROMISORIAS EN SAN NICOLÁS, PUEBLA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

PRESENTA

ADRIANA PÉREZ LUNA

DIRECTOR DE TESIS

M.C. FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ ARCHUNDIA

ASESORES

M. C. Raúl Fidel Sánchez Hernández

M. C. Fabián Enríquez García

M. C. Ignacio Vázquez Martínez

M. C. Lucero Montserrat Cuautle García

Q.I. Ramón González Márquez

Tetela de Ocampo, Puebla, México. Diciembre de 2014

La presente tesis titulada **Zonificación Agroecológica Aplicada para la Elección de Especies Agrícolas Promisorias en San Nicolás, Puebla** y realizada por **Adriana Pérez Luna**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el Título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

Facultad de Ingeniería Agrohidráulica

Consejo particular integrado por:

Firma:

Director: M.C. Francisco Javier Hernández Archundia



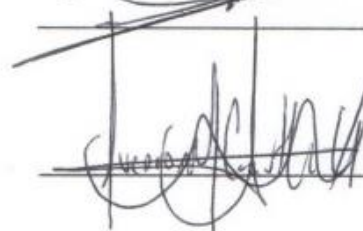
Asesor: M. C. Raúl Fidel Sánchez Hernández



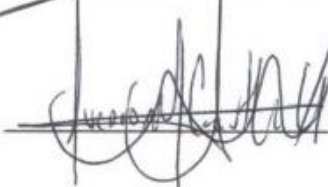
Asesor: M.C. Fabián Enríquez García



Asesor: M.C. Ignacio Vázquez Martínez



Asesor: M.C. Lucero Montserrat Cuautle García



Asesor: Q. I. Ramón González Márquez



Tetela de Ocampo, Puebla, México. Diciembre de 2014.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Elicia Luna Lara y José Adrián Pérez Cortés, a mi hermano Luis Alberto Pérez Luna, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida; por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis abuelos Procoro Luna Guzmán, Julia Luna Hernández y María Ana Cortés Cruz, por sus sabios consejos durante mi vida, por su apoyo en la toma de decisiones, así como su interés por el que yo creciera no sólo como persona si no profesionalmente.

A mi primo Dante de Jesús Aparicio Pérez por su apoyo, su gran corazón y paciencia al compartir conocimientos para poder realizar este y otros trabajos. Gracias por que sin tu ayuda esta tesis no estaría finalizada.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son, todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

“Si tus sueños no te dan miedo, no son lo suficientemente grandes”

AGRADECIMIENTOS

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por apoyar a la educación de nivel superior y permitir que esta máxima casa de estudios fuera durante estos cinco años mi hogar, el lugar donde comienzan los cimientos de mi vida profesional.

Al M.C. Francisco Javier Hernández Archundia por la confianza, consejos, disponibilidad y sobre todo su amistad durante mi caminar en la preparación profesional, por todos los conocimientos compartidos en las aulas; por permitir y fomentar la abertura de mi mente a lo que es la Agroforestería, así como su apoyo constante en la elaboración de esta tesis.

Al M.C. Raúl Fidel Sánchez Hernández por sus acertadas observaciones, consejos y apoyo durante la elaboración de este trabajo.

Al conjunto de asesores: M.C. Fabián Enríquez García, M.C. Lucero Montserrat Cuautle García y M.C. Ignacio Vázquez Martínez, por aceptar ser parte de este trabajo, así como sus importantes aportes y sugerencias.

A la M.C. M. Concepción López Téllez, por darme la oportunidad de participar con ella, abrir mi mente a cosas nuevas y permitir ver las cosas desde puntos de vista diferentes a los de mi formación.

Al Parque Ecológico Jaguaroundi, que a través de la M.C. Ma. Concepción López Téllez me abrieron las puertas para realizar servicio social en sus instalaciones, permitiendo conocer formas de trabajo diferentes, en condiciones de trabajo rudas.

A mis amigos y compañeros Eric, Heliberto, Jesús Emanuel, Erika, Bianca y Laura, por su apoyo en la realización de esta tesis así como sus consejos y tiempo compartido.

“Si haces planes para un año, siembra arroz. Si los haces por dos lustros, planta árboles.

Si los haces para toda la vida, educa a una persona” Proverbio Chino.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General.....	3
2.2. Particulares.....	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.2. Los Agroecosistemas.....	6
4.3. Agroforestería y Sistemas Agroforestales.....	7
4.3.1. Concepto de Agroforestería.....	7
4.3.2. Sistemas Agroforestales	8
4.4. Zonificación Agroecológica.....	9
4.4.1. Uso de la Zonificación Agroecológica.....	10
4.5. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	11
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
5.1. Descripción del área de estudio	13
5.1.1. Localización	13
5.1.2. Clima	14
5.1.3. Vegetación	15

5.1.4. Geología.....	16
5.1.5. Edafología	18
5.2. Metodología	19
5.2.1. Etapa de recopilación de información	19
5.2.2. Etapa de análisis e interpretación de datos	19
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
6.1. Zonificación Agroecológica del municipio de Tetela de Ocampo Puebla.....	22
6.2. Descripción de Zonas Agroecológicas del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.....	32
6.2.1. Clima (A)C(fm).....	36
6.2.2. Clima C(fm)	38
6.2.3. Clima C(m).....	41
6.2.4. Clima C(w2)	53
6.2.5. Clima C(w1)(w).....	60
6.3. Identificación de Zonas Agroecológicas de la comunidad de San Nicolás, Tetela de Ocampo, Puebla.....	62
6.4. Propuesta de cultivos para San Nicolas, Tetela de Ocampo, Puebla.	63
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
VIII. LITERATURA CITADA	70
IX. ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Zonas Agroecológicas identificadas en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.	22
Cuadro 2. Tipos de Suelo del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.....	32
Cuadro 3. Tipos de Rocas presentes en el Municipio de Tetela de Ocampo Puebla. ...	33
Cuadro 4. Humedad de Suelo en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.	35
Cuadro 5. Diferencia entre Zonas Agroecológicas con clima (A)C(fm).	36
Cuadro 6. Diferencias entre Zonas Agroecológicas con suelo regosol con clima C(fm).	38
Cuadro 7. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(fm).	39
Cuadro 8. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(m)..	42
Cuadro 9. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo andosol con clima C(m).	45
Cuadro 10. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(m).	47
Cuadro 11. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo feozem con clima C(m).	51
Cuadro 12. Diferencias entre Zonas Agroecológicas con suelo cambisol con clima C(w2).	54
Cuadro 13. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo feozem con clima C(w2).	56
Cuadro 14. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(w2).	58
Cuadro 15. Diferencias entre Zonas Agroecológicas con clima C(w1)(w).	60
Cuadro 16. Zonas Agroecológicas en San Nicolás.	62
Cuadro 17. Propuestas de cultivos de acuerdo a características de Zonas Agroecológicas en San Nicolás, Tetela de Ocampo, Pue.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Localización del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.	13
Figura 2. Tipos de Clima en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.	14
Figura 3. Uso de Suelo y Vegetación del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.	15
Figura 4. Periodo de Formación Geológica Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.	16
Figura 5. Tipos de Rocas del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.	17
Figura 6. Suelos Dominantes del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.....	18
Figura 7. Carta con Zonas Agroecológicas del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla. Ver en Línea	31
Figura 8. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas con clima (A)C(fm).	37
Figura 9. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas con clima C(fm).	40
Figura 10. Ubicación noroeste y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(m).	43
Figura 11. Ubicación noreste y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(m).	44
Figura 12. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo andosol con clima C(m).	46
Figura 13. Ubicación norte y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(m).	48
Figura 14. Ubicación noreste y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(m).	49
Figura 15. Ubicación este y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(m).	50
Figura 16. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo feozem con clima C(m).	52
Figura 17. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(w2).	55
Figura 18. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo feozem con clima C(w2).	57

Figura 19. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(w2).....	59
Figura 20. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas con clima C(w1)(w). ...	61
Figura 21. Zonas agroecológicas identificadas dentro de la comunidad de San Nicolás.	63

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA APLICADA PARA LA ELECCIÓN DE ESPECIES AGRÍCOLAS PROMISORIAS EN SAN NICOLÁS, PUEBLA

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla, el cual tuvo como objetivo aplicar la Zonificación Agroecológica propuesta por la FAO, adaptada para el caso de estudio, además de la elección de especies agrícolas para la comunidad de San Nicolás a partir del uso de esta herramienta. Se utilizaron los mapas de Tipos de Climas, Suelos, Uso de Suelo y Vegetación, Rocas y Humedad de Suelo, con las cuales se generó cartografía que agrupa áreas de homogeneidad en base a los distintos atributos considerados. En todo el municipio se caracterizaron 173 Zonas Agroecológicas, dichas zonas fueron clasificadas en cinco grupos dependiendo del tipo de clima donde están ubicadas, descritas conforme a Uso de Suelo y Vegetación, Tipo de Rocas y Humedad de Suelo. Se presentan mapas de clasificación del municipio por Zonas Agroecológicas. La información generada fue aplicada para la elección de especies promisorias en la comunidad de San Nicolás, donde se localizan doce zonas: con suelos Andosol y Feozem, rocas ígnea extrusiva ácida y caliza, humedad de suelo de 12 y 11 meses, así como áreas de Bosque de Pino-Encino, Agricultura de Temporal Anual y Agricultura de Temporal Anual y Permanente. Se proponen siete cultivos que se adaptan a las condiciones de suelo, roca y humedad identificadas, promoviendo prácticas agroforestales, asociación y rotación de cultivos, control biológico de plagas y enfermedades, diversidad de productos y conservación de recursos. Se concluye que el uso de la Zonificación Agroecológica es una herramienta viable para la elección de especies agrícolas con potencial productivo, a través de la caracterización de Zonas Agroecológicas, permitiendo la conservación y restauración de suelos, evitando su desgaste con el fomento de tecnologías agroforestales, que permitan la sostenibilidad del sistema productivo.

Palabras clave: zonas agroecológicas, tecnologías agroforestales, especies potenciales, manejo sostenible.

AGROECOLOGICAL ZONING APPLIED FOR SELECTION OF PROMISING AGRICULTURAL SPECIES IN SAN NICOLAS, PUEBLA

ABSTRACT

The present study was conducted in the municipality of Tetela de Ocampo, Puebla, which aimed to applying the Agroecological Zoning proposed by the FAO, adapted to the case study, besides the choice of crop species for the community of San Nicolás as from the use of this tool. Were used maps the types Climates, Soils, Land Use and Vegetation, rocks and soil humidity, with which is generated mapping homogeneity areas based on the different attributes considered. All over municipality were characterized 173 Agro-Ecological Zones, these zones were classified into five groups depending on the climate where they are located, are described according to land use and vegetation, types of rocks and soil moisture. Classification maps of the municipality by agro-ecological zones are presented. The information generated was applied for the selection of promising species in the community of San Nicolás, where are located twelve zones: with Andosol floors and Feozem, rocks acidic extrusive igneous and limestone, soil moisture of 12 and 11 months, as well areas of Pine-Oak Forest, Agriculture Temporary Annual and Agriculture Annual Temporary and Permanent. Seven crops that are adapt to the conditions of soil, rock and humidity identified are proposed, promoting agroforestry practices, association and crop rotation, biological control of pests and diseases, product diversity and conservation of resources. We conclude that the use of the Agroecological Zoning is a viable tool for selecting agricultural species with potential productive, through characterization of Agro-Ecological Zones, allowing the conservation and restoration of soil, preventing wear with encouraging agroforestry technologies, allowing ensuring the sustainability of the productive system.

Keywords: agro-ecological zones, agroforestry technologies, potential species, sustainable management.

I. INTRODUCCIÓN

En México las variadas condiciones agroclimáticas han posibilitado el cultivo comercial de 50 especies nativas, sin contar al numeroso grupo de plantas cultivadas o con algún valor de uso local. De forma similar, se ha posibilitado la introducción de 179 especies cultivadas, que han ampliado las opciones de siembra de los productores agrícolas, con una contribución importante a la alimentación y economía nacionales. Esto se ha visto reflejado en la producción agrícola, ya que la alimentación de los mexicanos depende en 78% de las especies introducidas; en términos del valor de producción nacional, los cultivos introducidos aportan el 61.96%, (Molina y Córdova, 2006).

Puebla cuenta con una superficie total de 34,289.66 km² (INEGI, 2005), durante el 2013 fueron cultivadas 965,985.08 has donde las principales especies cultivadas que representan un mayor valor de producción son: Coliflor, Chicharo, Cacahuate, Brócoli, Cilantro, Rosa, Crisantemo, Col (Repollo), Lechuga, Zanahoria, Cebada grano, Chile verde, Tomate verde, Maíz forrajero, Calabacita, Caña de azúcar semilla, Haba grano, Elote, Tuna, Sorgo grano, Cebolla, Gladiola, Jitomate, Frijol, Alfalfa verde, Café cereza, Papa, Caña de azúcar, Maíz grano (SIAP, 2013).

En Tetela de Ocampo, entre sus principales cultivos tomando en cuenta su valor de producción encontramos al maíz, frijol, jitomate, chile verde, ajo, papa, arvejón, alfalfa, haba, ebo, avena y pastos (SIAP, 2013). El municipio está ubicado en la Sierra Norte de Puebla, de acuerdo a su localización geográfica se pueden distinguir variaciones de condiciones climáticas, topográficas y edafológicas, lo cual lo hace tener diversidad tanto de flora y fauna, sin saber de manera contundente en qué áreas se encontraran determinadas características ambientales.

La zonificación agroecología es definida como la división de un área en unidades más pequeñas, que tienen similares características relacionadas con su aptitud y potencial de producción (Pérez-Portilla y Geissert-Kientz, 2005). Es el principal sistema de evaluación de los recursos de la tierra. Se desarrolló su metodología en 1975 (FAO, 2005) para definir zonas con alto potencial productivo, con base en combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas (Rivera-Hernández *et al.*, 2012).

El uso de la metodología de la Zonificación Agroecológica (ZAE) es de importancia para la planificación de los sectores productivos, constituyendo una de las principales herramientas para disminuir los riesgos a los que está sometida la agricultura, además de lograr una explotación racional de los recursos naturales (Soto *et al.*, 2001). Cortéz-Marín *et al.* (2005) menciona que la zonificación es una herramienta útil para la programación de nuevas tierras que van a estar bajo cultivo y también para mejorar el uso de las tierras ya cultivadas, y que la evaluación de los recursos agroclimáticos es un requerimiento fundamental, previo a las proyecciones de las tierras.

Por todo lo anterior el presente trabajo pretende hacer uso de la zonificación agroecológica en el municipio de Tetela de Ocampo, lo cual permitirá generar un panorama más amplio de las condiciones topográficas, climáticas y edáficas de determinadas áreas del municipio, clasificándolas en zonas de heterogeneidad, así mismo, se hará el análisis de los cultivos con mayor rentabilidad que pueden ser utilizados dentro de la comunidad de San Nicolás, Tetela de Ocampo, Puebla. Con lo que se verán beneficiados los productores de la comunidad, si como compañeros interesados en trabajos en este ámbito y en general personas interesadas en la realización y/o elaboración de proyectos productivos y/o de desarrollo sostenible en el municipio.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Zonificar agroecológicamente el municipio de Tetela de Ocampo, Puebla, como herramienta para la elección de especies agrícolas pertinentes a sus condiciones biofísicas

2.2. Particulares

- Generar a partir del uso de los sistemas de información geográfica y de un software especializado (ArcMap) mapas de clasificación para la determinación de zonas de homogeneidad biofísica del municipio
- Describir en base a sus características edafoclimáticas y de uso de suelo y vegetación, las zonas agroecológicas generadas en el municipio para su clasificación y manejo.
- Seleccionar especies agrícolas promisorias en base a la información agroecológica generada, como una propuesta para la diversificación productiva en la comunidad de San Nicolás, Tetela de Ocampo, Puebla.

III. HIPÓTESIS

El uso de la Zonificación Agroecológica a partir del análisis de datos biofísicos en la comunidad de San Nicolás, Puebla es una herramienta viable para la elección de especies agrícolas pertinentes a las condiciones ambientales y un manejo agronómico encaminado para proyectos de desarrollo rural.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sustentable, nace a partir de la década de los 80's y es fuertemente impulsado por las políticas liberalizadoras impuestas por los organismos financieros internacionales como resultado de la crisis de deuda sufrida por los países en desarrollo en esa década (Escobar-Delgadillo, 2007).

Actualmente, existe una mayor conciencia mundial sobre la importancia de preservar la biodiversidad para garantizar el desarrollo sustentable. Por lo tanto, uno de los desafíos más importantes a nivel mundial es lograr compatibilizar la conservación con el manejo sostenible de la biodiversidad. El compromiso de conservar la biodiversidad no es ajeno al manejo y gestión de los agroecosistemas, ya que la agricultura es una de las actividades principales que afecta la biodiversidad tanto en extensión como en intensidad (Stupino *et al.*, 2014).

El desarrollo sustentable lo encontramos implícito en el texto del artículo 27 constitucional donde se vislumbra el concepto de conservación de los recursos naturales señalando que: “ La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana”. Conservación mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico. (Escobar-Delgadillo, 2007).

La agricultura implica la simplificación de los ecosistemas a través del reemplazo de la diversidad natural por un pequeño número de plantas cultivadas y animales domésticos. Teniendo en cuenta que la agricultura es uno de los usos de la tierra predominante en el mundo (ocupa alrededor del 40% de la superficie terrestre), es fundamental mantener la biodiversidad en los agroecosistemas. Sin embargo, el modelo agrícola dominante, es una de las principales amenazas contra la biodiversidad debido al uso intensivo de agroquímicos y

la utilización de un número reducido de especies y variedades mejoradas, y de otras tecnologías, que conducen a la pérdida de especies silvestres beneficiosas por su rol ecológico en los ecosistemas naturales y modificados (Stupino *et al.*, 2014).

Para alcanzar el desarrollo sostenible de la sociedad, se requiere hacer un manejo integral de los recursos naturales renovables y no renovables, así como de los factores de tipo tecnológico, económico y social. El desarrollo agrícola sostenible se refiere a la compatibilidad que se establece entre el mantenimiento, o aumento en la producción, con la utilización y conservación a largo plazo del recurso, en donde la población humana y el potencial productivo son factores limitantes (Ramos-Prado *et al.*, s/f).

4.2. Los Agroecosistemas

En la conservación de los recursos naturales es esencial el mantenimiento de áreas significativas de ecosistemas naturales sin perturbación humana, mediante sistemas de áreas protegidas. También puede implicar la restauración ecológica de áreas frágiles y de interfase, en especial en las orillas de ríos, cuerpos de agua, de recarga de acuíferos y susceptibles de erosión. El éxito de estas restauraciones radica en que estas áreas sean manejadas de acuerdo con las características de estructura y función de los ecosistemas naturales de la zona. De igual forma, las unidades de producción deben diseñarse de tal forma que mantengan los recursos hídricos, edáficos y bióticos de las comunidades naturales (Ramos-Prado *et al.*, s/f)

Tal es el caso de la agroecología que se centra en las relaciones ecológicas en el campo y su propósito es iluminar la forma, la dinámica y las funciones de esta relación. En algunos trabajos sobre agroecología está implícita la idea que por medio del conocimiento de estos procesos y relaciones los sistemas agroecológicos pueden ser administrados mejor, con menores impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, más sostenidamente y con menor uso de insumos externos. Como resultado, un número de investigadores de las ciencias agrícolas y de áreas afines, han comenzado a considerar el predio agrícola como un tipo especial de ecosistema -un agroecosistema- y a formalizar el análisis del conjunto de procesos e interacciones que intervienen en un sistema de cultivos (Hetch, 1999).

Ramos-Prado *et al.* (s/f) menciona que la productividad de los sistemas agrícolas constituye la limitante para obtener los bienes que satisfagan las necesidades básicas, y también para el mercado. Aunque técnicamente se puede aumentar la productividad de un área, no siempre es rentable ecológica y económicamente. Una opción es el mejoramiento de la tecnología, a través de sistemas de uso más eficiente del suelo. Sin embargo, la determinación de la forma actual de uso del suelo y los manejos para hacerlos más eficientes a largo plazo, son tareas difíciles que requieren de un trabajo en equipo a largo plazo y de compromiso con la población local.

Los sistemas agrícolas, representan entre un 50 a un 70% de los ecosistemas terrestres en la mayoría de los países. La agricultura consiste en modificar los ecosistemas para lograr la producción de pocas o de una especie “económicamente rentable”. Cualquier tipo de agricultura implica una simplificación del sistema y una reducción importante de la biodiversidad (Sarandón y Flores, 2014).

4.3. Agroforestería y Sistemas Agroforestales.

4.3.1. Concepto de Agroforestería

En los últimos años el mundo ha acentuado sus esfuerzos en la búsqueda de tecnologías sostenibles que permitan recuperar y mantener el potencial productivo de las áreas degradadas y diversificar la gama de productos generados por el sistema de producción con el fin de permitir mayor competitividad. En este aspecto es donde se ha destacado la Agroforestería como alternativa sostenible para los sistemas productivos del sector agropecuario (Navia-Estrada, 2000).

Agroforestería es un nombre colectivo para todos los sistemas de uso de la tierra donde plantas leñosas perennes se encuentran de forma deliberada en la misma unidad de tierra con cultivos agrícolas y/o animales. Esta definición implica que deben de estar involucrados dos o más componentes (planta o animales), siendo al menos una de ellos una leñosa perenne, debe de producir dos o más productos, y el ciclo de producción debe ser siempre mayor a un año (Jiménez y Muschler, 2001).

La agroforestería es una interdisciplina (Ospina, 2003), una tradición e innovación productiva y de conservación de la naturaleza, donde existen formas de manejo y aprovechamiento de sistemas agroforestales en fincas y territorios comunitarios para obtener una producción libre de agroquímicos y duradera, con predominio y desarrollo de saberes tradicionales y novedosos, fortaleciendo la identidad cultural, interacciones ecológicas totales de complementariedad del sistema, diversificación del paisaje, aprovechamiento adecuado de recursos naturales, privilegio del trabajo humano, uso de tecnologías de bajo impacto ambiental y relaciones sociales y económicas de bienestar, equidad y justicia (YR, 2011)

4.3.2. Sistemas Agroforestales

Si partimos de la idea que un agrosistema es un ecosistema que contiene especies cultivadas agrícolamente, podemos distinguir dos grupos extremos. Uno de estos, actualmente más extendido, se califica de "moderno", tecnificado o industrial y se caracteriza por requerir subsidio a través de insumos para su mantenimiento y por ser simple estructuralmente. En el otro extremo se encuentran los sistemas tradicionales, típicamente diversificados, que se caracterizan por contener diversidad de especies, que además tienen necesidades pequeñas de insumos externos, debido a su semejanza en estructura y función a los ecosistemas naturales. Dentro de los agrosistemas diversificados podemos distinguir aquéllos que sólo incluyen especies anuales (cultivos múltiples), especies perennes y/o leñosas (plantaciones mixtas) y aquéllos con especies anuales y leñosas (sistemas agroforestales) (Ramos-Prado *et al.*, s/f).

Un sistema agroforestal es siempre más complejo que cualquier sistema agrícola o forestal por separado y las relaciones que se establecen son más complejas ya que debe haber interacciones significativas (positivas o negativas) entre los componentes leñosos y no leñosos (plantas o animales) del ecosistema y estas interacciones pueden ser tanto ecológicas como socioeconómicas (Silva-Prado y Rozados-Lorenzo, 2002)

Los sistemas agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras: según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función

de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas prevalentes (Navia-Estrada, 2000).

4.4. Zonificación Agroecológica

La metodología de la Zonificación Agroecológica (ZAE), surge debido a que la FAO se ha dedicado al desarrollo de procedimientos para inventariar, evaluar y planificar los recursos tierra a nivel mundial, nacional, regional para la aplicación de sus programas (Tamaríz-Flores, 2008).

El concepto de ZAE implica la representación de los componentes de la tierra como las capas de información espacial o capas de mapas y la integración de estas con un Sistema de Información Geográfica (SIG). La combinación o superposición de capas produce celdas agroecológicas básicas que representan unidades de tierra con características específicas. De esta manera apoyándonos en los recursos de la tierra, se crea una base que contiene información sobre las celdas de las zonas agroecológicas (FAO, 2005).

Aunque el concepto ZAE es esencialmente simple, la metodología desarrollada por FAO se diseñó e implementó para computadoras. La naturaleza del análisis, que implica la combinación de capas de información espacial para definir zonas, se presta muy especialmente a la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Las investigaciones más avanzadas de ZAE incorporan una serie de bases de datos, enlazadas a un SIG y relacionadas con modelos computarizados, que tienen múltiples aplicaciones potenciales en el manejo de los recursos naturales y la planificación del uso de las tierras (FAO, 1997).

El proyecto de ZAE se realizó en 1978 y fue el primer ejercicio en la aplicación de la evaluación de la aptitud de tierras a escala continental. Fue innovador para caracterizar extensiones de tierras por medio de información cuantificada de climas, suelos y otros factores físicos que se utilizan para predecir productividad potencial para varios cultivos de acuerdo a sus necesidades específicas de entorno y manejo (Tamaríz-Flores, 2008).

El módulo central o de aplicaciones básicas de la metodología ZAE, trata de estimar la aptitud de tierras y la productividad potencial para usos específicos, comprende tres grupos principales de actividades: 1) Inventario de tipos de uso de la tierra y sus requerimientos ecológicos; 2) definición y cartografía de las zonas agroecológicas en base al inventario de tierras (incluyendo clima, relieve y suelos) y 3) la evaluación de la aptitud de tierra de cada zona agroecológica (FAO, 1997).

4.4.1. Uso de la Zonificación Agroecológica

Uno de los cambios que en la actualidad se demandan con mayor insistencia en las políticas de desarrollo es la reversión de los procesos de pérdida y deterioro de los recursos naturales provocados por el cambio de uso del suelo (Pérez-Portilla y Geissert-Kientz, 2006). Cualquier intento por hacer un manejo de recursos naturales que sea sustentable y orientado a su conservación tiene que partir de un conocimiento profundo de sus características y potencialidades, a fin de que pueda planearse la utilización más racional posible (Díaz-Hernández *et al.*, 2000).

Pérez-Portilla y Geissert Kientz (2006), mencionan que en respuesta se está generando una nueva orientación de las actividades científicas y tecnológicas en el sector agropecuario. En este marco se ubican las investigaciones de zonificación agroecológica que en general se refieren al diseño que permitan identificar los usos de tipo agropecuario que causan menos impactos ambientales.

Soto *et al.* (2001), especifica que un trabajo de zonificación agroecológica comprende el análisis de la información climática y edáfica existentes, además Cortéz-Marin *et al.* (2005) añade que es necesaria su espacialización regional por medio de los sistemas de información geográficos (SIG), y de los requerimientos ambientales del cultivo, los cuales se estudian mejor en las áreas donde este se desarrolla, especialmente cuando las plantas tienen un buen crecimiento. Una vez que se dispone de toda la información señalada anteriormente, es necesario definir las bases para la zonificación, o sea, establecer las diferentes categorías para clasificar cada una de las zonas (Soto *et al.*, 2001).

El uso de esta metodología es un instrumento básico tanto del ordenamiento territorial como del desarrollo regional, ya que las recomendaciones de uso de la tierra contenidas en la zonificación apuntan a ordenar el uso de la tierra y los recursos naturales renovables sobre bases sostenibles, es decir, a usarlos de acuerdo con sus potencialidades, lo cual es a su vez un requisito fundamental para diseñar políticas coherentes de desarrollo regional y de ocupación equilibrada del territorio de mediano y largo plazo (MDSP, 2001).

En la planeación de cualquier programa de desarrollo agrícola Cortéz-Marin *et al.*, (2005) indica, que es indispensable definir las zonas más propicias para el establecimiento de cultivos, ya que esto permitirá realizar una explotación racional, de acuerdo con la capacidad productiva de los recursos naturales y conservación de los ecosistemas.

4.5. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Las raíces geográficas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) datan de hace 2500 años y se basan en la exploración, investigación y teorías geográficas. A principios de la década de 1960, el conocimiento geográfico reunido comenzó a ser formalizado en herramientas computacionales para ingresar, archivar, editar, recuperar, analizar y resultar en información sobre recursos naturales. El primer SIG fue el Sistema de Información Geográfica de Canadá y marcó el comienzo de un esfuerzo mundial para formalizar y automatizar los principios geográficos para solucionar problemas espaciales. Tras más de 40 años de desarrollo, los SIG son ahora el canal principal para solucionar problemas geográficos en una amplia gama de sectores además de los recursos naturales (FAO, 2009).

Araque-Ibáñez (2012) menciona que desde la década de los 80, hombres y mujeres se han dedicado a introducir datos geográficos parcelarios, ocupación de suelos, topografía, etc., a pesar de que en esa época no existía una explotación clara de estos datos. La información recogida tenía la limitación de que sólo podía ser plasmada sobre soporte de papel y en raras ocasiones era tratada con medios informáticos. Con la evolución de las técnicas tanto en instrumental para captar estos datos (satélites, GPS,...) como, en el desarrollo de las nuevas tecnologías aplicadas a la informática se ha conseguido aumentar el rendimiento de dicha

información geográfica. La principal metodología automática utilizada para tratar datos geográficos son los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Como “Sistema de información” se entiende la unión de la información y herramientas informáticas (programas o software) para su análisis con unos objetivos concretos. Por otra parte, al incluir el término “geográfica” se asume que la información es espacialmente explícita, es decir incluye la posición en el espacio (Peña-Llopis, 2005).

Mena (2007) define a los SIG como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de toda la información geográfica y sus atributos, con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y surgió de la necesidad de disponer rápidamente de información, para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

Tal como se observa, cada una de estas definiciones supone un mayor nivel de complejidad respecto a la anterior, ya que la primera solo nos hace referencia a la utilización de un software para el posicionamiento espacial, en cambio la segunda es más explícita e incluye elementos de análisis y transformación para no solo presentarla si no aplicarla en diferentes situaciones

Mediante los SIG se puede realizar operaciones entre las capas y así obtener resultados en formato imagen o tablas. Todos estos resultados pueden utilizarse para la elaboración de análisis y modelos. Por lo tanto, no hay que considerar a los SIG como una herramienta sólo de captura, almacenamiento, manejo y presentación de mapas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción del área de estudio

5.1.1. Localización

El municipio de Tetela de Ocampo se localiza en la Sierra norte del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 19° 42' y 19° 56' de latitud norte; los meridianos 97° 39' y 97° 55' de longitud oeste; con una altitud entre 1 200 y 3 200 m. Colinda con los municipios de Aquixtla, Cuautempan, Huitzilán de Serdán, Ixtacamaxtitlán, Tepetzintla, Xochiapulco, Xochitlán de Vicente Suárez, Zacatlán y Zautla (INEGI, 2009).

En la Figura 1 se puede observar la localización del municipio de Tétela de Ocampo dentro del estado de Puebla y este en la República Mexicana.

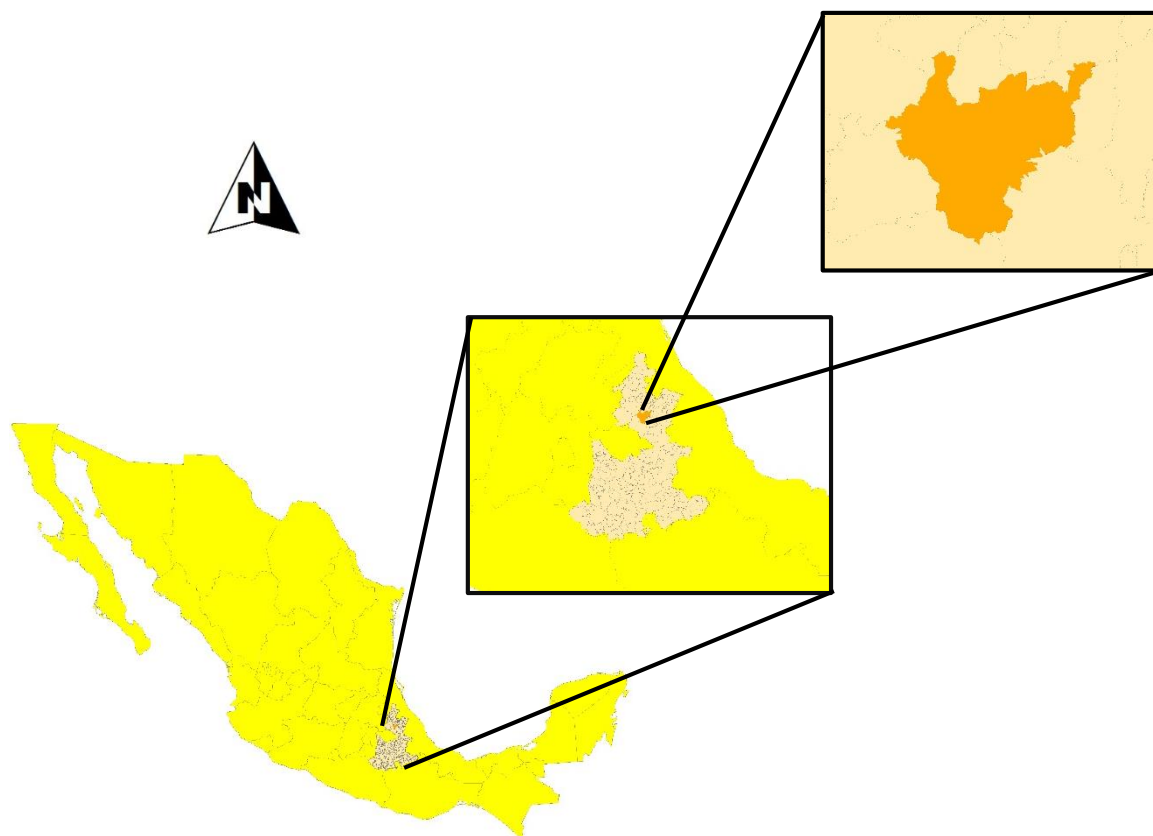


Figura 1. Localización del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

5.1.2. Clima

El municipio tiene una gran variedad de climas predominando el clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano **C(m)** (54%), siguiendo el templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad **C(w2)** (28%), así como el templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media **C(w1)(w)** (13%), el templado húmedo con lluvias todo el año **C(fm)** (4%) y por ultimo semicálido húmedo con lluvias todo el año **(A)C(fm)** (1%) (Figura 2). Su precipitación es de 600 – 1 600 mm, y una temperatura de entre 12 – 20°C (INEGI, 2009).

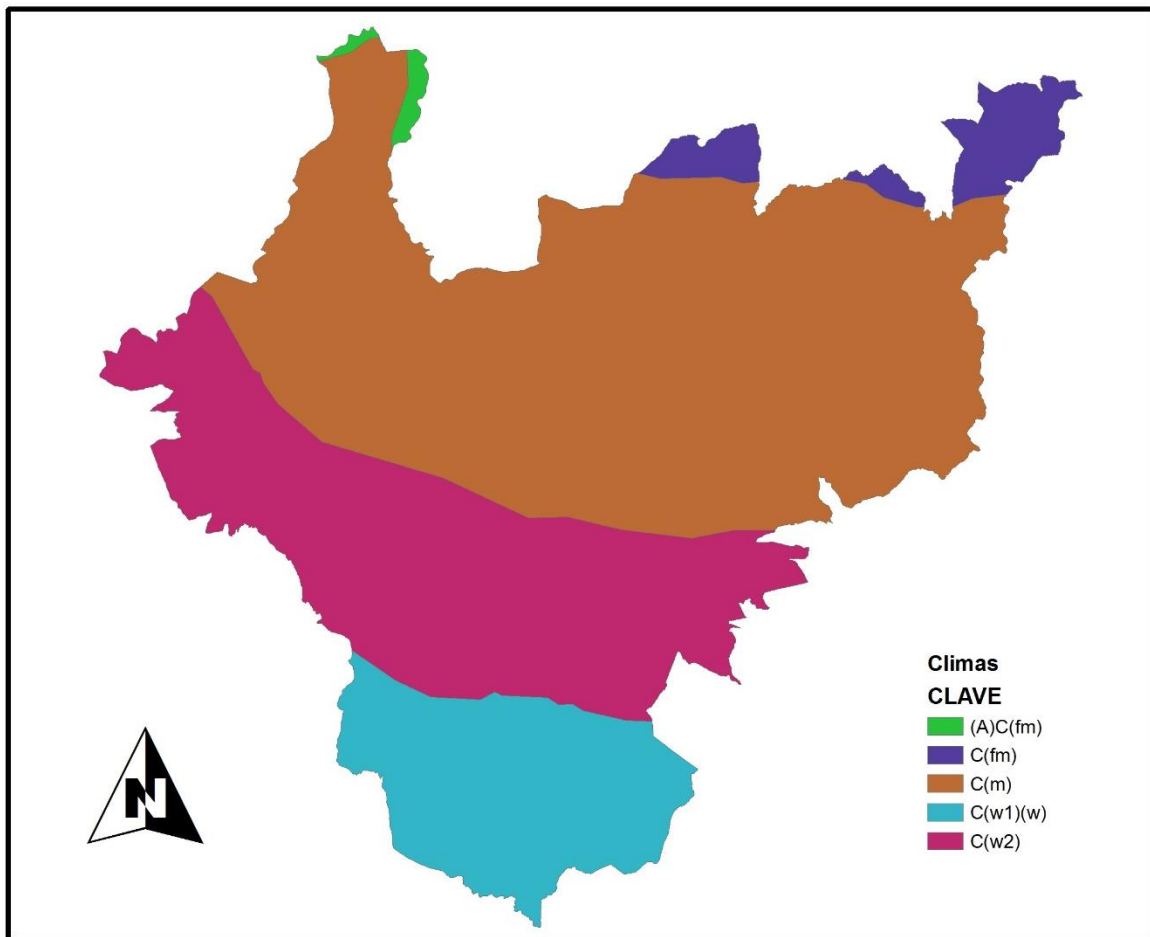


Figura 2. Tipos de Clima en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

5.1.3. Vegetación

El municipio presenta la mayor parte de su territorio cubierto de bosques, tanto de pinos, como de asociaciones de pino-encino. Entre mezclados en las zonas montañosas, generalmente a los lados de las carreteras y de algunos ríos, se encuentran áreas incorporadas a la actividad agrícola de tipo temporal, que poco a poco le han ido ganando terreno a los bosques. Existen yacimientos y minas de oro en la comunidad de la cañada (INAFED, 2010).

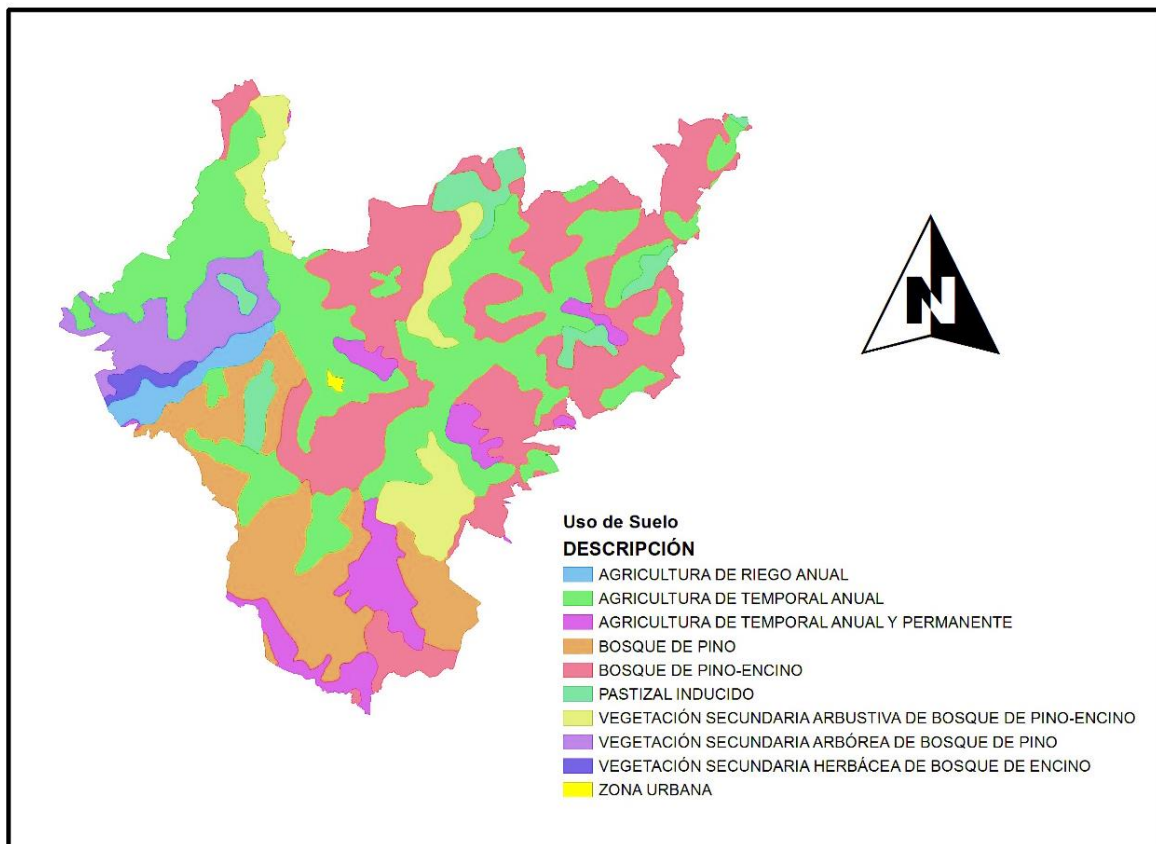


Figura 3. Uso de Suelo y Vegetación del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

5.1.4. Geología

En el municipio se distinguen diferentes periodos de formación como son: Cretácico (57%), Cuaternario (19%), Jurásico (17%), Neógeno (4%) y Terciario (2%).

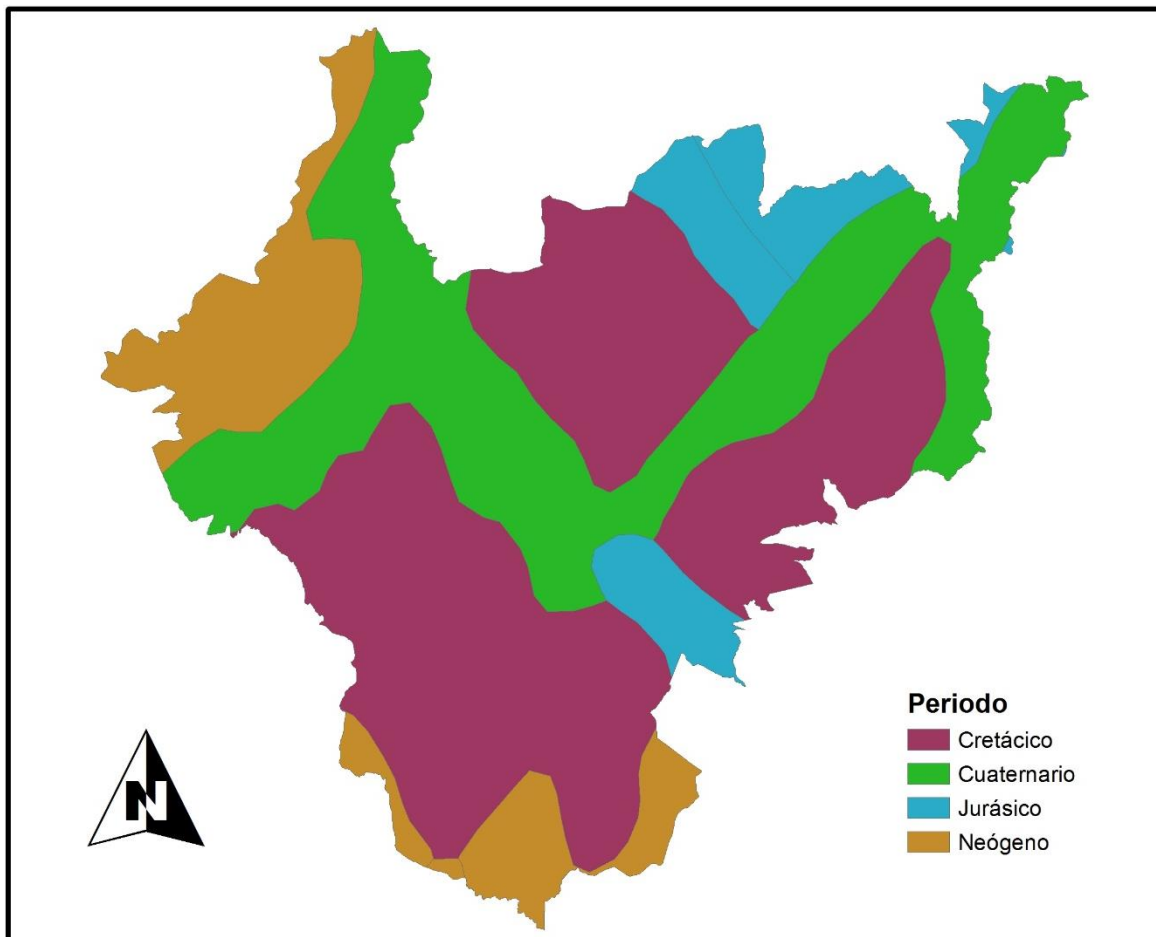


Figura 4. Periodo de Formación Geológica Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

En el municipio se pueden identificar diferentes tipos de roca (Figura 4): Ígnea intrusiva: tonalita (2%) Ígnea extrusiva: toba ácida (16%), andesita (3%) y basalto (2%) Sedimentaria: caliza (55%), caliza–lutita (10%), limolita-arenisca (8%) y lutita (2%) (INEGI, 2009).

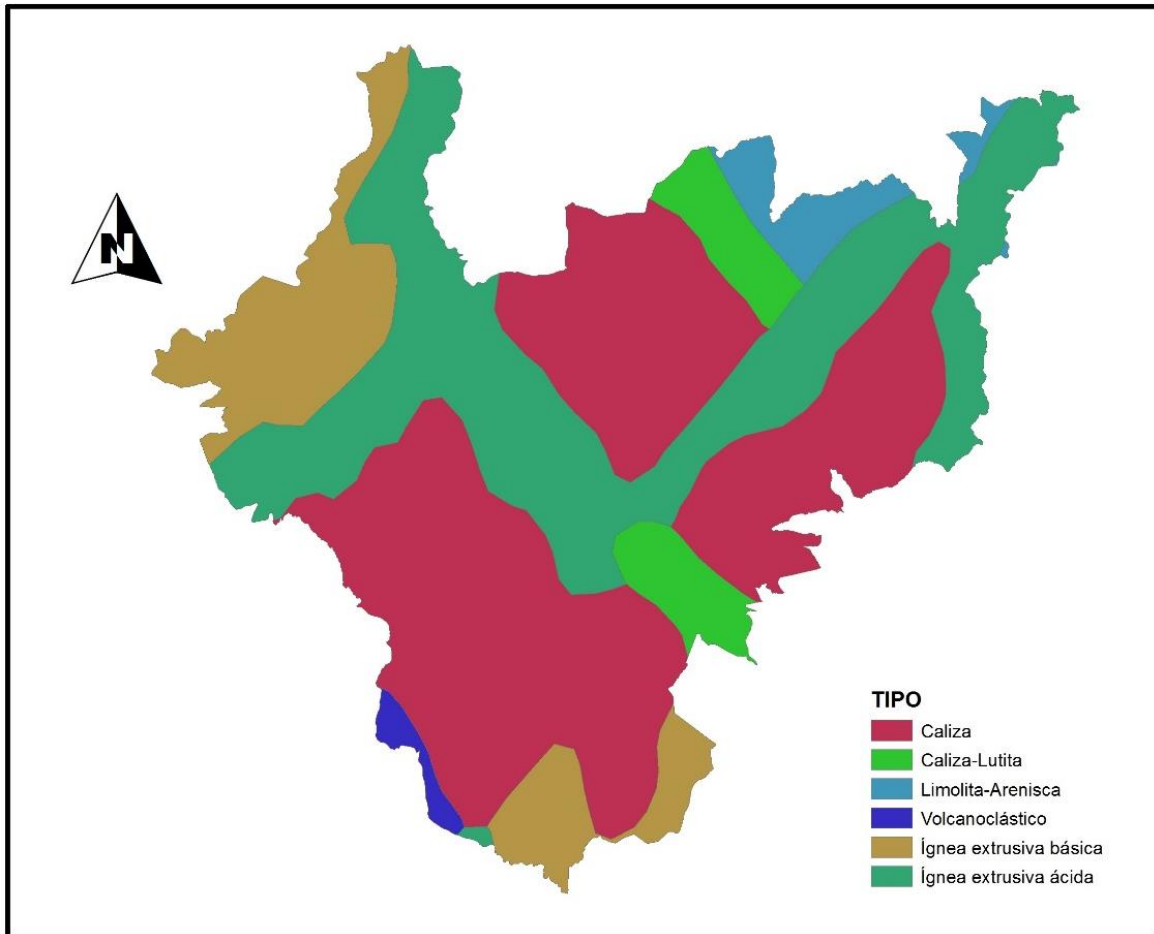


Figura 5. Tipos de Rocas del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

5.1.5. Edafología

Dentro del municipio se pueden distinguir los siguientes tipos de suelo Cambisol (58%), Regosol (16%) Andosol (16%) y Feozem (10%), (INEGI, 2009) ver Figura 6.

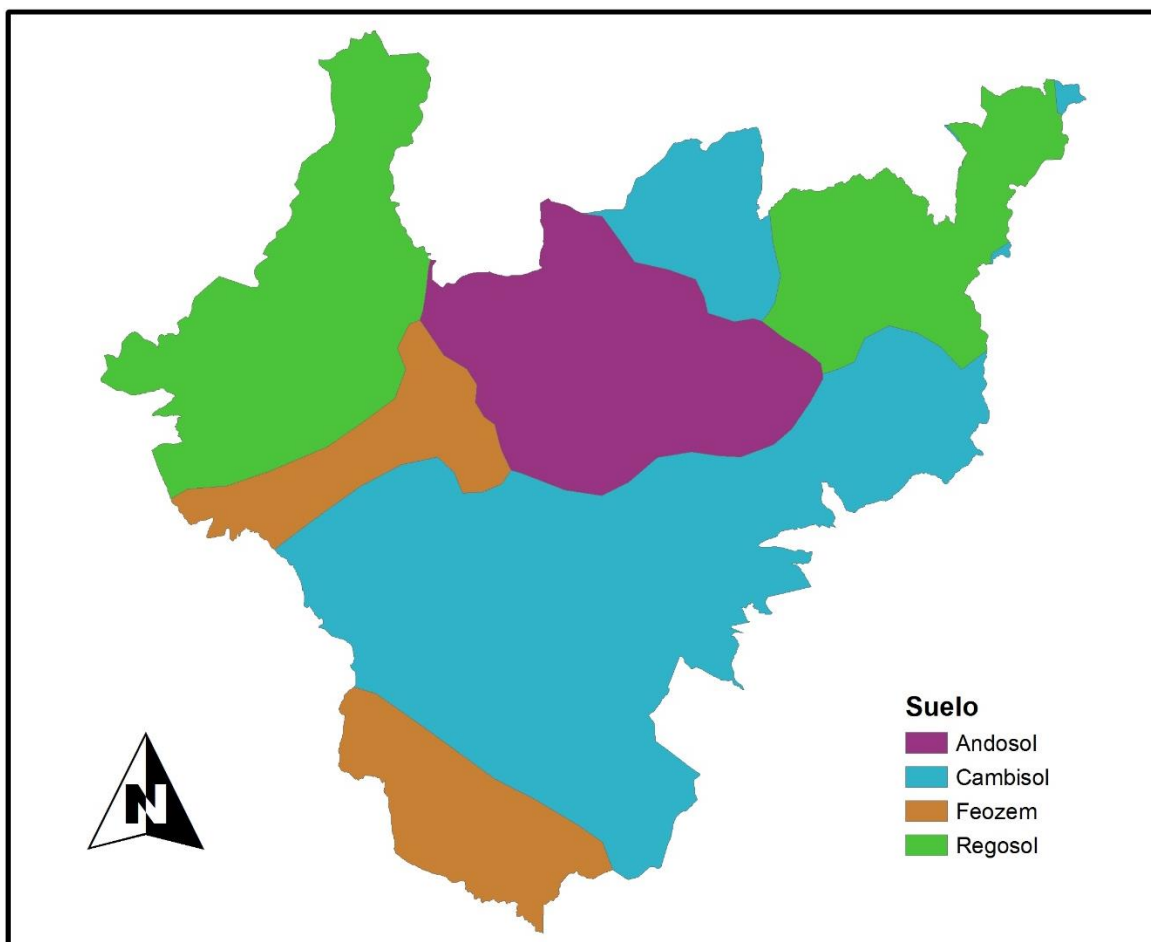


Figura 6. Suelos Dominantes del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla

5.2. Metodología

El trabajo se basa en la metodología propuesta por la FAO (1978), con modificaciones a las condiciones y recursos existentes, ya que para la zona de estudio que es el municipio de Tetela de Ocampo, Puebla., la información no existe o es muy limitada. A pesar de ello el sustento técnico-científico y las bases de la metodología de Zonificación Agroecológica son las mismas.

5.2.1. Etapa de recopilación de información

Se obtuvieron las cartas de recursos naturales que maneja INEGI de acuerdo a su disponibilidad y nivel de importancia en cuanto a la producción agrícola, posteriormente fueron seleccionadas las de mayor interés y precisión para realizar la ZAE del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

Se recabó toda la información existente de parte de la junta auxiliar de la comunidad de San Nicolás, así como de la presidencia municipal en cuanto a número de habitantes, número de unidades de producción, delimitación de territorios, programas de desarrollo rural. También se realizó la delimitación territorial de la comunidad de San Nicolás, Tetela de Ocampo, Puebla., para poder determinar la superficie total y dar propuestas de cultivos en cada una de las áreas.

5.2.2. Etapa de análisis e interpretación de datos

Con ayuda del software ArcMap 10.1 se hizo la unión de capas para ser analizadas en conjunto y hacer la determinación de zonas con características homogéneas, teniendo como resultado Zonas Agroecológicas del municipio de Tetela de Ocampo (ZAET), para este punto se tomaron en cuenta las siguientes cartas:

- ⌘ **Clima.** La utilización de esta carta para determinar los tipos de climas en el municipio de Tetela de Ocampo, Puebla., con el fin de establecer diferencias en temperaturas, precipitación, vegetación, entre otras características.

- ⌘ **Tipos de suelo.** Identificación de los tipos de suelo que existen dentro del área del municipio, así mismo, con ello poder determinar cultivos agrícolas que demanden determinadas características de suelo.

- ⌘ **Uso de suelo y Vegetación.** Identificar el uso de suelo, así como vegetación existente en el área del municipio, permitió ampliar el panorama para opciones de manejo.

- ⌘ **Tipo de Roca.** La utilización de esta carta permitió conocer el material parental presente en la zona, así como, edad de suelo, tipo de formación y su tipo de estructura.

- ⌘ **Humedad de Suelo.** Con el uso de esta carta se generó una idea de los meses con mayor humedad en el suelo, así mismo, ayudó a la elección de especies que se adaptan a estas condiciones y determinar ciclos de producción óptimos para cada una de las zonas.

El manejo de estas variables en su conjunto permitió tener una idea de las condiciones de uso de suelo y vegetación, además de las características edafo-climática de cada una de las zonas marcadas, lo que es una guía en la búsqueda de especies que se adapten o que requieran de las condiciones presentes.

La descripción de cada una de las Zonas Agroecológicas encontradas se presenta en un cuadro general, donde se mencionan cada una de las características una en el orden y numero en que fueron marcadas.

Las Zonas Agroecológicas generadas fueron agrupadas conforme al tipo de clima que presentaron, se hace una pequeña descripción de las características de este, así como las zonas que se localizan dentro de esa clasificación, al igual de una diferenciación entre cada una de estas zonas en cuanto a características diferentes al clima.

El tener cada una de las zonas en grupos de clasificación hace manejable la información generada, y así la interpretación de cada una de las variables presentes, es más rápida que el tratar de entender todas como una sola, el manejar el tipo de clima, suelo, roca y humedad de suelo, nos permitirá saber los aspectos edafoclimaticos existentes dentro de cada zona, y al complementarlo con el uso y tipo de suelo, dará una idea de las condiciones que se tienen, así mismo se puede hacer una selección de especies agrícolas que se adapten a las características existentes.

Se utilizó la información para identificar el número de Zonas Agroecológicas diferentes que se ubican dentro de la comunidad de San Nicolás, y de ese modo, se clasificaron en función a características particulares, todo eso, para poder obtener una guía en la identificación de especies agrícolas potenciales para las Zonas Agroecológicas de San Nicolás.

Después de haber identificado las especies que mejor se adaptan a las condiciones presentes dentro de la comunidad, estas son propuestas como especies potenciales en la producción agrícola, lo cual permite asegurar mayores rendimientos, fomentando tecnologías agroforestales, que encaminaran al sistema productivo a la sostenibilidad.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Zonificación Agroecológica del municipio de Tetela de Ocampo Puebla.

Con la ayuda de programa ArcMap 10.1, utilizando las cartas de: Climas, Suelos, Uso de Suelo y Vegetación, Rocas y Humedad de Suelo, se realizó la Zonificación Agroecológica del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla, se generó cartografía que agrupa áreas de homogeneidad en base a los distintos atributos considerados, en la totalidad del municipio se identificaron 173 Zonas Agroecológicas.

En la Cuadro 1 se muestran las características de cada uno de estas Zonas Agroecológicas identificadas para el municipio de Tetela de Ocampo (ZAET) y en la Figura 7 se muestra la carta del municipio con las diferentes Zonas Agroecológicas.

Cuadro 1. Zonas Agroecológicas identificadas en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

Clasificación	Clima	Suelo	Uso de Suelo y Vegetación	Tipo de Roca	Humedad de Suelo†
ZAET 1	(A)C(fm)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva básica	J-M*
ZAET 2	(A)C(fm)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual Vegetación	Ígnea extrusiva básica	J-M*
ZAET 3	(A)C(fm)	Regosol	secundaria Arbustiva de Bosque Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 4	(A)C(fm)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 5	C(fm)	Cambisol	Bosque de Pino-Encino	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 6	C(fm)	Cambisol	Pastizal Inducido	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 7	C(fm)	Cambisol	Bosque de Pino-Encino	Limolita-Arenisca	J-M*
ZAET 8	C(fm)	Cambisol	Pastizal Inducido	Limolita-Arenisca	J-M*
ZAET 9	C(fm)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Limolita-Arenisca	J-M*
ZAET 10	C(fm)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M*

ZAET 11	C(fm)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 12	C(fm)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Limolita-Arenisca	J-M*
ZAET 13	C(fm)	Regosol	Pastizal Inducido	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 14	C(fm)	Cambisol	Pastizal Inducido	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 15	C(fm)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 16	C(fm)	Cambisol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 17	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual Vegetación Secundaria	Ígnea extrusiva básica	J-A
ZAET 18	C(m)	Regosol	Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva básica	J-A
ZAET 19	C(m)	Regosol	Pastizal Inducido	Ígnea extrusiva básica	J-A
ZAET 20	C(m)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva básica	J-A
ZAET 21	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva básica	J-M*
ZAET 22	C(m)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva básica	J-M
ZAET 23	C(m)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva básica	J-M*
ZAET 24	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual Vegetación Secundaria	Ígnea extrusiva básica	J-M
ZAET 25	C(m)	Regosol	Arbustiva de Bosque de Pino Vegetación Secundaria	Ígnea extrusiva básica	J-M
ZAET 26	C(m)	Regosol	Arbustiva de Bosque de Pino	Ígnea extrusiva básica	J-M*
ZAET 27	C(m)	Regosol	Pastizal Inducido	Ígnea extrusiva básica	J-M*
ZAET 28	C(m)	Regosol	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva básica	J-M*
ZAET 29	C(m)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 30	C(m)	Regosol	Vegetación Secundaria	Ígnea extrusiva ácida	J-M*

			Arbustiva de Bosque de Pino-Encino		
ZAET 31	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 32	C(m)	Regosol	Pastizal Inducido	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 33	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 34	C(m)	Regosol	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 35	C(m)	Regosol	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 36	C(m)	Regosol	Pastizal Inducido	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 37	C(m)	Regosol	Agricultura de Riego Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 38	C(m)	Regosol	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 39	C(m)	Regosol	Agricultura de Riego Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 40	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 41	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza	J-M*
ZAET 42	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-M*
ZAET 43	C(m)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Caliza	J-M*
ZAET 44	C(m)	Regosol	Pastizal Inducido	Caliza	J-M*
ZAET 45	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Limolita-Arenisca	J-M*
ZAET 46	C(m)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Limolita-Arenisca	J-M*
ZAET 47	C(m)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 48	C(m)	Regosol	Bosque de Pino-Encino	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 49	C(m)	Andosol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 50	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M*

ZAET 51	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 52	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 53	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 54	C(m)	Andosol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 55	C(m)	Andosol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 56	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 57	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual Vegetación Secundaria	Caliza	J-M*
ZAET 58	C(m)	Andosol	Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Caliza	J-M*
ZAET 59	C(m)	Andosol	Bosque de Pino-Encino	Caliza	J-M*
ZAET 60	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza	J-M*
ZAET 61	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente Vegetación Secundaria	Caliza	J-A
ZAET 62	C(m)	Andosol	Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Caliza	J-A
ZAET 63	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-A
ZAET 64	C(m)	Andosol	Bosque de Pino-Encino	Caliza	J-A
ZAET 65	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-M
ZAET 66	C(m)	Andosol	Bosque de Pino-Encino	Caliza	J-M
ZAET 67	C(m)	Andosol	Bosque de Pino-Encino	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 68	C(m)	Andosol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 69	C(m)	Cambisol	Bosque de Pino-Encino	Caliza	J-M*

ZAET 70	C(m)	Cambisol	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Caliza	J-M*
ZAET 71	C(m)	Cambisol	Pastizal Inducido	Caliza	J-M*
ZAET 72	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-M*
ZAET 73	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza	J-M*
ZAET 74	C(m)	Cambisol	Pastizal Inducido	Caliza	J-A
ZAET 75	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza	J-A
ZAET 76	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-A
ZAET 77	C(m)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino	Caliza	J-A
ZAET 78	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza	J-M
ZAET 79	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-M
ZAET 80	C(m)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino	Caliza	J-M
ZAET 81	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 82	C(m)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 83	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 84	C(m)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 85	C(m)	Cambisol	Bosque de Pino	Caliza	J-M
ZAET 86	C(m)	Cambisol	Pastizal Inducido	Caliza	J-M
ZAET 87	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 88	C(m)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 89	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 90	C(m)	Cambisol	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M

ZAET 91	C(m)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino Vegetación Secundaria	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 92	C(m)	Cambisol	Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 93	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 94	C(m)	Cambisol	Pastizal Inducido	Caliza-Lutita	J-M*
ZAET 95	C(m)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino	Limolita- Arenisca	J-M*
ZAET 96	C(m)	Cambisol	Pastizal Inducido	Limolita- Arenisca	J-M*
ZAET 97	C(m)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Limolita- Arenisca	J-M*
ZAET 98	C(m)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual Vegetación	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 99	C(m)	Feozem	Secundaria Arbórea de Bosque de Pino Vegetación	Ígnea extrusiva ácida	J-M*
ZAET 100	C(m)	Feozem	Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 101	C(m)	Feozem	Agricultura de Riego Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 102	C(m)	Feozem	Bosque de Pino- Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 103	C(m)	Feozem	Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 104	C(m)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-A
ZAET 105	C(m)	Feozem	Bosque de Pino	Caliza	J-A
ZAET 106	C(m)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 107	C(m)	Feozem	Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 108	C(m)	Feozem	Agricultura de Riego Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 109	C(m)	Feozem	Pastizal Inducido	Caliza	J-M
ZAET 110	C(m)	Feozem	Bosque de Pino	Caliza	J-M
ZAET 111	C(m)	Feozem	Agricultura de Riego Anual Vegetación	Caliza	J-M
ZAET 112	C(w2)	Regosol	Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	Ígnea extrusiva básica	J-M

ZAET 113	C(w2)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva básica	J-M
ZAET 114	C(w2)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva básica	J-F
ZAET 115	C(w2)	Regosol	Vegetación Secundaria Herbácea de Bosque de Encino	Ígnea extrusiva básica	J-F
ZAET 116	C(w2)	Regosol	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	Ígnea extrusiva básica	J-F
ZAET 117	C(w2)	Regosol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 118	C(w2)	Regosol	Agricultura de Riego Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 119	C(w2)	Regosol	Vegetación Secundaria Herbácea de Bosque de Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 120	C(w2)	Regosol	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 121	C(w2)	Regosol	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 122	C(w2)	Regosol	Vegetación secundaria Herbácea de Bosque de Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 123	C(w2)	Regosol	Agricultura de Riego Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 124	C(w2)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 125	C(w2)	Feozem	Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 126	C(w2)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 127	C(w2)	Feozem	Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 128	C(w2)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 129	C(w2)	Feozem	Agricultura de Riego Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 130	C(w2)	Feozem	Pastizal Inducido	Caliza	J-M
ZAET 131	C(w2)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-M
ZAET 132	C(w2)	Feozem	Bosque de Pino	Caliza	J-M

ZAET 133	C(w2)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-F
ZAET 134	C(w2)	Feozem	Bosque de Pino	Caliza	J-F
ZAET 135	C(w2)	Cambisol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 136	C(w2)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual Vegetación Secundaria	Ígnea extrusiva ácida	J-M
ZAET 137	C(w2)	Cambisol	Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 138	C(w2)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 139	C(w2)	Cambisol	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 140	C(w2)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual Vegetación Secundaria	Caliza-Lutita	J-M
ZAET 141	C(w2)	Cambisol	Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Caliza-Lutita	J-M
ZAET 142	C(w2)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza-Lutita	J-F
ZAET 143	C(w2)	Cambisol	Bosque de Pino-Encino	Caliza-Lutita	J-F
ZAET 144	C(w2)	Cambisol	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Caliza-Lutita	J-F
ZAET 145	C(w2)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza-Lutita	J-F
ZAET 146	C(w2)	Cambisol	Pastizal Inducido	Caliza	J-M
ZAET 147	C(w2)	Cambisol	Bosque de Pino	Caliza	J-M
ZAET 148	C(w2)	Cambisol	Bosque de Pino-Encino	Caliza	J-M
ZAET 149	C(w2)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-M
ZAET 150	C(w2)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza	J-M
ZAET 151	C(w2)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza	J-F
ZAET 152	C(w2)	Cambisol	Vegetación Secundaria	Caliza	J-F

			Arbustiva de Bosque de Pino-Encino		
ZAET 153	C(w2)	Cambisol	Pastizal Inducido	Caliza	J-F
ZAET 154	C(w2)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino	Caliza	J-F
ZAET 155	C(w2)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-F
ZAET 156	C(w2)	Cambisol	Bosque de Pino	Caliza	J-F
ZAET 157	C(w1)(w)	Cambisol	Bosque de Pino	Ígnea extrusiva básica	J-F
ZAET 158	C(w1)(w)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva básica	J-F
ZAET 159	C(w1)(w)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino	Ígnea extrusiva básica	J-F
ZAET 160	C(w1)(w)	Cambisol	Bosque de Pino- Encino	Caliza	J-F
ZAET 161	C(w1)(w)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual	Caliza	J-F
ZAET 162	C(w1)(w)	Cambisol	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza	J-F
ZAET 163	C(w1)(w)	Cambisol	Bosque de Pino	Caliza	J-F
ZAET 164	C(w1)(w)	Feozem	Bosque de Pino- Encino	Caliza	J-F
ZAET 165	C(w1)(w)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Caliza	J-F
ZAET 166	C(w1)(w)	Feozem	Bosque de Pino	Caliza	J-F
ZAET 167	C(w1)(w)	Feozem	Bosque de Pino	Volcanoclástico	J-F
ZAET 168	C(w1)(w)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Volcanoclástico	J-F
ZAET 169	C(w1)(w)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 170	C(w1)(w)	Feozem	Bosque de Pino	Ígnea extrusiva ácida	J-F
ZAET 171	C(w1)(w)	Feozem	Bosque de Pino	Ígnea extrusiva básica	J-F
ZAET 172	C(w1)(w)	Feozem	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva básica	J-F
ZAET 173	C(w1)(w)	Feozem	Bosque de Pino- Encino	Ígnea extrusiva básica	J-F

†. **J-A:** Julio-Abril, **J-F:** Junio-Febrero, **J-M:** Julio-Marzo y **J-M*:** Junio-Mayo.



Figura 7. Carta con Zonas Agroecológicas del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

6.2. Descripción de Zonas Agroecológicas del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla

Dentro del municipio se identifican 173 Zonas Agroecológicas, lo que las hace ser distintas entre sí, no sólo el clima donde están ubicadas, sino que también por alguno de los cuatro tipos diferentes de suelo que existen dentro del municipio (Cuadro 2), el tipo de roca (Cuadro 3), la humedad de suelo existente (Cuadro 4) y por el tipo de uso de suelo y vegetación.

En el Cuadro 2 se pueden observar los cuatro tipos diferentes de suelo que se pueden encontrar dentro del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla., además de alguna de sus características en cuanto a textura, color y composición.

Cuadro 2. Tipos de Suelo del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

<i>Tipo de suelo</i>	<i>Características</i>
<i>Andosol (Tm)</i>	Suelos oscuros muy ligeros, con alto contenido de ceniza y otros materiales de origen volcánico, tienen el inconveniente de ser ácidos este tipo de suelo tiene capa superficial oscura, gruesa, rica en nutrientes y con buen contenido de materia orgánica.
<i>Cambisol (Be)</i>	Suelo con un subsuelo muy diferente a simple vista en color y textura a la capa superficial. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor pero pobre nutrientes y en ocasiones no existe y con un subsuelo rico o muy rico en nutrientes.
<i>Feozem (Hh)</i>	Suelo con una capa superficial oscura, algo gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes.
<i>Regosol (Re)</i>	Tipo de suelo poco desarrollado, constituido por material suelto semejante a la roca. Sustenta cualquier tipo de vegetación dependiendo del clima; sin embargo su uso es principalmente forestal y ganadero, aunque también puede ser utilizado en proyectos agrícolas y de vida silvestre.

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI (1998) y Porta, *et al.*, (2008).

La utilización de esta carta en la zonificación aplicada a la elección de especies agrícolas permitirá identificar rápidamente las zonas con el tipo de suelo que requiera los cultivos elegidos, o para determinar cuáles si podrán tener incremento en rendimientos considerando condiciones de suelo más adecuadas.

En el Cuadro 3 se muestran los seis tipos diferentes de roca que se ubican dentro del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla, donde tres de ellos pertenecen a la clase de roca sedimentaria y los tres restantes a clase de roca ígnea extrusiva, además se pueden observar algunas de sus características, las cuales las hace ser diferentes unas con otras.

Cuadro 3. Tipos de Rocas presentes en el Municipio de Tetela de Ocampo Puebla.

Clase de Roca	Tipo de Roca	Características
	Caliza	Era de formación Mesozoico, sistema Cretácico y serie Cretácico inferior. Formadas por la precipitación de carbonato de calcio y acumulación de fragmentos esqueléticos (corales, gasterópodos, ostrácodos, etc.).
Sedimentaria	Caliza-Lutita	Era de formación Mesozoico, sistema Jurásico y serie Jurásico inferior. Rocas formadas entre dos clases de rocas sedimentarias clásticas su composición es mayormente de caliza y con partes de roca lutita, el tamaño de partículas de estas últimas es de 1/256 – 1/16 mm.
	Limolita-Arenisca	Era de formación Mesozoico, sistema Jurásico y serie Jurásico medio. Formada por dos clases de roca principalmente de Lutita y en menor proporción arenitas y estas últimas tienen un tamaño de partículas de 1/16 – 2 mm.

	Volcanoclástico	Era de formación Cenozoico, sistema Neógeno y serie aún no se cuenta con el dato. Porcentaje en sílice (SiO ₂) de 52 – 66.
Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	Era de formación Cenozoico, sistema Neógeno y serie aún no se cuenta con el dato. Porcentaje en sílice (SiO ₂) de 45 – 52. Composición de minerales 75% feldespatos y 25% minerales ferromagnesianos.
	Ígnea extrusiva ácida	Era de formación Cenozoico, sistema Neógeno y serie aún no se cuenta con el dato. Su porcentaje en sílice (SiO ₂) es >66. Compuesta en minerales 50% feldespatos, 30% cuarzo, 20% minerales ferromagnesianos.

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI (1998) y Porta, *et al.*, (2008).

El saber qué tipo de roca existe dentro de cada una de las Zonas Agroecológicas permite tener una idea más concreta de las condiciones en las cuales se trabajara, así mismo de cómo será en complemento del tipo de suelo y dar una idea de estructura, edad y tipo de formación de suelo.

En el Cuadro 4 se muestran las variables y su significado en cuanto a humedad de suelo presente en el municipio este fenómeno se presenta en un periodo determinado de tiempo, cuando la precipitación supera a la evapotranspiración, ocasionando que el agua que se infiltra humedezca la porción superficial del suelo (INEGI, 2000).

Cuadro 4. Humedad de Suelo en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

<i>Símbolo</i>	<i>Periodo en Meses</i>
<i>J-A</i>	Humedad de suelo durante 11 meses de Julio – Abril.
<i>J-F</i>	Humedad presente en el suelo durante 8 meses Junio – Febrero.
<i>J-M</i>	Humedad de suelo durante 10 meses de Julio – Marzo.
<i>J-M*</i>	Humedad de suelo durante todo el año de Junio – Mayo.

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI (2000).

El tomar en cuenta este parámetro en la ZAE permite conocer las condiciones de humedad existentes del suelo, lo cual podrá guiar para determinar ciclos de cultivo en la zona así como para la elección de especies agrícolas con potencial productivo.

Como se puede observar, debido a que se tomaron en cuenta cinco variables diferentes el número de Zonas Agroecológicas del municipio es demasiado grande lo que hace difícil su interpretación y localización, es por ello que estas se clasificaron en cinco grupos diferentes basándose en los diversos tipo de clima que se identificaron dentro del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

A continuación se hace una pequeña descripción de cada uno de los tipos de clima presentes en el municipio, las Zonas Agroecológicas presentes en cada una de esta clasificación, así como de las características que las hacen ser diferentes entre sí, además de Figuras que harán más ilustrativo y entendible la ubicación y distribución de las ZAET.

6.2.1. Clima (A)C(fm)

El clima semicálido húmedo con lluvias todo el año, temperatura media anual $> 18^{\circ}$ C, con precipitación del mes más seco > 40 milímetros, con lluvia invernal < 18 milímetros con respecto al total anual. Contempla 4 Zonas Agroecológicas que son de la ZAE 1 a 4, en la Figura 8 se muestra su ubicación y distribución. Las áreas descritas en este tipo de clima tienen características de humedad de suelo en el periodo J-M*. Las cuatro zonas contempladas dentro de este grupo tienen el mismo tipo de suelo que es el regosol

La ZAET 1 es un área de bosque de Pino-Encino y la ZAET 3 es de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino. Las ZAET 2 y 4, son áreas dedicadas a la Agricultura de Temporal Anual y Agricultura de Temporal Anual y Permanente, se diferencian por el tipo de roca donde existe variación entre ígnea extrusiva básica e ígnea extrusiva ácida como se puede distinguir en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Diferencia entre Zonas Agroecológicas con clima (A)C(fm).

<i>Clasificación</i>	<i>Uso de Suelo y Vegetación</i>	<i>Tipo de Roca</i>
ZAET 1	Bosque de Pino-Encino	Ígnea extrusiva básica
ZAET 3	Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque Pino-Encino	Ígnea extrusiva ácida
ZAET 2	Agricultura de Temporal Anual	Ígnea extrusiva básica
ZAET 4	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	Ígnea extrusiva ácida

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

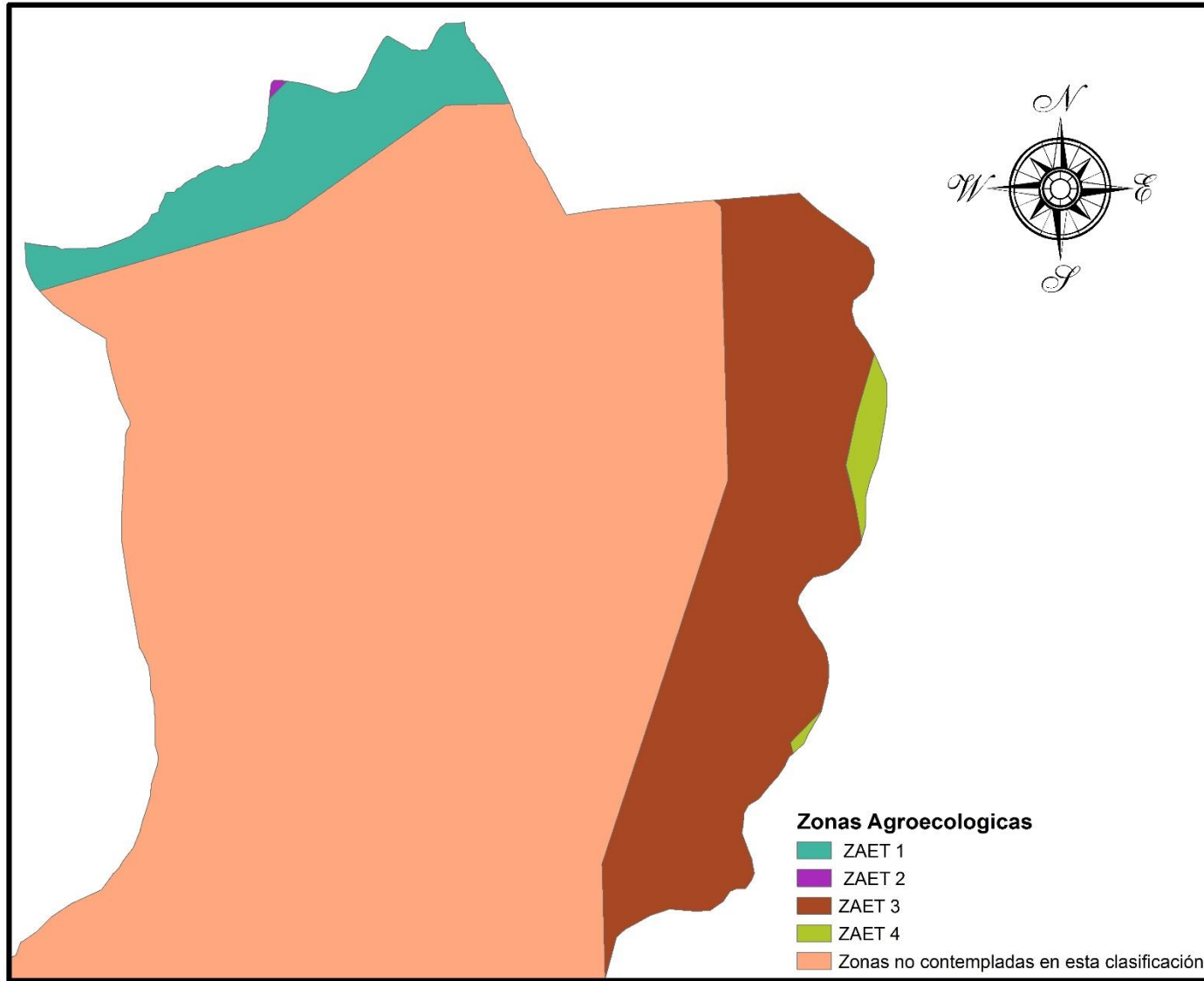


Figura 8. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas con clima (A)C(fm).

6.2.2. Clima C(fm)

El clima templado húmedo con lluvias todo el año con precipitación del mes más seco > 40 milímetros, con lluvia invernal <18 milímetros con respecto al total anual y con una temperatura media anual entre 12 y 18° C. Dentro de esta clasificación se encuentran 12 Zonas Agroecológicas diferentes, de las ZAET 5 a 16 (Figura 7), todas estas zonas tienen humedad de suelo de J-M*

En esta clasificación sólo hay dos tipos diferentes de suelo el primero es el regosol (Cuadro 6) y contempla la ZAET 9 y 11 que son áreas de Bosque de Pino-Encino, las ZAET 10 y 12 son áreas dedicadas a las Agricultura de Temporal Anual, todas estas zonas con variantes en tipo de roca limolita-arenisca e ígnea extrusiva ácida. La ZAET 13 corresponde a Pastizal Inducido con tipo de roca ígnea extrusiva ácida.

Cuadro 6. Diferencias entre Zonas Agroecológicas con suelo regosol con clima C(fm).

<i>Clasificación</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso Suelo y Vegetación</i>
ZAET 9	Limolita-Arenisca	Bosque de Pino-Encino
ZAET 11	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 10	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Temporal Anual
ZAET 12	Limolita-Arenisca	
ZAET 13	Ígnea extrusiva ácida	Pastizal Inducido

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

El segundo tipo de suelo es el Cambisol (Cuadro 7) en este se incluyen las ZAET 5, 6, 7, 8, 14, 15 y 16. Donde la 5, 7 y 16 son áreas de Bosque de Pino-Encino y las 6, 8 y 14 son de Pastizales Inducidos, presentándose en ellas variaciones de tipos de roca, entre caliza-lutita, limolita-arenisca e ígnea extrusiva ácida. La zona 15 es un área dedicada a la Agricultura de Temporal Anual con tipo de roca ígnea extrusiva ácida.

Cuadro 7. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(fm).

<i>Clasificación</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso Suelo y Vegetación</i>
<i>ZAET 5</i>	Caliza-Lutita	
<i>ZAET 7</i>	Limolita-Arenisca	Bosque de Pino-Encino
<i>ZAET 16</i>	Ígnea extrusiva ácida	
<i>ZAET 6</i>	Caliza-Lutita	
<i>ZAET 8</i>	Limolita-Arenisca	Pastizal Inducido
<i>ZAET 14</i>	Ígnea extrusiva ácida	
<i>ZAET 15</i>	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Temporal Anual

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.



Figura 9. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas con clima C(fm).

6.2.3. Clima C(m)

El clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano, con precipitación del mes más seco >40 milímetros, con lluvia invernal de >5 milímetros con respecto al total anual y con una temperatura media anual entre 12 y 18° C. Contempla 95 Zonas Agroecológicas diferentes, que van desde la ZAET 17 hasta la ZAET 111, la humedad de suelo es de J-A, J-M y J-M*. En esta clasificación se pueden distinguir los cuatro tipos diferentes de suelo identificados en el municipio.

Regosol en él se encuentran las Zonas Agroecológicas de la 17 a 48 (Cuadro 8), estas abarcan zonas de Agricultura de Riego, Agricultura de Temporal Anual y Agricultura de Temporal Anual y Permanente, así como Bosque de Pino-Encino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino, y Vegetación Arbórea de Bosques de Pino. Con cinco tipos diferentes de roca: caliza, caliza-lutita, limolita-arenisca, ígnea extrusiva básica e ígnea intrusiva ácida (Figura 10 y 11).

Cuadro 8. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(m).

<i>Clasificación</i>	<i>Humedad de Suelo</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso de Suelo y Vegetación</i>
ZAET 17	J-A		
ZAET 21	J-M*	Ígnea extrusiva básica	
ZAET 24	J-M		
ZAET 31	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Temporal Anual
ZAET 40	J-M		
ZAET 42	J-M*	Caliza	
ZAET 45	J-M*	Limolita-Arenisca	
ZAET 47	J-M*	Caliza-Lutita	
ZAET 41	J-M*	Caliza	Agricultura de Temporal Anual y Permanente
ZAET 33	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 37	J-A	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Riego Anual
ZAET 39	J-M		
ZAET 19	J-A	Ígnea extrusiva básica	
ZAET 27	J-M*		
ZAET 32	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	Pastizal Inducido
ZAET 36	J-A		
ZAET 44	J-M*	Caliza	
ZAET 18	J-A	Ígnea extrusiva básica	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Pino-Encino
ZAET 28	J-M*		
ZAET 30	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 25	J-M	Ígnea extrusiva básica	
ZAET 26	J-M*		
ZAET 34	J-M*		Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino
ZAET 35	J-A	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 38	J-M		
ZAET 20	J-A		
ZAET 22	J-M	Ígnea extrusiva básica	
ZAET 23	J-M*		
ZAET 29	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	Bosque de Pino-Encino
ZAET 43	J-M*	Caliza	
ZAET 46	J-M*	Limolita-Arenisca	
ZAET 48	J-M*	Caliza-Lutita	

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

J-A: Julio-Abril, **J-F:** Junio-Febrero, **J-M:** Julio-Marzo y **J-M*:** Junio-Mayo.

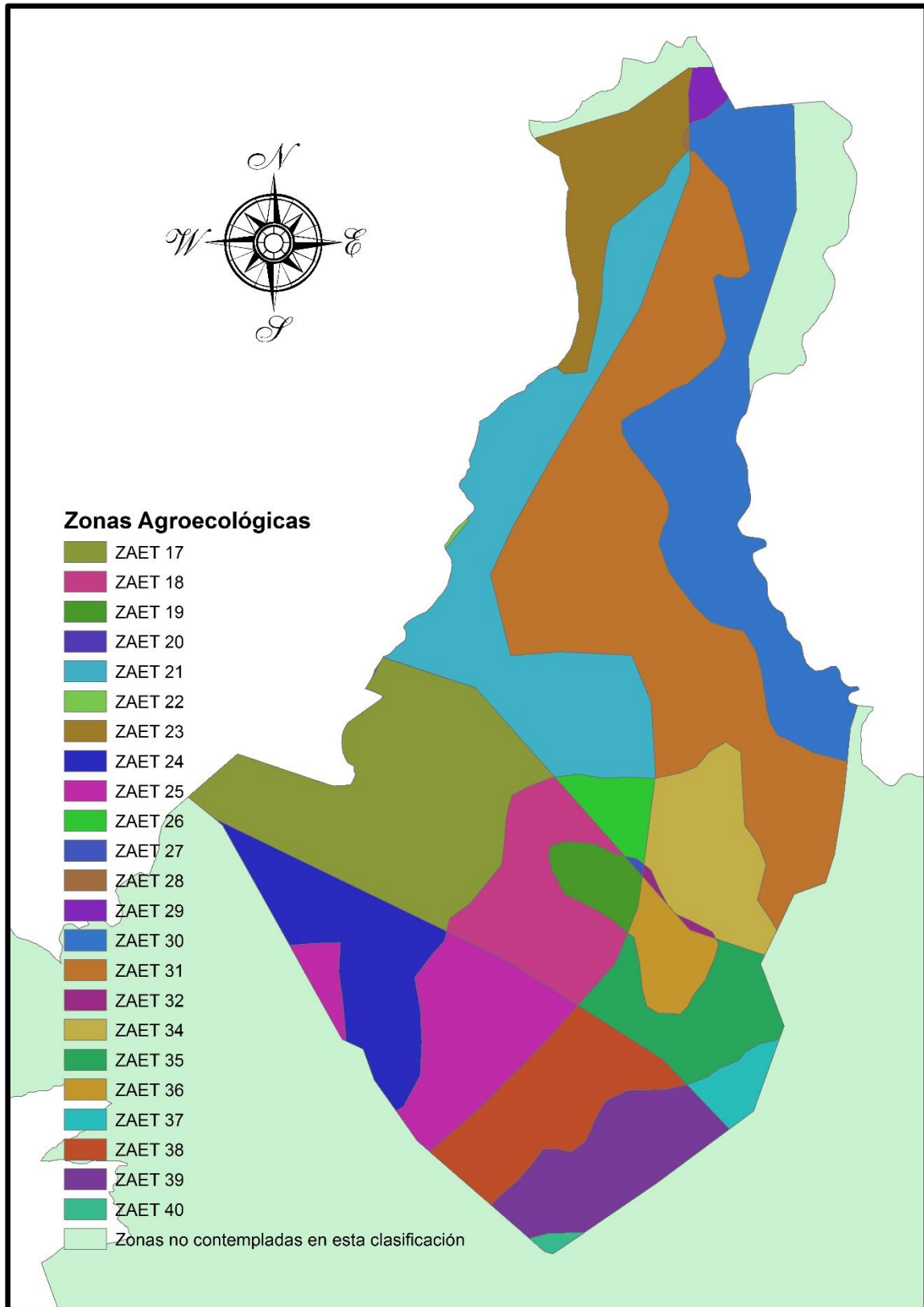


Figura 10. Ubicación noroeste y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(m).

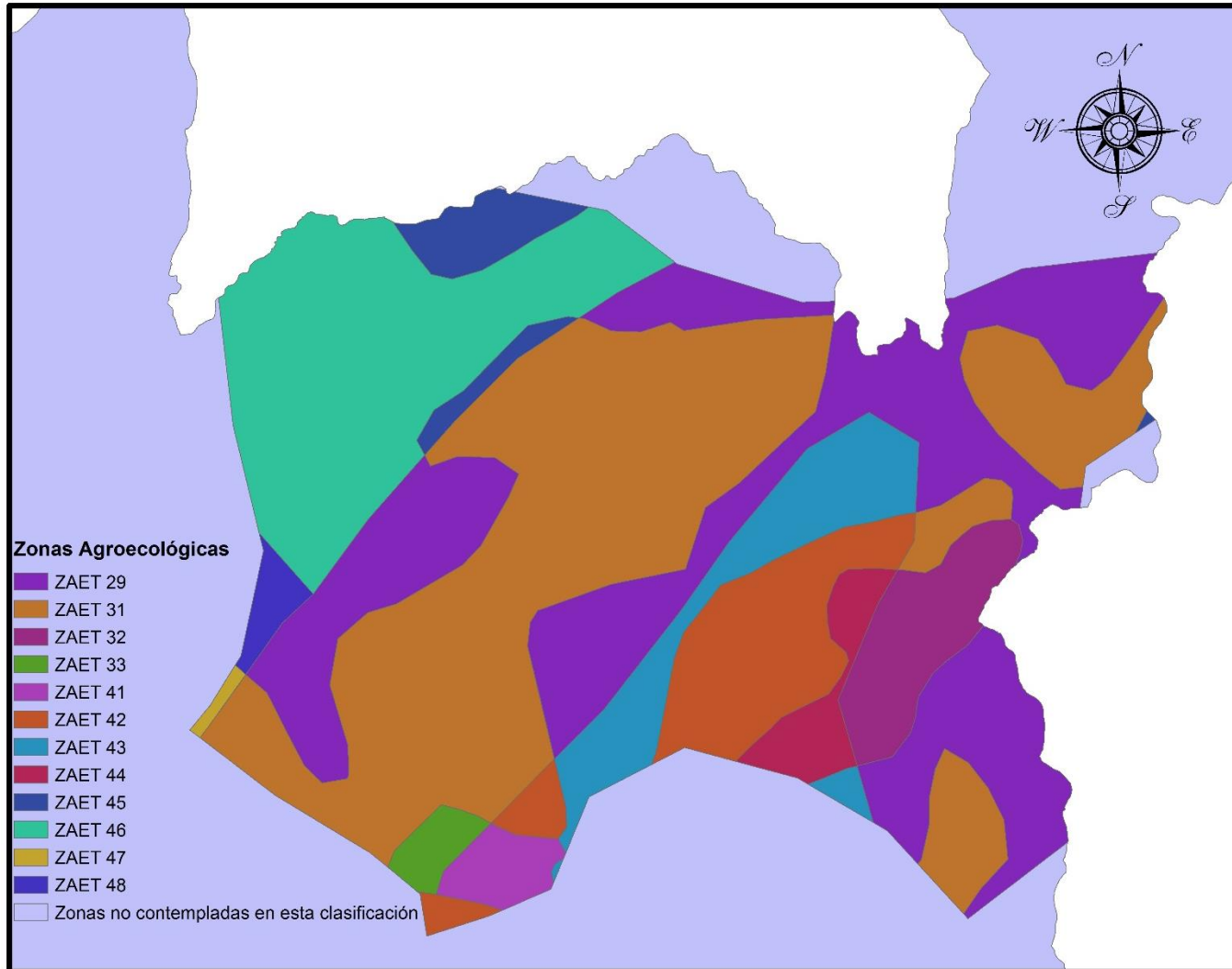


Figura 11. Ubicación noreste y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(m).

Andosol en este tipo de suelo se ubican las ZAET 49 a 68 (Cuadro 9), con áreas de Bosque de Pino-Encino, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino y Agricultura de Temporal Anual y de Temporal Anual y Permanente. En cuanto a tipos de roca podemos identificar cuatro, que son, ígnea extrusiva básica, ígnea extrusiva ácida, caliza y caliza-lutita (Figura 12).

Cuadro 9. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo andosol con clima C(m).

<i>Clasificación</i>	<i>Humedad de suelo</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso de suelo y Vegetación</i>
ZAET 50	J-M*		
ZAET 52	J-A	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 56	J-M		
ZAET 57	J-M*		Agricultura de Temporal Anual
ZAET 63	J-A	Caliza	
ZAET 65	J-M		
ZAET 68	J-M*	Caliza-Lutita	
ZAET 51	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 53	J-A		Agricultura de Temporal Anual y Permanente
ZAET 60	J-M*	Caliza	
ZAET 61	J-A		
ZAET 58	J-M*	Caliza	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino
ZAET 62	J-A		
ZAET 49	J-M*		
ZAET 54	J-A	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 55	J-M		
ZAET 59	J-M*		Bosque de Pino-Encino
ZAET 64	J-A	Caliza	
ZAET 66	J-M		
ZAET 67	J-M*	Caliza-Lutita	

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

J-A: Julio-Abril, **J-F:** Junio-Febrero, **J-M:** Julio-Marzo y **J-M*:** Junio-Mayo.

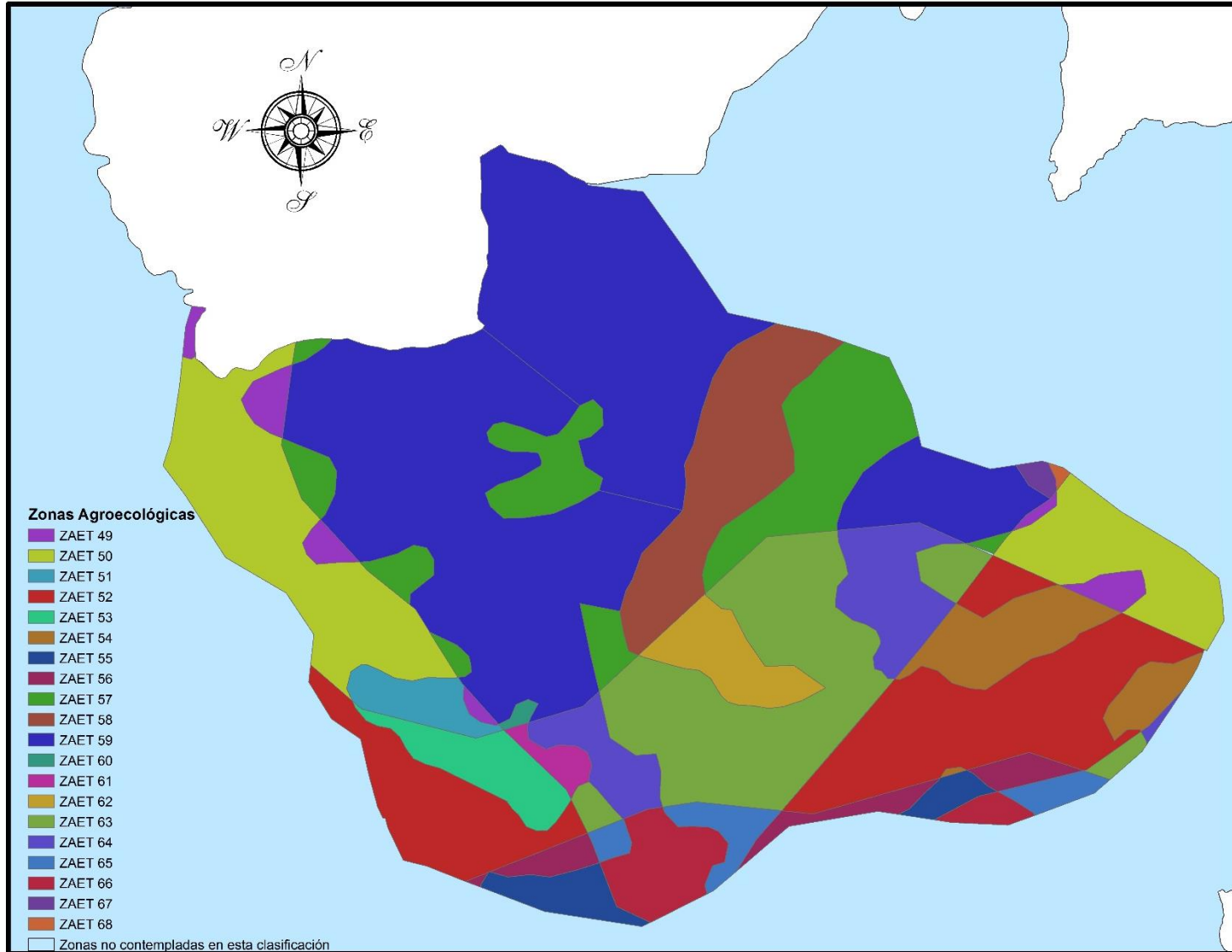


Figura 12. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo andosol con clima C(m).

Cambisol abarca de las ZAET 69 – 97 (Cuadro 10). En donde estarán presentes áreas de Bosque de Pino y de Pino-Encino, al igual de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino, áreas de Agricultura de Temporal Anual y de Agricultura de Temporal Anual y Permanente, al igual de pequeñas zonas de Pastizales Inducidos, existen variaciones entre estas por el tipo de roca en donde están ubicadas, se puede encontrar roca caliza, ígnea extrusiva ácida, caliza-lutita y limolita-arenisca (Figura 13, 14 y 15).

Cuadro 10. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(m).

<i>Clasificación</i>	<i>Humedad de Suelo</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso de Suelo y Vegetación</i>
<i>ZAET 72</i>	J-M*		
<i>ZAET 76</i>	J-A	Caliza	
<i>ZAET 79</i>	J-M		
<i>ZAET 81</i>	J-M*		Agricultura de Temporal Anual
<i>ZAET 83</i>	J-A	Ígnea extrusiva ácida	
<i>ZAET 87</i>	J-M		
<i>ZAET 93</i>	J-M*	Caliza-Lutita	
<i>ZAET 97</i>	J-M*	Limolita-Arenisca	
<i>ZAET 73</i>	J-M*		
<i>ZAET 75</i>	J-A	Caliza	Agricultura de Temporal Anual y Permanente
<i>ZAET 78</i>	J-M		
<i>ZAET 89</i>	J-M	Ígnea extrusiva ácida	
<i>ZAET 71</i>	J-M*		
<i>ZAET 74</i>	J-A	Caliza	
<i>ZAET 86</i>	J-M		Pastizal Inducido
<i>ZAET 94</i>	J-M*	Caliza-Lutita	
<i>ZAET 96</i>	J-M*	Limolita-Arenisca	
<i>ZAET 70</i>	J-M*	Caliza	
<i>ZAET 90</i>	J-M	Ígnea extrusiva ácida	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino
<i>ZAET 92</i>	J-M*	Caliza-Lutita	
<i>ZAET 69</i>	J-M*		
<i>ZAET 77</i>	J-A	Caliza	
<i>ZAET 80</i>	J-M		
<i>ZAET 82</i>	J-M*		
<i>ZAET 84</i>	J-A	Ígnea extrusiva ácida	Bosque de Pino-Encino
<i>ZAET 88</i>	J-M		
<i>ZAET 91</i>	J-M*	Caliza-Lutita	
<i>ZAET 95</i>	J-M*	Limolita-Arenisca	
<i>ZAET 85</i>	J-M	Caliza	Bosque de Pino

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

J-A: Julio-Abril, **J-F:** Junio-Febrero, **J-M:** Julio-Marzo y **J-M*:** Junio-Mayo.

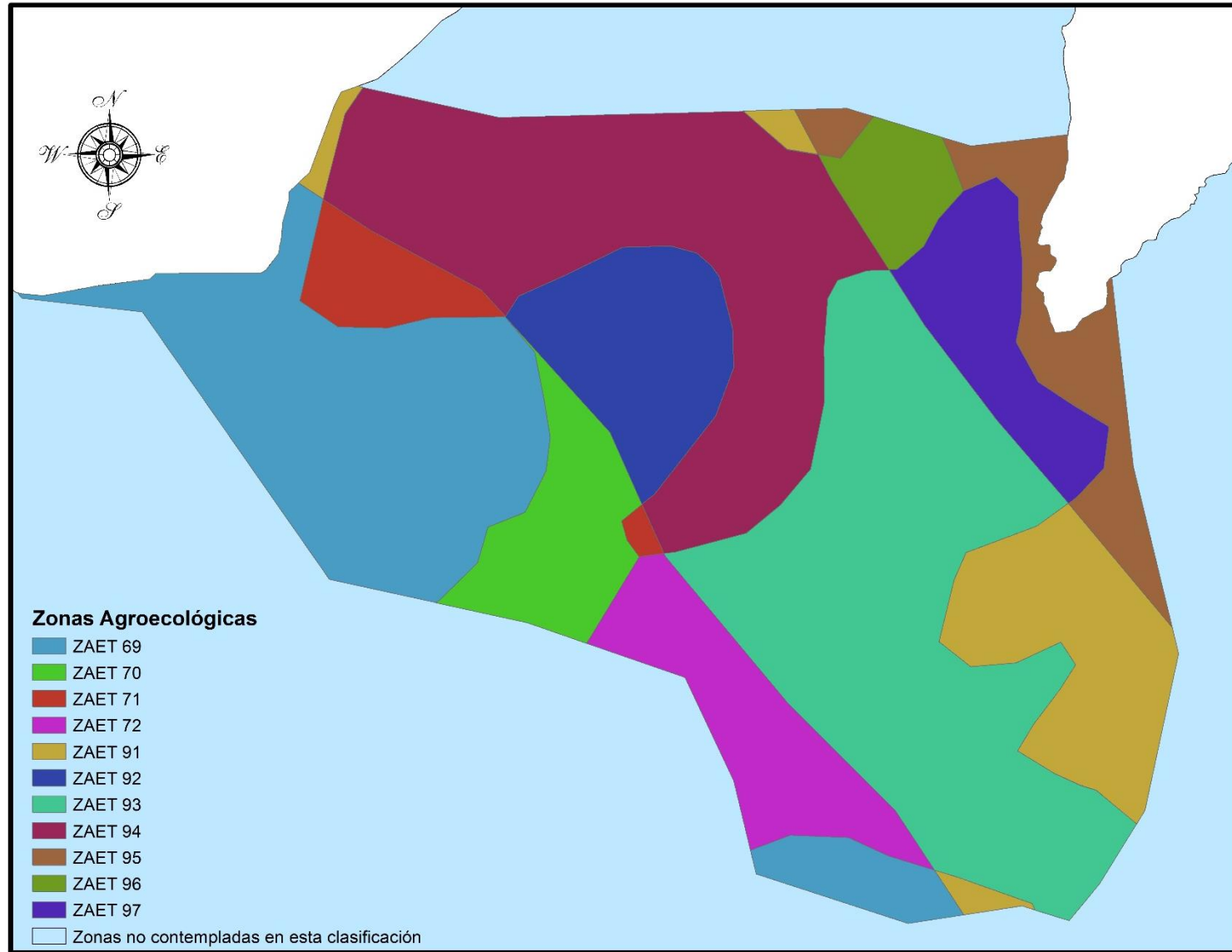


Figura 13. Ubicación norte y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(m).

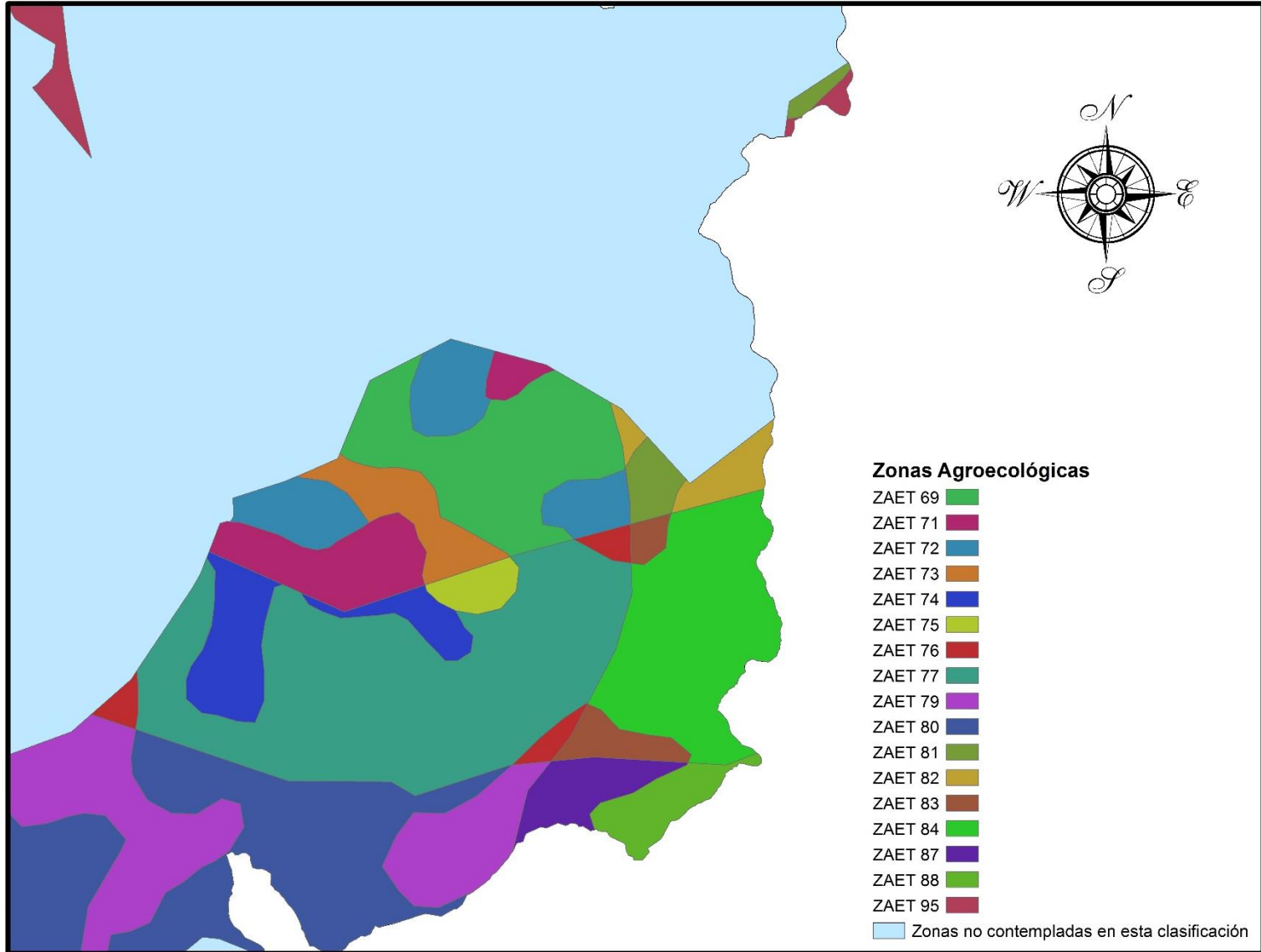


Figura 14. Ubicación noreste y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(m).

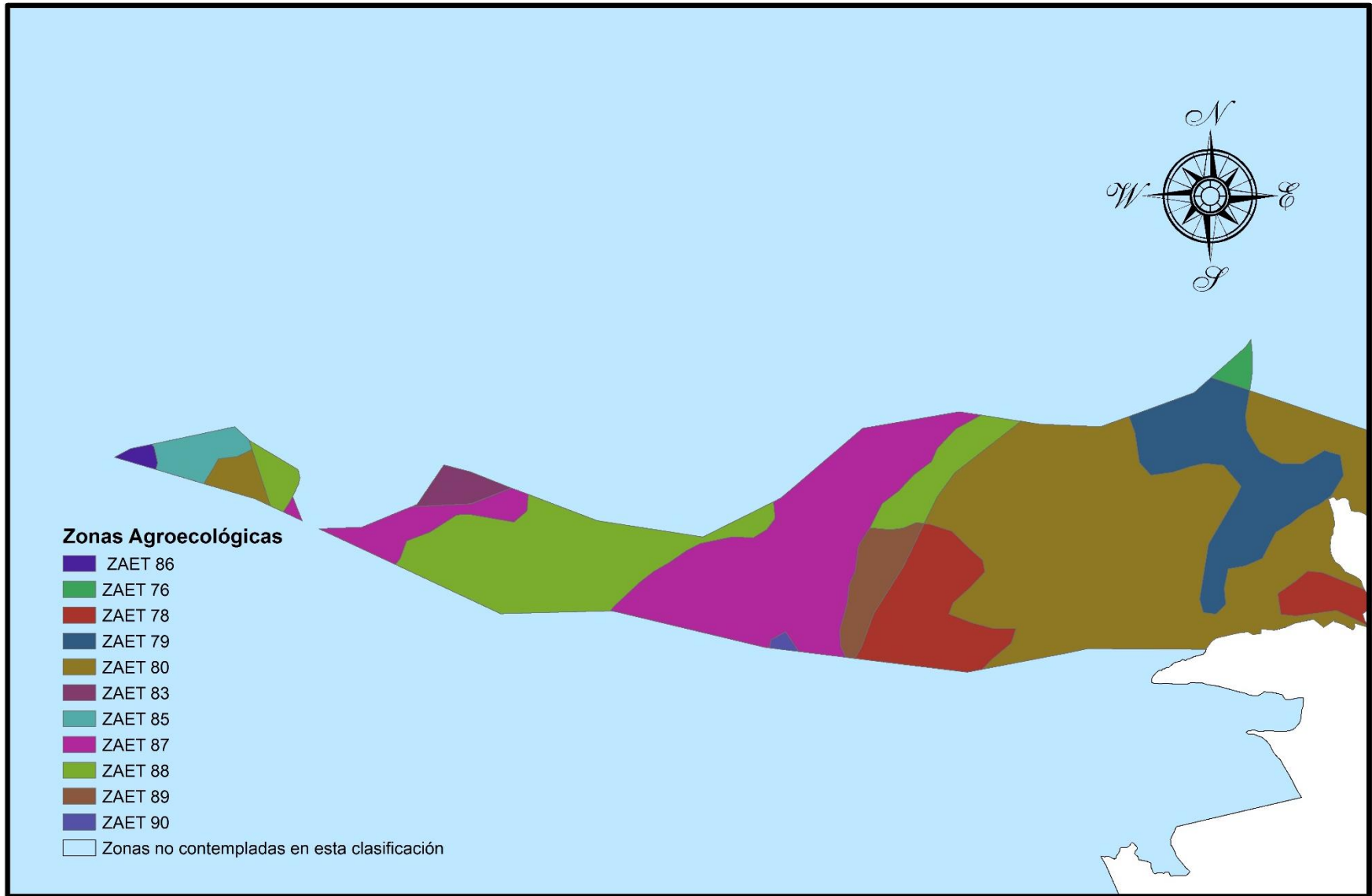


Figura 15. Ubicación este y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(m).

Feozem en este tipo de suelo se contempla 14 Zonas Agroecológicas diferentes que son de la 98 a 111 (Cuadro 11), la mayoría son áreas de Bosque de Pino y Pino-Encino así como de Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino, existen áreas de Agricultura de Temporal, Agricultura de Riego Anual y una pequeña de Pastizal Inducido. La variación entre estas áreas se ve determinada por el tipo de roca, ya que se encuentra ígnea extrusiva ácida y caliza (Figura 16).

Cuadro 11. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo feozem con clima C(m).

<i>Clasificación</i>	<i>Humedad de suelo</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso de Suelo y Vegetación</i>
ZAET 98	J-M*		
ZAET 104	J-A	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Temporal Anual
ZAET 106	J-M		
ZAET 101	J-A	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 108	J-M		Agricultura de Riego Anual
ZAET 111	J-M	Caliza	
ZAET 109	J-M	Caliza	Pastizal Inducido
ZAET 99	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	Vegetación Secundaria Arbórea de
ZAET 100	J-A		Bosque de Pino
ZAET 102	J-A	Ígnea extrusiva ácida	Bosque de Pino-Encino
ZAET 103	J-A	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 107	J-M		
ZAET 110	J-M		Bosque de Pino
ZAET 105	J-A	Caliza	

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

J-A: Julio-Abril, **J-F:** Junio-Febrero, **J-M:** Julio-Marzo y **J-M*:** Junio-Mayo.

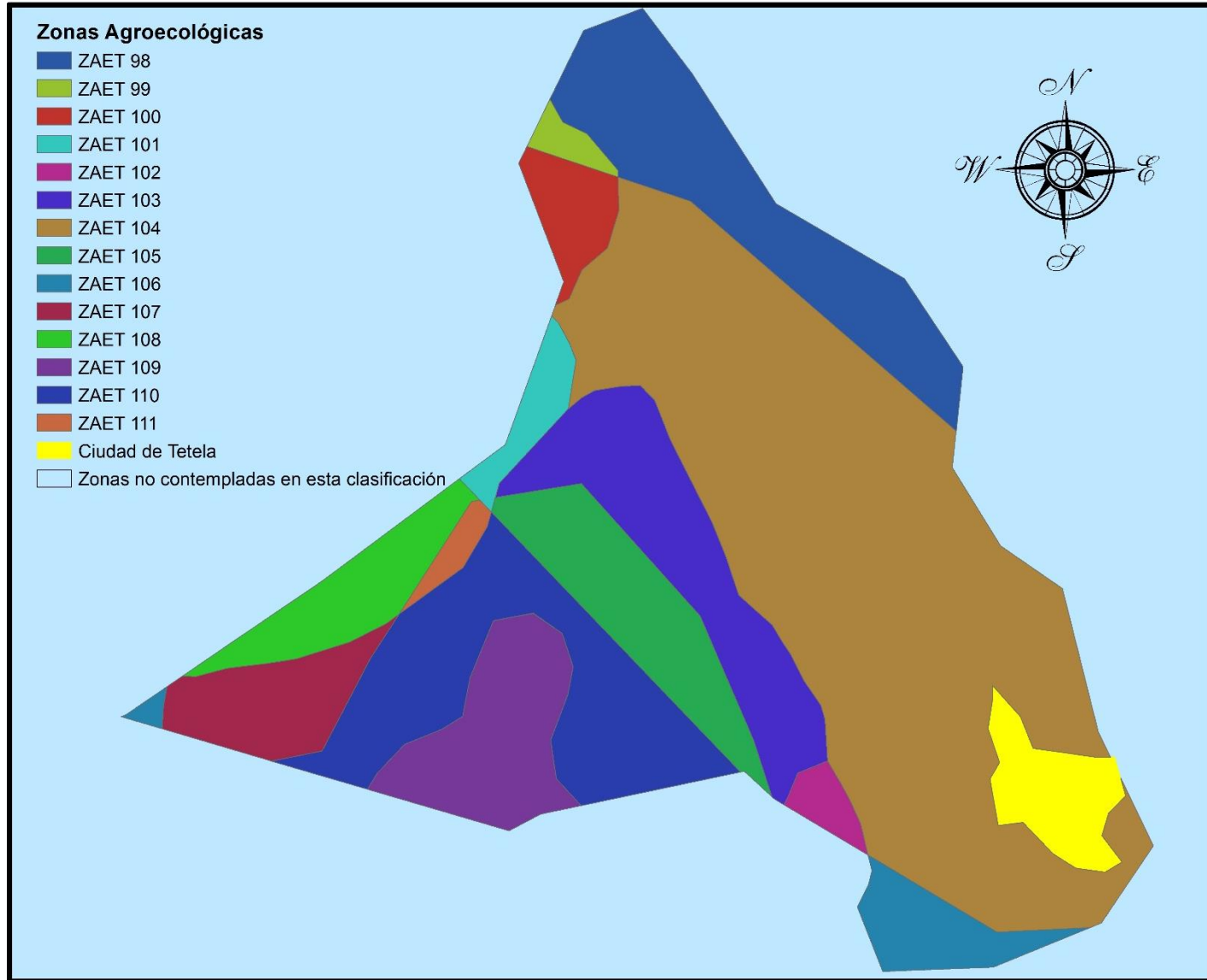


Figura 16. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo feozem con clima C(m).

6.2.4. Clima C(w2)

El clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad, tiene precipitación del mes más seco > 40 milímetros, con lluvia invernal entre 5 y 10.2 milímetros con respecto al total anual y con una temperatura media anual entre 12 y 18° C. La humedad de suelo para este municipio en este tipo es de J-F y J-M. Se agrupan 45 Zonas Agroecológicas de 112 a 156. Y pueden distinguirse tres tipos diferentes de suelo que son el Cambisol, Feozem y Regosol.

El cambisol incluye las ZAET 135-156 (Cuadro 12) y se distinguen áreas de Bosques de Pino y de Pino-Encino así como Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino, áreas de Agricultura de Temporal Anual, Agricultura de Temporal Anual y Permanente, y zonas con Pastizal Inducido. Están presentes tres tipos diferentes de roca ígnea extrusiva ácida, caliza y caliza-lutita (Figura 17).

Cuadro 12. Diferencias entre Zonas Agroecológicas con suelo cambisol con clima C(w2).

<i>Clasificación</i>	<i>Humedad de suelo</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso de Suelo y Vegetación</i>
ZAET 136	J-M	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 138	J-F		
ZAET 140	J-M	Caliza-Lutita	Agricultura de Temporal Anual
ZAET 145	J-F		
ZAET 149	J-M	Caliza	
ZAET 155	J-F		
ZAET 142	J-F	Caliza-Lutita	Agricultura de Temporal Anual y Permanente
ZAET 150	J-M		
ZAET 151	J-F	Caliza	
ZAET 146	J-M		
ZAET 153	J-F	Caliza	Pastizal Inducido
ZAET 137	J-F		
ZAET 141	J-M	Caliza-Lutita	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino
ZAET 144	J-F		
ZAET 152	J-F	Caliza	
ZAET 135	J-M		
ZAET 139	J-F	Ígnea extrusiva ácida	
ZAET 143	J-F		
ZAET 148	J-M	Caliza-Lutita	Bosque de Pino-Encino
ZAET 154	J-F		
ZAET 147	J-M	Caliza	Bosque de Pino
ZAET 156	J-F		

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

J-A: Julio-Abril, **J-F:** Junio-Febrero, **J-M:** Julio-Marzo y **J-M*:** Julio-Mayo.

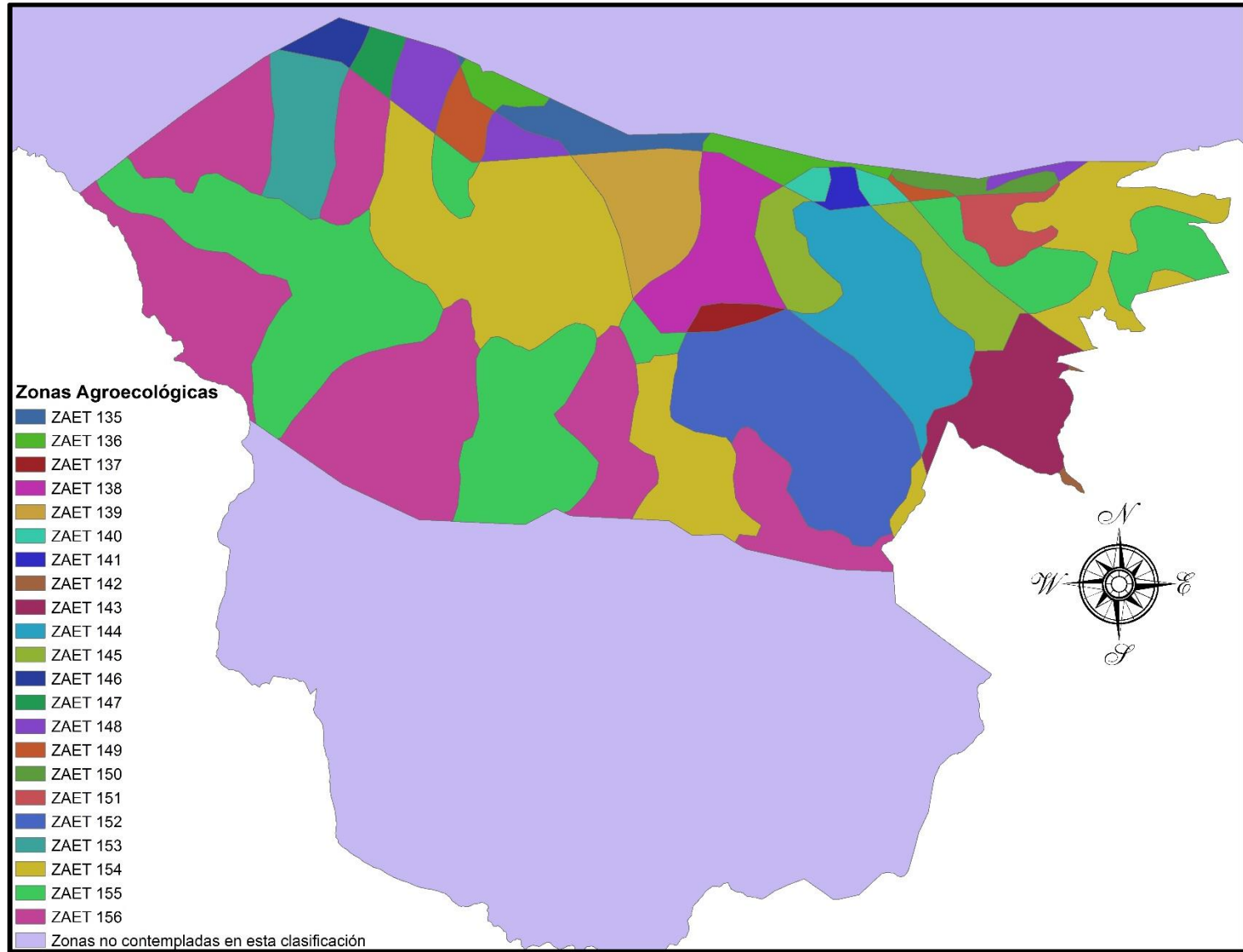


Figura 17. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo cambisol con clima C(w2).

En el área de suelo feozem se ubican las ZAET 124 a 134 (Cuadro 13), en su mayoría son zonas de Agricultura de Temporal Anual, Agricultura de Temporal Anual y Permanente, pequeñas áreas de Bosque de Pino y una de Pastizal Inducido. En esta sección solo se identifican dos tipos diferentes de roca que son ígnea extrusiva ácida y caliza (Figura 18).

Cuadro 13. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo feozem con clima C(w2).

<i>Clasificación</i>	<i>Humedad de Suelo</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso de Suelo y Vegetación</i>
ZAET 124	J-M	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Temporal Anual
ZAET 126	J-F		
ZAET 131	J-M	Caliza	Agricultura de Temporal Anual y Permanente
ZAET 133	J-F		
ZAET 128	J-F	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Riego Anual
ZAET 129	J-F	Ígnea extrusiva ácida	Pastizal Inducido
ZAET 130	J-M	Caliza	
ZAET 125	J-M	Ígnea extrusiva ácida	Bosque de Pino
ZAET 127	J-F		
ZAET 132	J-M	Caliza	
ZAET 134	J-F		

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

J-A: Julio-Abril, **J-F:** Junio-Febrero, **J-M:** Julio-Marzo y **J-M*:** Junio-Mayo.

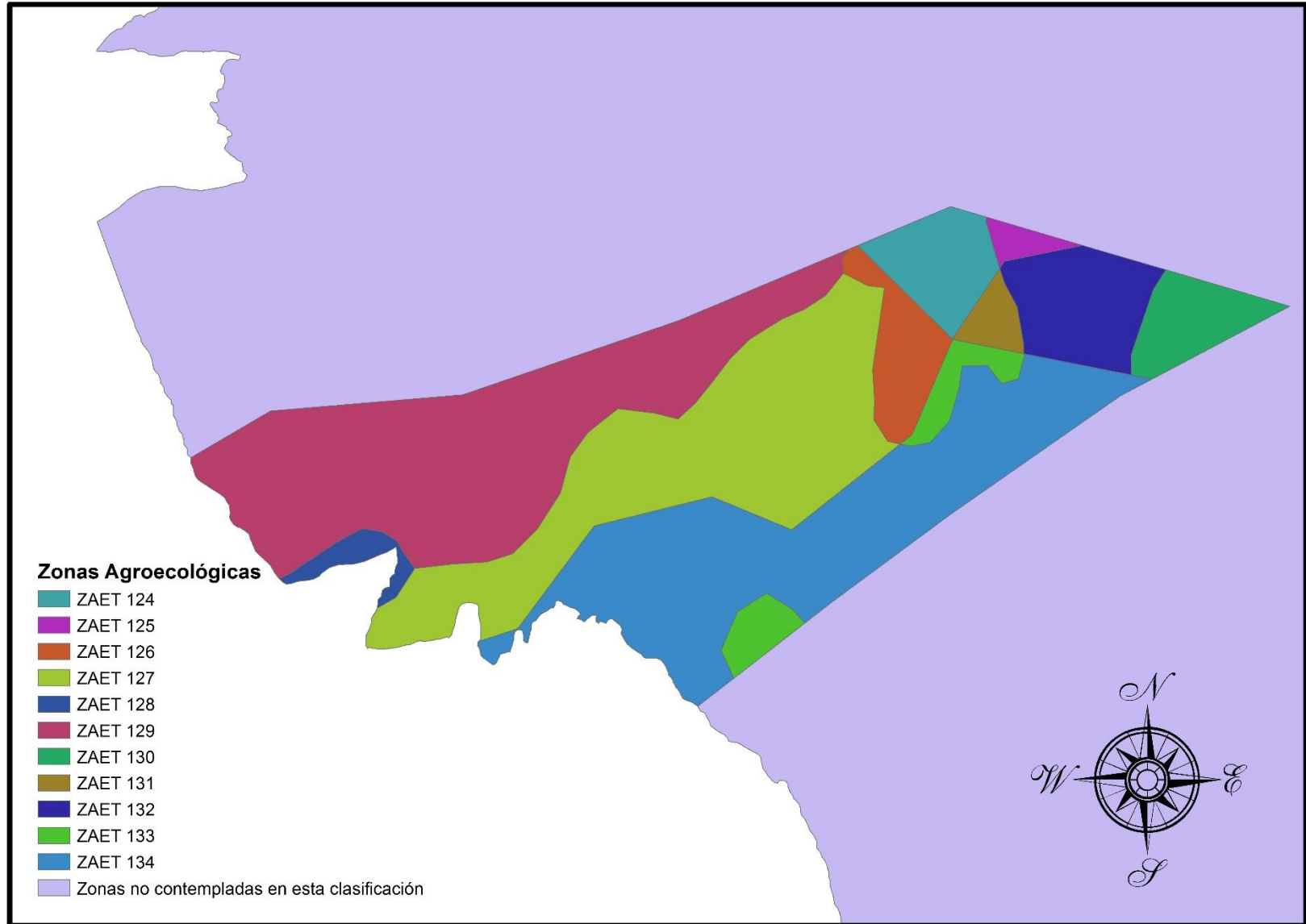


Figura 18. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo feozem con clima C(w2).

El suelo regosol agrupa a las ZAET 112 a 123 (Cuadro 14) y en su mayoría son áreas de Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino y Herbácea de Bosque de Encino, así como pequeñas áreas de Agricultura de Riego Anual y de Agricultura de Temporal Anual. La diferencia entre cada una de estas zonas es determinada por el tipo de roca existente ígnea extrusiva ácida e ígnea extrusiva básica (Figura 19).

Cuadro 14. Diferencias entre Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(w2).

<i>Clasificación</i>	<i>Humedad de suelo</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso de Suelo y Vegetación</i>
ZAET 112	J-M	Ígnea extrusiva básica	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino
ZAET 116	J-F		
ZAET 120	J-M	Ígnea extrusiva ácida	Vegetación Secundaria Herbácea de Bosque de Encino
ZAET 121	J-F		
ZAET 115	J-F	Ígnea extrusiva básica	Agricultura de Temporal Anual
ZAET 119	J-M		
ZAET 122	J-F	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Riego Anual
ZAET 113	J-M		
ZAET 114	J-F	Ígnea extrusiva básica	Agricultura de Temporal Anual
ZAET 117	J-M		
ZAET 118	J-M	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Riego Anual
ZAET 123	J-F		

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

J-A: Julio-Abril, **J-F:** Junio-Febrero, **J-M:** Julio-Marzo y **J-M*:** Junio-Mayo.

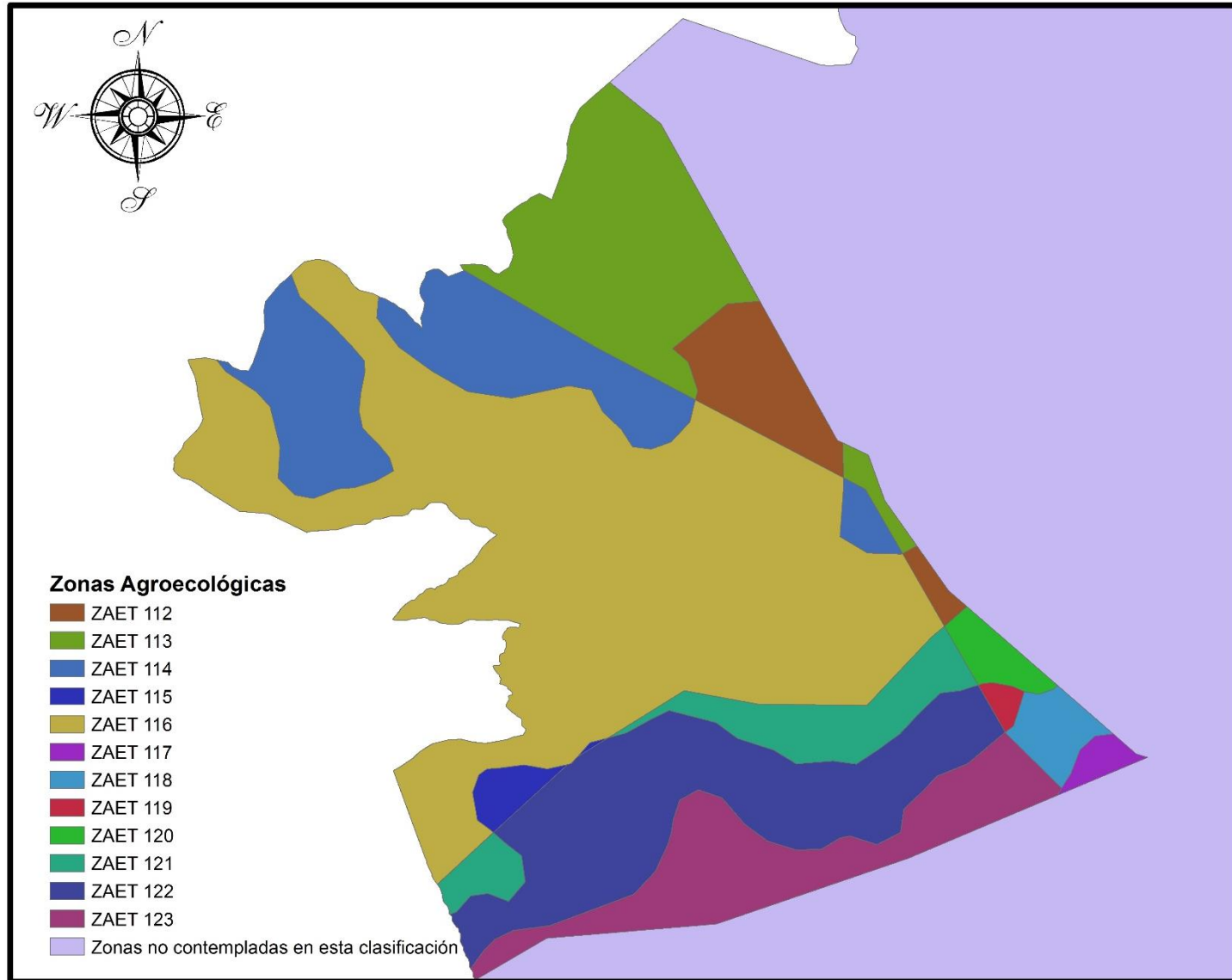


Figura 19. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas de suelo regosol con clima C(w2).

6.2.5. Clima C(w1)(w)

Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, con precipitación del mes más seco >40 milímetros, con lluvia invernal de <5 milímetros con respecto al total anual y con una temperatura media anual entre 12 y 18° C. en esta clasificación de clima en el municipio la humedad de suelo es de J-F. Se localizan 17 Zonas Agroecológicas diferentes que van desde la ZAET 157 hasta la ZAET 173 (Cuadro 15).

Están presentes dos tipos de suelo, Cambisol y Feozem en ellos se ubican zonas de Bosque de Pino y Bosque de Pino-Encino, así como Agricultura de Temporal Anual y de Agricultura de Temporal Anual y Permanente. Lo que determina la diferencia entre cada una de ellas es el tipo de roca ya que se pueden identificar tres diferentes caliza, volcanoclástico, ígnea extrusiva ácida e ígnea extrusiva básica (Figura 20).

Cuadro 15. Diferencias entre Zonas Agroecológicas con clima C(w1)(w).

<i>Clasificación</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso de Suelo y Vegetación</i>	<i>Tipo de Suelo</i>
ZAET 157	Ígnea extrusiva básica	Bosque de Pino	
ZAET 163	Caliza		
ZAET 159	Ígnea extrusiva básica	Bosque de Pino-Encino	
ZAET 160	Caliza		Cambisol
ZAET 158	Ígnea extrusiva básica	Agricultura de Temporal Anual y	
ZAET 162	Caliza	Permanente	
ZAET 161	Caliza	Agricultura de Temporal Anual	
ZAET 166	Caliza		
ZAET 167	Volcanoclástico	Bosque de Pino	
ZAET 170	Ígnea extrusiva ácida		Feozem
ZAET 171	Ígnea extrusiva básica		
ZAET 164	Caliza	Bosque de Pino-Encino	
ZAET 173	Ígnea extrusiva básica		

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo.

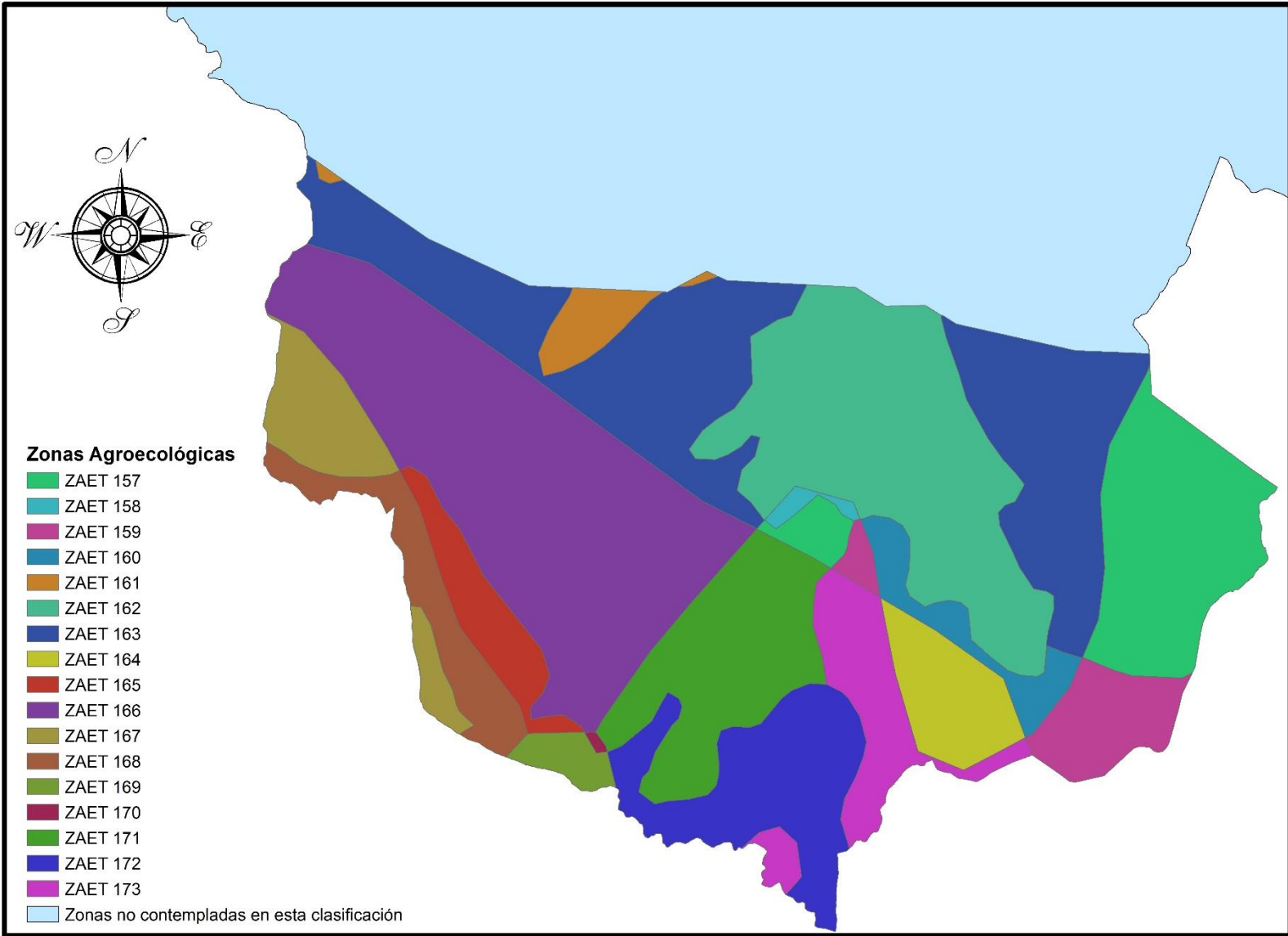


Figura 20. Ubicación y distribución de Zonas Agroecológicas con clima C(w1)(w).

6.3. Identificación de Zonas Agroecológicas de la comunidad de San Nicolás, Tetela de Ocampo, Puebla

Dentro del área que abarca la comunidad de San Nicolás se identificaron 12 Zonas Agroecológicas diferentes todas tienen un clima tipo C(m) (templado húmedo con abundantes lluvias en verano) y se observan dos tipos diferentes de suelo: andosol en diez zonas y feozem sólo en dos zonas las diferencias entre cada una de estas zonas se describen en el Cuadro 16, y en la Figura 21 se puede ver la distribución de cada una de estas.

Dentro del tipo de suelo andosol se localizan las ZAET 49-53, 57, 59, 60, 61 y 64. En donde su variación principal es la humedad de suelo ya que en esta hay humedad de J-M* y de J-A, en cuanto a tipo de roca, únicamente se localizan dos diferentes, que son: caliza e ígnea extrusiva ácida, en cuanto a uso de suelo y vegetación existen áreas de Bosque de Pino-Encino y de Agricultura de Temporal Anual y de Agricultura de Temporal Anual y Permanente.

De las zonas que se localizan con tipo de suelo feozem sólo las ZAET 98 y 104, son áreas de Agricultura de Temporal Anual con tipo de roca ígnea extrusiva ácida y sus variantes son la humedad de suelo que son de J-M* y de J-A.

Cuadro 16. Zonas Agroecológicas en San Nicolás.

<i>Clasificación</i>	<i>Humedad de Suelo</i>	<i>Tipo de Roca</i>	<i>Uso de Suelo y Vegetación</i>	<i>Tipo de Suelo</i>
ZAET 49	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	Bosque de Pino-Encino	
ZAET 59	J-M*	Caliza		
ZAET 64	J-A			
ZAET 50	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Temporal Anual	Andosol
ZAET 52	J-A			
ZAET 57	J-M*	Caliza	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	
ZAET 51	J-M*	Ígnea extrusiva ácida		
ZAET 53	J-A	Caliza		
ZAET 60	J-M*			
ZAET 61	J-A			
ZAET 98	J-M*	Ígnea extrusiva ácida	Agricultura de Temporal Anual	Feozem
ZAET 104	J-A			

ZAET: Zonas Agroecológicas Tetela de Ocampo

San Nicolás

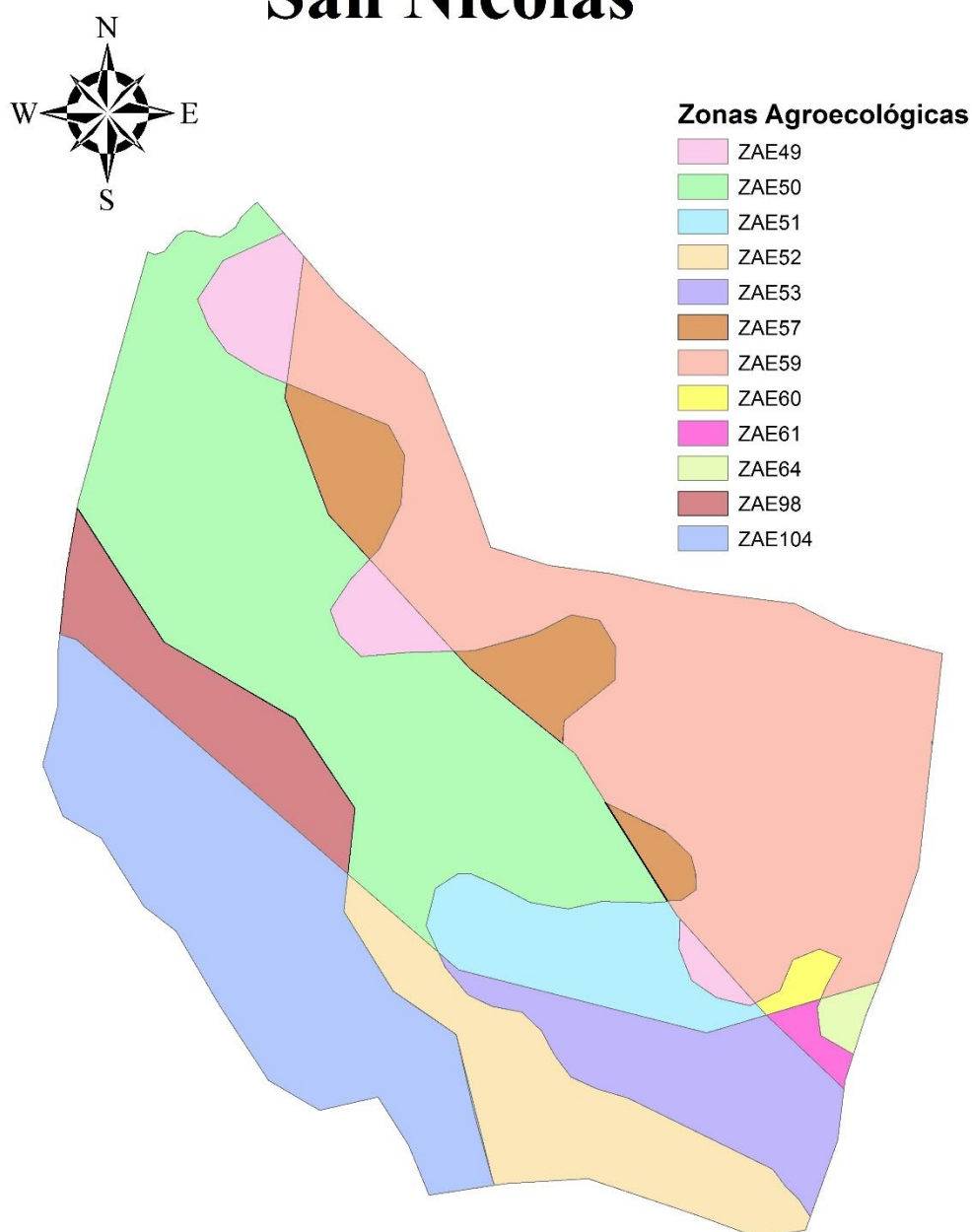


Figura 21. Zonas agroecológicas identificadas dentro de la comunidad de San Nicolás.

6.4. Propuesta de cultivos para San Nicolás, Tetela de Ocampo, Puebla.

De acuerdo a las zonas agroecológicas definidas dentro de la comunidad, a las características que predominan dentro de estas, así como observaciones realizadas en campo, se dan las siguientes propuestas para el establecimiento de especies agrícolas (Cuadro 17)

Cuadro 17. Propuestas de cultivos de acuerdo a características de Zonas Agroecológicas en San Nicolás, Tetela de Ocampo, Pue.

<i>Cultivo</i>	<i>Usos Potenciales</i>	<i>Altitud (msnm)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Suelo</i>	<i>Precipitación (mm)</i>	<i>pH</i>	<i>Zonas Agroecológicas Recomendadas</i>
Zarzamora (<i>Rubus adenotrichus</i> Schlecht.)	Frutal. Cerca viva. Setos	1200–2500 (Yáñez y Altamirano, 2007)	12 – 15 (Yáñez y Altamirano, 2007)	Suelos franco-arenosos y franco-arcillosos (Yáñez y Altamirano, 2007).	800- 1.300 (Yáñez y Altamirano, 2007).	5,5-7.5 (Yáñez y Altamirano, 2007).	ZAET 49, 57, 59, 60, 61 y 64
Manzano (<i>Malus pumilia</i> Mill)	Frutal. Cerco vivo. Hojas, ramas y frutos Medicinal.	1200 -2100 (Agroproduce, 2006)	12 – 25 (Santacruz- Vázquez y Santacruz- Vázquez, 2007).	Suelos arcillo-calizos o arcillo silíceos, frescos y drenables (Santacruz-Vázquez y Santacruz-Vázquez, 2007).	700 – 1000 (Coque- Fuentes, <i>et al.</i> , 2012)	5.8 - 7.5 (Coque- Fuentes, <i>et al.</i> , 2012)	ZAET 50 – 53, 57, 60, 61, 98 y 104.
Nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill)	Cerco vivo. Flores, frutos y parte vegetativa comestibles. Forrajero	800 – 1800 (Rodríguez- Fuentes, <i>et al.</i> , 2009).	10 – 35 (Rodríguez- Fuentes, <i>et al.</i> , 2009).	Suelos de origen calcáreo. Franco, arcillo arenosa arena franca y franco arenosa (Rodríguez-Fuentes, <i>et al.</i> , 2009).	150 – 1800 (Rodríguez- Fuentes, <i>et al.</i> , 2009).	6.5–8.5 (Rodríguez- Fuentes, <i>et al.</i> , 2009).	ZAET 57, 60 Y 61

Higuerilla <i>(Ricinus communis L.)</i>	Medicina Tradicional.			Suelos agrícolas con textura media o gruesa, de mediana y alta fertilidad, profundos, sueltos, permeables, aireados bien drenados, con altas cantidades de elementos nutritivos (Rico-Ponce, 2001)			
	Cultivo Oleaginoso. Dendroenergético. Arbusto multipropósito. Control Biológico de plagas (Bioinsecticida)	0 – 2300 (Robles-Sánchez, 1991)	20 (Rico-Ponce, 2001)		700 a 1200 (Rico-Ponce, 2001)	5.5 a 6.7 (Rico-Ponce, 2001)	ZAET 98 y 104
Ajo (<i>Allium sativum</i>)	Comestible.	600-1800	10 – 35	Suelos arcillo-limosos, arcillo-arenosos y areno-arcillosos, sueltos pero ricos en nutrientes (Santacruz-Vázquez y Santacruz-Vázquez, 2007).			
	Control biológico (atrayente).	(García-Alonso, 1998)	(Monardes-M., 2009)		450 – 1000 (García-Alonso, 1998)	5.5 – 7 (FDA, 1995)	ZAET 98, 104, 51, 53, 50 y 52.

Cempasúchitl (<i>Tagetes erecta</i> L.)	Flor de corte.			Suelo franco o franco-arenoso, se adaptada a distintos hábitats,			
	Comestible.			huertos, milpas, zonas urbanas y se adapta en bosques de encino, de pino y mixto de pino-encino (APMTM, 2009)	1000 – 1700 (INDAP, 2007).	6.5 – 7 (INDAP, 2007).	ZAET 98, 104, 49, 59, 50, 52, 57, 51, 53, 60, 61, 49 y 59.
	Medicinal.	8 – 2300 (Villareal-Q., 2003).	14 – 20 (INDAP, 2007).				
Quelites o Quintonil (<i>Amaranthus hybridus</i> L.)	Control biológico (Cultivo trampa, control de nematodos).						
	Consumo de aves de corral.						
	Medicina Tradicional.		16 – 21 (Tejerina-Oller y Arenas-Martínez, 2005).	Suelos francos, franco-arenosos y franco-arcillosos, fértiles y profundos, con buena dotación de materia orgánica (Tejerina-Oller y Arenas-Martínez, 2005).	400 – 1000 (Tejeda-Oller y Arenas-Martínez, 2005).	4 – 8 (Tejerina-Oller y Arenas-Martínez, 2005).	ZAET 98, 104, 49, 59, 50, 52, 57, 51, 53, 60, 61, 49 y 59.
	Consumo humano.	1000-3000 (Heike, 2009)					
	Alimento para animales.						

El uso de la zonificación agroecológica para la elección de especies agrícolas es una herramienta viable, ya que nos permite conocer las características edafoclimáticas, uso de suelo y vegetación existentes dentro de un área determinada, orientándonos hacia el entendimiento de las condiciones en las cuales se trabajará, además, el poder tener un conocimiento previo de esas áreas, nos guiara en la búsqueda de especies que mejor se adapten a las condiciones que se encuentren presentes, permitiendo elegir aquellas con mayor potencial productivo, asegurando mayores rendimientos para los productores y productos de calidad, así como la conservación y restauración de suelos, evitando su desgaste, fomentando tecnologías agroforestales, que permitan la sostenibilidad del sistema productivo.

En el Cuadro 17 se describen tres especies anuales y cuatro perennes, todas ellas son adaptables a las condiciones edafoclimáticas presentes en las Zonas Agroecológicas en las que se proponen, dado que el área de San Nicolás tiene como actividad principal la agricultura, y la mayor parte de sus tierras están dedicadas a esta actividad, la propuesta de cultivos comunes como maíz, frijol, calabaza, es viable, pero son productos los cuales ya están presentes dentro de su actividad.

Los siete cultivos propuestos, son alternativas para la rotación de cultivos, así como fomento a la asociación de cultivos, lo cual permite que exista diversidad de productos y conservación de recursos con el uso eficiente de estos, de igual forma, se promueven prácticas agroforestales, se rompen ciclos de plagas y enfermedades con la utilización de especies con características alelopáticas, atrayentes y repelentes, además de que se conservan costumbres y tradiciones con la utilización de cultivos nativos y su asociación con los introducidos, de igual forma se divulga sus diversos usos.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El manejo de sistemas de información geográfica y de un software especializado (ArcMap) permite la creación de mapas de clasificación y determinación de zonas de homogeneidad biofísica del municipio de Tetela de Ocampo, para optimizar el uso en los diferentes agroecosistemas

El describir las Zonas Agroecológicas del municipio de Tetela de Ocampo, en base a sus características edafoclimáticas, de uso de suelo y vegetación, permite tener un conocimiento previo de las condiciones biofísicas, para trabajos de investigación, conversión de uso de suelo, conservación de recursos, proyectos productivos y de desarrollo.

Se seleccionaron cuatro especies perennes y tres especies anuales como propuestas de producción agrícola, de acuerdo a las características de las doce Zonas Agroecológicas ubicadas dentro de la comunidad de San Nicolás, Tetela de Ocampo, Puebla, con ello no sólo se promueve la diversidad de productos obtenidos dentro del mismo predio, sino que también, se fomenta la rotación de cultivos, la utilización de ellos para romper ciclos de plagas y enfermedades, así como para la delimitación de áreas de trabajo, de igual forma que se promueve la conservación de recursos con el uso eficiente de estos, y el uso de tecnologías agroforestales.

Las Zonas Agroecológicas marcadas en este trabajo vinculan la información de las cartas de climas, tipos de suelo, uso de suelo y vegetación, tipo de rocas y humedad de suelo, por lo cual, se recomienda el seguimiento de los cultivos sugeridos para cada una de las Zonas Agroecológicas.

Con ayuda de esta información se podrá determinar si en realidad existen diferencias entre Zonas Agroecológicas o si es posible reducir el número de las mismas, haciendo más precisa su delimitación.

La elaboración de esta clase de trabajos es importante en la producción agrícola, pecuaria y forestal, ya que, permite conocer áreas con las características adecuadas para el establecimiento de especies con alto potencial productivo.

Se recomienda la realización de un estudio socioeconómico a la comunidad, para hacer un análisis de las condiciones en las cuales están llevando a cabo la agricultura y como las especies propuestas pueden ser adaptadas y adoptadas por las personas de la comunidad y que tan rentable será para las diferentes condiciones económicas identificadas.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Araque-Ibáñez, A. 2012. Sistemas de Información Geográfica para la Mejora de la Gestión y la Toma de Decisiones Difusa en Entornos Oleícolas. Universidad de Jaén España. 100 p.
2. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. Cempasúchil o flor de Muerto (*Tegetes erecta* L.). Consultado 17 de Noviembre de 2014. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=cempas%C3%BAchil%20o%20flor%20de%20muerto&id=7343>
3. Coque-Fuertes, M.; Díaz-Hernández, M. B. y García-Rubio, J. C. 2012. El cultivo de manzano. Variedades de sidra y de mesa. Mundi-Prensa. España. 215 p.
4. Cortéz-Marin, A. L.; Aceves-Navarro, L. A.; Arteaga-Ramírez, R. y M. A., Vázquez-Peña. 2005. Zonificación Agroecológica para Aguacate en la Zona Central de Venezuela. TERRA Latinoamericana. 23 (2): 159-166 pp.
5. Díaz-Hernández, B. M.; Plascencia-Vargas, H.; Arteaga-Ramírez, R. y M. A., Vázquez-Peña. 2000. Estudio y zonificación agroclimáticos en la región Los Altos de Chiapas, México. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. 42: 7-27 pp.
6. Escobar-Delgadillo, J. L. 2007. El Desarrollo Sustentable en México (1980-2007). Revista Digital Universitaria. Universidad Nacional Autónoma de México. 9(3): 13 p.
7. Fundación de Desarrollo Agropecuario. 1995. Cultivo de ajo. 2ª ed. Boletín Técnico No. 5. República Dominicana. 20 p.
8. García-Alonso, C. R. 1998. El Ajo. 2ª ed. Mundi-Prensa. México. 209 p.

9. Hecht, S.B. 1999. La Evolución del Pensamiento Agroecológico. Capítulo 1. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Uruguay. 15-30 pp.
10. Heike, V. 2009. Malezas de México. Consultado 15 de Noviembre de 2014. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/amaranthaceae/amaranthus-hybridus/fichas/ficha.htm>
11. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). 2007. Produccion de flores cortadas: V región. Manuales FIA de apoyo a la formación de Recursos Humanos para la Innovación Agraria: Para pequeños (as) productores(as) de la agricultura familiar campesina. Fundación para la Investigación Agraria – Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Salviat Impresores. Chile. 88 p.
12. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1998. Base de datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos. Escala 1:100000 (Vectorial). 16 p.
13. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2000. Base de datos Geográficos. Diccionario de Datos Climáticos. Escala 1:250000 y 1:100000 (Vectorial). 57 p.
14. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2005. Tetela de Ocampo, Puebla. Información Nacional, por Entidad Federativa y Municipios. México en Cifras. Consultado 29 de Agosto de 2014. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=21>
15. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Tetela de Ocampo, Puebla. 9 p.
16. Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2010. Tetela de Ocampo Puebla. Estado de Puebla. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Consultado 29 de Agosto de 2014. Disponible en: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM21puebla/municipios/21172a.html>

17. Jiménez, F. y R. Muschler. 2001. Introducción a la agroforestería. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Módulos de Enseñanza Agroforestal CATIE/GTZ. 1-24 pp.
18. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSP) 2001. Procedimientos Metodológicos de la Zonificación Agroecológica y Socioeconómica. La Paz, Bolivia. 127 p.
19. Mena H. U. 2007. Aplicación de los sistemas de información geográfica en la ingeniería civil. Técnicas tecnológicas. Boletín IIE. 59-65pp.
20. Molina M., J. C. y Córdova T., L. 2006. Recursos Fitogenéticos en México para la Alimentación y la Agricultura. Informe Nacional. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Sociedad Mexicana de Fitonética, A. C. 174 p.
21. Monardes-M., H. 2009. Requerimientos de Clima y Suelo. Cap. 3. Manual del Cultivo del Ajo (*Allium sativum* L.) y Cebolla (*Allium cepa* L.). Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 14-15 pp.
22. Navia-Estrada, J. F. 2000. Agroforestería. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. República Dominicana. 159 p.
23. Peña-Llopis, J. 2005. Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio. Club Universitario. España. Imprenta Gamma. 1-11 pp.
24. Pérez-Portilla, E. y Daniel G. K. 2006. Zonificación Agroecológica de Sistemas Agroforestales: El Caso Café (*Coffea arabica* L.) – Palma Camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). Caracas, Venezuela. Interciencia. 31 (008): 556-562 pp.

25. Porta, J., López-Acevedo, M. y Poch, R. M. 2008. Introducción a la Edafología: Uso y protección del suelo. Mundi-prensa. 451 p.
26. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1997. Zonificación agro-ecológica. Guía general. Boletín de Suelos de la FAO 73. 96 p.
27. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2005. Agro-ecological Zoning And Gis Applications In Asia: With special emphasis on land degradation assessment in drylands (LADA). Proceedings of a Regional Workshop Bangkok, Thailand. Roma, Italia. 126 p.
28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2009. Sistemas de información geográfica, sensores remotos y mapeo para el desarrollo y la gestión de la acuicultura marina. Documento Técnico 458. 125 p.
29. Ospina, A.A. 2003. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Primera edición, Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente colombiano. Cali, Colombia. 2-27 pp.
30. Ramos-Prado, J.M.; Amo-Rodríguez S. del; J.A. Arévalo-Ramírez. s/f. Diversidad y tipos de agroecosistemas: Consideraciones para diseño. 6 p.
31. Rico-Ponce, H. R.; Tapia-Vargas, L. M.; Teniente-Oviedo, R.; González-Ávila, A.; Hernández-Martínez, M.; Solís-Bonilla. J.L. y Zamarripa-Colmenero, A. 2011. Guía para cultivar higuera (*Ricinus communis* L.) en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Valle de Apatzingán. 42 p.
32. Rivera-Hernández, B.; Aceves-Navarro, L. A.; Juárez-López, J. F.; Palma-López, D. J.; González-Mancillas, R. y V. González-Jiménez. 2012. Zonificación agroecológica y estimación del rendimiento potencial del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*

- Crantz) en el estado de Tabasco, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 16 (1): 29-47 pp.
33. Robles-Sánchez, R. 1991. *Producción de Oleaginosas y Textiles*. 3ª edición. Limusa. México. 684 p.
34. Rodríguez-Fuentes, H.; López-Jiménez, M. A.; Rodríguez-Absi, J. y Jiménez-García, G. 2009. *Cultivo Orgánico del Nopal. Características morfológicas, Importancia económica y Control de malezas*. 1ª ed. Trillas. México. 76 p.
35. Santacruz-Vázquez, V. y Santacruz-Vázquez, C. 2007. *Cultivos Poblanos y sus Opciones de Industrialización*. Ministerio de Educación Superior. Universitaria. Cuba. 136 p.
36. Sarandón, S.J. y Flores, C.C. 2014. *La Agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable*. Capítulo 2. *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. 1ª ed. Universidad Nacional de La Plata. 42-69 pp.
37. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. *Cierre de producción agrícola por estado*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Consultado 29 de Agosto de 2014. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>
38. Silva-Prado, F.J. y M.J., Rozados-Lorenzo. 2002. *Agrosilvicultura, Agroforestería, Prácticas Agroforestales, Uso Múltiple: Una Definición y un Concepto*. Acta de la I Reunión sistemas agroforestales. I Reunión espacios naturales. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 14. 9-21 pp.
39. Soto, F.; Tejeda, T.; Hernández, A. y R. Florido. 2001. *Metodología para la Zonificación Agroecológica del Coffea arabica L. en Cuba*. *Cultivos Tropicales*. 22(4): 51-53 pp.

40. Stupino, S. A.; Iermanó, M. J.; Gargoloff, N. A. y Margarita, M. 2014. La biodiversidad en los agroecosistemas. Capítulo 5. Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. 1a ed. Universidad Nacional de La Plata. 131- 158 pp.
41. Tamaríz-Florez, J.V. 2008 Zonificación Agroecológica del Noreste de la Sierra Norte de Puebla. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 181 p.
42. Tejerina-Oller, J. L. y Arenas-Martínez, R. 2005. Guía para el cultivo y aprovechamiento de coime o amaranto: *Amaranthus caudatus* Linneo. 1ª reimpresión. Convenio Andrés Bello (CAB). Bogotá, Argentina. 36p.
43. Villareal-Q., J. A. 2003 Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Familia Compositae. Tribu Tageteae. Fascículo 113. Universidad Agraria Antonio Narro. 89 p. Consultado: 19 de Noviembre de 2014. Disponible en: <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Compositae-Tageteae113.pdf>
44. Yanez, W. y Altamirano, J. 2007. Manual del Cultivo de la Mora de Castilla. Convenio Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Universidad Técnica de Ambato (UTA). Ecuador. 36 p.
45. YR., A. 2011. Sistemas Agroforestales como Alternativa de Manejo Sostenible en la actividad Ganadera de la Orinoquia Colombia. Rev. Sistemas de Producción Agroecológicos. 2(1): 103-127 pp.

IX. ANEXOS



BUAP

Oficio No. IAH/1383/2014

C. Adriana Pérez Luna
Egresada de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el M.C. Francisco Javier Hernández Archundia (Director de Tesis), M.C. Raúl Fidel Sánchez Hernández (Asesor), M.C. Fabián Enriquez García (Asesor), M.C. Ignacio Vázquez Martínez (Asesor), M.C. Lucero Montserrat Cuahtle García (Asesor) y Q.I. Ramón González Márquez (Asesor) en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

“Zonificación Agroecológica Aplicada para la Elección de Especies Agrícolas Promisorias en San Nicolás, Puebla”

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agroforestal.

Sin otro particular por el momento, me despido reiterando a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., 26 de Noviembre de 2014

M. C. Fabián Enriquez García
Director de Facultad de Ingeniería Agrohidráulica



C.c.p. - Archivo y Minutario
MC FEG/mlsm