



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN URBANISMO

ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA LA PLANIFICACIÓN DEL USO DE SUELO AGRÍCOLA Y  
URBANO EN CIUDADES PEQUEÑAS

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN URBANISMO

PRESENTA  
DAPHNE CRUZ GÁLVEZ

TUTOR:  
DR. FERNANDO PALMA GALVÁN  
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:  
MTRO. VICTOR CHAVEZ OCAMPO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM  
MTRO. JESÚS ANDRÉS ISUNZA FUERTE  
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM  
DR. FELIPE ALBINO GERVACIO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM  
DRA. ESTHER MAYA PÉREZ  
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., JUNIO 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>Capítulo 1   ANTECEDENTES DE LA URBANIZACIÓN SOBRE EL SUELO AGRÍCOLA EN CIUDADES PEQUEÑAS .....</b>	<b>5</b>
1.1 La nueva ruralidad.....	5
1.2 La ruralidad desagrarizada.....	7
1.3 Ciudades pequeñas .....	8
<b>Capítulo 2   ELEMENTOS DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL APLICADOS AL SUELO AGRÍCOLA Y CRECIMIENTO URBANO.....</b>	<b>11</b>
2.1 El ordenamiento territorial .....	12
2.2 Aptitud del suelo agrícola y urbano .....	14
2.3 Unidades de paisaje como objeto de estudio .....	17
2.4 Planificación estratégica del uso del suelo .....	19
2.5 Marco legal para el ordenamiento territorial y urbano en México .....	23
2.6 Instrumentos de gestión de ordenamiento territorial y planeación urbana .....	31
2.7 Método de aplicación al caso de estudio .....	35
<b>Capítulo 3   DIAGNÓSTICO TERRITORIAL RURAL-URBANO .....</b>	<b>39</b>
3.1 Localización.....	39
3.2 Crecimiento de población rural-urbana .....	40
3.3 Actividades económicas por sectores .....	42
3.4 Antecedentes de la producción agrícola e intercambio comercial.....	47
3.5 Producción agrícola por cultivos .....	48
3.6 Destinos de la tierra .....	50
3.7 Usos de suelo urbano .....	52
3.8 Vivienda.....	53
3.9 Equipamiento urbano .....	55
3.10 Infraestructura urbana .....	56

3.11	Aptitud del suelo agrícola por cultivos.....	58
3.12	Aptitud del suelo para el crecimiento urbano .....	62
3.13	Declaratoria de Unidades de Paisaje .....	72
3.14	FODA para el ordenamiento territorial .....	74
3.15	Proyecciones de población al 2040 .....	81
<b>Capítulo 4</b>	<b>PROPUESTA Y COMENTARIOS FINALES.....</b>	<b>87</b>
4.1	Programa de zonificación primaria.....	87
4.2	Estrategias para el uso de suelo .....	92
4.3	Instrumentos de planificación del suelo .....	98
4.4	Comentarios finales.....	99
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>103</b>

ANEXO

## INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene el interés de abordar las problemáticas que manifiestan la transformación del desarrollo agrícola y la urbanización de Mixquiahuala de Juárez, proponiendo un programa de estrategias para la planificación del uso del suelo agrícola y urbano, a partir de la valoración de las condiciones físicas y naturales del territorio. Por lo que a continuación se describe el contenido de este trabajo de tesis.

El capítulo 1 explica la transformación del ámbito rural en los últimos años. La concepción de una nueva ruralidad que se manifiesta por el abandono parcial de la agricultura como principal actividad productiva y la demanda de fuentes de ingreso alternas que propician la terciarización de las actividades económicas. Se muestra como el dinamismo rural-urbano empuja cada vez más el desarrollo y formación de ciudades pequeñas; lo cual implica el crecimiento demográfico y la tendencia a la urbanización sobre el suelo agrícola.

El capítulo 2 parte de la necesidad de orientar el crecimiento urbano en municipios o ciudades pequeñas para definir los elementos del ordenamiento territorial aplicados a la planificación estratégica del suelo. Este capítulo expone las bases de los métodos utilizados para analizar la aptitud del suelo agrícola y urbano en México, así como los fundamentos normativos, organizaciones, autoridades e instrumentos involucrados en la planificación y gestión del territorio para el desarrollo local. Una vez que se ha definido el marco, se explica la metodología aplicada al caso de estudio.

El capítulo 3 consta de un diagnóstico territorial del municipio de Mixquiahuala de Juárez. Los aspectos que se estudian en este análisis definen en un primer orden las condiciones sociodemográficas y actividades productivas del municipio. Posteriormente se valoran las características naturales y bio-físicas del sitio en dos apartados de análisis de aptitud del suelo: En el primero se estudia la aptitud

agrícola a partir de las condiciones agroecológicas del suelo para la producción de tres cultivos seleccionados, el segundo califica la aptitud geomorfológica del territorio para el desarrollo urbano.

Las unidades de paisaje resultantes de la aptitud del suelo agrícola y urbano se consolidan en un análisis FODA que se complementa con las proyecciones de población a corto, mediano y largo plazo.

El capítulo 4 propone un programa de zonificación primaria de uso del suelo en el que se orienta el crecimiento urbano del municipio y se delimitan reservas territoriales para el aprovechamiento productivo del suelo. Se plantean además, estrategias y recomendaciones en el seguimiento de la planificación urbana y los instrumentos de reglamentación del uso del suelo.

Las propuestas y recomendaciones expuestas en este documento tienen la intención de que sirvan como un marco referente para enriquecer la planificación urbana del municipio, así como también, ampliar el interés por indagar en lo que respecta a estudios rurales y urbanos de las ciudades pequeñas en México, ya que son centros de población con alto potencial para el desarrollo de sus actividades productivas a nivel local y regional.

# Capítulo 1 | ANTECEDENTES DE LA URBANIZACIÓN SOBRE EL SUELO AGRÍCOLA EN CIUDADES PEQUEÑAS

## 1.1 | *La nueva ruralidad*

La urbanización del suelo agrícola es una consecuencia de los cambios que están transformando el campo y el desarrollo rural. La agricultura como principal actividad en el medio rural ha ido modificándose en los últimos años por la modernización de las actividades económicas y la demanda social cada vez más ligada a la vida urbana.

Esta crisis del medio rural proviene de la industrialización de los años 70 tras la segunda guerra mundial. Flores y Barroso (2011) explican que este proceso corresponde a un modelo de desarrollo denominado “modernizador” y profesionalización de la agricultura, en el que se priorizaba garantizar el abastecimiento alimentario debido a la urbanización acelerada. Con la modernización se transformó el escenario rural generando fenómenos como los de contraurbanización<sup>1</sup> en Inglaterra y el neo-ruralismo<sup>2</sup> en Francia.

El impacto económico de la modernización se ha visto reflejado en el medio rural y la agricultura en América Latina por los cambios de reestructuración socioeconómica y cultural. En el caso de Brasil, suceden cambios de tipo sociocultural en regiones campesinas cuyos habitantes construyen una nueva cultura que entrelazan lo rural y lo urbano.

En otros países de Centro América (incluyendo México) “la nueva ruralidad o neo-ruralidad es vista como resultado de imposiciones estructurales, tales como la

---

<sup>1</sup> Fenómeno denominado al desplazamiento de pobladores ciudadanos a zonas rurales.

<sup>2</sup> Fenómeno registrado en Francia que consta de la mudanza voluntaria de la ciudad al campo para asumir en las actividades productivas vinculadas a la tierra o al paisaje.

globalización y el neoliberalismo en busca de un modelo de desarrollo sustentable.” (Ratier, 2002 p. 25). Según el autor existen dos posturas en Latinoamérica que señalan a la nueva ruralidad como resultante del proceso de globalización: por un lado el abandono de la agricultura y por otro lado, el agro del futuro.

En México la ruralidad sufrió cambios tras la Revolución Mexicana, con la repartición de tierras ejidales se reconfiguró el espacio agrario en todo el país. El crecimiento demográfico durante los años 30 y 70 demandó empleos para los campesinos que buscaban otras fuentes de ingreso porque la producción de los ejidos era insuficiente para el sustento de una familia. Los más jóvenes tenían la opción de emigrar a grandes urbes, principalmente a la Ciudad de México, en busca de oportunidades de empleo o la opción de introducir cambios a las actividades productivas con el abastecimiento de servicios y comercio.

Los cambios en la ruralidad se fueron dando con el dinamismo entre el campo y la ciudad por la demanda de empleos y de servicios urbanos. Este proceso de transformación de actividades económicas rurales dio lugar a una “nueva ruralidad”, en el que las actividades productivas secundarias y de servicios fueron desplazando a las actividades agrícolas como principal fuente económica para los habitantes.

De esta forma se entiende que la nueva ruralidad dirige una reconcepción de la vida rural. Algunos sociólogos que han estudiado estos procesos enfatizan en que “la ruralidad ya no puede ser asociada únicamente a la agricultura, tampoco a la cultura campesina” (Torres, 2012 p. 58). Ratier (2002) por su parte hace mención que en Colombia se empieza a ver a la nueva ruralidad como una visión moderna del sector rural, oponiéndose a los prejuicios de seguir viendo al ámbito rural como atrasado y a lo urbano como progresista.

## 1.2 | *La ruralidad desagrarizada*

La transformación del desarrollo agropecuario con la nueva ruralidad ha tenido consecuencias sustanciales en la economía agrícola de los municipios rurales de México. A raíz de la reforma al artículo 27 de La Ley Agraria (1992), el desarrollo rural ha tomado una nueva dirección, “la reforma legalizó la venta y renta de parcelas entre ejidatarios y residentes del ejido haciendo innecesaria la intervención de las autoridades agrarias”. (Torres 2012, p.65)

La descentralización del presupuesto Federal hacia los Estados y Municipios puso fin a los subsidios para la agricultura dificultó a los pequeños productores vivir exclusivamente del campo. En algunas regiones la calidad de la tierra no permitía altos rendimientos, además de que el acceso a créditos, tecnología y programas de apoyo eran limitados.

En consecuencia, los habitantes rurales continuaron practicando diversas actividades extra agrícolas que han sido alternativas para la subsistencia familiar. Las parcelas cultivadas son cada vez más pequeñas porque los ejidatarios que recibieron completa la unidad de dotación, comenzaron a dividirla entre sus hijos.

La **ruralidad desagrarizada** y urbanizada como la define Torres (2012), se caracteriza por estos cambios que gradualmente han empujado el abandono de la agricultura como principal actividad económica hacia una incorporación de actividades de ingresos más remunerativos como el comercio y los servicios.

La misma autora explica que bajo la necesidad de innovar y generar puestos de trabajo, han surgido emprendedores rurales que promueven la transformación de la actividad agrícola, abasteciendo con negocios locales y adoptando el estilo de vida urbano al campo.

Los efectos de la ruralidad urbanizada y el crecimiento demográfico configura el nuevo orden territorial orientándose a una sociedad terciarizada, es decir, que el abandono de las actividades agrícolas repercute no solo en la necesidad del crecimiento urbano por demanda de servicios y nuevas fuentes de empleo, sino que también repercute en el deterioro del paisaje agrario.

Desde el punto de vista de Busquets (2009), esto se da por dos razones: “por la drástica disminución de la población activa de este sector (agrario), o bien, por el uso intensivo del suelo para otras finalidades”. (p.93) Lo deseable, como lo plantea el autor es que pudiera haber una ordenación del territorio que reservara determinados espacios para el suelo agrícola en sus distintas modalidades. Esta situación conlleva a reflexionar en la necesidad de planeación del suelo urbano para las condiciones de los municipios que están pasando por este proceso de desagrarización.

### 1.3 | *Ciudades pequeñas*

Al tener claro que la nueva ruralidad reformula la concepción del ámbito rural y sus procesos de transformación económica, es importante mencionar que las ciudades pequeñas son resultado de este dinamismo rural- urbano, debido a su crecimiento acelerado de población y la evolución de sus actividades productivas.

Las ciudades pequeñas han sido verdaderos polos dinámicos en los medios rurales como lugares de producción, de intercambios y de servicios. (Marache, 2006 citado por Capel, 2009, p.10). Dentro de los parámetros para la clasificar las ciudades, se han establecido límites por el número de habitantes. De acuerdo a diversos estudios, se han denominado como ciudades pequeñas de diferentes tamaños de población. Capel (2009) hace referencia a algunos de los parámetros en las ciudades europeas:

Estudios realizados a fines de los años sesenta, como el de J.P. Laborie, establecieron los límites de las ciudades pequeñas entre los 5,000 y los 20,000 habitantes, y el de ciudades medias entre esta cifra y los 200,000. En el caso de España se ha considerado que la escala de las ciudades pequeñas se sitúa entre 2,000 y 10,000 habitantes, en el umbral inferior, y entre los 20,000 y los 30,000 o incluso los 50,000 habitantes por el superior. (p.12)

El mismo autor explica que la estimación de la Comisión Europea, respecto a las ciudades medias y pequeñas, es que pueden ser núcleos para desarrollar actividades industriales y de servicios, turismo y ocio, e incluso innovación y tecnología. En el caso de los municipios urbanos españoles, el Instituto de Estadística considera urbanos los municipios de más de 10,000 habitantes.

En México, los criterios que se aplican para definir si una localidad es rural o urbana están dados en términos poblacionales pero aún existe un debate en torno a la manera en que se define un espacio rural o urbano. Alguna de estas referencias las señala Torres (2012) “en la década de los setenta Luis Unikel propuso criterios intermedios para definir el carácter rural o urbano de las localidades, por ejemplo, estableciendo el criterio de entre 299 y 15,000 habitantes como semiurbano, o incluyendo criterios sobre la actividad económica.” (p.232).

En estudios latinoamericanos y de México se han denominado como ciudades pequeñas a los asentamientos menores de 50,000 habitantes en proceso de urbanización. Estas ciudades se han caracterizado porque pueden ser innovadoras, disponer de centros educativos y culturales, estar bien comunicadas con áreas dinámicas de desarrollo económico y la industria, además de ser lugares muy agradables para vivir.

Bajo este parámetro las ciudades pequeñas pueden subdividirse a partir de la estructura económica y por las funciones que desempeñan, presentan una evolución demográfica y son ejemplos de centros de población desagrarizados. Las ciudades pequeñas pueden tener también ventajas respecto a las grandes a

diferencia de que estas requieren la elaboración de programas y planes de acción para explotar todas sus potencialidades y desarrollar el mercado de trabajo.

Algunas pueden estar altamente especializadas, otras poseen funciones múltiples en relación con su papel en el espacio circundante. Al hablar de la localización de las ciudades pequeñas Capel (2009) distingue dos tipos fundamentales: “las que se encuentran aisladas y son centro de un área de influencia o las que se encuentran integradas en espacios metropolitanos coordinados por una ciudad de gran tamaño.” (p.13)

El autor refiere que las ciudades pequeñas en México han sido objeto de atención por las oportunidades para el desarrollo económico. Tienen un papel fundamental en la prestación de servicios, dada la necesidad de establecer vínculos de colaboración y solidaridad con otros municipios para resolver el déficit existentes. Su importancia aumenta en las áreas que están alejadas de los grandes centros urbanos “y se convierten en esenciales para la estructuración del territorio con efectos dinamizadores sobre sus comarcas”. (Pumain citado por Capel, 2009, p.10)

## Capítulo 2 ELEMENTOS DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL APLICADOS AL SUELO AGRÍCOLA Y CRECIMIENTO URBANO

La transformación de las actividades productivas, como se ha expuesto en el capítulo anterior, repercute sobre el territorio y en la ocupación del suelo. Para los habitantes se generan cambios sociales, económicos y un desplazamiento constante a las principales fuentes de trabajo, que se concentran en las zonas urbanas. El incremento de población de un área urbanizada demanda servicios y abastecimientos, así como también escuelas, centros de salud y la infraestructura necesaria para su desarrollo. Este proceso de crecimiento urbano demanda la expansión del territorio. En el caso de las ciudades pequeñas, tienden a extenderse sobre el suelo agrícola que rodea su periferia.

Los cambios de uso del suelo rural a urbano, plantean la necesidad del ordenamiento territorial (OT) como una visión integral para el mejor aprovechamiento del suelo. El objetivo de ordenar el territorio es lograr una distribución justa para el desarrollo urbano y los recursos naturales.

La intención de este capítulo es identificar los conceptos básicos del ordenamiento territorial; ubicar la aptitud del suelo y la delimitación de unidades de paisaje en la etapa del diagnóstico como base para la planificación urbana. Se explicarán los instrumentos de gestión y la normatividad que sustentan las decisiones político-administrativas, y finalmente se planteará la metodología utilizada para el caso de estudio.

## 2.1 | *El ordenamiento territorial*

Para comprender el concepto general del Ordenamiento Territorial (OT), es necesario explicar que existen diferentes definiciones. Su terminología proviene de estudios y especialistas en el territorio Europeo, donde el desarrollo de políticas para el OT se inició en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial (Sánchez, 2013). En los países europeos se conceptualiza la organización del espacio desde una perspectiva integral y multidisciplinaria. La Carta Europea de Ordenación del Territorio de 1983 lo define como: *“una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio”*. En México y en otros países latinoamericanos, es más reciente la aplicación de estas políticas enfocadas a la distribución geográfica de los recursos naturales y los asentamientos humanos de acuerdo a las actividades económicas; a través de acciones político-administrativas. El Instituto Nacional de Ecología (INE 2004) define el OT como un *“Instrumento de la política ambiental que regula las modalidades del uso del suelo y orienta el emplazamiento de las actividades productivas [...] a partir de los procesos de planificación participativa”*.

Otra definición, un tanto más globalizada del ordenamiento territorial, es la que propone La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016 (FAO por sus siglas en inglés): *“una planificación del uso del suelo y los recursos, una herramienta de la administración para guiar a un país hacia determinados objetivos y formas de desarrollo económico y social.”* Esta definición hace énfasis al desarrollo socioeconómico de un país a partir de la distribución del suelo y sus usos.

Los distintos enfoques del ordenamiento del territorio coinciden en puntos en común, tales como: tener por objetivo principal la transformación del espacio; la distribución del uso de suelo en función a las actividades productivas; la intervención

interdisciplinaria y la interrelación con el poder administrativo. Lo anterior, requiere conocer el funcionamiento del territorio y proyectar a largo plazo su transformación. Esto se logra con herramientas e instrumentos capaces de orientar su desarrollo hacia el objetivo deseado.

El Ordenamiento Territorial consiste una serie de etapas que se deben llevar a cabo para llegar a la instrumentación con la que se gestiona el territorio. Como lo esquematiza Sánchez (2004), estas etapas se desarrollan en tres principales: la primera, consta de un análisis territorial de tipo científico-técnico en el que se caracteriza y se diagnostica el territorio; la segunda etapa se refiere a la planificación territorial de carácter técnico-político en el que se proyectan escenarios y se formula el programa de ordenamiento territorial; la tercera etapa es la gestión territorial de carácter técnico-administrativo, en este se implementa el programa de ordenamiento territorial al que se le da seguimiento y evaluación periódica.

El diagnóstico consiste en un análisis detallado en el que se examina el territorio desde sus dimensiones geomorfológicas, condiciones ambientales, económicas, tecnológicas, políticas, sociales, así como la forma de ocupación del territorio y el uso potencial del suelo. A partir de este análisis, como lo menciona (Paruelo, 2014, p.18) *“se generan escenarios de ocupación del territorio que son evaluados por los actores e involucrados al proceso de toma de decisiones”*. Los actores involucrados a los que el autor se refiere, es la participación de múltiples instituciones y actores político-administrativos.

En la actualidad el ordenamiento territorial recopila los fundamentos de la planificación estratégica y de acuerdo con lo que señala (Montes citado por Rodríguez y Reyes, 2008 p.7), los componentes estratégicos del OT se encaminan a alcanzar un proyecto territorial o imagen objetivo de largo plazo; mientras que sus componentes operativos son flexibles a corto plazo, pues permiten adaptar el Plan en un marco de referencia preestablecido.

De esta forma, es posible definir entonces, que el ordenamiento territorial es un instrumento de intervención multidisciplinaria que apoya la gestión político-administrativa en la toma de decisiones en la distribución del uso de suelo para optimizar los recursos naturales, y las actividades productivas a largo plazo.

## 2.2 | *Aptitud del suelo agrícola y urbano*

Una vez explicado el concepto de ordenamiento territorial y sus fases, es posible pasar a la siguiente definición que concierne la aptitud del suelo. En primer lugar, la «aptitud» se entiende como *“la cualidad que un objeto sea apto, adecuado o acomodado para cierto fin”* (RAE, 2018). Si se aplica este término a una porción de territorio, se puede interpretar que la aptitud del suelo define su cualidad para orientar actividades destinadas a los asentamientos humanos y/o actividades productivas para el desarrollo rural y urbano.

En México, *“el concepto de aptitud está vinculado con los conceptos de capacidad agrológica, uso potencial o vocacional de un terreno o porción de territorio”* (Mendoza 2009, p.29). La aptitud a la que se refiere el autor está estrechamente ligado a las características ambientales del área y a las propiedades del suelo, así como las limitantes y restricciones físicas para desarrollar alguna actividad productiva en particular. En el caso de la agricultura se puede identificar la porción de territorio apta para la producción de ciertos cultivos.

Cuando la necesidad de aptitud se orienta a la ocupación del territorio para el crecimiento urbano, es posible identificar sitios aptos para uso de suelo urbano que afecten lo menos posible los recursos naturales disponibles, o en su caso, evitar zonas de riesgo que afecten a la población. En este caso la selección de sitios de un suelo específico *“debe estar basada en un conjunto de criterios locales, para asegurar que la tasa máxima de costo-beneficio es obtenida para la comunidad”* (Hofstee 2015, p.2)

Definir la aptitud del suelo es parte del diagnóstico en el proceso del ordenamiento territorial. A su vez, funciona como herramienta en la planificación urbana, pues permite a los actores involucrados tomar decisiones para la gestión del territorio e instrumentar las estrategias convenientes a largo plazo.

Existen diferentes métodos utilizados por organismos públicos, nacionales e internacionales, para categorizar e identificar las zonas con potencial para desarrollo urbano y valorar el suelo agrícola.

En México, el Instituto Nacional de Estadística INEGI ha adaptado el sistema americano del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) a las condiciones del territorio mexicano. La adaptación de este método mediante la Dirección de Geografía aplicado en México, (Mendoza 2009, p.34) *“propone que el uso potencial de la tierra está condicionado por los factores físicos, químicos, climáticos y fisiográficos”*; donde subdivide las ocho clases originales del sistema según la orientación de los productos a obtener, la mecanización en los trabajos agrícolas y el riesgo al deterioro ambiental. Los atributos sociales, culturales y económicos no son considerados, ya que, estos dos métodos tienen un enfoque agropecuario.

El uso potencial de la tierra resulta, entonces, un indicador de la capacidad que posee un terreno para su aprovechamiento, considerando las condiciones ambientales, las cuales determinan el tipo de utilización e intensidad (agrícola, pecuaria y forestal) que puede dársele. El uso potencial agrícola depende de las condiciones ambientales que posee un terreno para el desarrollo de cultivos (climáticamente adaptados a la zona), la realización de un determinado tipo de labranza y, si las condiciones ambientales lo permiten.

La FAO desarrolló en 1976 un sistema de evaluación de tierras para la planificación del territorio que ha sido ampliamente utilizado por su fácil adaptación a diferentes condiciones y disponibilidades de datos. En México, el Colegio de Postgraduados

(1991) adaptó el modelo de evaluación en el *Manual de la metodología para evaluar la aptitud de las tierras para la producción de cultivos básicos en condiciones de temporal*. La adaptación de este manual a las condiciones mexicanas y a la información disponible, considera los requerimientos climáticos de un cultivo y calcula el rendimiento potencial.

Los métodos aplicados para evaluar la aptitud urbana consisten en estudiar las características de un sitio que influyen en el uso de suelo específico. Algunos de estos aspectos pueden ser “*el uso actual del suelo, pendientes, disponibilidad de agua, distancia al trabajo, costos de desarrollo*” Hofstee (2015,p.2). Generalmente para el análisis de aptitud urbana se aplica un sistema de valores y ponderación a los diversos aspectos estudiados; de esta forma se puede establecer la aptitud total de un uso de suelo específico.

El método de ponderación diseñado por el Dr. Mario Camacho, docente de posgrado de Urbanismo en la FES Acatlán, es un método cualitativo que analiza los factores del territorio. Cada factor corresponde a un aspecto geomorfológico: topografía, geología, edafología, uso potencial del suelo. Las variables son analizadas para establecer una calificación ponderada. La ponderación se trata de un parámetro para medir el nivel de aptitud que cada variable tendrá para el desarrollo urbano. El territorio se califica si es apto, con restricciones, aptitud media, apto o con aptitud alta.

La aptitud del suelo podemos definirla entonces como: la cualidad de una porción de territorio destinado a un uso de suelo específico para las actividades productivas, asentamientos humanos y el aprovechamiento de los recursos naturales. La aptitud es también el resultado de un análisis geomorfológico del territorio que califica su capacidad o vulnerabilidad para determinado y ocupación del suelo.

### 2.3 | *Unidades de paisaje como objeto de estudio*

Una vez ponderadas las variables para definir la aptitud del suelo, es necesario llegar a una síntesis de la información obtenida, es decir, identificar las porciones de territorio que cumplen con una aptitud específica para el uso de suelo agrícola y urbano. La delimitación de estas porciones de territorio se conoce como unidades de paisaje. Se han utilizado diferentes términos que definen a las unidades de paisaje como herramienta en la etapa del diagnóstico del ordenamiento territorial.

Diferentes geógrafos y especialistas en paisaje que han realizado estudios territoriales, utilizan conceptos similares a la delimitación de unidades de tierra que contemplan características homogéneas del territorio.

En Australia, el concepto de “Land System” fue utilizado en 1940 cuando se desarrolló el sistema de unidades de paisaje como una innovación para la evaluación del territorio y de su uso potencial (Paruelo, 2014). Este término combina la descripción geomorfológica de suelos y vegetación de regiones estudiadas en el desarrollo de la Ecología del Paisaje. La propuesta del gobierno australiano de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) integra en una unidad llamada “land” *“como síntesis del clima, el suelo, la vegetación y, particularmente, la topografía, la geología y la geomorfología.”* (Christian y Stewart 1968, citado por Serrano 2012, p.229)

El concepto de “Land Unit” utilizado en la **ecología de paisaje** fue definido por Isaak Zonneveld (1989) como *“una porción de territorio ecológicamente homogénea a una escala determinada”* y que *“su representación cartográfica es la mínima unidad que visualiza los principales componentes de un ecosistema”*. Zonneveld (1995) asimila a la delimitación de porciones de territorio que comparten cierto grado de homogeneidad, desde un punto de vista interno o de funcionamiento.

Eduardo Martínez de Pisón utilizó las características biofísicas de relieve, clima, suelo y vegetación para estudiar el territorio en la Meseta Ibérica y propuso la delimitación cartográfica de “unidades naturales” (Serrano 2012, p.229).

Tras una recopilación de diferentes investigadores, Serrano (2012) plantea una comparativa sustancial de conceptos y propone una sistematización de los principales procedimientos de estudio de unidades de paisaje. Lo que explica el autor es *“que la zonificación del paisaje responde a distintas lógicas y planteamientos de trabajo a partir del grado de detalle del estudio”* (p.232) es decir, se pueden estudiar diferentes variables dependiendo el criterio de clasificación del estudio.

Uno de los criterios de clasificación que menciona Serrano, es que las unidades de paisaje se pueden delimitar por su forma. La forma configura una geometría que puede distribirse de forma regular o de forma irregular. La diferencia es que cuando se delimitan formas regulares se utiliza una cuadrícula UTM y se disminuye la ambigüedad de los límites del territorio, sin embargo, al ser más sistemático dificulta la integración de variables. La geometría irregular, por el contrario, tiene un grado de subjetividad que requiere del criterio de expertos para trazar límites argumentativos. Este procedimiento se simplifica con la superposición y combinación de cartografías, según la escala que se trabaje. De esta forma se puede obtener un mapa de unidades de paisaje compatible con otros modelos de segmentación del territorio.

El propósito principal de cartografiar las unidades de paisaje es *“generar una información concisa y sistemática sobre las formas del terreno, los procesos geomorfológicos, la estructura, composición y dinámica de los suelos, el agua y la vegetación”* (Mendoza 2009, p.62). Esta información obtenida puede manipularse por separado dentro de un marco del sistema de información geográfica GIS.

Cada variable de estudio es un componente que integra la morfología de las unidades de paisaje. Busquets (2014) explica la clasificación taxonómica de estos componentes en tres subsistemas con dinámica y funcionamiento propio: abióticos, bióticos y antrópicos. Entre los elementos abióticos del territorio se considera, por ejemplo el tipo de roca, la forma del relieve, etc.; en los elementos bióticos la vegetación y la fauna; en el caso de los elementos antrópicos son los usos del suelo por el ser humano tanto en el ámbito rural como urbano.

Con lo anteriormente expuesto se entiende entonces que la unidad de paisaje es la representación mínima de una porción de territorio con características homogéneas. Su delimitación es el resultado de la valoración de los componentes biofísicos que conforman el paisaje.

La clasificación del territorio por unidades de paisaje funciona como herramienta para la toma de decisiones en la etapa de planificación del uso del suelo. En México, SEDESOL (2010) argumenta que su delimitación es de utilidad para lograr una adecuada distribución geográfica de los usos del suelo donde cada actividad o asentamiento esté en el mejor sitio y garanticen oportunidades de inversión para la actividad productiva del territorio, los riesgos ambientales y los conflictos potenciales así como la fuente de recursos para las actividades económicas (uso agrícola, forestal, turístico, de infraestructura, etc.).

## 2.4 | *Planificación estratégica del uso del suelo*

Una vez que se tiene un diagnóstico y la identificación de aptitud del suelo, es posible pasar a la etapa de planificación. Se ha mencionado al principio de este capítulo que el proceso de ordenamiento territorial recopila fundamentos de la planificación estratégica.

Las metodologías de la **planificación estratégica** surgen de los cambios sociales, demográficos y espaciales de la revolución industrial del siglo XVIII en Inglaterra y Alemania. En 1968, la legislación británica *Town and Country Planning Act*, introdujo al proceso de la planificación urbana el concepto de planificación estructural en contraposición al diseño de proyectos limitados a una misma imagen del desarrollo urbano. Como un antecedente, es pertinente señalar las palabras de Elizalde (2003), quien explica que fueron pensadores de teorías económicas los que influyeron en el proceso histórico de los sistemas de planificación.

Las teorías de la planificación estratégica fueron desarrolladas y transformadas en herramienta microeconómica por una serie de investigadores y estudiosos que perfeccionaron este instrumento y su metodología. El concepto de *planificación estratégica* como lo conocemos en la actualidad surge en los años ochenta en la Escuela de Negocios de Harvard y fue aplicado en primera instancia a la empresa privada. (p.13)

Como lo señala el autor la planificación estratégica inicialmente fue aplicada por algunos investigadores en el ámbito empresarial. Esta misma metodología se ha incursionado a la planeación urbana. Actualmente esta herramienta sirve para elaborar planes de desarrollo regionales en que se utilizan métodos participativos, se trabajan las debilidades y fortalezas de un territorio y se trazan los posibles caminos o los denominados lineamientos estratégicos para que sean regiones competitivas.

Existen diferentes conceptos e instrumentos que involucran la planificación estratégica y su aplicación como metodología al ámbito urbano. Algunas definiciones podrá encontrarse como planeación y en otras como planificación. Como lo define la RAE, por *planeación* se entiende a la acción y efecto de trazar un plan mientras que *planificación* es el plan general para obtener un objetivo determinado. Aunque los dos términos pueden resultar confusos, la diferencia radica en que la planificación consiste en aplicar un método para formular un plan.

La FAO (1994) por su parte, define la planificación como “el ejercicio de previsión y toma de decisiones que examina sistemáticamente propuestas de acción alternativas para alcanzar metas y objetivos, y comprende la descripción de la futura situación deseada y de las acciones necesarias para materializar esa situación.”

Entre otros autores, Mendoza (2009) engloba la planeación y planificación como la acción de tomar un conjunto de decisiones sobre acciones secuenciales o simultáneas, de forma sistemática de gestionar el cambio, con el propósito de lograr mejoras en cuanto a competitividad frente al exterior o entorno, reorientar su actividad y obtener un mayor beneficio de cara al futuro (García, 2004).

Bazant (2009), define la planeación estratégica como “un proceso creativo que sienta las bases de una actuación integrada a largo plazo, identifica cursos de seguimiento sobre los resultados e involucra a los agentes sociales y económicos locales a lo largo de todo el proceso” (p. 54). También explica que la función de la **planeación urbana** es normar los usos del suelo de una ciudad a través de la zonificación, la cual debe ofrecer una visión global e intersectorial del sistema urbano a largo plazo.

Referido a la ciudad y el territorio, la acción de planificar engloba un conjunto de acciones que se ponen en práctica siguiendo una determinada idea o proyecto diseñado para elaborar un método de formulación de un plan urbano.

En América Latina no existe un proceso único de planificación territorial, pero existe una tendencia de incorporar planes estratégicos para ordenar el desarrollo del suelo a nivel estatal y municipal. La formulación del plan exige una metodología compleja que consta de un diagnóstico previo del entorno, análisis y la gestión institucional mediante la elaboración de un plan por etapas.

Mendoza (2009) explica que la etapa de planificación territorial parte de la definición participativa de los objetivos entre los distintos actores involucrados para la toma de

decisiones, esto a partir de negociaciones y propuestas encaminadas a fortalecer el ordenamiento territorial. Además, hace énfasis en considerar las situaciones futuras antes de elegir entre una serie de alternativas, por ello, la planificación debe incorporar el uso de metodologías de resolución de conflictos por técnicas de análisis multicriterio.

En el marco de una planificación estratégica resulta fundamental tener una visión de futuro de largo plazo, pero a la vez tener la capacidad para reaccionar frente a las oportunidades y amenazas que surgen de un contexto externo en permanente cambio.

La aplicación a la planificación rural es más reciente, corresponde a la última década del siglo XX (García, 2004). En las actividades agrícolas, La FAO por ejemplo, aplica la planificación para el aprovechamiento de la tierra. Este proceso consiste en la evaluación sistemática de los factores físicos, sociales y económicos para ayudar a los usuarios de la tierra en su búsqueda de los mejores medios para el bienestar duradero y la sostenibilidad de los recursos.

En cuanto a la producción agrícola Ramírez (2008) explica que la planeación agrícola debe satisfacer tres criterios generales: físicamente factible, económicamente eficiente y culturalmente aceptable. Las estrategias deben tomar ciertas consideraciones, tales como: escoger los mejores sistemas, asociaciones de cultivos, mano de obra e insumos cada año, sujetos a limitantes o restricciones; el mejor plan debe ser sustentable a largo plazo; las principales restricciones físicas en la unidad de producción son el clima particular y las características del suelo en la localidad; además, considerar que el productor desarrolla sus preferencias de acuerdo a la experiencia, por el cultivo a sembrar, rotaciones de cultivos, sistema de cultivo, siembra y cosecha, dosis de fertilizantes, plaguicidas y otros químicos y las fechas de las labores.

La **planificación estratégica** es entonces, un instrumento de gestión de cambio y de creación de un mejor desarrollo, que incluye la determinación de objetivos y estrategias a futuro. Se apoya en el diagnóstico previo del entorno y se regula por un proceso continuo de acciones que inciden en la gestión institucional de un plan de desarrollo por etapas que pueden ser a corto, mediano y largo plazo. En este campo de acción, la sociedad y el territorio son los marcos de referencia del conocimiento geográfico y constituyen los elementos de interés relevante para la planificación. La planificación del uso de suelo es una disciplina cuyo objeto es el uso y desarrollo del suelo no solamente urbano sino también para el desarrollo rural, actividades agrícolas y otras actividades productivas.

## 2.5 | *Marco legal para el ordenamiento territorial y urbano en México*

Una vez entendidos los conceptos del ordenamiento territorial y la planificación del suelo a partir de los autores citados, se explica en este punto el marco legal del ordenamiento territorial para la planificación del suelo y los instrumentos de gestión en México.

Según al artículo 115 **Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos**, los gobiernos locales están facultados para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal. Les otorga además facultades para vigilar la utilización del suelo, así como administrar sus reservas territoriales, reservas ecológicas y tanto elaborar como aplicar programas de ordenamiento en materia y lo que establece el artículo 27 párrafo tercero, que es de interés público las reservas, usos y destinos de tierra, así como planear y regular el crecimiento de los centros de población.

A nivel de entidad federativa los artículos 10 y 141 de la Constitución Política del Estado de Hidalgo están alineados al artículo 115 constitucional. El Estado tiene la

facultad de fijar el uso y destino de la tierra a efecto de que los asentamientos humanos cumplan con lo establecido por el Plan Estatal de Desarrollo y con la Planeación del Desarrollo Urbano. Así mismo, podrá reglamentar el uso del suelo conforme a la vocación productiva de la tierra a fin de hacer operativos los programas garantizando el bienestar social.

En México hay dos vertientes para la implementación de políticas de Ordenamiento Territorial: una orientada hacia la planeación urbana a partir de 1976, con la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH) que tuvo modificaciones en 1981, 1993 y la más reciente 2016, la cual integra el Ordenamiento Territorial y el Desarrollo Urbano como política pública para la ocupación y utilización racional del territorio. La otra vertiente va dirigida hacia la aplicación de una política ambiental con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de 1988, reformada en 1996 y 2018 en la que se incorpora al Ordenamiento Ecológico como el instrumento de política ambiental con impacto territorial para regular el uso de suelo.

### **Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU 2016)**

Según el artículo 8, a la Federación le corresponde conducir el OT a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU) y otras dependencias de la Administración Pública Federal, Estatal y municipal, los cuales tienen por objeto elaborar, apoyar y ejecutar programas para satisfacer necesidades del suelo urbano y reservas territoriales para el desarrollo de los centros de población.

SEDATU expedirá normas oficiales mexicanas con lineamientos, criterios, especificaciones técnicas y procedimientos para garantizar las medidas adecuadas para el ordenamiento territorial, según el artículo 9, en el aprovechamiento de las

zonas de valor ambiental no urbanizable, homologación de terminología y elaboración de planes y programas en materia.

Según los artículos 10 y 11, a las entidades federativas y a los municipios les corresponden formular, aprobar y administrar sus respectivos programas de OT y Desarrollo Urbano. A la administración local le corresponde regular, controlar y vigilar las reservas, usos del suelo y destinos de áreas y predios, zonas de alto riesgo, así como imponer sanciones administrativas al incumplimiento de los mismos.

### **Organismos**

El Consejo Nacional, según los artículos 16 y 21, tiene la facultad de analizar y formular propuestas sobre el proyecto de estrategia nacional de ordenamiento territorial a consideración de la SEDATU así como proponer modificaciones o adiciones a las políticas públicas, programas en materia de OT y Desarrollo Urbano. El Consejo tiene también la facultad de promover la creación de institutos de planeación, observatorios ciudadanos, consejos participativos; propiciar la colaboración de organismos públicos, nacionales o extranjeros en el ordenamiento territorial y desarrollo urbano.

En materia de participación ciudadana, los artículos 92 y 99 dan facultad a los gobiernos federal, estatal y municipal de promover observatorios ciudadanos con la asociación y participación de la sociedad, instituciones de investigación académica, colegios de profesionistas, organismos empresariales, sociedad civil y gobierno para el estudio, investigación, organización y difusión de información y conocimientos de problemas socio espaciales y los nuevos modelos de políticas urbanas y regionales y de gestión pública. El artículo 100 respalda apoyo de las al funcionamiento de los observatorios por parte de las dependencias y entidades

administrativas para promover, desarrollar y difundir investigaciones, estudios, diagnósticos y propuestas en la materia.

### **Zonificación**

En el artículo 3 define la zonificación de las reservas, usos de suelo, destinos y delimitación de áreas para el crecimiento de un centro de población. De las cuales, la zonificación primaria delimita áreas urbanizadas y áreas urbanizables incluyendo las reservas de crecimiento, las áreas no urbanizables y las áreas naturales protegidas, así como la red de vialidades primarias. La zonificación secundaria determina los usos de suelo en un espacio edificable y no edificable, así como la definición de los destinos específicos.

### **Reservas Territoriales**

De acuerdo con el artículo 4, la determinación de reservas, usos y destinos de áreas y predios de los centros de población debe estar contenida en los planes de desarrollo urbano; y el artículo 6 establece que es de utilidad pública la constitución de reservas territoriales para el desarrollo urbano. Las áreas no urbanizables podrán utilizarse de acuerdo a su vocación agropecuaria en los términos que determina la LGAHOTDU. Los predios o áreas que se incorporen al desarrollo urbano deben cumplir con la definición de área urbanizable del artículo 3.

A la Federación, entidades y municipios les corresponde programar adquisiciones y oferta de tierra para el desarrollo urbano y vivienda, reservas territoriales, como asegurar la disponibilidad de suelo para diferentes usos del suelo y destinos que determinen los planes o programas de desarrollo urbano; y la incorporación de terrenos ejidales y comunales para el desarrollo urbano y evitar su ocupación irregular, sujeto a lo dispuesto a los artículos 77,78 y 79.

## **Para urbanizar predios ejidales o comunales**

En el artículo 11 se otorga a los municipios la atribución de intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra, conforme a los planes o programas de desarrollo urbano y las reservas, usos del suelo y destinos de áreas y predios. Los artículos 85 y 86 de la misma ley establecen que los Estados y Municipios pueden declarar polígonos para el desarrollo o aprovechamiento prioritario o estratégico de inmuebles y promover ante propietarios e inversionistas el reagrupamiento de predios.

Para tal fin, se requiere de autorizaciones favorables de impacto urbano, fraccionamiento o edificación por parte de las autoridades estatales y municipales correspondientes. De lo contrario, el Registro Agrario Nacional no podrá ceder derechos parcelarios si no cumple con estas autorizaciones y lo que estipula la Ley de Asentamientos Humanos y la Ley Agraria en los artículos 62 y 63. Para constituir, ampliar y delimitar la zona de urbanización ejidal y su reserva de crecimiento, deberá ajustarse a LAHOTDU y a las disposiciones jurídicas locales de Desarrollo Urbano; a la zonificación contenida en los planes o programas aplicables en materia, se requiere intervención del municipio en que se encuentre ubicado el ejido o comunidad.

## **Ley Agraria**

Considera la posibilidad de incorporar tierras ejidales al ámbito urbano bajo las siguientes condiciones:

El artículo 87 menciona que cuando los terrenos de un ejido se encuentren ubicados en el área de crecimiento de un centro de población ejidal podrán beneficiarse de la urbanización de sus tierras. Y que la incorporación de las tierras ejidales al desarrollo urbano deberá sujetarse a las leyes, reglamentos y planes vigentes en materia de asentamientos humanos.

El artículo 89 señala que la enajenación de terrenos ejidales ubicados en las áreas declaradas reservadas para el crecimiento de un centro de población, de conformidad con los planes de desarrollo urbano municipal, en favor de personas ajenas al ejido, se deberá respetar el derecho de preferencia de la Federación, las entidades federativas y los municipios y las Demarcaciones Territoriales establecido en el artículo 84 de la LGAHOTDU.

El artículo 93 estipula como causa de utilidad pública la expropiación de terrenos. La realización de acciones para el ordenamiento urbano y ecológico, así como la creación y ampliación de reservas territoriales y áreas para el desarrollo urbano, la vivienda, la industria y el turismo. Regularización de la tenencia de la tierra urbana y rural. Construcción de infraestructura vial y obras sujetas a la Ley de Vías Generales de Comunicación.

El artículo 88 prohíbe la urbanización de las tierras ejidales que se ubiquen en áreas naturales protegidas.

### **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente LGEEPA (2018) concibe al Ordenamiento Ecológico (OE) como “Instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.” (Artículo 3 fracción XXIV).

De acuerdo con los artículos 7 y 8, corresponde a los Estados la formulación, expedición y ejecución de los programas de OE con la participación de los municipios. En la formulación del OE se debe considerar la vocación de cada zona

o región, en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes (artículo 19, fracción II).

El artículo 20 establece que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) formula el programa de OE general. Las autoridades locales harán compatibles los planes de OE con los Planes de Desarrollo Urbano (artículo 23), que a su vez, deben tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidas en los programas de OE (artículos 23 y 99). Los programas de OE local deben cubrir una extensión geográfica cuyas dimensiones permitan regular el uso del suelo.

El artículo 60 define la declaratoria de áreas naturales protegidas como “la delimitación precisa del área, superficie, ubicación, deslinde y la descripción de actividades que podrán llevarse a cabo en el área correspondiente, sus modalidades y limitaciones.”

El artículo 53 establece que las áreas de protección de recursos naturales, son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales. Se consideran dentro de esta categoría las reservas y zonas forestales, las zonas de protección de ríos, lagos, lagunas, manantiales y demás cuerpos considerados aguas nacionales. **Solo podrán realizarse actividades relacionadas con la preservación, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológica.** Para el aprovechamiento sustentable de superficies con usos agrícolas deberán realizarse actividades en zonas que cuenten con aptitud para este fin, siempre y cuando sean compatibles con las acciones de conservación del área, y en su caso contribuyan al control de la erosión y evitar la degradación de los suelos de acuerdo con lo establecido en el artículo 47.

## **Ley de Desarrollo Agrícola Sustentable para el Estado de Hidalgo**

Tiene como objeto promover la coordinación entre los tres Órdenes de Gobierno para la definición e implementación de políticas, planes programas y proyectos que permitan alcanzar el desarrollo sustentable en el campo por medio de instrumentos de apoyo económico, capitalización y financiamiento (artículo 3). A través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Hidalgo (SEDAGRO) en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SEMAOT) realizarán estudios de impacto ambiental y propondrán medidas y planes de uso en zonas de conservación, aprovechamiento y producción. (artículo 12). Con apoyo de CNA, SAGARPA se impulsarán las inversiones requeridas para rehabilitar la infraestructura hidráulica (artículo 45). En materia de industria rural, el artículo 46 establece impulsar la instalación de nuevas empresas a las cuales previamente se les apoye con el proyecto que muestre su viabilidad, la organización de la figura jurídica y la capacitación mínima para la implementación del proyecto.

De acuerdo con el artículo 2°, apartado IV de la **Ley de Desarrollo Agrícola Sustentable para el Estado de Hidalgo** se deberán generar las bases que permitan recuperar y elevar la rentabilidad de las actividades agrícolas en el ámbito comercial, mediante la capitalización y modernización de las mismas, bajo criterios de sustentabilidad. (Art. 3 y 7°)

Los planes e instrumentos de fomento deben propender a la creación de empresas proveedoras de servicios regionales y locales o empresas autónomas.

A la **Subsecretaría de Agronegocios** le corresponde diseñar y establecer mecanismos que fomenten la transformación de productos agrícolas. Fomentar el desarrollo agroindustrial del Estado; facilitar el acceso al financiamiento de proyectos y promover la inversión productiva del sector privado en los procesos agroindustriales y de comercialización en el campo. (Art. 19 Reglamento Interior para el Desarrollo Agropecuario del Estado de Hidalgo)

El artículo 7 del **Reglamento de la Ley de Desarrollo Agrícola Sustentable para el Estado de Hidalgo** estipula que El Programa de Desarrollo Agrícola Sustentable determinará los tipos de cultivo en las regiones, zonas y áreas del Estado, de acuerdo a las características geográficas y convenientes del suelo y a las necesidades de los mercados y del autoconsumo.

## 2.6 **Instrumentos de gestión de ordenamiento territorial y planeación urbana**

Los instrumentos de planeación y regulación del OT deben ser congruentes al orden jerárquico para su aplicación y cumplimiento. El artículo 21 establecen que dicha jerarquía se lleva a cabo sujetándose al Programa Nacional de OT y Desarrollo Urbano a través de la estrategia nacional, programas estatales de OT y Desarrollo Urbano, planes o programas municipales de Desarrollo Urbano regidos por la LGAHOTDU, legislación estatal de DU, reglamentos y normas administrativas, estatales y municipales aplicables. Las autoridades tienen la obligación de facilitar su consulta pública de forma física y electrónica a través de sitios web de acuerdo con el artículo 28 de la misma ley.

En los planes y programas municipales de Desarrollo Urbano según el artículo 40 y 41, se establece la zonificación y las acciones específicas necesarias para la conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Las entidades federativas y los municipios son los encargados de promover la elaboración de programas parciales y polígonos de actuación para tales acciones.

Los planes o programas de desarrollo urbano son los únicos documentos legales, aprobados por el ayuntamiento, que asignan usos e intensidad de usos del suelo dentro de la mancha urbana y su periferia inmediata. El artículo 46 señala que estos instrumentos para el desarrollo urbano deben considerar además, las normas

oficiales mexicanas emitidas en la materia, tales como autorizaciones de construcción, edificación, realización de obras de infraestructura que otorgue la SEDATU o entidades federativas.

En México, la metodología para elaborar planes de Ordenamiento Territorial y programas de desarrollo urbano ha ido evolucionando constantemente desde los años 80. Estos cambios se han dado de forma paralela a las leyes y a la transformación de las Secretarías coordinadoras. (Ver esquema 1)

El primer referente fue el “Manual para la elaboración de planes de desarrollo urbano de centro de población” realizado por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) en 1981. Posteriormente dicha secretaría tuvo varias modificaciones en sus atributos y objetivos, pasó a ser la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y creó la “Guía metodológica para Plan o Programa Municipal de Desarrollo Urbano”. Más adelante SEDUE se transformó en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), bajo el mismo esquema de guías y en coordinación con SEMARNAT se crean dos enfoques: el urbano y el natural.

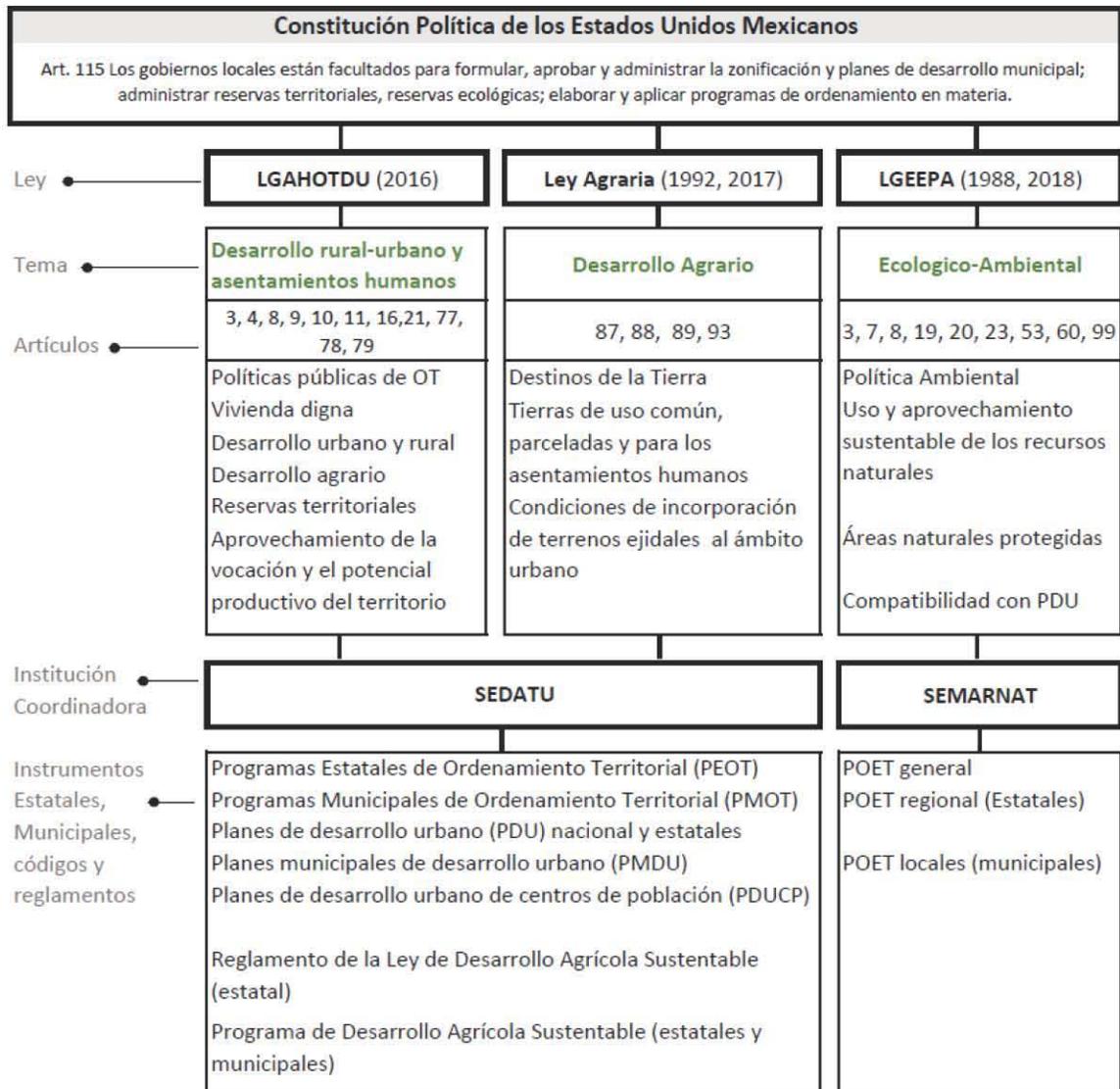
En materia de ordenamiento territorial, SEDESOL publicó en 2000 la “Guía metodológica para la elaboración de los Planes Estatales de Ordenamiento Territorial”, cuya primera parte fue la base para el arranque del proyecto de ordenamiento en el 2000, esta guía se basa en el diagnóstico de los aspectos sociales, urbano-regionales, ambientales y económicos de los estados. En 2005, SEMARNAT en colaboración del INE y SEDESOL elaboraron un primer documento que sentó las bases metodológicas para la elaboración de los Programas Municipales de Ordenamiento Ecológico Territorial, el cual fue renovado por SEDESOL en 2010. Para el año 2012, la misma secretaría publica una nueva “Guía metodológica para la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano” como un referente técnico para la reflexión y análisis aplicable a cada uno de los niveles de planeación estatal, municipal y de centros de población. Su estructura metodológica

se basa en etapas de planeación estratégica que consisten en: 1. Base jurídico-legal y administrativo; 2. Problemática y diagnóstico; 3. Dimensiones de análisis de fortalezas y oportunidades, debilidades y amenazas (FODA); 4. Escenarios; 5. Definición de políticas; 6. Estrategias; 7. Programas, obras, acciones y corresponsabilidad; 8. Instrumentos de desarrollo urbano; 9. Aprobación, difusión y evaluación; con un Anexo.

Con la creación de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU) se hizo una adecuación a la guía anterior de SEDESOL con el nombre de “Términos de Referencia para la implementación del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial”. En este documento se incorporan los objetivos del Programa Nacional 2014-2018 y el concepto de ordenamiento territorial, integrando particularmente el ámbito rural, áreas agropecuarias y áreas naturales.

Actualmente, la metodología vigente es la “Guía metodológica para elaborar y actualizar programas municipales de desarrollo urbano”, publicada en 2017 por SEDATU y SEMARNAT en colaboración y asistencia técnica de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ, por sus siglas). Tal documento cambia la estructura metodológica anterior, en este integra la participación y visión de actores políticos, sociales, académicos y organismos de investigación como los Institutos Municipales y Metropolitanos de Planeación (IMPLAN e IMEPLANes). Su estructura se puede ampliar, modifica o ajustar según sea necesario para cada municipio. Consiste en dos apartados: En el primero se desarrollan las etapas del proceso de planeación y el segundo es un apartado técnico que consta de 3 bloques denominados “paquetes de trabajo” en los que se analiza el ámbito natural, análisis territorial y los indicadores que conforman el espacio urbano. Estos bloques dan como resultado el PMDU base y la gestión del ordenamiento urbano.

Esquema 1. Marco normativo para el ordenamiento territorial y urbano



Elaboración propia

## 2.7 | *Método de aplicación al caso de estudio*

Para la aplicación de los elementos del ordenamiento territorial explicados en este capítulo, se requiere de un municipio o centro de población con características de una ciudad pequeña en proceso de desarrollo y con uso potencial de suelo agrícola. Para el ejercicio de esta investigación se ha elegido como caso de estudio el municipio de Mixquiahuala de Juárez en el Estado de Hidalgo. La intención de la metodología planteada en este documento es que pueda ser adaptada y/o replicada en estudios de análisis territorial en municipios o regiones con características similares. El objetivo es identificar la aptitud del suelo y delimitar áreas urbanizables que no afecten las zonas agrícolas productivas; por ello, se consideró el análisis territorial en dos vertientes: aptitud agrícola y aptitud urbana.

### **Metodología para análisis de aptitud agrícola**

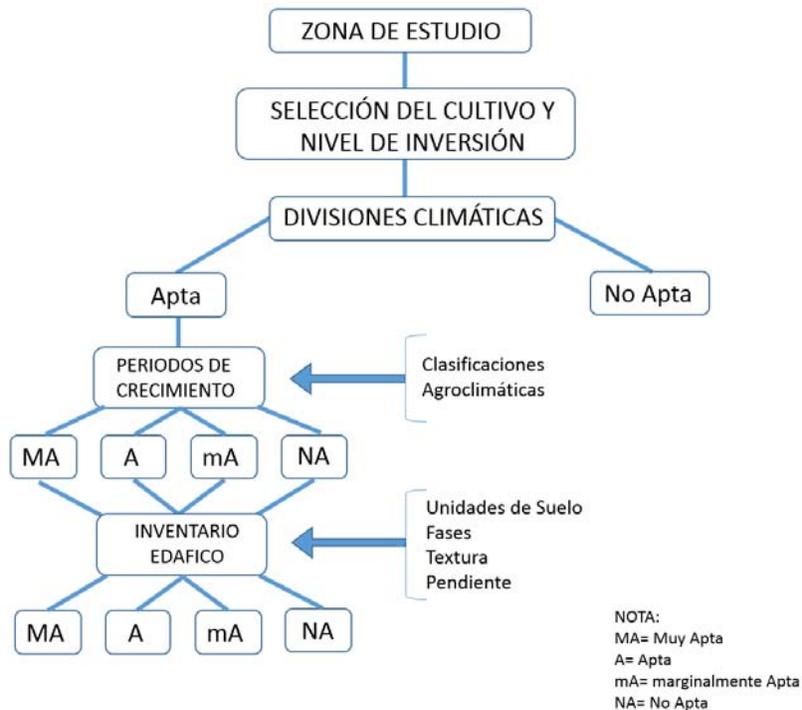
El análisis de aptitud agrícola consiste en valorar la aptitud del suelo agrícola a partir de la producción de cultivos locales según las características físicas y naturales del municipio. Para este fin, se utilizará la metodología simplificada de la zonificación agroecológica de los cultivos del Colegio de Posgraduados (1990).

Para analizar la posibilidad de producción de cultivos, la metodología se divide en dos grandes etapas: En la primera se realiza el inventario climático y en la segunda el inventario edáfico. (Ver esquema 2)

1. El primer paso es establecer la zona de estudio, seleccionar los cultivos y el nivel de inversión con los cuales se trabajará, considerando la información que proporcionan los Anuarios Agrícolas en SAGARPA 2000-2015.
2. Para el inventario climático del área de estudio, se definen las divisiones climáticas y se califica si la zona es Apta (A) o No Apta (NA), para la producción del cultivo de interés.

3. Si la zona resulta apta, entonces se calculan los periodos de crecimiento y se clasifican las diferentes áreas según la duración de su periodo de crecimiento en: Muy Apta (MA), Apta (A), marginalmente Apta (mA) y No Apta (NA). Las áreas con determinada aptitud (MA), (A) y (mA) son reanalizadas por unidades de suelos las fases cartográficas, la textura y la pendiente. Si todo es favorable para el desarrollo del cultivo, la clasificación agroclimática no cambia, pero si existen restricciones en algunos o varios de los factores considerados, entonces la clasificación agroclimática se va demeritando.
  
4. La segunda etapa del método consiste en la evaluación del recurso basadas en las unidades del sistema FAO/UNESCO: Fases, Texturas y Pendientes. Las tres primeras integran los datos del marco geostadístico de INEGI. Se recomienda la realización de un mapa por separado de cada una de ellas.

Esquema2. Metodología de aptitud agrícola



Fuente: Metodología simplificada de la zonificación agroecológica de los cultivos, Colegio de posgraduados (1990)

## **Metodología para análisis de aptitud urbana**

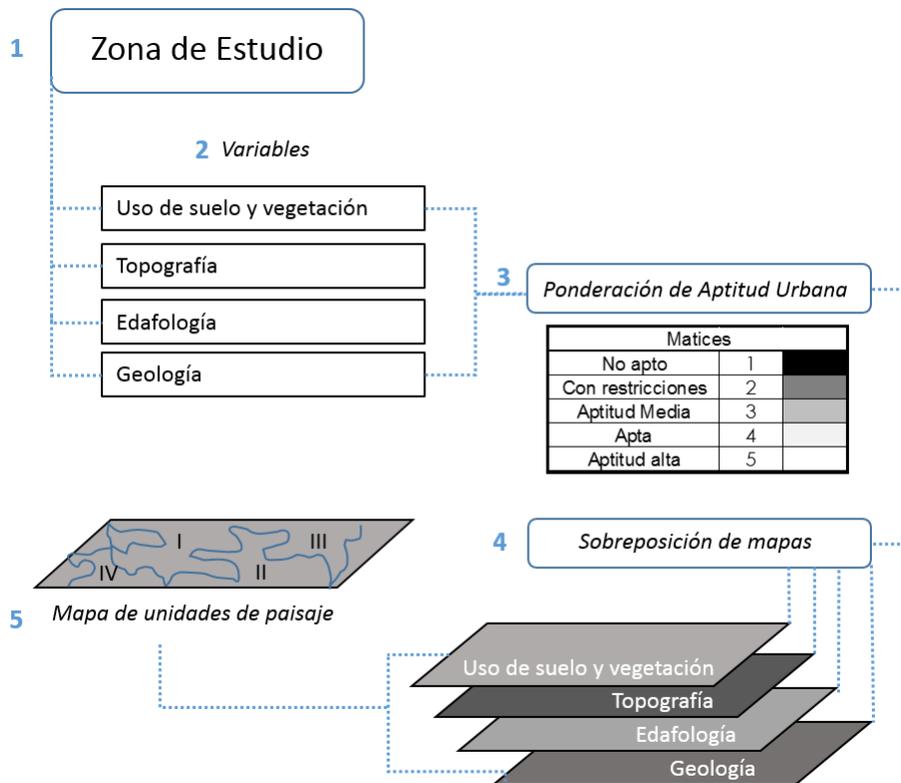
El análisis de aptitud urbana consiste en identificar unidades de paisaje en las que se puedan delimitar reservas territoriales para el crecimiento urbano a corto, mediano y largo plazo. Para este análisis se consultó la “Guía metodológica para elaborar programas de ordenamiento territorial” de SEDESOL (2010) y se utilizó el método de ponderación de aptitud urbana.

### **Procedimiento**

1. Delimitar el emplazamiento del caso de estudio.
2. Se determinan las variables de estudio para el análisis territorial. En este caso como es un estudio geomorfológico se estudiarán las pendientes, geología, edafología y uso potencial del suelo. Los datos se tomarán del marco del sistema de información geográfica GIS que dispone INEGI.
3. Se fijan ponderaciones de la misma escala del 1 al 5 y se le asigna un matiz monocromático para cada aptitud.  
\*Integrar tabla de matices
4. Con la herramienta de Arc GIS se manipula la información del sistema informático y se elabora un mapa por cada variable. A estos mapas se les asignan los matices de las ponderaciones correspondientes a su aptitud.
5. Las zonas más aptas al desarrollo urbano irán sobresaliendo de las otras.
6. Se sobreponen cada uno de los mapas para generar un plano síntesis. En este plano se consolidan los matices con el criterio para delimitar las unidades de paisaje y su aptitud para el desarrollo urbano.

Una vez identificada la aptitud territorial de las unidades de paisaje, se aplicarán las bases del método de planeación estratégica mediante un diagnóstico urbano que contemplan los aspectos sociodemográficos. El siguiente paso es integrar en un FODA los aspectos geomorfológicos, urbanos y socio-demográficos por cada unidad de paisaje. Los resultados servirán como base para proponer una zonificación primaria y estrategias para la planificación del uso de suelo agrícola y urbano a corto, mediano y largo plazo.

Esquema 3. Metodología de aptitud urbana



Elaboración propia

## Capítulo 3 | DIAGNÓSTICO TERRITORIAL RURAL-URBANO

Para el análisis territorial se ha tomado como caso de estudio el municipio de Mixquiahuala de Juárez. Este municipio ubicado en el Estado de Hidalgo, tiene las características de una ciudad pequeña: el tamaño de su población es de 42,834 habitantes, la dinámica que presenta entre la transformación de sus actividades económicas y el crecimiento urbano sobre el paisaje agrario.

### 3.1 | Localización

El municipio de Mixquiahuala de Juárez se encuentra ubicado a 31 Km de Actopan y a una distancia de 67 Km de la capital del Estado, Pachuca de Soto. Tiene una extensión territorial de 114.99 km<sup>2</sup>, colinda al norte con los municipios de Chilcuautla, Progreso de Obregón y San Salvador, al este con los municipios de Francisco I. Madero y San Salvador, al sur con los municipios de Tetepango, Tlahuelilpan y al oeste con el municipio de Tezontepec de Aldama (Ver figura 1). Sus coordenadas geográficas son 20°13'52" de latitud norte y 99°12'47" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, se encuentra a una altura de 2100 metros sobre el nivel del mar.

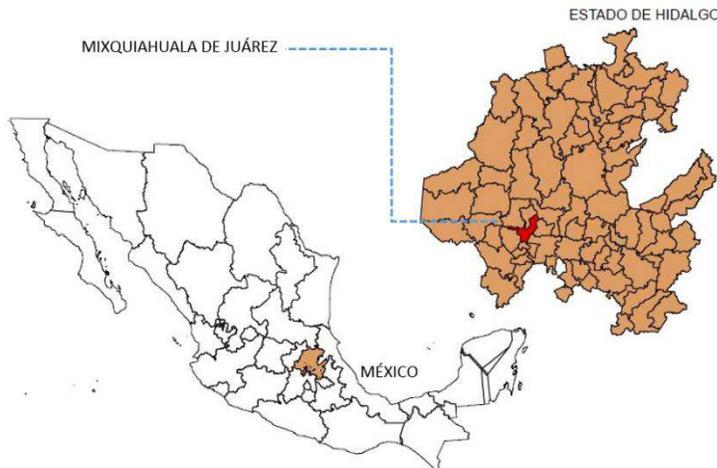


Figura 1. Localización

### 3.2 | *Crecimiento de población rural-urbana*

Mixquiahuala de Juárez es un municipio en proceso de crecimiento, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 cuenta con 42,834 habitantes. Se hizo una comparación con los datos censales de 1990 para explicar el incremento de habitantes de las localidades urbanas y rurales (Ver tabla 1). La clasificación se tomó en cuenta como define INEGI a las poblaciones rurales menores a 2,500 habitantes y a las localidades urbanas mayores a 2,500 habitantes.

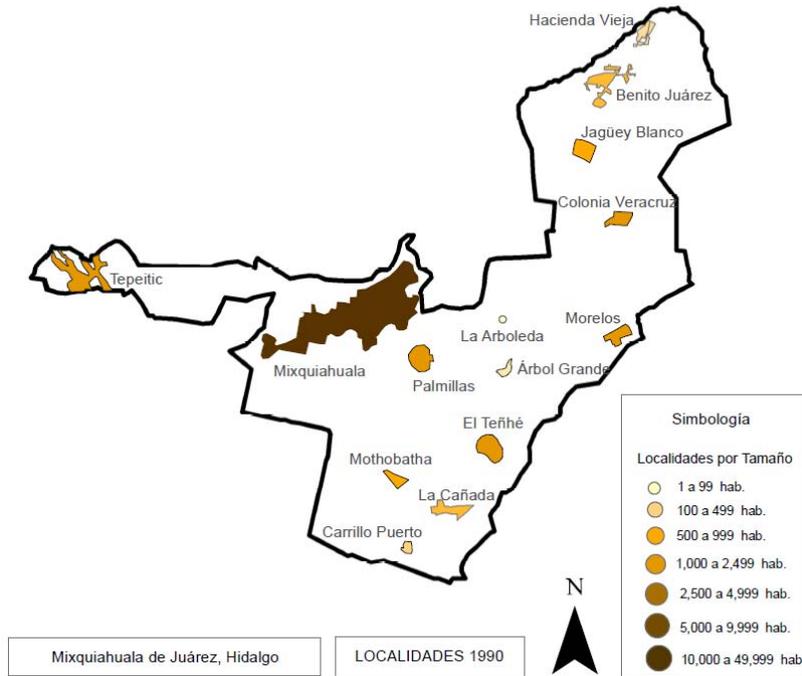
Tabla 1. Clasificación de localidades por tamaño según número de habitantes 1990-2010

CLASIFICACIÓN	TAMAÑO	1990		2010	
		LOCALIDADES	POBLACIÓN	LOCALIDADES	POBLACIÓN
LOCALIDADES RURALES	<b>Menos de 2,500 hab.</b>	<b>19</b>	<b>11,618</b>	<b>32</b>	<b>14,577</b>
	1 a 99 hab.	5	34	17	183
	100 a 499 hab.	3	696	5	1,055
	500 a 999 hab.	5	3,452	3	2,188
	1,000 a 2,499 hab.	6	7,436	7	11,151
LOCALIDADES URBANAS	<b>De 2,500 a 14,999 hab.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2,768</b>
	2,500 a 4,999 hab.	-	-	1	2,768
	5,000 a 9,999 hab.	-	-	-	-
	10,000 a 14,999 hab.	-	-	-	-
	<b>15,000 y más hab.</b>	<b>1</b>	<b>19,536</b>	<b>1</b>	<b>25510</b>
	15,000 a 49,999 hab.	1	19,536	1	25510
TOTALES		20	31,154	34	42,855

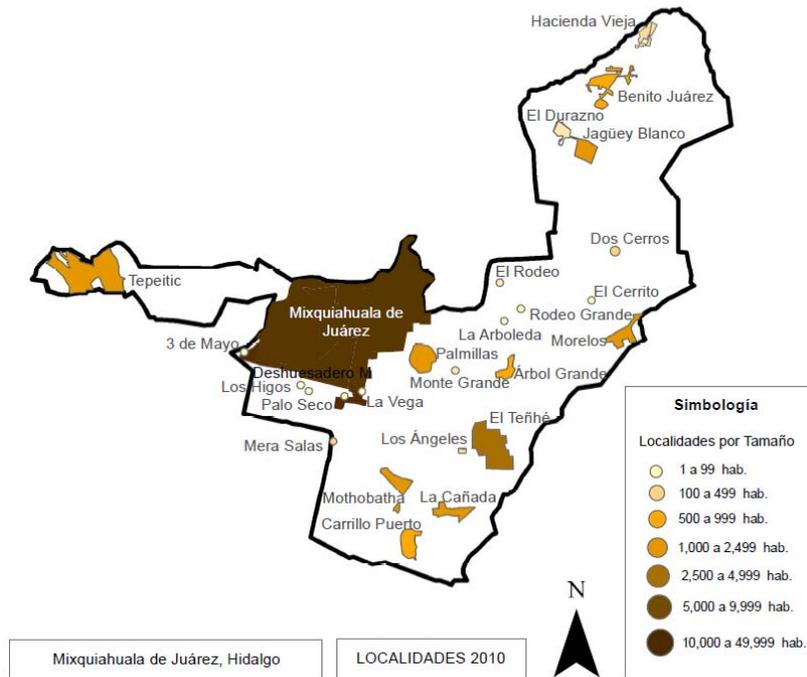
Fuente: Censo de Población y Vivienda 1990-2010, principales resultados por localidad (ITER)

En 20 años se aprecia un incremento de población de 11,701 habitantes en el municipio. Este crecimiento poblacional se detectó en que nuevas comunidades rurales emergieron aisladas en los ejidos, se dio un aumento en la población de la cabecera municipal y en la Colonia El Teñhé la cual por el número de habitantes que tiene en el 2010 ya se considera localidad urbana. (Ver mapas 1 y 2)

Mapa 1. Localidades por tamaño 1990



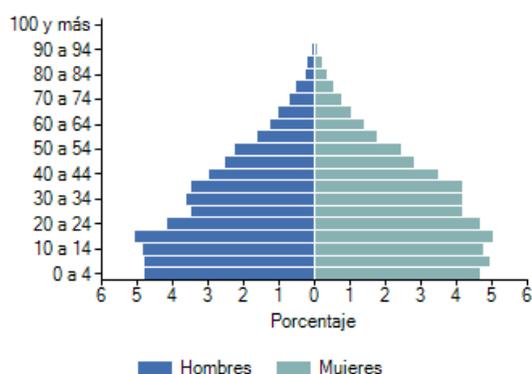
Mapa 2. Localidades por tamaño 2010



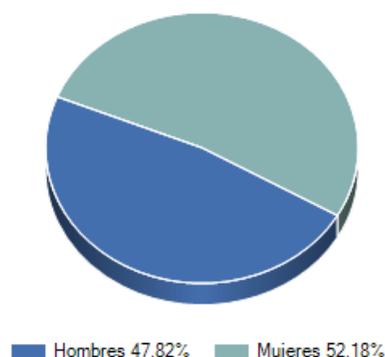
Elaboración propia con base en (ITER) 1990-2010

Para el 2010, la distribución de los grupos quinquenales muestra un fenómeno de pirámide invertida con respecto al crecimiento de la población, es decir, se observa un decrecimiento en el índice de natalidad. (Ver gráfica 1) Esto indica que las familias tienden a tener cada vez menos hijos, sin embargo, hay una concentración importante de jóvenes en el grupo de 15-19 años, y en los grupos de 20 a 29 años vuelve a presentarse un decrecimiento de población adulta joven. Posiblemente las oportunidades laborales y educativas no sean suficientes y podría ser un factor que propicie la migración de jóvenes.

Gráfica 1. Pirámide de Población 2010



Gráfica 2. Distribución de Población por sexo

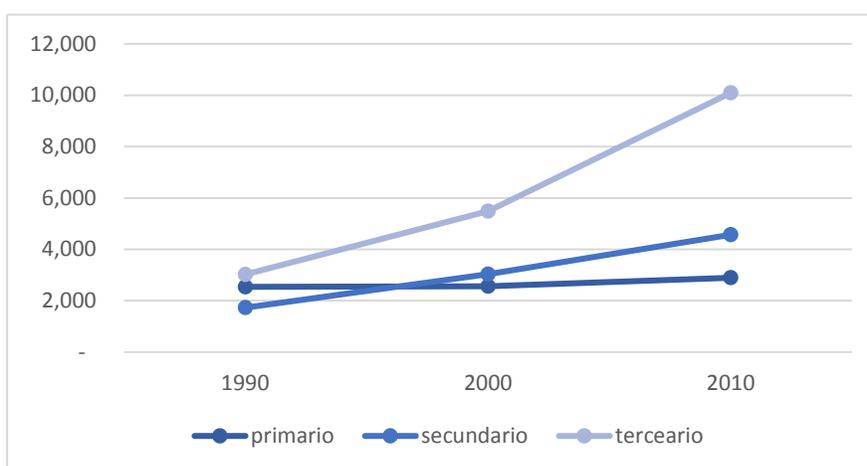


Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda 2010

### 3.3 | *Actividades económicas por sectores*

La estructura de los sectores económicos y la población ocupada indican la dinámica de los procesos de desarrollo y urbanización. Los sectores han presentado cambios en su tasa de crecimiento en los últimos veinte años, para el año de 1990, los sectores que predominaban era el primario 34% y el terciario 40%; para el año 2000 se observó un incremento en el sector secundario representando un 27% que se mantiene por encima del sector primario para el año 2010. (Ver gráfica 3)

Gráfica 3. Población activa por sectores 1990-2010



*Elaboración propia con base en INAFED, 1990-2010*

En cuanto al sector terciario se ha observado que no solo se ha mantenido los últimos 30 años como la principal actividad económica, sino que también ha manifestado un incremento significativo de la población ocupada. Es posible que una de las principales razones del incremento de la PEA terciaria se deba a la incorporación de mujeres a la población ocupada, ya que también se observa un incremento significativo distribuido en el mismo sector. (Ver tabla 2)

La gráfica 2 muestra la dinámica de crecimiento que se han manifestado en los últimos años 1990-2010 en los diferentes sectores económicos, donde puede apreciarse que la PEA agrícola no ha tenido un crecimiento relevante, si no se ha mantenido constante. Por el contrario, se observa claramente como el sector secundario ha alcanzado una posición por encima de las actividades agropecuarias, y así mismo es notable el incremento de PEA especializada en los servicios y comercios.

Tabla 2. Distribución de la población ocupada por sectores según sexo

Sector económico	Total	Hombres	Mujeres	% PEA Ocupada		
				Total	Hombres	Mujeres
<b>1990</b>						
Primario	2,539	2,455	84	34%	33%	1%
Secundario	1,729	1,594	135	23%	21%	2%
Terceario	3,020	1,945	1,075	40%	26%	14%
No especificado	219	134	85	3%	2%	1%
<b>2000</b>						
Primario	2,563	2,154	409	23%	19%	4%
Secundario	3,039	2,574	465	27%	23%	4%
Terceario	5,488	2,848	2,640	49%	25%	23%
No especificado	218	111	107	2%	1%	1%
<b>2010</b>						
Primario	2,892	11,416	5,739	15%	65%	35%
Secundario	4,568			26%		
Terceario	10,094			58%		
No especificado	20			1%		

Fuente: Instituto Federal para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) 1990-2010

La población económicamente activa para el año 2010 está integrada con una población de 17,155 habitantes representando el 51.62% de la población total municipal; los hombres representan el 65.07% de la PEA y las mujeres el 34.93%. La siguiente gráfica muestra la distribución de la población ocupada, el sector primario con 2,892 representa el 16.46% en actividades agropecuarias, el sector secundario se conforma por 4,568 (25.99%) principalmente en industria manufacturera y construcción; y sector terciario 10,094 (57.44%) en actividades de comercio al por menor y servicios educativos, entre otros. (Ver gráfica 4).

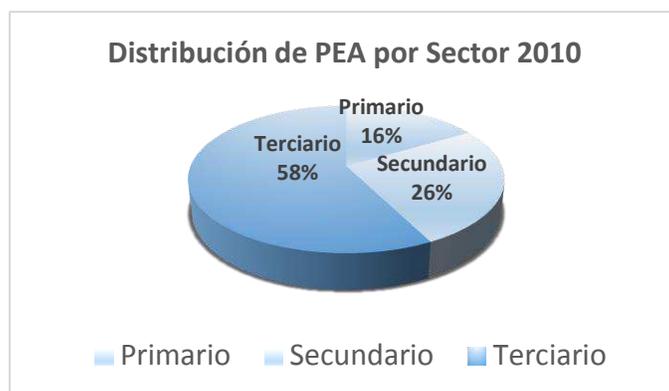
En la tabla 3 se desglosan los porcentajes de las actividades en las que se distribuye la población ocupada en cada uno de los sectores económicos, respecto a la información censal del año 2010.

Tabla 3. Población ocupada por sector de actividad 2010

<b>Total de PEA ocupada</b>		17,574	100%
<b>Primario</b>	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	2,892	16%
<b>Secundario</b>	Minería	70	0.4%
	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	107	0.0%
	Construcción	1,745	9.9%
	Industrias manufactureras	2,646	15.1%
<b>Terciario</b>	Comercio al por mayor	452	2.6%
	Comercio al por menor	3,328	18.9%
	Transportes, correos y almacenamientos	658	3.7%
	Información en medios masivos	40	0.2%
	Servicios financieros y de seguros	90	0.5%
	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	76	0.4%
	Servicios profesionales, científicos y técnicos	187	1.1%
	Dirección de corporativos y empresas	-	0.0%
	Servicios de apoyo a los negocios, manejo de desechos y servicios de remediación	322	1.8%
	Servicios educativos	1,538	8.8%
	Servicios de salud y de asistencia	264	1.5%
	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	73	0.4%
	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	929	5.3%
	Otros servicios excepto actividades de gobierno	1,677	9.5%
Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	460	2.6%	
<b>No especificado</b>	No especificado	20	0.1%

Fuente: Microdatos, Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI

Gráfica 4 Población ocupada por sectores



Elaboración propia

Como se ha mostrado en la tabla anterior, las actividades terciarias conforman el principal sector económico en el municipio, el comercio al por menor como actividad principal representa el 18.9% de la PEA ocupada, sin embargo el sector primario concentra un 16%, lo que significa que es la segunda actividad principal como fuente de trabajo en actividades agropecuarias. Dentro del sector secundario se observa que predominan la industria manufacturera que representa el 15% de la PEA ocupada y la construcción con un 9.9%, colocándose como la tercera y cuarta actividad principal respectivamente.

Estas cifras muestran que a pesar de que el 88 % de territorio municipal es de uso agrícola, no se está concentrando la PEA en el sector primario, ya que apenas representa el 18% de la PEA que se dedica principalmente al cultivo de maíz y alfalfa. La producción ganadera se dedica mayormente a la producción avícola y ovina. En el sector secundario, se dedica principalmente a la industria manufacturera y a la construcción. Por el contrario al sector primario, se observa una terciarización del municipio ocupándose principalmente en comercios al por menor y servicios.

Tabla 4. Población ocupada por situación de trabajo según sexo, 1990-2000

Situación en el trabajo	Total	Hombres	Mujeres	Representa de la población ocupada		
				Total	Hombres	Mujeres
<b>1990</b>						
Empleado(a) u obrero(a)	3631	2638	993	48%	35%	13%
Jornalero(a), peón o peona	2003	1951	52	27%	26%	1%
Patrón o patrona	125	108	17	2%	1%	0%
Trabajador(a) por su cuenta	1422	1201	221	19%	16%	3%
Trabajador(a) familiar sin pago	99	77	22	1%	1%	0%
No especificado	227	153	74	3%	2%	1%
<b>2000</b>						
Empleado(a) u obrero(a)	5741	3638	2103	51%	32%	19%
Jornalero(a), peón o peona	1826	1770	56	16%	16%	1%
Patrón o patrona	186	152	34	2%	1%	0%
Trabajador(a) por su cuenta	2619	1682	937	23%	15%	8%
Trabajador(a) familiar sin pago	663	279	384	6%	2%	3%
No especificado	273	166	107	2%	1%	1%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 1990-2010, INEGI

Las principales ocupaciones de empleo para el año 2000 son como empelados u obreros (50.77%), trabajadores por su cuenta y jornaleros y peones. Se detectó que de 1990 al 2000 la situación de trabajo como jornalero se ha reducido un 10% y aumentaron los trabajadores por su cuenta un 5%. (Ver tabla 4).

### 3.4 ■ *Antecedentes de la producción agrícola e intercambio comercial*

La producción económica agrícola a inicios del siglo XX, se basaba en un intercambio de productos de Mixquiahuala a la Ciudad de México y viceversa. Antes de la existencia del ferrocarril, el medio para transportar la mercancía era por medio de burros, conducidos por campesinos que transportaban cargas de bultos y costales de 100 a 200 kilogramos, dependiendo el producto que se acarrea. “Era un intercambio de comercio, todos salían ganando, los que producían los productos acá en Mixquiahuala y los que lo vendían en México.” (Entrevista personal, 2015)<sup>3</sup>

De Mixquiahuala se llevaba en burros ropa, sombreros, huaraches, telas etc. y de regreso se transportaba todo lo que se podía comprar en la ciudad para llevarlo de regreso a Mixquiahuala donde no había fábricas. Resultaba muy costoso transportar todos los productos pero el avance tecnológico del ferrocarril permitió llevar más producto y más peso. La modernización y el revestimiento de carreteras fueron parte de los adelantos que impulsaron la producción económica y el intercambio de bienes en el municipio. Con la llegada del tren y los camiones de carga, se podían transportar cantidades más grandes con forrajes de alfalfa, trigo, frijol, calabazas, chiles encostalados. Esto benefició la producción y el crecimiento de los pueblos.

---

<sup>3</sup> Roberto Gálvez, originario de Mixquiahuala de Juárez.

### 3.5 | Producción agrícola por cultivos

La agricultura representa un rubro productivo para la zona de Mixquiahuala con un ejido dotado de 8,681 ha que continúa siendo una fuente de ingresos para los productores pero no la suficiente fuente económica para todos los habitantes del municipio. Las principales actividades del sector primario es la agricultura de riego y de temporal. Este municipio se beneficia con programas de apoyo de PROCAMPO, que en el año de 2010 benefició a 1,590 productores.

#### Producción de Riego

Para analizar la producción del sector y sus cultivos, se consultó la información del *Anuario Agrícola y el Anuario Pecuario 2015* proporcionado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). A continuación se muestran las cifras de producción por cultivo y por especie de las actividades primarias. (Ver tabla 8).

Tabla 5. Producción agrícola de riego 2015

Cultivo	Tipo /	Ciclo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR *	Valor Produccion
	Variedad							
Maíz grano	blanco	Primavera-Verano	4,113.00	4,113.00	43,186.50	10.50	3,388.97	146,357.75
Alfalfa verde	-	perenne	3,420.00	3,420.00	335,458.20	98.09	300.62	100,845.44
Coliflor	-	Todo el año	252.00	248.00	5,337.71	21.52	3,963.76	21,157.38
Calabacita	italiana (zucchini)	Primavera-Verano	224.00	220.00	2,200.00	10.00	3,755.10	8,261.22
Trigo grano	suave	Otoño-Invierno	438.00	438.00	2,146.20	4.90	3,455.00	7,415.12
Pastos y praderas en verde	-	Invierno/Perennes	232.00	232.00	25,712.55	110.83	282.80	7,271.40
Frijol	peruano	Primavera-Verano	274.00	267.50	521.63	1.95	9,853.99	5,140.14
Chile verde	serrano	Primavera-Verano	63.00	63.00	567.00	9.00	6,727.52	3,814.50
Avena forrajera en verde	-	Todo el año	575.00	575.00	25,781.93	44.84	133.78	3,449.13
Frijol	flor de mayo	Primavera-Verano	113.00	113.00	226.00	2.00	9,773.30	2,208.77
Triticale forrajero en verde	-	Otoño-Invierno	176.00	176.00	3,062.40	17.40	591.59	1,811.69
Nabo forrajero	-	Primavera-Verano	130.00	130.00	1,840.85	14.16	915.82	1,685.90
Cebada forrajera en verde	-	Todo el año	221.00	221.00	9,799.95	44.34	134.33	1,316.44
Frijol	otros claros	Primavera-Verano	64.00	64.00	128.00	2.00	9,694.76	1,240.93
Haba verde	-	Otoño-Invierno	10.00	10.00	84.00	8.40	2,850.00	239.40
<b>Totales</b>			<b>10,305.00</b>	<b>10,290.50</b>	<b>456,052.92</b>	<b>399.87</b>	<b>55,821.34</b>	<b>312,215.20</b>

Fuente: SAGARPA, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2015

\*Precio Medio Rural (PMR): El SIAP lo define como el precio pagado al productor en la venta de primera mano en su parcela o predio y/o en la zona de producción, por lo cual no debe incluir los beneficios económicos que a través de Programas de Apoyo a Productores puedan otorgar el Gobierno Federal y/o Estatal, ni gastos de traslado y clasificación cuando el productor lo lleva al centro de venta.

En la tabla se muestra el resumen de la producción de riego (2015) ordenados de mayor a menor por su valor de producción. En relación a los ciclos productivos se puede observar que la temporada más fuerte en valor de producción es durante Primavera- Verano con 4,981 has sembradas, una producción de 48,669.98 toneladas de cultivos (*Maíz blanco, calabacita, Chile Verde, Frijol Peruano, Frijol Flor de Mayo, otros claros, Nabo Forrajero*) y un valor de producción total de \$168,709.21. Seguido de 3,652 has sembradas de **cultivos perennes**<sup>4</sup> (*Alfalfa verde y Pastos*) con una producción de 361,170.75 toneladas y un valor de producción de \$108,116.84.

Se sembraron 1,024 has de cultivos que se dan todo el año (*Coliflor, Avena, Cebada*) con una producción de 40,919.59 toneladas y una valor de producción de \$25,922.95. El ciclo menos productivo fue la de Otoño-Invierno con 624 has sembradas (*Trigo, Haba Verde y Triticale Forrajero*) una producción de 5,292.6 toneladas y un valor de producción de \$9,466.21

Cabe mencionar que los cultivos de mayor rendimiento en relación a tonelada por hectárea, como *pastos* 282.80 (ton/ha) y *alfalfa verde* 300.62 (ton/ha), tienen un precio medio rural por tonelada (PMR/ton) más bajo que los cultivos de menor rendimiento como en el caso de los diferentes tipos de frijol que se cultivan en el municipio *frijol peruano, flor de mayo* y *otros claros* que superan un PMR de \$9,000 por tonelada. El rendimiento de producción explica la variación de precios pagados a productores en la venta de primera mano de su parcela o zona de producción.

---

<sup>4</sup> La SEMARNAT define a los cultivos perennes como aquellos que son de ciclo largo. Su periodo vegetativo se extiende más allá de los doce meses y por lo regular una vez establecida la plantación, se obtienen varias cosechas, mismas que son continuas o cíclicas, dependiendo del tipo de plantación.

## Producción de Temporal

La producción de temporal en el mismo año corresponde al ciclo productivo Primavera-Verano, las cifras para el mismo año 2015 indican que se sembraron un total de 1,135 has de cultivos (Maíz blanco, frijol flor de mayo, peruano, pinto nacional, otros claros, cebada y avena) con una producción total de 465.3 toneladas y un valor de producción de \$2,721 (Ver tabla 6). En el caso de cultivos perennes se sembraron 3 has de maguey pulquero, con una producción de 136 toneladas y un valor de producción \$680.00. Las cifras totales de valor de producción y rendimiento en este año se muestran bajas en relación al PMR, lo cual indica que hubo pérdidas o no se recuperó la totalidad en venta de los cultivos de temporal cosechados. En los casos de la cebada y avena las cifras indican pérdidas totales en la cosecha de estos cultivos.

Tabla 6. Producción agrícola de temporal 2015

Cultivo	Tipo /	Ciclo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	Variedad	Productivo	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
Maiz grano	blanco	Primavera-Verano	450.00	350.00	276.50	0.79	3,350.00	926.28
Frijol	flor de mayo	Primavera-Verano	240.00	200.00	78.00	0.39	9,554.25	745.23
Maguey pulquero (miles de lts.)	aguamiel	perenne	3.00	1.00	136.00	136.00	5,000.00	680.00
Frijol	otros claros	Primavera-Verano	225.00	120.00	45.60	0.38	9,352.81	426.49
Frijol	peruano	Primavera-Verano	100.00	90.00	32.40	0.36	9,653.89	312.79
Frijol	pinto nacional	Primavera-Verano	80.00	80.00	32.80	0.41	9,457.07	310.19
Cebada forrajera en verde	-	Primavera-Verano	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Avena forrajera en verde	-	Primavera-Verano	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Totales</b>			<b>1,138.00</b>	<b>841.00</b>	<b>601.30</b>	<b>138.33</b>	<b>46,368.02</b>	<b>3,400.97</b>

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2015

### 3.6 | Destinos de la tierra

#### Tierras parceladas

Son referidas por la Ley Agraria como parcelas asignadas de manera individual a ejidatarios o comuneros, a quienes se les otorga el derecho de aprovecharlas directamente para su propio beneficio. Los campesinos que sean titulares de derechos agrarios pueden conceder el uso o usufructo a la formación de sociedades

civiles o mercantiles (Artículo 79). El municipio consta de cinco ejidos principales que conforman 8,681 ha de la superficie total: Degantzha, El Rosario, Jagüey Blanco, Santa María Asunción y Veracruz. (Ver tabla 7 y 8).

Tabla 7. Uso de suelo de la superficie parcelada

EJIDO	SUPERFICIE	% DE RIEGO O HUMEDAD	% DE TEMPORAL
DENGANTZHA	1,451,872.3	100.0	0.0
EL ROSARIO	749,664.6	97.5	0.0
JAGUEY BLANCO Y HACIENDA VIEJA	533,649.2	100.0	0.0
SANTA MARIA ASUNCION BATHA	2,280,912.0	99.7	0.0
VERACRUZ	3,665,160.8	99.7	0.0
Total	8,681,258.9	496.9	0.0

Fuente: Procuraduría Agraria, Estadísticas Agrarias 2010

Tabla 8. Clase de tierra de la superficie parcelada

EJIDO	SUPERFICIE	% AGRICOLA	% GANADERO
DENGANTZHA	1,451,872.3	56.7	43.3
EL ROSARIO	749,664.6	97.5	0.0
JAGUEY BLANCO Y HACIENDA VIEJA	533,649.2	100.0	0.0
SANTA MARIA ASUNCION BATHA	2,280,912.0	0.0	99.7
VERACRUZ	3,665,160.8	63.1	36.6
Total	8,681,258.9	317.3	179.6

Fuente: Procuraduría Agraria, Estadísticas Agrarias 2010

### Tierras de uso común

Corresponde a las tierras del ejido o comunidad que no han sido destinadas al asentamiento humano ni al parcelamiento, sino al uso común de los núcleos agrarios. De acuerdo a lo que establece la Ley Agraria estas tierras no se pueden vender, el ejido ni la comunidad pueden perderlas (Artículo 23°). (Ver tablas 9 y 10)

Tabla 9. Superficie de uso común por ejido

EJIDO	SUPERFICIE	% DE RIEGO O HUMEDAD	% DE TEMPORAL
DENGANTZHA	3,786,185.6	0.0	100.0
SANTA MARIA ASUNCION BATHA	31,887.2	100.0	0.0
VERACRUZ	336,211.8	100.0	0.0
Total	4,154,284.7	200.0	100.0

Fuente: Procuraduría Agraria, Estadísticas Agrarias 2010

Tabla 10. Clase de tierra de uso común por ejido

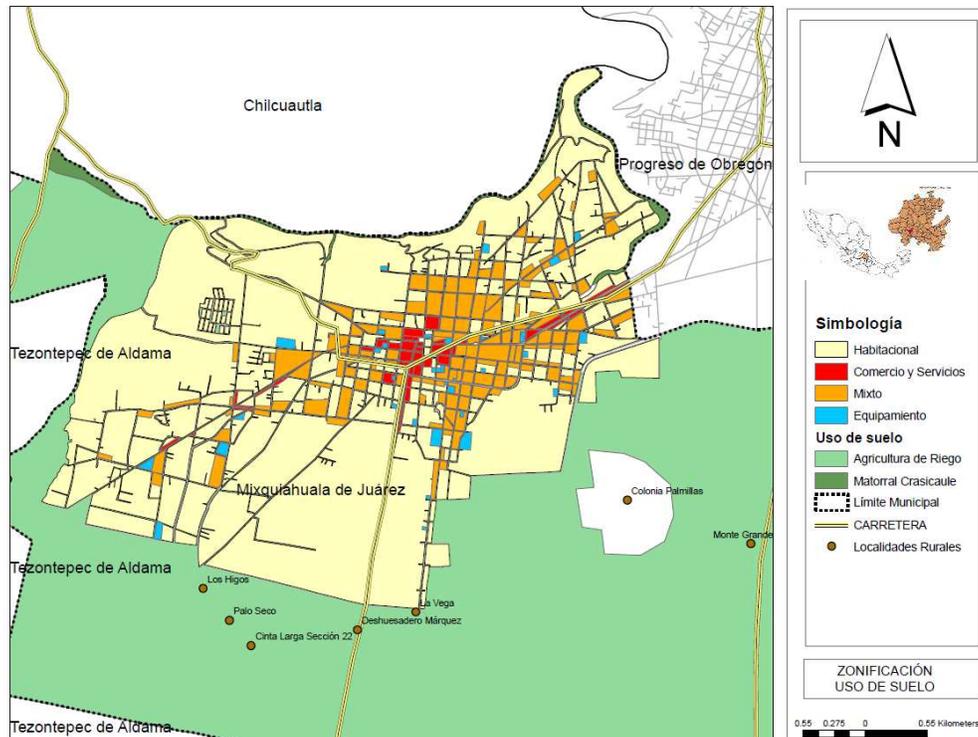
EJIDO	SUPERFICIE	% AGRICOLA	% GANADERO	% AGROPECUA	% FORESTAL
DENGANTZHA	3,786,185.6	0.0	0.0	0.0	100.0
SANTA MARIA ASUNCION BATHA	31,887.2	0.0	100.0	0.0	0.0
VERACRUZ	336,211.8	100.0	0.0	0.0	0.0
Total	4,154,284.7	100.0	100.0	0.0	100.0

Fuente: Procuraduría Agraria, Estadísticas Agrarias 2010

### 3.7 | Usos de suelo urbano

El municipio no cuenta con planos a la reglamentación del uso de suelo urbano. Dada la falta de instrumentación para consultar tal información, se realizó un plano de zonificación primaria. El mapa 3, se elaboró únicamente como referencia para ubicar la distribución de servicios, equipamiento y vivienda en la cabecera municipal basado en la localización de las actividades económicas que proporciona INEGI a través de los censos económicos DENUE 2010.

Mapa 3. Zonificación primaria de uso de suelo



Elaboración propia con base en DENUE 2010

### 3.8 | Vivienda

De acuerdo con los datos censales del 2010 se percibe un total de 8,431 viviendas particulares habitadas en las localidades urbanas de Mixquiahuala y Teñhé, de las cuales 1,330 están deshabitadas (ver tabla 11), sin embargo se aprecia un índice de hacinamiento con más de 2.5 ocupantes por dormitorio en 1,476 viviendas (ver tabla 12) 1,323 en la localidad de Mixquiahuala y 153 en Teñhé. A pesar de ubicarse estas viviendas en localidades urbanas aún hay 256 viviendas con piso de tierra.

Tabla 11. Relación de viviendas deshabitadas

Por ocalidad urbana	Mixquiahuala	Teñhé
Viviendas	7657	774
Hogares Censales	6327	676
Viviendas Deshabitadas	<b>1330</b>	<b>98</b>

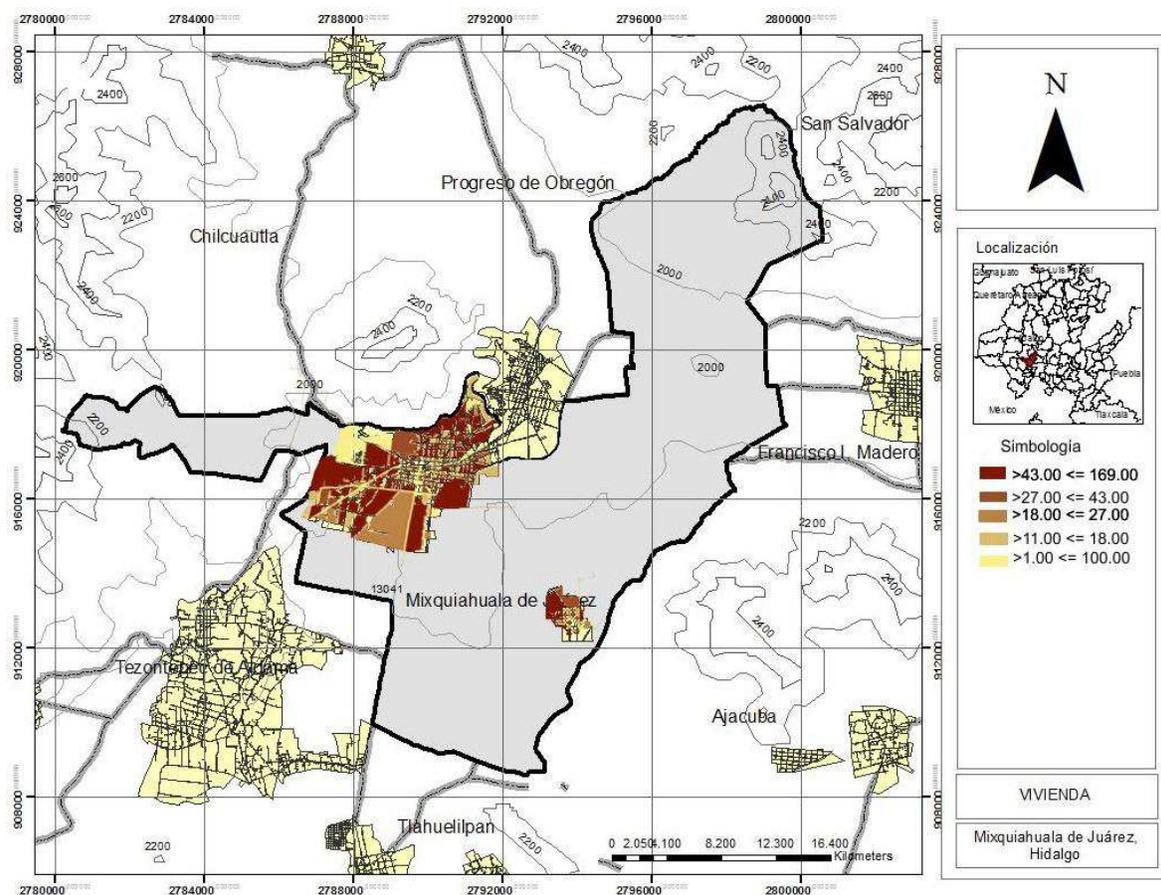
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Tabla 12. Viviendas Particulares Habitadas

Viviendas particulares habitadas	Localidad Urbana			
	MIXQUIAHUALA	%	COLONIA TEÑHE	%
Total de viviendas	7,657	NA	774	NA
Total de viviendas habitadas	6,349	NA	676	NA
Viviendas particulares habitadas	6,327	99.7 %	676	100%
Ocupantes en viviendas particulares	25,319	99.3 %	2,768	100%
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	237	3.7 %	19	2.8 %
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	1,696	26.8 %	182	26.9 %
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	4,613	72.9 %	494	73.1 %
Viviendas particulares habitadas con más de 2.5 ocupantes por dormitorio	1,323	20.9 %	153	22.6 %
Viviendas particulares habitadas con un solo cuarto	271	4.3 %	21	3.1 %
Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	796	12.6 %	113	16.7 %
Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más	5,236	82.8 %	542	80.2 %
Viviendas particulares con más de 3 ocupantes por cuarto	137	2.2 %	10	1.5 %

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Mapa 4. Densidad de viviendas por manzana en localidades urbanas



Fuente: Elaboración propia con base en SCINCE 2010

Tabla 13. Servicios de Viviendas

Servicios Viviendas particulares habitadas	Localidad Urbana			
	MIXQUIAHUALA	%	COLONIA TENHE	%
Disponen de luz eléctrica	6,247	98.7 %	668	98.8 %
No disponen de luz eléctrica	58	0.9 %	8	1.2 %
Disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	6,18	97.7 %	669	99%
No disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	118	1.9 %	6	0.9 %
Ocupantes con acceso a agua entubada en el ámbito de la vivienda	24,779	97.9 %	2,743	99.1 %
Disponen de excusado o sanitario	6,104	96.5 %	640	94.7 %
No disponen de excusado o sanitario	192	3%	36	5.3 %
Ocupantes que disponen de excusado con admisión de agua y drenaje	24,407	96.4 %	2,624	94.8 %
Disponen de drenaje	6,152	97.2 %	647	95.7 %
No disponen de drenaje	143	2.3 %	29	4.3 %
Disponen de luz eléctrica, agua entubada en el ámbito de la vivienda y drenaje	6,019	95.1 %	639	94.5 %
No disponen de luz eléctrica, agua entubada en el ámbito de la vivienda, ni drenaje	7	0.1 %	Datos reservados	Datos reservados

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

El abastecimiento de agua potable cuenta con 2 sistemas que cubren 10,048 tomas domiciliarias con red de distribución en las localidades urbanas. Estas redes funcionan con un nivel muy bajo y bajo de escasez.

### 3.9 | *Equipamiento urbano*

#### **Educación**

Para el periodo escolar 2012-2013 el municipio contaba con 29 escuelas a nivel preescolar, 30 primarias, 14 secundarias, 3 de nivel media superior y 1 Universidad Tecnológica. De acuerdo a la distribución de la población y los datos de la Secretaría de Educación Pública de Hidalgo hay una demanda de 8,880 en educación básica de las cuales solo se atiende a 8,294 niños y jóvenes, por lo que hay un déficit de 586 que no son atendidos. En educación media superior la demanda es de 4,345 jóvenes de los cuales sólo se atiende a 2,095 alumnos, existe un déficit de 2,594. En educación superior sólo hay una Universidad que atiende a 2,571 alumnos de la demanda total requerida de 3,791 por lo que la parte de este rango de población se tiene que desplazar hacia otros municipios del estado o en su caso hacia la ciudad de México.

Los indicadores muestran un rezago educativo, por lo que se requiere equipamiento a corto plazo así como personal docente que atienda los déficits en todos los niveles educativos, principalmente en educación media superior y superior.

#### **Salud**

De acuerdo a los datos de la Secretaría de Salud (2011), el sector de salud de Mixquiahuala de Juárez cuenta con 14 unidades de consulta externa y 7 unidades de especialización. La población derechohabiente para el año 2010 representa el 62% de la población municipal y sólo hay una unidad del ISSTE. La dotación de

unidades médicas es insuficientes o escasas para atender la población del municipio.

### **Servicios Públicos**

En el municipio dentro de sus unidades de comercio existen tres tiendas DICONSA, un tianguis, un mercado público, un rastro, dos tiendas de lechería LICONSA y otros comercios pequeños que proveen a la población en general de los principales productos para el consumo diario. Hay en el municipio una Agencia del Ministerio Público para atender los delitos del fuero común. Cuenta con un panteón ocupado y el proyecto de un nuevo cementerio.

#### **3.10 | *Infraestructura urbana***

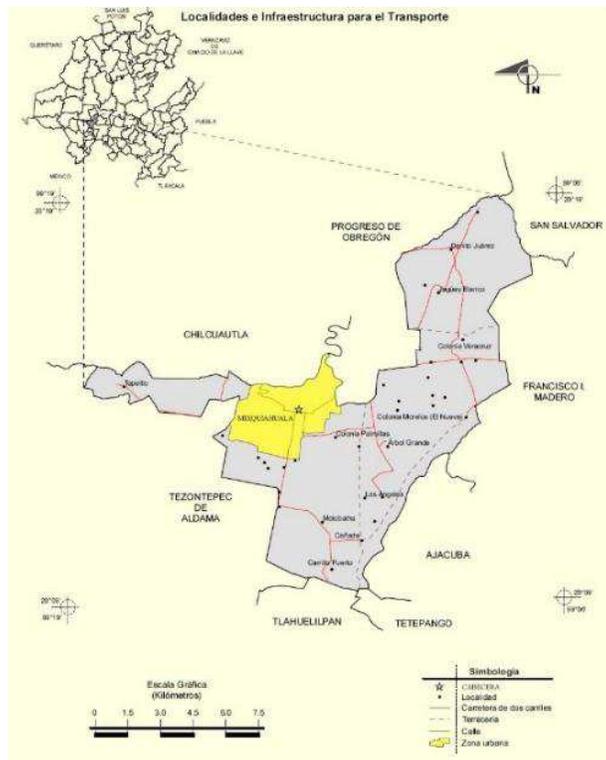
De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal 2012-2016, Mixquiahuala cuenta con redes de agua potable, drenaje y electricidad. El municipio cuenta con 2 sistemas de agua potable cubriendo 10,048 tomas domiciliarias y todas sus localidades cuentan con red de distribución, las cuales funcionan con un nivel muy bajo y bajo de escasez. En cuanto a drenaje y alcantarillado, cuenta con 7 sistemas y todas las localidades cuentan con el servicio, el problema ambiental que deriva de esto, es que las áreas receptoras de tales sistemas son áreas agrícolas. Se está ampliando la red sanitaria en las colonias de Árbol Grande, Morelos y la construcción de una fosa de oxidación de 48 m<sup>2</sup> para la canalización del drenaje sanitario en el Pueblo de Tepeitic.

La dotación de los servicios de agua potable y drenaje sanitario es aceptable con una cobertura cercana al 90% de la población y el drenaje sanitario del 85%. En cuanto a electricidad, Mixquiahuala cuenta con 10,247 tomas instaladas y el nivel de escasez del servicio se observa de mediano a muy bajo. Cuenta con un tanque de almacenamiento para agua potable, con capacidad de 75 metros cúbicos en la colonia Benito Juárez.

## Vialidad y comunicaciones

Las vías de comunicación de Mixquiahuala de Juárez cuenta con una infraestructura de carretera de 66.10 km de alimentadoras estatales. El tipo de vehículos que transitan en ellas son automóviles particulares, camiones de carga y camiones de pasajeros. (Ver mapa 5). En cuanto a comunicaciones y caminos, el municipio contempla la construcción de circuitos periféricos para conectar vialidades de norte a sur, construidos con programas federales y estatales; en el Plan Municipal se considera integrar una zona industrial a través del boulevard del agrarismo ya que esto puede crear una zona de empleo para el municipio.

Mapa 5. Vialidad y Transporte



Fuente: *Prontuario de Información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*

## Servicios Públicos

Algunas de las estrategias que propone el municipio respecto a servicios públicos son instrumentar programas de inversión para la estandarización y sustitución de las lámparas tradicionales por ahorradoras de energía (led, aditivos cerámicos, plasma y solares) y establecer convenio con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para reducir el pago del servicio de alumbrado público.

### 3.11 | *Aptitud del suelo agrícola por cultivos*

A partir de las cifras de producción de cultivos para el 2015, se seleccionaron tres cultivos básicos de mayor producción (maíz, frijol y cebada) para estudiar las condiciones climatológicas en Mixquiahuala y evaluar la aptitud del suelo para la producción potencial de dichos cultivos. En este trabajo se utilizó el método simplificado de la zonificación agroecológica de cultivos, una adaptación de la metodología FAO aplicada por el Programa de Agrometeorología del Colegio de Postgraduados (1990). (Ver anexo)

Se siguió el procedimiento del manual bajo condiciones de temporal para comparar los resultados con las cifras de los rendimientos de producción de riego del 2015. En el análisis se consideró una división climática de tropical templado para Mixquiahuala de Juárez con un nivel de inversión alto. Los cultivos se calificaron bajo las clases de aptitud: Muy apto (MA), apto (A), marginalmente apto (mA) y no Apto (NA). Para mayor detalle del procedimiento se puede consultar el Anexo con los mapas utilizados para el análisis. A continuación se presentan los resultados.

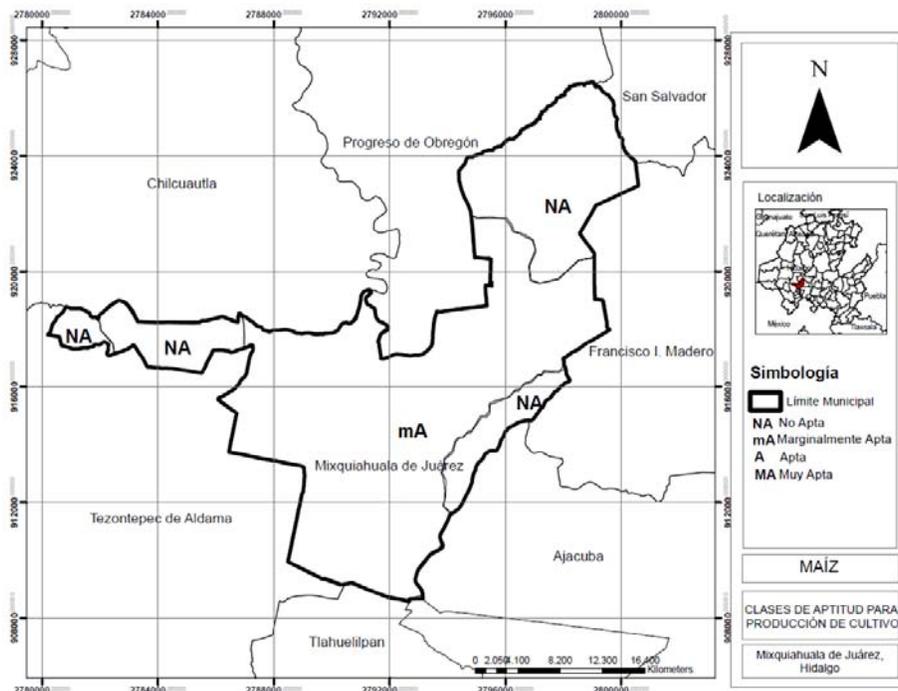
## Resultados de aptitud para la producción de cultivos

Los resultados bajo condiciones de temporal indican que el cultivo de maíz al igual que la cebada son marginalmente aptos en 75.71 ha de la superficie del territorio y no aptos en 38.36 ha. En el caso del frijol resultó no ser apto en ningún área del territorio. (Ver Mapas 6, 7 y 8). En la tabla 14 se muestra el resumen de clases de aptitud por cada cultivo.

Tabla 14. Resumen clases de aptitud de cultivos

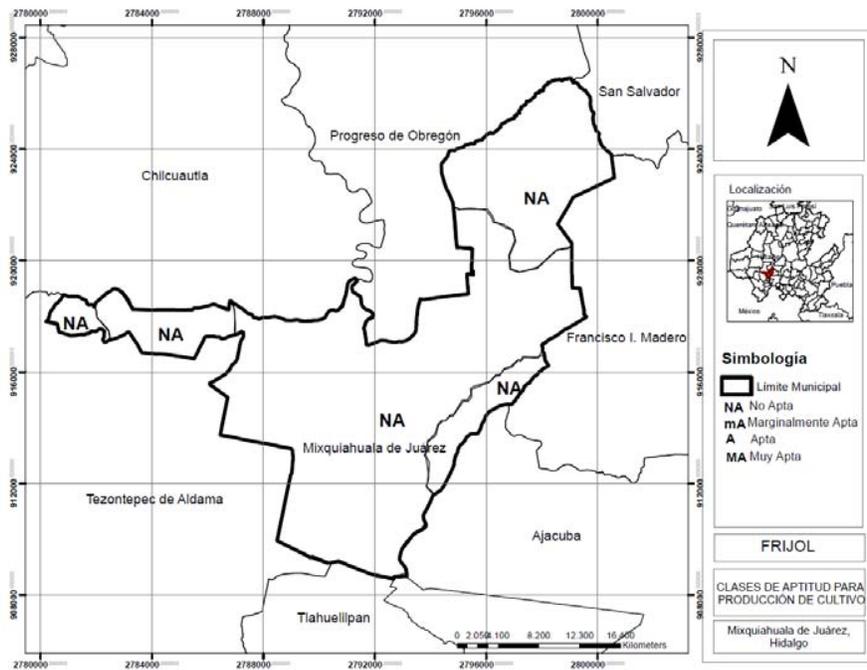
MUNICIPIO: MIXQUIAHUALA		NIVEL DE INVERSIÓN ALTO				SUPERFICIE TOTAL (ha)
DIVISIÓN CLIMÁTICA	CULTIVO	CLASE DE APTITUD				
		MA	A	mA	NA	
TROPICAL TEMPLADO	MAÍZ	0	0	75.71	38.36	114.07
	FRIJOL	0	0	0	114.07	
	CEBADA	0	0	75.71	38.36	

Mapa 6. Clases de aptitud para la producción de Maíz

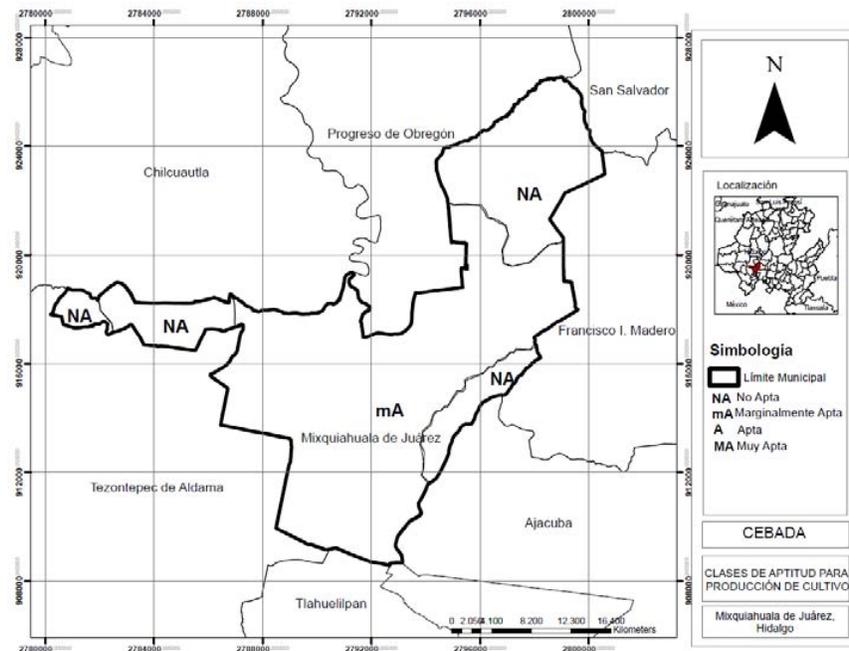


Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Mapa 7. Clases de aptitud para la producción de Frijol



Mapa 8. Clases de aptitud para la producción de Cebada



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Con la interpretación de los resultados es posible generar una estimación de la producción potencial que podría alcanzarse para los cultivos (ver tabla 15), los datos generados por la FAO (1981) y por Sánchez, et al (1988) sirven de punto de comparación con los datos de producción de agrícola de Mixquiahuala en el 2015 (Ver tabla 9), los cuales indican que el rendimiento del maíz en ese año fue de 10.5 ton/ha, mientras que el frijol en sus variantes ronda entre 1.95 y 2 ton/ha y la cebada con un rendimiento de 44.34 ton/ha, superando notablemente los rendimientos estimados. En la tabla 11 se muestran los resultados de los criterios utilizados para la interpretación de la Zonificación Agroecológica de Cultivos.

Tabla 15. Rendimientos Estimados (ton/ha) por clase de Aptitud Agroecológica para los Cultivos Bajo Estudio

CULTIVO	DIVISIÓN CLIMÁTICA	NIVEL DE INVERSIÓN	CLASE DE APTITUD			
			MA	A	mA	NA
MAÍZ	TROPICAL TEMPLADO	Alto	7.1-5.7	5.7-2.8	2.8-1.4	1.4-0.0
FRIJOL	TROPICAL TEMPLADO	Alto	3.1-2.5	2.5-1.2	1.2-0.6	0.6-0.0
CEBADA	TROPICAL TEMPLADO	Alto	3.7-2.7	2.7-1.8	1.8-0.9	0.9-0.0

Fuente: Metodología simplificada de la zonificación agroecológica de los cultivos, Colegio de Posgraduados (1990)

Estas cifras comparativas a la tabla 9, demuestran que la agricultura de riego está potencializando el rendimiento de producción para los cultivos de maíz, frijol y cebada. De esta manera, es factible estimar rendimientos para comparar zonas de aptitud como base para planificar el desarrollo agrícola.

### 3.12 | *Aptitud del suelo para el crecimiento urbano*

El siguiente análisis consiste en delimitar zonas aptas para el crecimiento urbano sin afectar las zonas potenciales para el desarrollo de la agricultura. Para este fin se analizó la aptitud territorial considerando las cualidades geológicas, edafológicas, pendientes y el uso potencial del suelo. El método de ponderación aplicado le asigna a cada variable un valor que califica la aptitud del suelo para el desarrollo urbano. Cada valor se multiplicó por un factor de (5) y se le asignó un matiz que va de blanco al negro en una escala de ponderación del 1 al 5, considerando 1 como no apto y 5 con aptitud alta. A continuación se explica la descripción de cada una de las variables analizadas.

Matices		
No apto	1	
Con restricciones	2	
Aptitud Media	3	
Apta	4	
Aptitud alta	5	

#### **Pendientes**

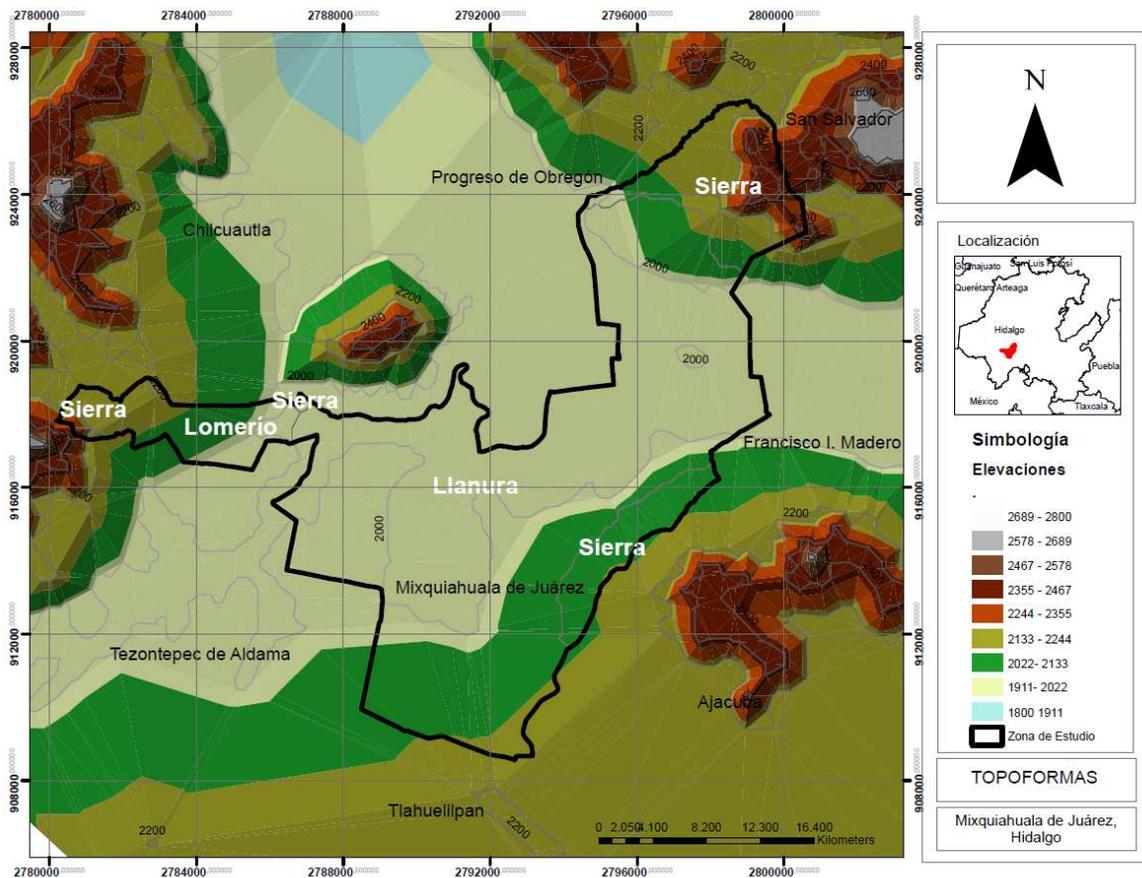
En la zona de estudio predominan pendientes de 0-2% se consideraron de aptitud alta para el desarrollo urbano ya que casi no requieren movimientos de tierra para la urbanización y la construcción. Al ser una superficie casi plana propicia la recarga de mantos acuíferos por lo que es más recomendable para usos agropecuarios o áreas verdes. Predominan en la parte céntrica del municipio donde se ubica la cabecera municipal y la localidad de Palmillas.

Las pendientes de 2-5% se ubican al sur, al noreste y oeste cerca de Tepeitic. Se ponderaron con aptitud alta para la urbanización por el buen drenaje de la zona, reduce costos de infraestructura sanitaria y facilita los escurrimientos de agua evitando inundaciones.

Las pendientes 6-10 % se ubican en zonas cercanas a lomeríos se consideran aptas por facilitar los escurrimientos de agua, evitan la humedad, inundaciones y azolve de drenaje.

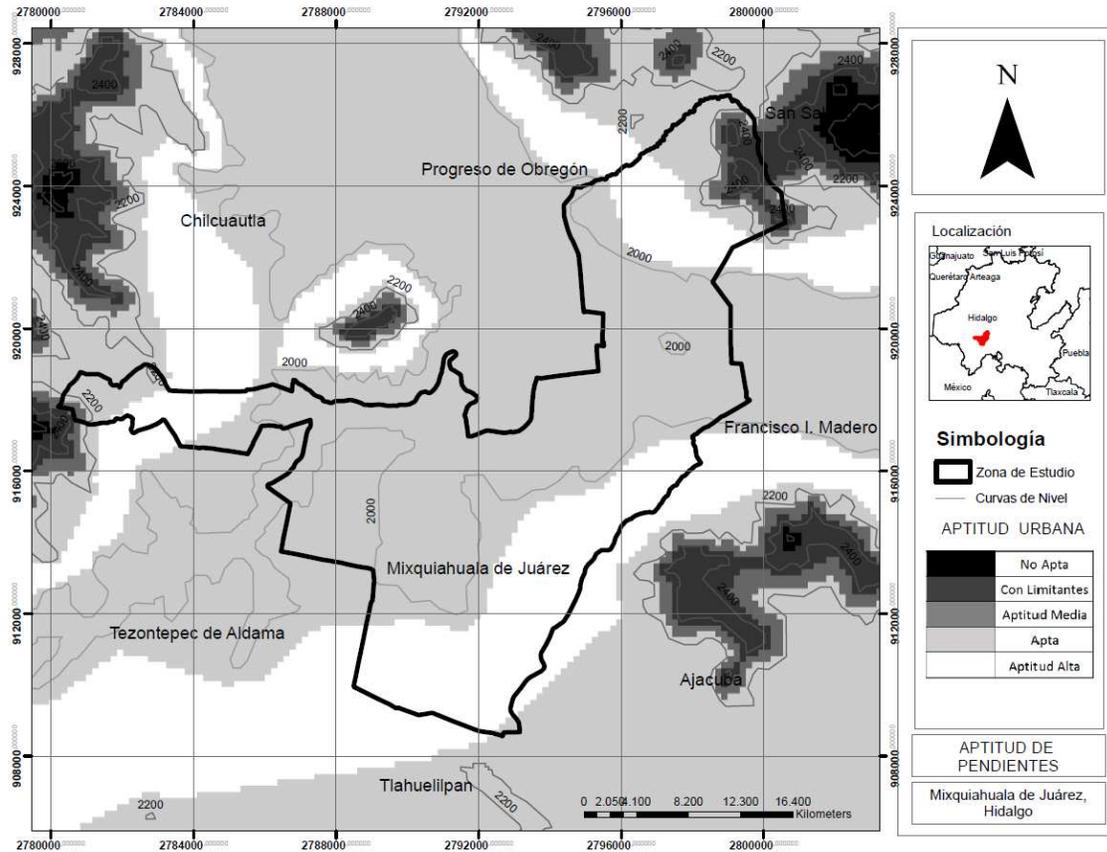
Se localizaron pendientes de 10 a 15 y 15 a 30 % ubicadas en laderas de montes en los límites del municipio al noreste. Se les asignó respectivamente aptitud media y con limitantes porque además de su ubicación alejada de zonas urbanas, requiere de movimientos de tierra y eleva el costo de edificación e infraestructura. (Ver tabla16).

Mapa 9. Elevaciones y Topoformas



Elaboración propia

Mapa 10. Aptitud de pendientes



Elaboración propia

Tabla 16. Tabla de ponderaciones para pendientes

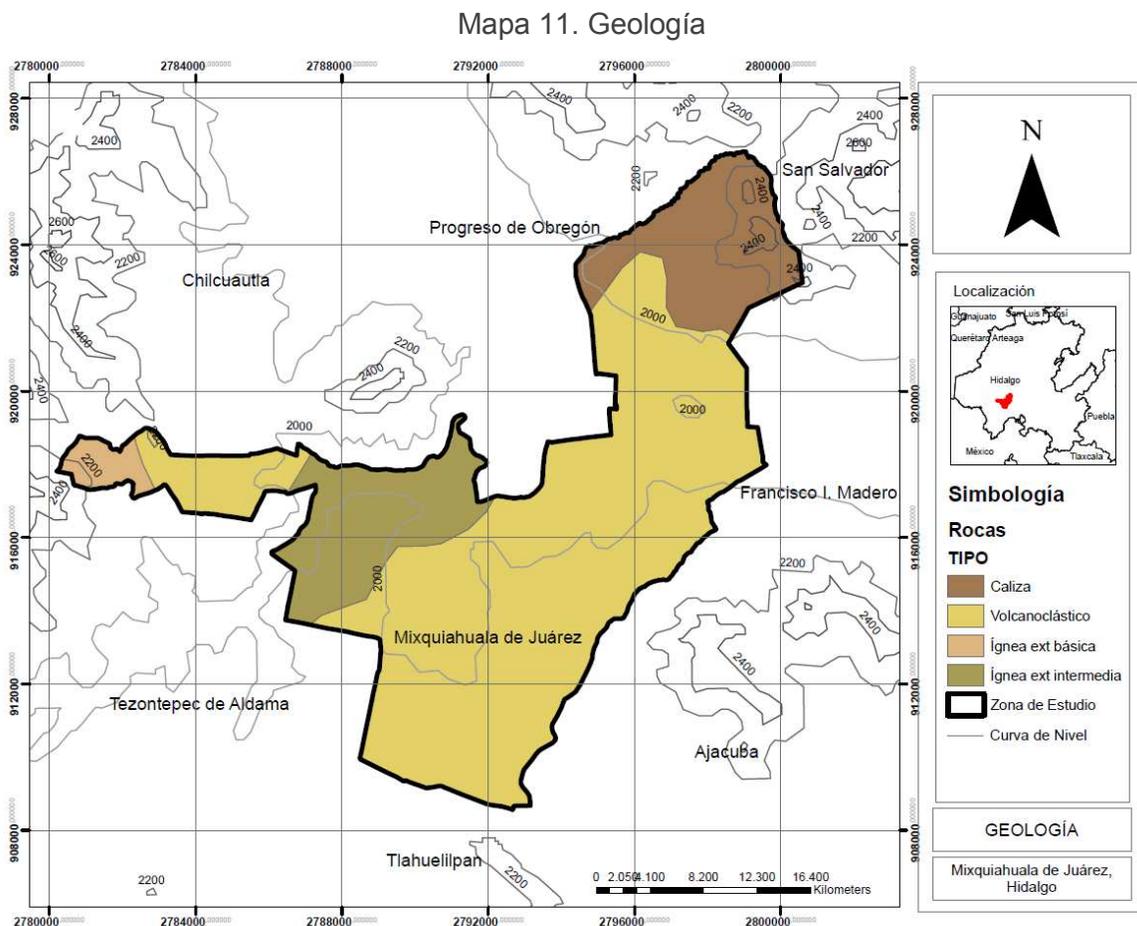
FACTOR	RANGOS DE PENDIENTES (%)	PONDERACIÓN	VALOR	MATIZ	APTITUD URBANA
5	30 <	5	25		No Apta
	15 - 30	4	20		Con Limitantes
	10 - 15	3	15		Aptitud Media
	0 - 2 y 6- 10	2	10		Apta
	2 - 5	1	5		Aptitud Alta

Elaboración propia

## Geología

La composición de las rocas predominantes se ponderó con base en la capacidad de carga y características físico químicas. El municipio presenta roca **caliza** al noreste del territorio, se ponderó con 3 por su mediana capacidad de compactación, con un rango de capacidad de carga entre 800-1500 kg/cm<sup>2</sup> y baja resistencia a la presencia de agua.

En un % del territorio predomina la roca **volcanoclástica**, se consideró apta para el desarrollo urbano por su resistencia alta, compuesto generalmente de bloques de baja compactación.

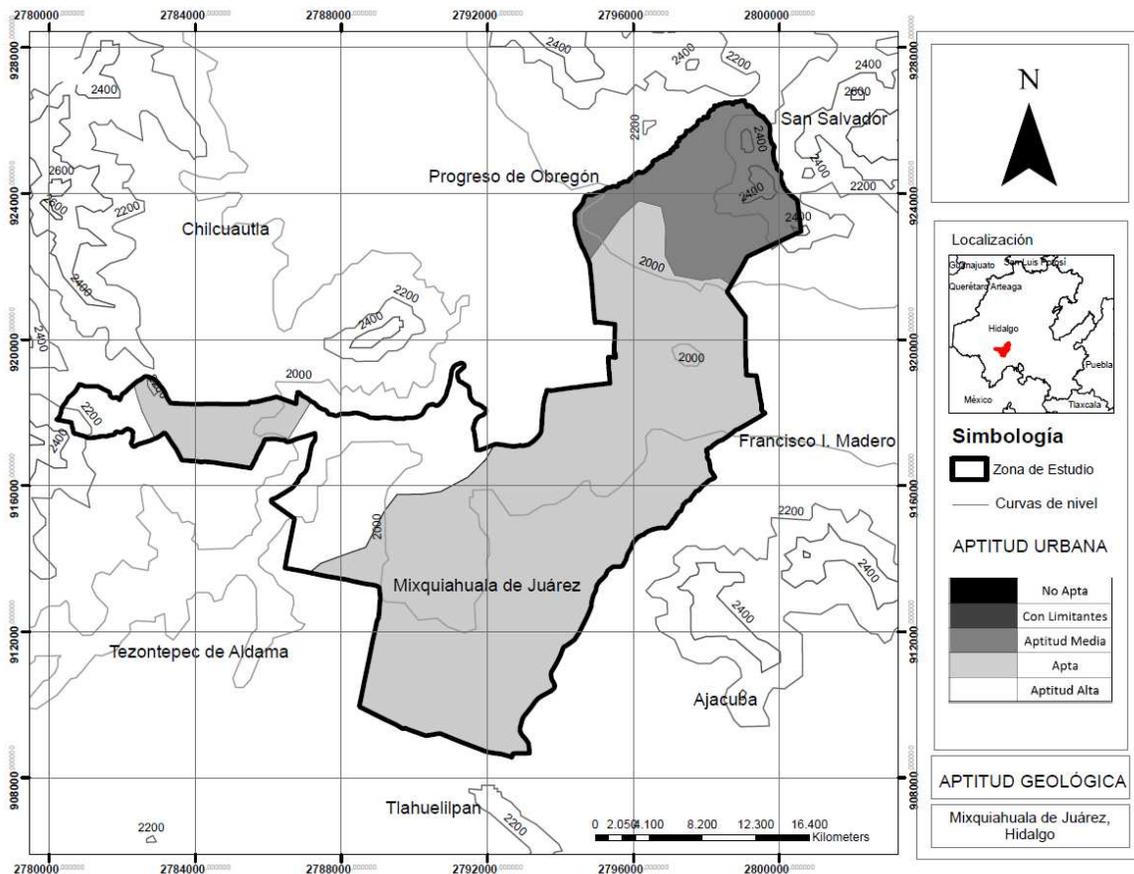


Elaboración propia

**Ignea extrusiva básica** se localiza en la zona de Tepetitc. Por ser una roca volcánica se recomienda para la urbanización con mediana y alta intensidad. Presenta alto contenido de SiO<sub>2</sub> (Sílice) el cual es benéfico para la agricultura como fertilizante natural que da mayor rendimiento a la producción de cultivos.

**Ignea extrusiva intermedia** se localiza en toda la zona de la cabecera municipal. Es una roca dura que difícilmente se compacta con capacidad de carga entre 1500 – 2500 Kg/cm<sup>2</sup> se recomienda una aptitud alta para la urbanización de alta densidad. Por sus características físicas y químicas, resulta benéfico para la agricultura.

Mapa 12. Aptitud de rocas



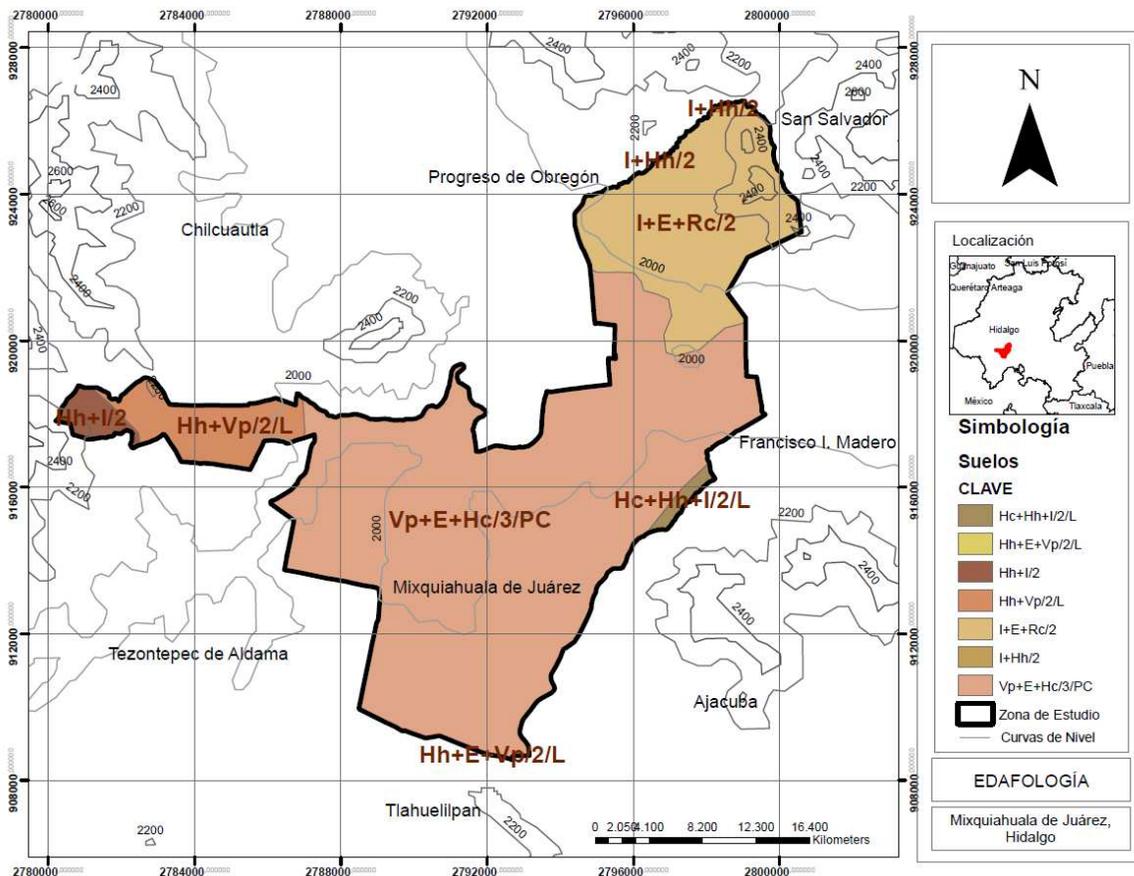
Elaboración propia

## Edafología

La aptitud edafológica se ponderó tomando en cuenta los horizontes del suelo, textura y fase física. Se identificaron tres tipos de suelos feozem, litosoles y vertisol con variantes de subsuelos. Se distribuyen de la siguiente forma:

En toda la parte centro del municipio predomina el 41.85% de **vertisol pélico** de textura fina arcillosa y fase petrocálcica. Este tipo de suelo se expande con la humedad y se agrieta cuando se secan. Se ponderó como no apto, ya que por ser propenso a fisuras e inundaciones es muy nocivo para las construcciones.

Mapa 13. Aptitud de rocas



Elaboración propia

Se localizó **feozem** en la zona poniente y en menor proporción en zonas al este y sur en los límites del territorio municipal. Son suelos permeables con una capa rica en materia orgánica y nutrientes. Presentan una textura media con estructura muy porosa, alta capacidad de compresión y tiene fase lítica. Se ponderó con aptitud con limitantes a no apta ya que por sus características hay que adaptarlo al desarrollo urbano.

Los **litosoles** predominan en la zona noreste del municipio. Son suelos ácidos sobre roca o tepetate y susceptibles a la erosión, presentan una textura media. Se consideran de aptitud media para el desarrollo urbano.

Tabla 17. Aptitud de rocas

CLAVE UNIDADES DE SUELO	HORIZONTES								APTITUD	% AREA
	SUELO 1	SUBSUELO 1	SUELO 2	SUBSUELO 2	SUELO 3	SUBSUELO 3	CLASE TEXTURA	FASE FISICA		
Hc+Hh+I/2/L	Feozem	calcárico	Feozem	hálpico	Litosol		Media	Lítica		11.86
Hh+E+Vp/2/L			Rendzina		Vertisol	pélico	Media	Lítica		11.47
Hh+I/2		hálpico	Litosol				Media			18.04
Hh+Vp/2/L			Vertisol	pélico			Media	Lítica		5.49
I+E+Rc/2	Litosol		Rendzina		Regosol	calcárico	Media			10.32
I+Hh/2			Feozem	hálpico			Media			0.97
Vp+E+Hc/3/PC	Vertisol	pélico	Rendzina		Feozem	calcárico	Fina	Petrocálica		41.85

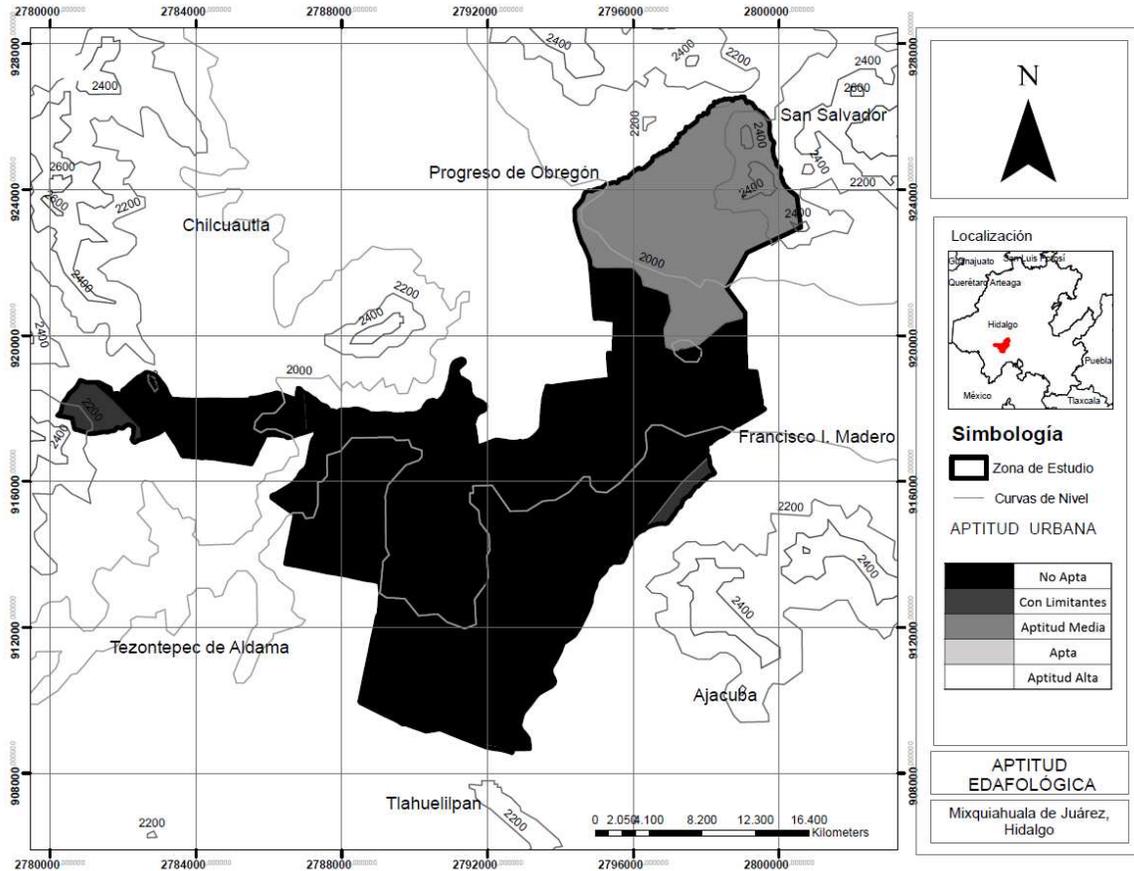
Elaboración propia

Tabla 18. Tabla de ponderaciones para Edafología

FACTOR	CLAVE UNIDADES DE SUELO	PONDERACION	VALOR	MATIZ	APTITUD URBANA
5	Hc+Hh+I/2/L	2	10		Con limitantes
	Hh+E+Vp/2/L	1	5		No apta
	Hh+I/2	2	10		Con limitantes
	Hh+Vp/2/L	1	5		No apta
	I+E+Rc/2	3	15		Aptitud Media
	I+Hh/2	3	15		Aptitud Media
	Vp+E+Hc/3/PC	1	5		No apta

Elaboración propia

Mapa 14. Aptitud de Edafología



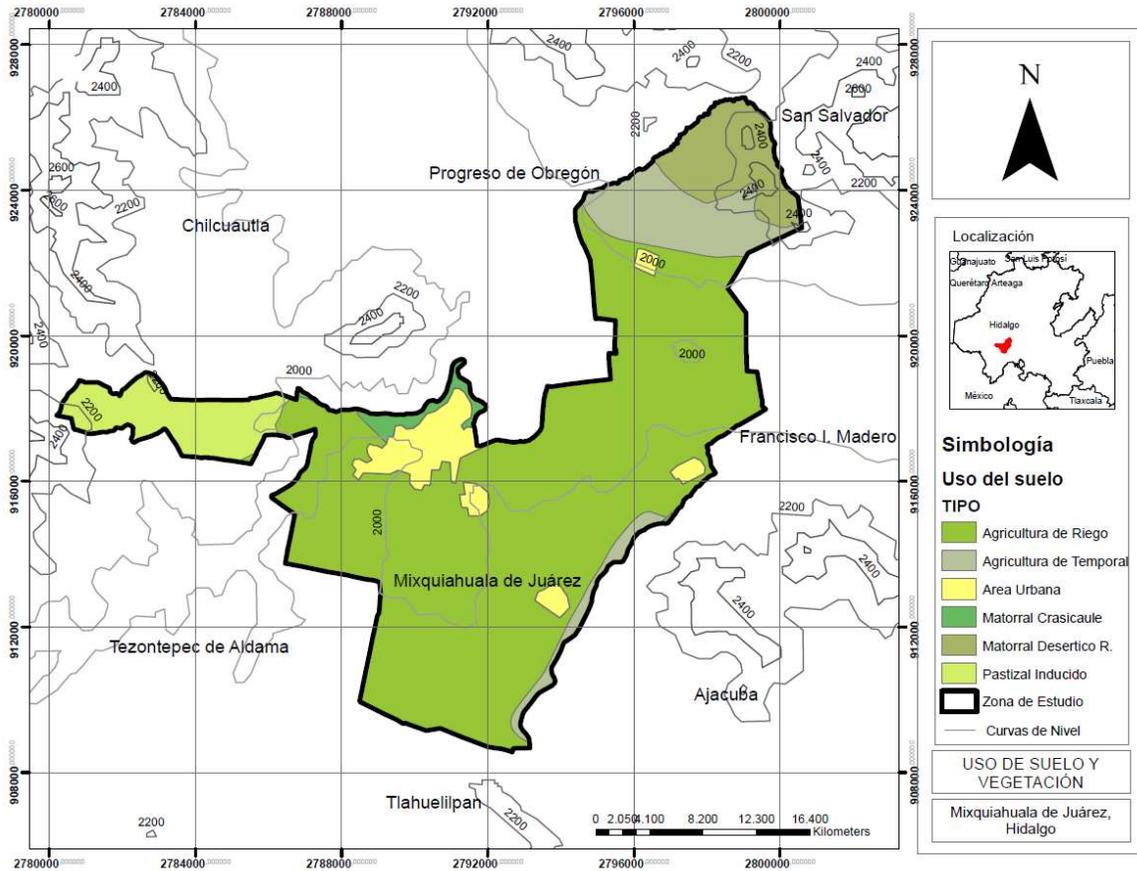
Elaboración propia

### Uso potencial del suelo

El suelo destinado a la **agricultura de riego** predomina en el 70 % del territorio. Se calificó con una ponderación no apta para el crecimiento urbano, ya que, son áreas de producción de cultivos que son obtenidos para su utilización por el ser humano como suministro de alimentos y forrajes.

El 14 % del suelo está destinado a la **agricultura de temporal**. Se calificó con una ponderación con limitantes debido a que pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo cuyo crecimiento depende del agua de lluvia. Pueden combinarse con pastizales o zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos.

Mapa 15. Aptitud de Edafología

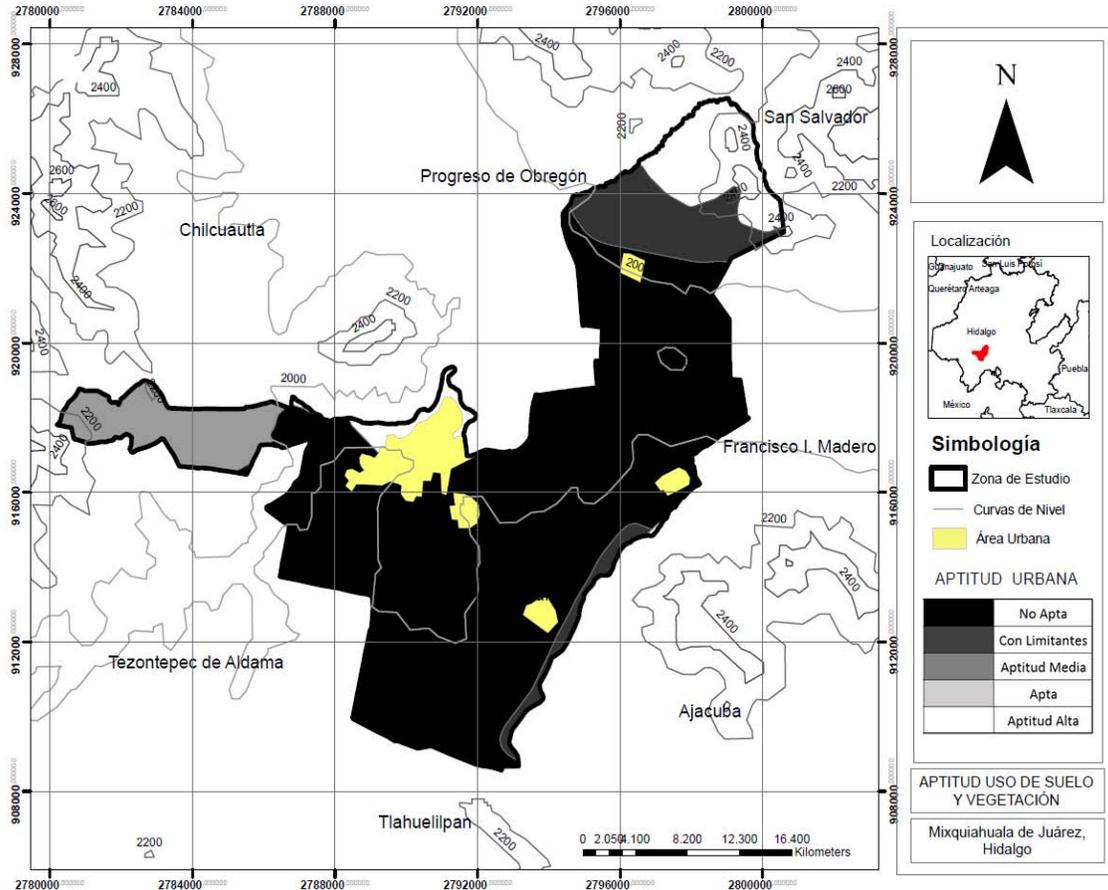


*Elaboración propia*

El territorio presenta dos tipos de matorrales. Un 5.6% de **matorral crasicauale** se ubica al cañón del Río Tula sobre suelos someros de laderas del cerro del Elefante, su vegetación es árida con predominancia de cactáceas. Otro 7.31 % del suelo es de **matorral desértico rosetófilo**, se ubica en las zonas áridas y semiáridas al noreste del municipio en laderas de cerros, es recomendable para actividad ganadera, principalmente con caprinos. Se calificó con ponderación apta para la urbanización sin restricción.

El 3.96% restante es de **pastizal inducido**, puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o zonas erosionadas. Su vegetación es de fácil sustitución. Se localiza en los valles de Tepetit. Se calificó con aptitud media para la urbanización, también son suelos recomendables para uso agrícola y ganadero.

Mapa 16. Aptitud del uso potencial del suelo



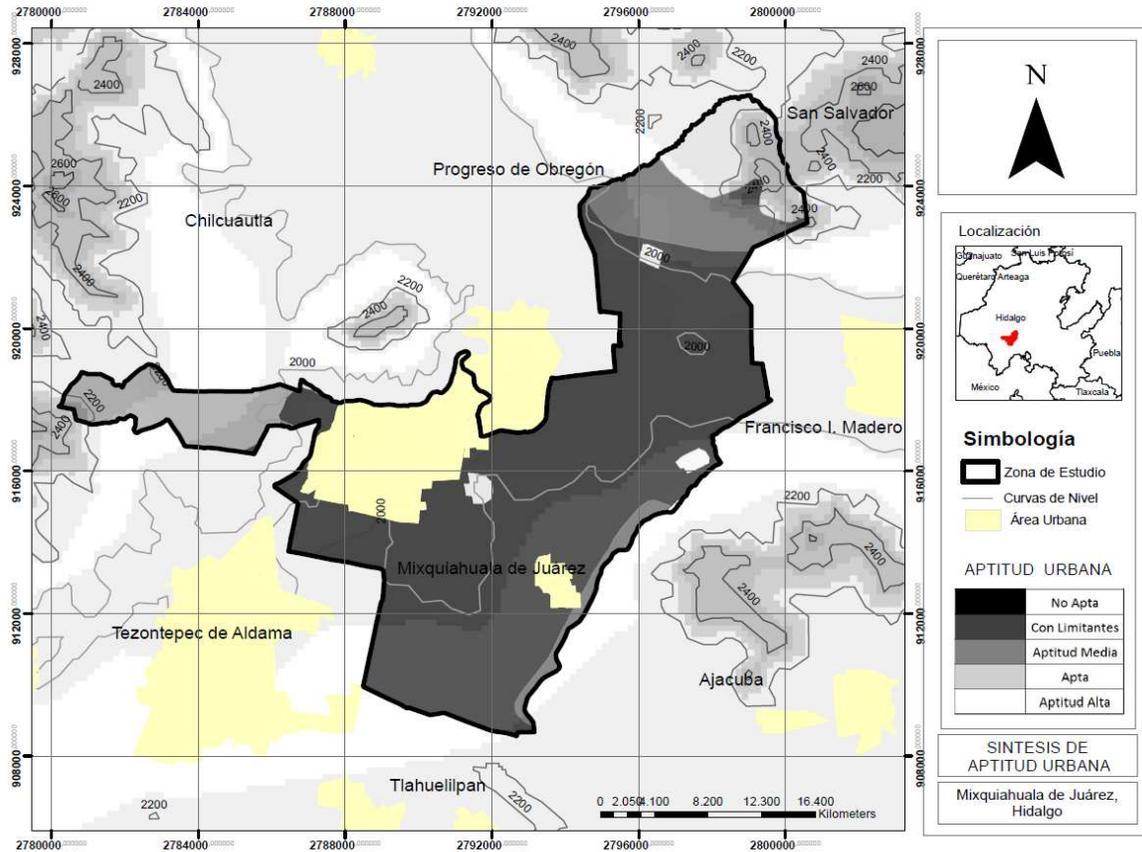
Elaboración propia

Tabla 19. Ponderación del uso potencial del suelo

FACTOR	UNIDADES DE USO DE SUELO	PONDERACIÓN	VALOR	MATIZ	APTITUD URBANA	% AREA
5	Agricultura de Riego	1	5	Black	No Apta	70.42
	Agricultura de Temporal	2	10	Dark Grey	Con Limitantes	13.12
	Matorral Crasicaule	5	25	White	Aptitud Alta	5.16
	Matorral Desértico Rosetofilo	5	25	White	Aptitud Alta	7.31
	Pastizal inducido, Agricultura de Temporal	3	15	Medium Grey	Aptitud Media	3.96

El siguiente paso consiste en sobreponer los mapas para identificar y delimitar unidades de paisaje con uniformes o similares de aptitud. Para este fin se utilizó como herramienta el programa con sistema de georreferencia ArcGIS, en el que se aplicó una transparencia del 40% a cada capa para visualizar los resultados de aptitud. (Ver mapa17)

Mapa 17. Síntesis de aptitud del suelo para uso urbano



Elaboración propia

### 3.13 | Declaratoria de Unidades de Paisaje

Una vez obtenido el mapa síntesis de aptitud del suelo para uso urbano, se delimitaron unidades de paisaje con cualidades biofísicas uniformes, a las que se les aplicó una ponderación multiplicada por un factor (5) para obtener el valor de aptitud final para el desarrollo urbano. (Ver mapa 18).

La ponderación final de las unidades de paisaje se obtuvo del resultado del valor total bajo los siguientes parámetros:

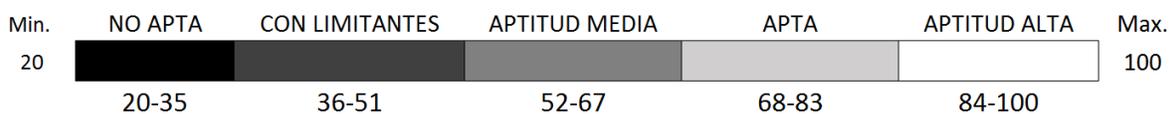
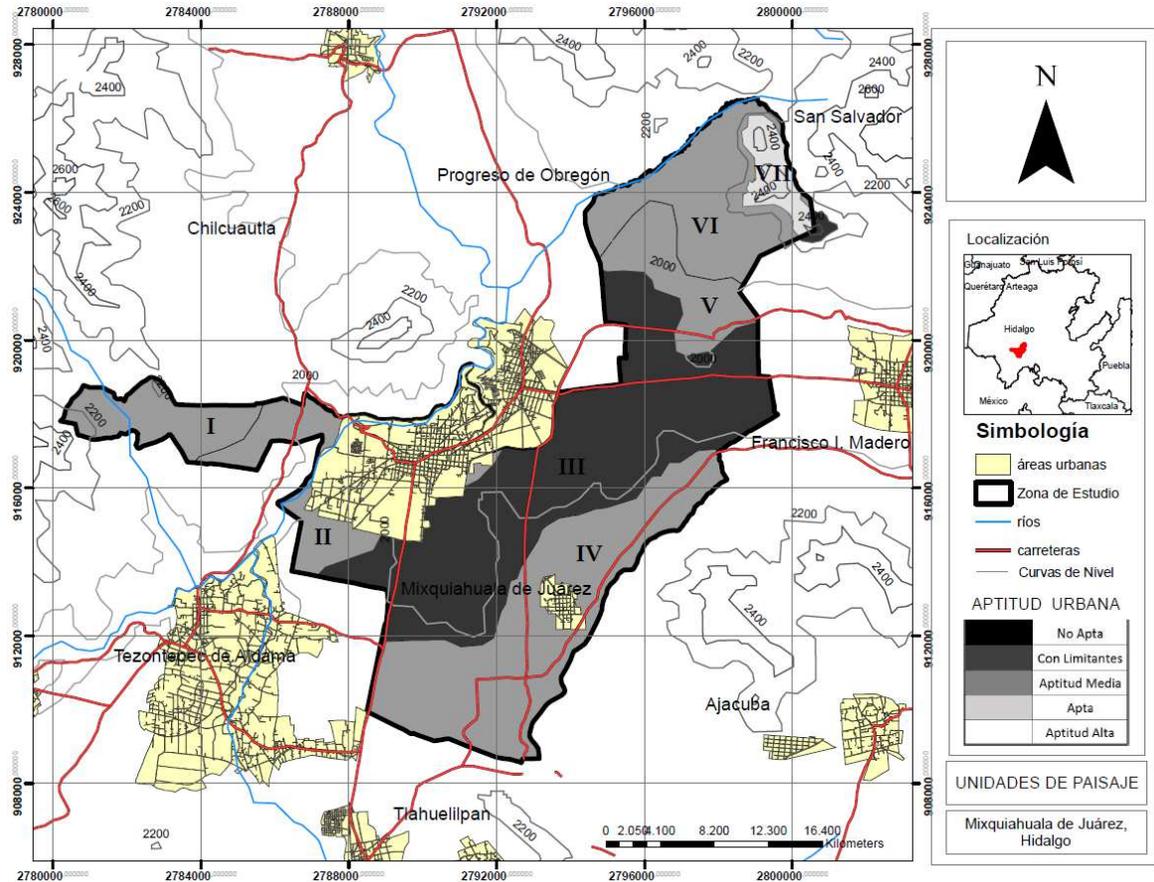


Tabla 20. Ponderación de unidades de paisaje

UNIDAD DE PAISAJE	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	MATÍZ	APTITUD	PONDERACIÓN	VALOR	APTITUD FINAL
<b>I</b>	Lomerío ligeramente inclinado con pendientes de 0-5% sobre roca volcanoclástica y rocas ígneas extrusivas básicas con alta resistencia a la compactación. Se compone de suelos feozem háplicos permeables, en sus horizontes presenta de litosoles (roca y tepetate) suelos arcillosos y vertisoles de textura media clase 2. Se considera uso potencial del suelo para pastizales inducidos.	GEOLOGÍA		APTA	4	20	<b>MEDIA</b>
		EDAFOLOGÍA		NO APTA	1	5	
		TOPOGRAFÍA		MUY APTA	5	25	
		USO POT. DEL SUELO		MEDIA	3	15	
		<b>VALOR TOTAL</b>					
<b>II</b>	Suelos llanos con pendientes de 0-2% sobre roca ígnea extrusiva intermedia con capacidad de carga 1500-2500kg/cm2. El suelo se compone de vertisoles de textura fina y arcillosa, tiene subsuelo de rendzina y feozem. Presenta áreas urbanas sobre suelo potencialmente para agricultura de riego y una parte Matorral Crasicaule Sobre suelos someros en laderas del cerro del elefante y delimitado por el río Tula rodeando la zona urbana. Suelos someros, Vegetación árida, predomina cactáceas.	GEOLOGÍA		MUY APTA	5	25	<b>MEDIA</b>
		EDAFOLOGÍA		NO APTA	1	5	
		TOPOGRAFÍA		APTA	4	20	
		USO POT. DEL SUELO		NO APTA	1	5	
		<b>VALOR TOTAL</b>					
<b>III</b>	Suelos llanos con pendientes de 0-2% sobre roca volcanoclástica con resistencia baja a la compresión sobre suelos vertisoles de textura fina clase 3 arcillosa y pesada muy impermeable, tiene subsuelo de rendzina y feozem que toleran el exceso de agua. Se considera el uso potencial del suelo como agricultura de riego.	GEOLOGÍA		APTA	4	20	<b>CON LIMITANTES</b>
		EDAFOLOGÍA		NO APTA	1	5	
		TOPOGRAFÍA		APTA	4	20	
		USO POT. DEL SUELO		NO APTA	1	5	
		<b>VALOR TOTAL</b>					
<b>IV</b>	Suelos ligeramente inclinados con pendientes de 2-5% sobre roca volcanoclástica, compuesta de fragmentación de rocas sólidas y volcánicas con resistencia baja a la compresión simple. Suelos vertisoles de textura fina clase 3 arcillosa y pesada, presenta horizonte superior petrocálcico cementado por carbonato de cálcico. Conductividad hidráulica moderadamente débil a muy débil. Tiene subsuelo de rendzina y feozem. Predomina agricultura de riego y tiene zonas al sureste destinadas a la agricultura de temporal.	GEOLOGÍA		APTA	4	20	<b>MEDIA</b>
		EDAFOLOGÍA		NO APTA	1	5	
		TOPOGRAFÍA		MUY APTA	5	25	
		USO POT. DEL SUELO		NO APTA	1	5	
		<b>VALOR TOTAL</b>					
<b>V</b>	Llanura con pendientes de 0-2% sobre roca volcanoclástica compuesta de fragmentación de rocas sólidas y volcánicas con resistencia baja a la compresión. Presenta suelos litosoles de textura media clase 2 con roca o tepetate franco arenoso, franco arcillo arenoso. Predomina agricultura de riego con áreas de agricultura de temporal al norte.	GEOLOGÍA		APTA	4	20	<b>MEDIA</b>
		EDAFOLOGÍA		MEDIA	3	15	
		TOPOGRAFÍA		APTA	4	20	
		USO POT. DEL SUELO		NO APTA	1	5	
		<b>VALOR TOTAL</b>					
<b>VI</b>	Suelos ligeramente inclinados con pendientes de 3-5%, presenta llanuras de 0-2%. Se localizan sobre roca caliza de compactación media a baja y capacidad de carga 800-1500 kg/cm2 con modificación de resistencia en presencia de agua baja. Suelos litosoles que puede contener roca o tepetate, textura media clase 2 franco arenosos, franco arcillo arenosos. Uso potencial del suelo como agricultura de temporal al sur y matorral desértico al norte cercano a lomeríos.	GEOLOGÍA		APTA	4	20	<b>MEDIA</b>
		EDAFOLOGÍA		MEDIA	3	15	
		TOPOGRAFÍA		APTA	4	20	
		USO POT. DEL SUELO		CON LIMITANTES	2	10	
		<b>VALOR TOTAL</b>					
<b>VII</b>	Lomeríos con pendientes de 10 a 30%. Se localizan sobre roca caliza de compactación media a baja y capacidad de carga 800-1500 kg/cm2 con modificación de resistencia en presencia de agua baja. Suelos litosoles que puede contener roca o tepetate, textura media clase 2 franco arenosos, franco arcillo arenosos. Uso potencial del suelo matorral desértico de vegetación árida.	GEOLOGÍA		APTA	4	20	<b>APTA</b>
		EDAFOLOGÍA		MEDIA	3	15	
		TOPOGRAFÍA		CON LIMITANTES	2	10	
		USO POT. DEL SUELO		MUY APTA	5	25	
		<b>VALOR TOTAL</b>					

Elaboración propia

Mapa 18. Aptitud urbana de unidades de paisaje



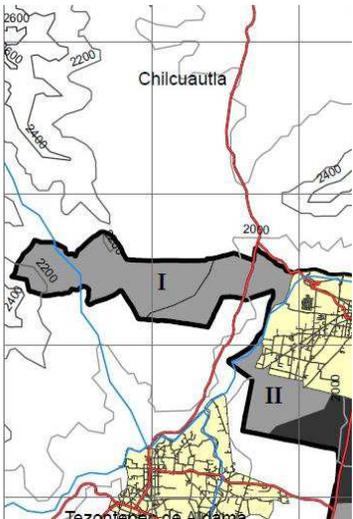
Elaboración propia

### 3.14 | FODA para el ordenamiento territorial

Para facilitar la síntesis del diagnóstico se realizó un análisis FODA en el que se consolidan los aspectos rural-urbanos explicados a lo largo de este capítulo. Se consideraron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas por cada unidad de paisaje resultante del análisis de aptitud del suelo.

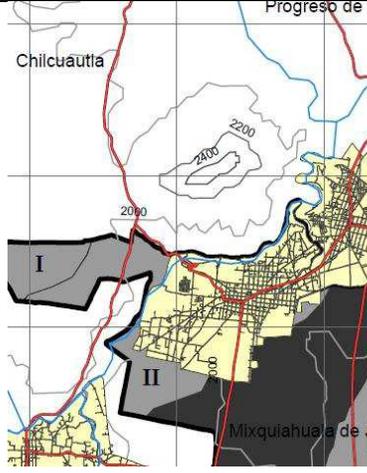
La interrelación de información dio como resultado las estrategias y líneas de acción que se tomaron en cuenta para la propuesta de usos de suelo en el capítulo 4.

Tabla 21. Análisis FODA unidad de paisaje I

	UNIDAD DE PAISAJE I	DEBILIDADES	FORTALEZAS
<b>CROQUIS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• El territorio no es apto para agricultura.</li> <li>• No hay red pública de drenaje en la localidad Tepeitíc.</li> <li>• No hay gestión de desechos sólidos.</li> <li>• El alumbrado público cubre menos de la mitad de la localidad.</li> <li>• Desempleo/empleo deficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paisaje Natural.</li> <li>• Principal actividad: agricultura.</li> <li>• Producción de maíz.</li> <li>• Carretera de dos carriles que comunica a la cabecera municipal.</li> <li>• Medio de transporte público a la cabecera municipal. (Combi o taxi colectivo)</li> <li>• Aptitud del suelo media para el Desarrollo Urbano.</li> <li>• Disponibilidad de red de agua entubada.</li> <li>• Abastecimiento de agua de manantial</li> <li>• Comercio de abasto en la localidad rural.</li> <li>• Cuenta con centro de salud.</li> <li>• Comisariado ejidal/bienes comunales</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cría y explotación de animales.</li> <li>• Pastizal Inducido.</li> <li>• Atracciones turísticas la Presa Colonial, la Capilla de los Santos Reyes en el pueblo de Tepeitíc, el Puente que comunica con Mixquiahuala y vestigios de una campana que data de 1605.</li> <li>• Demanda de abastecimiento de huevo, carne, frutas y verduras.</li> <li>• Interés gubernamental por impulsar agroindustria.</li> <li>• Interés gubernamental por promover el turismo.</li> </ul>	<b>ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenciar los atractivos turísticos para generar empleos locales.</li> <li>• Promover la difusión turística natural y cultural.</li> <li>• Generación y uso de energías alternativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el comercio y el consumo local.</li> <li>• Potenciar la agricultura de temporal y la cría de animales.</li> <li>• Mantenimiento en calles, caminos y carreteras.</li> <li>• Integrar a cadenas productivas y agroindustria.</li> <li>• Comercialización y transformación de productos.</li> </ul>
<b>AMENAZAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación por falta de red pública de drenaje y desechos sólidos.</li> <li>• En tiempo de sequía se daña el paisaje natural.</li> <li>• Alta susceptibilidad a la erosión del suelo.</li> <li>• Rendimientos bajos en agricultura intensiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar medidas de saneamiento.</li> <li>• Fomentar el uso de fosas sépticas en las viviendas rurales.</li> <li>• Suministrar infraestructura sanitaria a mediano plazo.</li> <li>• Ampliar Cobertura de alumbrado público a la localidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuado manejo de pastos para la ganadería.</li> <li>• Estrategias para evitar el sobrepastoreo.</li> <li>• Apoyo a la inversión en actividades de ganadería y conservación del suelo.</li> </ul>

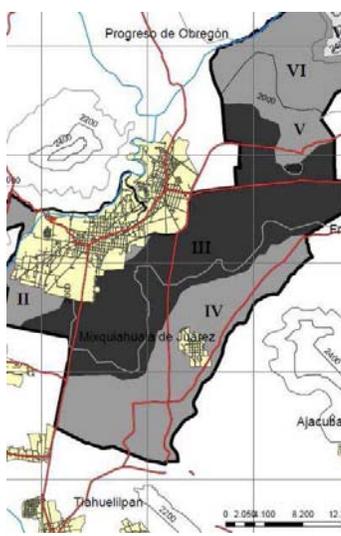
Elaboración propia

Tabla 22. Análisis FODA unidad de paisaje II

	UNIDAD DE PAISAJE II	DEBILIDADES	FORTALEZAS
<b>CROQUIS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay uso de suelo reglamentado</li> <li>• Marginación del 3% de las viviendas que no disponen de servicios.</li> <li>• Escasez y bajo nivel de distribución de agua.</li> <li>• Déficit en la demanda educativa básica, media superior y superior.</li> <li>• Déficit en atención médica.</li> <li>• No cuenta estación de bomberos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabecera municipal con servicios de infraestructura urbana.</li> <li>• Sistema de transporte público para movilidad interna (Combi, taxi colectivo).</li> <li>• Red de agua entubada.</li> <li>• Abastecimiento de agua de manantial.</li> <li>• Oferta de vivienda suficiente Cobertura de luz eléctrica, sanitario y drenaje en el 97% de las viviendas.</li> <li>• Comunicación vial con municipios aledaños.</li> <li>• Predomina la actividad comercial.</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invertir en alternativas ahorradoras de electricidad para el alumbrado público.</li> <li>• Construcción de circuitos periféricos para conectar vialidades de norte a sur.</li> <li>• Líneas de acción reglamentar uso de suelo.</li> <li>• Asignar recursos humanos con perfil profesional al control del desarrollo urbano.</li> </ul>	<b>ESTRATEGIAS Y LINEAS DE ACCIÓN</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizar el registro catastral de predios urbano y rural.</li> <li>• Reglamenteo de uso de suelo y ordenación urbana.</li> <li>• Propuestas de planificación territorial contenidas en un programa de desarrollo municipal.</li> <li>• Desarrollar programas y políticas públicas para la ampliación de infraestructura y obras públicas.</li> <li>• Crear instrumentos de financiamiento a través de APP (Asociación Público Privada) para el mantenimiento y cobertura de servicios públicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de mantenimiento de carreteras y caminos.</li> <li>• Promover procesos de licitación en la contratación de empresas para la realización de servicios municipales que el gobierno local no puede costear.</li> <li>• Adecuar la reglamentación sobre la concesión de servicios públicos y estipular aquellos servicios que puedan ser susceptibles a la modalidad APP.</li> </ul>
<b>AMENAZAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones en caminos de terracería.</li> <li>• Necesidad de traslado a otros municipios por el déficit de cobertura educativa local.</li> <li>• 62% de los derechohabientes tiene que salir a unidades médicas regionales y estatales.</li> <li>• Frecuencia de situaciones de desastre en las que se requiere apoyo de grupos voluntarios como Cruz Roja Ambar Mixquiahuala y Bomberos Voluntarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir polígonos de crecimiento urbano a corto, mediano y largo plazo.</li> <li>• Instrumentar programas para la construcción de equipamiento que cubra la demanda educativa.</li> <li>• Dotación de equipamiento con unidades médicas regionales que cubra el sector de salud.</li> <li>• Equipar unidades de emergencia Cruz Roja y Estación de Bomberos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantear programas que impulsen el comercio local.</li> <li>• Invertir en la pavimentación de caminos de terracería que comunican a las localidades rurales con la cabecera municipal.</li> </ul>

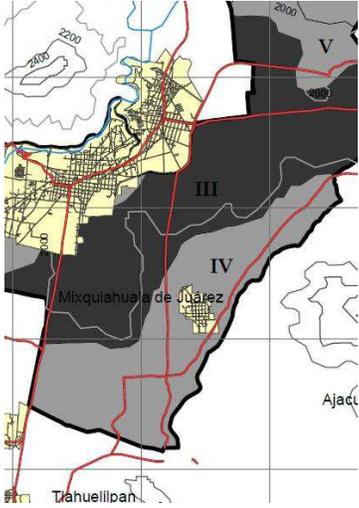
Elaboración propia

Tabla 23. Análisis FODA unidad de paisaje III

	UNIDAD DE PAISAJE III	DEBILIDADES	FORTALEZAS
<b>CROQUIS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo marginalmente apto para agricultura de temporal en cultivos de maíz y cebada. No es apto cultivar frijol en temporal.</li> <li>• No hay cobertura de transporte público a las localidades de la Arbolera, El Rodeo, El Cerrito, Monte Grande.</li> <li>• No hay cobertura de red de servicios en todas las localidades.</li> <li>• Contaminación de recursos hidrológicos por destino de drenaje.</li> <li>• No tienen gestión de basura domiciliaria. Se tira en el campo, terreno o barrancas.</li> <li>• Déficit de cobertura de alumbrado público.</li> <li>• Falta de equipamiento en las localidades rurales.</li> <li>• Carencia o mal estado de caminos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aptitud territorial con limitantes para el desarrollo urbano.</li> <li>• Suelo apto para agricultura de riego con rendimientos de producción de maíz, frijol y cebada superiores a los rendimientos recomendados para agricultura de temporal.</li> <li>• Transporte público a la cabecera municipal. (combi, taxi colectivo).</li> <li>• Abastecimiento de agua de pozo y manantial.</li> <li>• Red de Agua entubada y red de drenaje en Palmillas, Veracruz, Dos Cerros.</li> <li>• Actividad principal la agricultura de riego, producción de maíz</li> <li>• Actividad comercial de abasto, venta de materiales de construcción y gas.</li> <li>• Universidad Tecnológica.</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<p>La administración local contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se está ampliando la red sanitaria en colonias rurales.</li> <li>• Iniciativa de pavimentación hidráulica de localidades rurales.</li> <li>• Líneas de acción para darle valor catastral a los predios urbanos y rurales.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de capitalización para invertir en la agricultura de riego.</li> <li>• Extender la red de transporte público a las comunidades a través de concesiones.</li> <li>• Programas de inversión público-privada para financiar el mantenimiento y cobertura de servicios públicos, como la construcción de caminos.</li> <li>• Programa para el manejo de residuos sólidos.</li> <li>• Dotar de equipamiento rural.</li> <li>• Asignar comisariado Ejidal o de bienes comunales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar políticas públicas para el desarrollo de infraestructura, pavimentos y alumbrados.</li> <li>• Programas de inversión en mantenimiento y dotación de infraestructura y tecnología para el campo.</li> <li>• Implementar carreras y programas educativos de Nivel Superior con perfil Agroindustrial.</li> </ul>
<b>AMENAZAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones por lluvia en la Colonia Veracruz y en el Cerrito.</li> <li>• Desempleo, empleo deficiente.</li> <li>• Carencia de agua o mala calidad en La Arbolera.</li> <li>• Crecimiento urbano hacia áreas potencialmente agrícolas.</li> <li>• Contaminación por falta de red pública de drenaje y desechos sólidos.</li> <li>• Erosión del suelo por extracción de rocas en zonas agrícolas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar medidas de saneamiento.</li> <li>• Inversión para la dotación de infraestructura sanitaria.</li> <li>• Fomentar el uso de Fosas Sépticas en las viviendas rurales.</li> <li>• Programas de capacitación para la elaboración y uso de compostas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar polígonos de crecimiento rural y urbano.</li> <li>• Programas de inversión privada para impulsar el desarrollo agroindustrial.</li> <li>• Proponer uso de suelo para la industria.</li> <li>• Reglamentar áreas para la extracción, transformación y comercialización de materiales rocosos para construcción.</li> </ul>

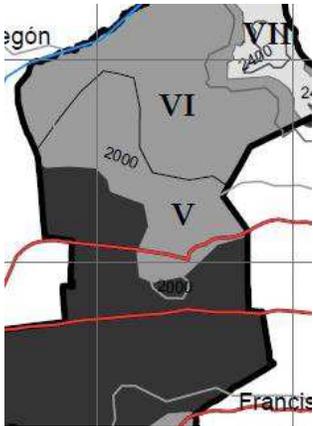
Elaboración propia

Tabla 24. Análisis FODA unidad de paisaje IV

	UNIDAD DE PAISAJE IV	DEBILIDADES	FORTALEZAS
UBICACIÓN		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destino de drenaje a cuerpos de agua. (Río Tula)</li> <li>• Destino de la basura en el campo, terreno o barranca.</li> <li>• Déficit de cobertura de alumbrado público en la colonia Felipe Carrillo Puerto.</li> <li>• Falta de equipamiento.</li> <li>• Carencia o mal estado de transportes.</li> <li>• Caminos de terracería que comunican La Cañada, Palmillas y Morelos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asentamiento urbano en la localidad el Teñhé.</li> <li>• Sistema de transporte público a la cabecera municipal ( combi, taxi de sitio)</li> <li>• Abastecimiento de agua entubada de manantial y pozo.</li> <li>• Disponibilidad de drenaje.</li> <li>• Recolección de basura domiciliaria.</li> <li>• Disponibilidad de alumbrado público.</li> <li>• Centro de transferencia de basura en la colonia Morelos. En la Colonia Árbol Grande entierran la basura.</li> <li>• Comercio de abasto, materiales de construcción, venta de gas.</li> <li>• Principal actividad agricultura, producción de maíz.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	<p>La administración local contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliación de red sanitaria en colonias rurales.</li> <li>• Iniciativa de pavimentación hidráulica de localidades rurales.</li> <li>• Líneas de acción para darle valor catastral a los predios urbanos y rurales.</li> <li>• Líneas de acción en apoyo a la comercialización y transformación de productos mediante cadenas productivas, centros de acopio y agroindustrias.</li> </ul>	<b>ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN</b>	
AMENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequía.</li> <li>• Heladas o granizadas.</li> <li>• Desempleo, empleo deficiente.</li> <li>• Contaminación del campo por desechos sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar medidas de saneamiento.</li> <li>• Fomentar el uso de Fosas Sépticas en las viviendas rurales.</li> <li>• Programas de capacitación para la elaboración y uso de compostas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar polígonos industriales cercanos al área urbana y a las principales vías de comunicación.</li> <li>• Programas de inversión privada para impulsar el desarrollo agroindustrial.</li> <li>• Generación de empleos tecnificados y mano de obra calificada.</li> </ul>

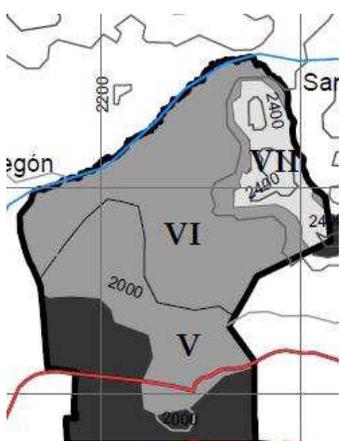
Elaboración propia

Tabla 25. Análisis FODA unidad de paisaje V

UNIDAD DE PAISAJE V		DEBILIDADES	FORTALEZAS
UBICACIÓN		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo no apto para cultivar en temporal maíz, cebada y frijol.</li> <li>• Falta de servicios públicos en la colonia El Durazno.</li> <li>• Destino de drenaje a cuerpos de agua.</li> <li>• Falta de equipamiento.</li> <li>• Carencia de agua y mala calidad en El Durazno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aptitud media territorial para desarrollo urbano.</li> <li>• Sistema de Transporte público a la cabecera municipal.</li> <li>• Abastecimiento de agua entubada de manantial en Jagüey Blanco.</li> <li>• Disponibilidad de drenaje.</li> <li>• Recolección de basura domiciliaria, entierran la basura.</li> <li>• Disponibilidad de alumbrado público.</li> <li>• Comercio de abasto y materiales de construcción.</li> <li>• Principal actividad agricultura, producción maíz.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	<p>La administración local contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se está ampliando la red sanitaria en colonias rurales.</li> <li>• Iniciativa de pavimentación hidráulica de localidades rurales.</li> <li>• Líneas de acción para darle valor catastral a los predios urbanos y rurales.</li> </ul>	<b>ESTRATEGIAS Y LINEAS DE ACCIÓN</b>	
AMENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequía.</li> <li>• Heladas o granizadas.</li> <li>• Delincuencia y adicciones en Jagüey Blanco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el uso de Fosas Sépticas en las viviendas rurales.</li> <li>• Reforzar programas de vigilancia.</li> <li>• Promover Centros de Asistencia social para adicciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el comercio y el consumo local.</li> <li>• Potenciar la cría de animales.</li> <li>• Mantenimiento en calles, caminos y carreteras.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar de empleos mediante la comercialización y transformación de materiales de construcción.</li> </ul>

Elaboración propia

Tabla 26. Análisis FODA unidad de paisaje VI

UNIDAD DE PAISAJE	VI	DEBILIDADES	FORTALEZAS
<b>UBICACIÓN</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo no apto para cultivar en temporal maíz, cebada y frijol.</li> <li>• Falta de equipamiento.</li> <li>• Carencia o fallas de energía eléctrica y alumbrado público.</li> <li>• Carencia o mal estado de caminos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aptitud media territorial para desarrollo urbano.</li> <li>• Sistema de Transporte público a la cabecera municipal.</li> <li>• Abastecimiento de agua entubada de Pozo y Manantial.</li> <li>• Disponibilidad de drenaje.</li> <li>• Cuenta con planta de tratamiento.</li> <li>• Recolección de basura domiciliaria, entierran la basura.</li> <li>• Comercio de abasto y materiales de construcción.</li> <li>• Principal actividad cría y explotación de ganado bovino.</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<p>La administración local contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se está ampliando la red sanitaria en colonias rurales.</li> <li>• Iniciativa de pavimentación hidráulica de localidades rurales.</li> <li>• Líneas de acción para darle valor catastral a los predios urbanos y rurales.</li> </ul>	<b>ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN</b>	
<b>AMENAZAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequía.</li> <li>• Heladas o granizadas.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comercialización y transformación de fertilizantes para la agricultura y/ o materiales de construcción.</li> </ul>

*Elaboración propia*

Para el caso de la unidad de paisaje VII se descartó realizar FODA por su ubicación fuera del alcance del desarrollo urbano, sin embargo se tomará en cuenta en la propuesta de reservas naturales.

Tras haber aplicado el método FODA en cada una de las unidades de paisaje, es posible calcular proyecciones de población y determinar las hectáreas que se requieren para el crecimiento urbano a corto, mediano y largo plazo.

### 3.15 | *Proyecciones de población al 2040*

Para las proyecciones de población se utilizó una tasa media de crecimiento (TMC) de 1.59% calculada con el modelo geométrico<sup>5</sup> a partir de los datos censales de 1990- 2010 y la encuesta intercensal 2015 de INEGI. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o(1 + r)^t$$

$P_f$  Población al final del periodo (*46,224 habitantes en 2015*)

$P_o$  Población al inicio del periodo (*31,137 habitantes en 1990*)

$t$  Tiempo en años entre  $P_o$  y  $P_f$

$r$  tasa de crecimiento observado

$$r = \left( \frac{P_f}{P_o} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad \mathbf{r = 0.0159}$$

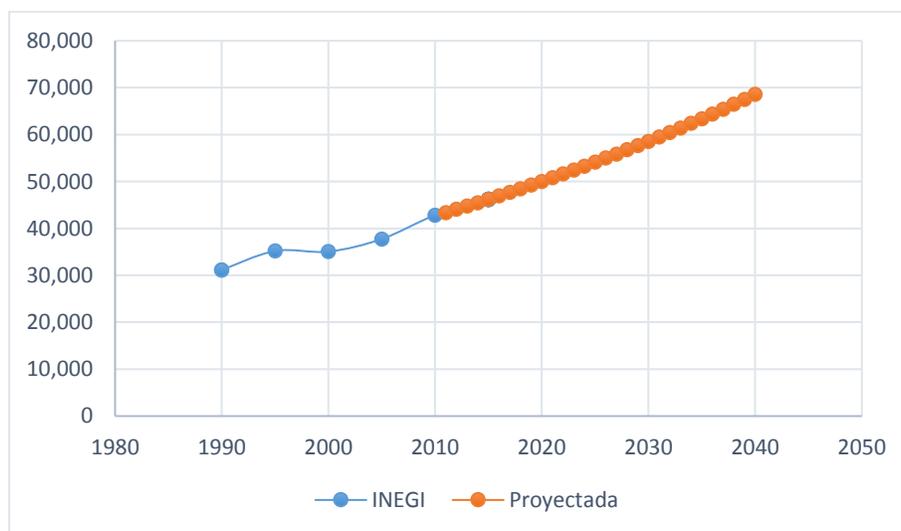
Tabla 27. Proyecciones al 2040

DATOS CENSALES					PROYECCIONES		
1990	2000	2010	2015	TMC (%)	CORTO PLAZO 2020	MEDIANO PLAZO 2030	LARGO PLAZO 2040
31,137	35,065	42,834	46,224	1.59	50,025	58,590	68,621

<sup>5</sup> Se utilizó el modelo geométrico debido a que se compararon los resultados gráficos de diferentes modelos matemáticos aplicados para proyecciones de población, de los cuales se observó que las proyecciones del modelo geométrico y aritmético coincidieron con la tendencia de crecimiento de la población durante el periodo 2010- 2015, sin embargo, se descartó el modelo aritmético ya que alteraba considerablemente la tasa media de crecimiento.

Se establecieron tres proyecciones: a corto (2020), mediano (2030) y largo plazo (2040). En la gráfica X se muestran los resultados del modelo geométrico y el crecimiento poblacional de Mixquiahuala de Juárez.

*Gráfica 5. Proyecciones de población al 2040*



*Elaboración propia*

A fin de identificar el crecimiento poblacional en el territorio fueron seleccionadas las localidades para las que se estima que en cualquier año de proyección alcancen los 2,500 habitantes, aplicando el mismo modelo matemático, se observaron diferentes tasas de crecimiento en tales localidades que presentan diferentes ritmos de crecimiento según sus TMC durante 1990-2015 (Ver tabla 28).

Las localidades de Jagüey Blanco y Palmillas tienden a urbanizarse más rápido ya que presentan una tasa de crecimiento más alta que el resto de las localidades rurales con 3.09% y 2.47 % respectivamente. Las localidades urbanas de Mixquiahuala y el Teñhé presentan un ritmo similar al crecimiento poblacional total del municipio. Se estima que para 2040, Tepetitc todavía no alcance a considerarse localidad urbana, sin embargo las proyecciones de CONAPO estiman que para 2025 alcance los 2,525 habitantes\*, por lo que se necesitará observar el crecimiento

de esta localidad y prever su urbanización a largo plazo. Se englobó el resto de la población de localidades rurales con una tasa media de crecimiento de 2.43 %.

Tabla 28. Proyecciones de Población

Nombre de la localidad	DATOS CENSALES					PROYECCIONES		
	1990	2000	2010	2015	TMC (%)	2020	2030	2040
MIXQUIAHUALA	19,536	21,453	25,510	27,270	1.34	29,151	33,311	38,065
JAGUEY BLANCO	626	894	1,152	1,342	3.09	1,563	2,120	2,876
PALMILLAS	1,172	1,485	1,910	2,158	2.47	2,438	3,113	3,974
TEÑHÉ	2,007	2,394	2,768	3,000	1.62	3,251	3,818	4,483
TEPEITIC	1,220	1,273	1,560	1,659	1.23	1,764	1,995	2,256
LOCALIDADES RURALES	6,576	7,556	9,934	10,797	2.43	11,859	14,234	13,774
<b>TOTAL MUNICIPAL</b>	<b>31,137</b>	<b>35,065</b>	<b>42,834</b>	<b>46,224</b>	<b>1.59</b>	<b>50,025</b>	<b>58,590</b>	<b>68,621</b>

*Calculos propios con base en Censo de Población y Vivienda 1990-2010 y Encuestas Intercensales 1995-2015 \*Dato obtenido de las Proyecciones de población 2010-2030 de CONAPO para el Estado de Hidalgo.*

### Hectáreas requeridas para el crecimiento urbano

A partir de los datos obtenidos de las proyecciones de población se calcularon las hectáreas requeridas para el crecimiento urbano. El municipio tiene una densidad de 334.71 habitantes por km<sup>2</sup> de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015 Sin embargo, para proyectar las hectáreas requeridas de crecimiento urbano se necesitó calcular la densidad media urbana (DMU) durante el periodo de 1990 a 2015 para obtener un dato cercano al ritmo del crecimiento urbano en el territorio.

Se consultaron imágenes satelitales escala 9km de la zona de estudio para comparar el crecimiento urbano de 1990 al 2015. (Ver figura 1). Para este análisis se midió mediante polígonos, considerando las hectáreas que ocupan la cabecera municipal, localidades urbanas y localidades rurales. (Ver tabla 29)

Tabla 29. Crecimiento rural-urbano por localidad

Nombre de la localidad	Hectáreas de la mancha urbana			
	1990	2000	2010	2015
Mixquiahuala	510	561	815	842
Jagüey Blanco	32.4	31.9	34	37
Palmillas	44.2	47.1	52	52
El Teñhé	46.6	53.4	65	65
Tepeitic	94.2	120	186	188
Motobatha	17.3	19.8	31	31
Carrillo Puerto	9.23	23.5	37	37
Morelos	29.8	30.5	39	39
Veracruz	25.5	25.4	63	63
Árbol Grande	10.8	14.6	19	19
Dos Cerros	10.1	10.1	11.1	11.1
La Cañada		28	31.6	31.6
Mothobatha			3.62	3.62
Benito Juárez			52.2	52.2
Hacienda Vieja			22.4	22.4
El Durazno			17.7	23
El Rodeo			1.1	1.1
Los Colorines			2.5	4.21
<b>TOTALES</b>	<b>830.13</b>	<b>965.3</b>	<b>1483.44</b>	<b>1522.15</b>

La mancha urbana sobre el territorio de Mixquiahuala de Juárez creció 653.31 has en veinte años (1990-2010). En el año de 1990 ocupaba 830.13 has, para el año 2000 se extendió 135.17 has y para el año 2010 creció 518.14 has más. Como último dato registrado para esta investigación se tomó el año 2015 con 1522.15 has con el fin de hacer la comparativa actualizada del crecimiento urbano acorde a los últimos datos de la encuesta intercensal disponibles. (ver figura 4).

Comparación de crecimiento de la mancha urbana

Figura1. Año 1990

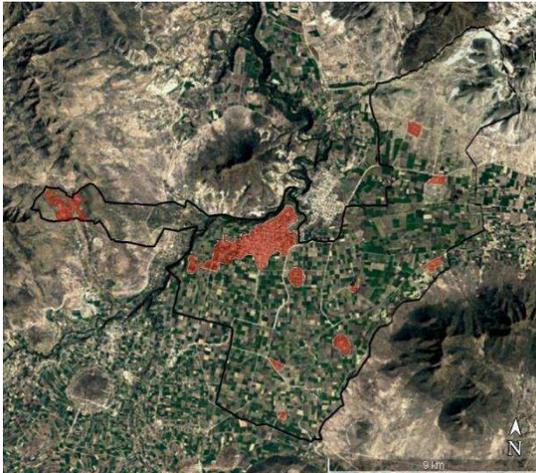


Figura 2. Año 2000

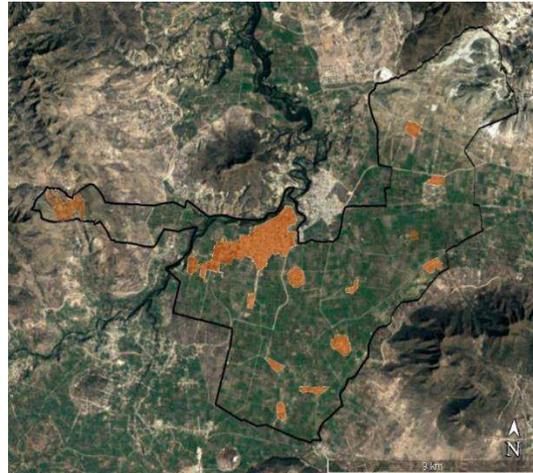


Figura1. Año 2010

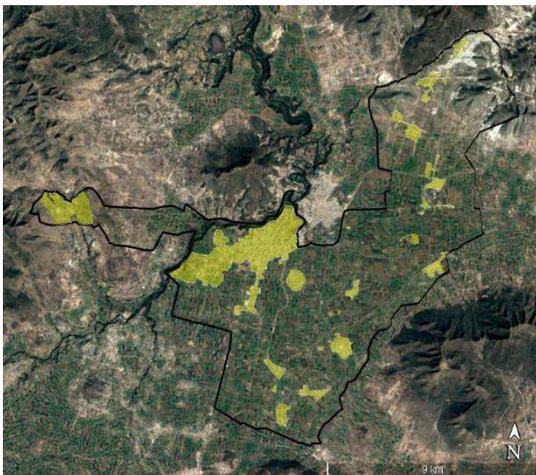
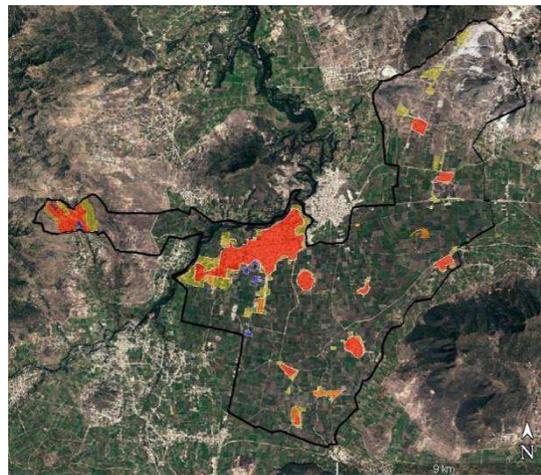


Figura 2. Año 1990-2015



Fuente: Google Earth

Para obtener la densidad media urbana\* se calculó dividiendo el número de habitantes entre las hectáreas de superficie rural y urbana en cada año (hab/has). (Ver tabla 30)

Tabla 30. Crecimiento urbano de Mixquiahuala de Juárez

Crecimiento Urbano	1990	2000	2010	2015
Población total	31,137	35,065	42,834	46,224
Superficie urbana (has)	830.13	965.3	1,483.44	1,522.15
*DMU (hab/has)	37.51	36.33	28.87	30.37

\*DMU Densidad Media Urbana <sup>6</sup>

Como referencia comparativa de la DMU de Mixquiahuala, los índices demográficos de CONAPO de 1990-2010 para las Zonas Metropolitanas (ZM) de Pachuca es de 76.3 hab/ha, la ZM de Tula con 30.1 hab/ha y la ZM de Tulancingo de 63.5 hab/ha, lo cual significa que Mixquiahuala presenta un comportamiento similar al crecimiento poblacional y urbano de la ZM de Tula. Los resultados indican que en los últimos 25 años, la población por unidad de superficie se ha distribuido con densidades bajas en el territorio por la expansión del crecimiento de las localidades rurales y urbanas, sin embargo se necesita prever la adecuada planeación urbana para el crecimiento en aquellas localidades que tienden a urbanizarse en alguno de los periodos proyectados.

### Hectáreas requeridas

Una vez que se cuenta con las proyecciones de población y la densidad media urbana es posible calcular las hectáreas requeridas de territorio para la nueva población según cada periodo de proyectado a corto, mediano y largo plazo.

HECTÁREAS REQUERIDAS		
CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
2020	2030	2040
111.04	250.21	293.04

<sup>6</sup> La densidad media urbana según SEMARNAT se define como la densidad calculada a partir de la densidad bruta (población por unidad de superficie) de cada una de sus AGEB urbanas ponderadas por el tamaño de su población. Sin embargo, esta investigación no se enfoca al estudio detallado de AGEBS por lo que se calculó un estimado únicamente para obtener una referencia para las proyecciones del crecimiento urbano.

## Capítulo 4 | PROPUESTA Y COMENTARIOS FINALES

### 4.1 | Programa de zonificación primaria

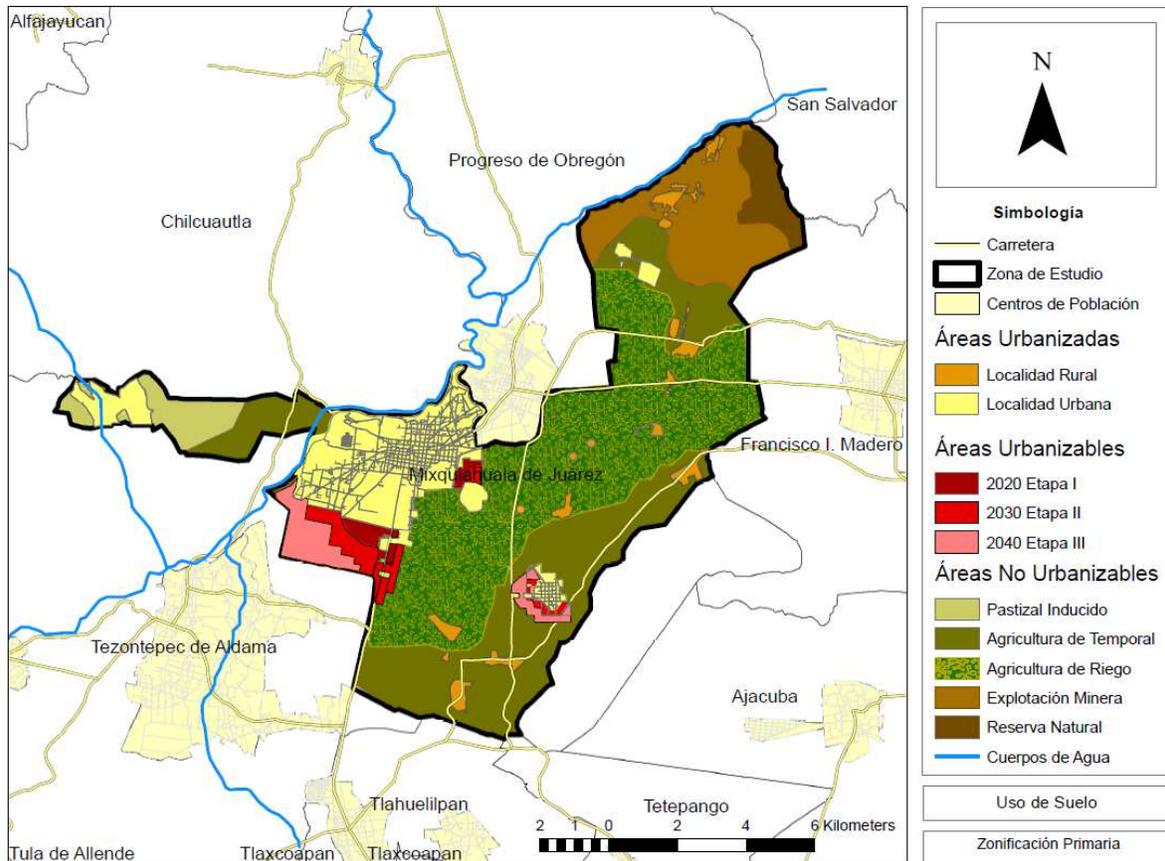
Con base en los resultados obtenidos del análisis territorial y aspectos sociodemográficos, se propone en este capítulo un programa de zonificación primaria para el uso del suelo de Mixquiahuala de Juárez. El programa de zonificación primaria consta de reservas territoriales para áreas urbanizadas, urbanizables y no urbanizables. (Ver mapa 18)

Tabla 31. Programa de uso de suelo

Uso de suelo	Superficie
<b>Área urbanizada</b>	<b>1,551.42</b>
Localidad Rural	1241.4
Localidad Urbana	310.02
<b>Área urbanizable</b>	<b>654.29</b>
2020 Etapa I	111.04
2030 Etapa II	250.21
2040 Etapa III	293.04
<b>Área no urbanizable</b>	<b>9,529.28</b>
Agricultura de Riego	4,370.90
Agricultura de Temporal	3,283.57
Pastizal Inducido	402.01
Reserva Minera	1,162.80
Reserva Natural	310
<b>Superficie total en Has</b>	<b>11,734.70</b>
Superficie total en km <sup>2</sup>	117.347

*Elaboración propia*

Mapa 18. Propuesta de zonificación primaria para el uso del suelo



### Área urbanizada

Las áreas urbanizadas son definidas por la LGAHOTDU (2016) como el territorio ocupado por los asentamientos humanos con redes de infraestructura equipamientos y servicios. Como asentamientos humanos se consideraron las superficies que ocupan las localidades rurales y urbanas con un total de 1,551.42 has. La superficie necesaria para uso urbano actualmente se distribuye en la Cabecera Municipal y en el Teñhé. De acuerdo a las proyecciones de población estimadas se prevé que para el 2040 Palmillas se incorporará a la zona urbana por

su inminente conurbación con la Cabecera Municipal. Para el mismo año se estima que las localidades de Jagüey Blanco ubicado al noreste del municipio, y Tepeitic al poniente, se considerarán urbanas alcanzando los 2,500 habitantes; por lo que requerirán de ampliación de infraestructura y equipamiento para su desarrollo.

Para el área total de localidades urbanas se consideraron: la Cabecera Municipal, El Teñhé y las localidades de Tepeitic, Palmillas y Jagüey Blanco, que por su crecimiento de población serán urbanas en alguna de las etapas de proyección.

### **Área urbanizable**

El área urbanizable es el territorio para el crecimiento urbano contiguo a los límites del área urbanizada del centro de población. Como lo indica la misma ley (artículo 3), la superficie se calculó en función de las necesidades del nuevo suelo indispensable para su expansión. La proyección se consideró al 2040 con un total de 9,523.28 has dosificadas en tres etapas de ocupación de suelo.

### **Área no urbanizable**

Las áreas no urbanizables que comprenden una superficie total de 9,529.28 has. Son aquellas zonas que se identificaron con determinada aptitud de suelo para el aprovechamiento y productividad de los recursos naturales. A continuación se definen cada uno de los usos propuestos.

### **Agricultura de riego**

Son áreas de productividad agrícola en las que se utiliza agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos. El sistema utilizado es el de agua rodada que consiste en distribuir el agua por medio de surcos o tuberías desde un canal principal. La delimitación para este uso consta de 4,370.90 has con una aptitud de rendimientos altos para los cultivos de maíz, frijol y cebada.

### **Agricultura de temporal**

Para este uso se delimitaron 3,283.57 has destinadas a la producción de cultivos que dependen de la precipitación pluvial y de la capacidad del suelo para retener el agua. De acuerdo a lo que define INEGI (2014) estas zonas deben permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o zonas de riego.

### **Pastizal inducido**

Se conforma de 402.01 has para el aprovechamiento de la cría y explotación de animales. El suelo no es apto para la agricultura pero cuenta con la riqueza de su paisaje natural y vestigios históricos que pueden ser potenciados como atracciones turísticas.

### **Reserva Minera**

Es una zona rica en roca caliza con 1,162.80 has de superficie. Las propiedades de este tipo de roca son favorables en la agricultura, se utiliza en agroquímicos para neutralizar la acidez del suelo. Los derivados de la roca caliza (cal, carbonato de calcio y cemento) son utilizados en la fabricación de materiales de construcción.

### **Reserva Natural**

Una superficie de 310 has que conforman un relieve natural de lomeríos y matorrales. Debido a su topografía no se considera apto para el desarrollo urbano. Puede considerarse como reserva ecológica.

## **Etapas de Ocupación de suelo**

De acuerdo con las proyecciones de población estimadas, se consideran tres etapas para el desarrollo del crecimiento urbano durante los próximos años. Para cada etapa se requiere destinar áreas urbanizables con la siguiente dosificación: 111 has para la primera etapa a corto plazo en el 2020; 250 has para la segunda a mediano plazo en 2030; y 293 has a largo plazo en 2040.

### **2020 Etapa I**

- Actualización del registro catastral.
- Elaborar propuesta de zonificación secundaria del uso de suelo urbano para las etapas II y III.
- Reglamentación de usos de suelo urbano.
- Ocupación de predios localizados dentro de las áreas urbanizadas.
- Ocupación y redensificación de 82.46 has en la periferia de la mancha urbana hacia la vialidad principal Sergio Buitrón Casas principalmente en las localidades Palo Seco, La Vega, Los Higos y Deshuesadero Márquez al sur de la cabecera municipal.
- Ocupación de 29.5 has en la periferia de la primera demarcación oriente y octava demarcación que tienden a conurbarse con la localidad de Palmillas.

### **2030 Etapa II**

- Ocupación de predios que se incorporan a la zona urbana de manera natural entre la localidad de Palmillas y la cabecera municipal en proceso de conurbación (18 has).
- Ocupación de predios (232 has) al sur de la cabecera municipal.
- Dotación de equipamiento educativo y salud.
- Ocupación de predios destinados a uso agro-industrial fuera del área urbana que no afecten zonas productivas para la agricultura.
- Ampliación de infraestructura en redes y servicios en las localidades Palmillas y Teñhé.
- Ocupación de predios para corredor urbano en la vialidad principal Sergio Buitrón Casas que entra a la cabecera municipal.
- Creación de zonas de preservación ecológica y turística.

**2040 Etapa III**

- Ocupación de 236 has en los límites de Mixquiahuala con Tezontepec.
- Ocupación de 76.3 has en la periferia de la localidad urbana Teñhé.
- Ampliación de infraestructura en redes y servicios en las localidades Jagüey Blanco y Tepeitic.
- Mantenimiento y construcción de caminos rurales.
- Cobertura de servicios públicos en localidades rurales.
- Ocupación de predios destinados a la industria minera al noreste del territorio municipal.
- Dotación de equipamiento cultural.
- Ampliación de libramientos que conecten las zonas industriales con las áreas urbanizadas.

**4.2 | Estrategias para el uso de suelo**

Una vez consideradas las etapas de ocupación del suelo, se procede al planteamiento de estrategias que servirán de referencia para el diseño de zonificación secundaria. Esto corresponde a una segunda fase de planificación de los usos del suelo urbano que no están contemplados en los alcances y objetivos de este documento, sin embargo, con base en el análisis estudiado en el capítulo 3, se propone una dosificación para los usos de suelo en cada etapa. Las estrategias propuestas en este documento son para consideración y criterio de los actores involucrados en la elaboración de un programa de ordenamiento territorial y desarrollo urbano para el municipio. (Ver tabla 32)

*Tabla 32. Dosificación de usos de suelo urbano*

USO DE SUELO	RESERVAS DE SUELO URBANO POR ETAPA					
	Etapa I 2020		Etapa II 2030		Etapa III 2040	
Habitacional	55.5	50%	125.1	50%	146.5	50%
Uso Mixto	12.2	11%	27.5	11%	32.2	11%
Equipamiento	12.2	11%	17.5	7%	20.5	7%
Industria	-	-	10.0	4%	11.7	4%
Espacios Verdes	11.1	10%	25.0	10%	29.3	10%
Infraestructura	3.3	3%	7.5	3%	8.8	3%
Vialidad primaria	16.7	15%	37.5	15%	44.0	15%
<b>Total de Has requeridas</b>	<b>111.04</b>	<b>100%</b>	<b>250.21</b>	<b>100%</b>	<b>293.04</b>	<b>100%</b>

### *Habitacional*

La reserva necesaria para las zonas habitacionales se estimó a partir de una densidad habitacional promedio de 180 hab/ha. Para la Etapa I se calcularon 146 viviendas requeridas; en la Etapa II se requieren 1,713 viviendas para una población de 8,565 y en la Etapa III se requieren 2,006 viviendas para una población de 10,031.

De la superficie total se consideró una superficie vendible del 50% con lotes de 200 a 500 m<sup>2</sup>; 11% para uso mixto; 11% para equipamiento local; 10% para jardines vecinales; 3% para infraestructura y 15% para vialidades primarias. (Ver tabla 33)

*Tabla 33. Dosificación de usos de suelo habitacional*

USO DE SUELO	DOSIFICACIÓN DE SUPERFICIE HABITACIONAL					
	Etapa I 2020		Etapa II 2030		Etapa III 2040	
Habitacional bruta	20.0	50%	23.8	50%	23.8	50%
Uso Mixto	4.4	11%	5.2	11%	5.2	11%
Equipamiento Local	4.4	11%	5.2	11%	5.2	11%
Jardines Vecinales	4.0	10%	4.8	10%	4.8	10%
Infraestructura	1.2	3%	1.4	3%	1.4	3%
Vialidad primaria	6.0	15%	7.1	15%	7.1	15%
<b>Total de Has requeridas</b>	<b>39.9</b>	<b>100%</b>	<b>47.6</b>	<b>100%</b>	<b>55.7</b>	<b>100%</b>

### *Equipamiento*

Para la dotación de equipamiento actual se propone cubrir la demanda de la población con una superficie requerida de 50.2 has para usos generales de instituciones de salud, educativas, cultura, asistencia social, recreación y deporte. En la tabla se propone un listado de equipamiento urbano requerido al año 2040. La ocupación de suelo para este uso se dosifica de la siguiente forma: 12.2 has en la Etapa I; 17.5 has en la Etapa II y 20.5 has en la Etapa III.

Tabla 34. Programa de equipamiento requerido

<b>EQUIPAMIENTO EDUCATIVO</b>	
Nivel	Unidades requeridas al 2040
Preescolar	2-3
Primaria	7
Secundaria	1-2
Bachillerato	0-1
Nivel Superior	0-1
Superficie mínima requerida	20.9 Has
<b>EQUIPAMIENTO DE SALUD</b>	
Unidad Médica	Unidades requeridas al 2040
Clínicas	3
Hospital de Especialidades	1
Unidad de Urgencias	1
DIF	1
Superficie mínima requerida	1.63 Has
<b>EQUIPAMIENTO CULTURAL</b>	
Unidad	Unidades requeridas al 2040
Biblioteca Municipal	1
Casa de la Cultura	1
Auditorio	1
Museo Local	1
Superficie mínima requerida	1.73 Has
<b>EQUIPAMIENTO DE ASISTENCIA SOCIAL</b>	
Unidad	Unidades requeridas al 2040
Guardería	3
Superficie mínima requerida	0.45 Has
<b>EQUIPAMIENTO RECREATIVO</b>	
Unidad	Unidades requeridas al 2040
Parque de Barrio	6
Plaza Cívica	1
Parque Urbano	1
Módulo Deportivo	1
Superficie requerida	11.65 Has

Elaboración propia

### *Uso Mixto*

Para uso mixto se calculó una superficie de 71.82 has destinadas a los siguientes usos de suelo compatibles: habitacional, oficinas, bancos, comercios de productos básicos, tiendas de conveniencia, talleres de manufactura, mercados, servicios de alimentos y bebidas, hoteles. Se recomienda dosificar la ocupación de suelo de la siguiente forma: 12.2 has en la Etapa I; 27.5 has en la Etapa II y 32.2 has en la Etapa III.

### *Industria*

Introducir la industria en el municipio abrirá oportunidades de generación de empleos tecnificados y mano de obra calificada. Se requiere definir polígonos industriales fuera de las zonas urbanas y cercanas a las vialidades principales que conectan a Mixquiahuala con otros municipios como Tezontepec y Progreso de Obregón a lo largo de la carretera Sergio Buitrón Casas. Se propone introducir dos tipos de industria en el municipio: agroindustria y minera. Se ocuparán 21.7 has de territorio que no afecte las zonas productivas para la agricultura.

### *Agroindustria*

Uso de suelo destinado a la producción, industrialización y comercialización de productos agropecuarios, así como la instalación de almacenes y bodegas. Se necesita incentivar programas de inversión privada para impulsar el desarrollo agroindustrial.

### *Industria Minera*

Uso de suelo destinado a la extracción y transformación de roca caliza ubicada en la reserva minera del territorio municipal. Los productos derivados de esta roca podrán comercializarse principalmente en cal, carbonato de calcio y cemento.

El aprovechamiento de los recursos deberá estar sujeto a lo que determine la Ley Minera para la extracción y fabricación de materiales de construcción, además de cumplir con las normas nacionales e internacionales para su comercialización.

### *Espacios Verdes*

Del suelo urbano se ocupará una superficie de 64.3 has destinadas a jardines, parques recreativos, plazas y espacios públicos para uso y beneficio de la población. La ocupación del suelo se dosificará de la siguiente forma: 11.1 has en la Etapa I; 25 has en la Etapa II y 29.3 has en la Etapa III.

### *Infraestructura*

Se destinan 19.6 has para la ampliación y cobertura de redes de infraestructura en localidades urbanas. A continuación se proponen algunas estrategias y consideraciones:

- Impulsar políticas públicas para la ampliación de cobertura de drenaje, agua entubada y alumbrado público.
- Crear programa para el manejo de residuos sólidos, gestión de rellenos sanitarios y planta de tratamiento.

### *Vialidades y Transporte*

- Fortalecer programas de mantenimiento y construcción de caminos.
- Ampliar cobertura de transporte público a las localidades de Arbolera, El Rodeo, El Cerrito y Monte Grande.
- Se requiere ubicar un predio para Central de Autobuses.

### *Imagen urbana*

- Crear programas que unifiquen la imagen urbana en el centro de la Cabecera Municipal, calles y vialidades principales.

### *Desarrollo Agropecuario*

- Fortalecer programas de capitalización para invertir en la agricultura de riego.
- Promover estudios de aptitud de suelo para la producción de cultivos óptimos a las condiciones del suelo y clima.
- Promover la producción y comercialización de productos fertilizantes para la agricultura.
- Fortalecer los programas de inversión en mantenimiento y dotación de infraestructura para el campo.
- Fomentar la elaboración de un Programa de Desarrollo Agropecuario.

### *Turismo*

- Ubicar una Central de abasto para la comercialización regional de productos agroindustriales.

- Potenciar los atractivos turísticos de la Presa Colonial, vestigios de campana que data de 1605, el Antiguo Puente que comunica Mixquiahuala con Tepeitic, la Capilla de los Santos Reyes en el Pueblo.
- Fomentar programas de ecoturismo en áreas naturales protegidas y zonas de la Peña donde pasa el río Tula.
- Se requiere impulsar la inversión para la construcción de hoteles locales y establecimientos de alimentos y bebidas para el turismo.

#### 4.3 | *Instrumentos de planificación del suelo*

El seguimiento de la propuesta de ordenamiento territorial y planificación del suelo en Mixquiahuala de Juárez que se plantea en este documento, requiere de la elaboración y aprobación de un Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Este instrumento deberá cumplir con lo establecido en las Leyes Federales y Estatales correspondientes. Deberá consultarse la nueva Guía metodología para elaborar y actualizar programas municipales de desarrollo urbano, publicada por la SEDATU y SEMARNAT (2017), así como la participación social, política y organismos de investigación involucrados en la planeación y desarrollo del municipio.

Una alternativa como instrumento social es profesionalizar la planeación municipal a través de organismos públicos descentralizados. La Asociación Mexicana de Institutos Municipales de Planeación fomenta la consolidación de Institutos independientes a los gobiernos locales. El objetivo de los Institutos Municipales de Planeación (IMPLAN) es fomentar la investigación permanente de índole científica y fortalecer el tejido social a través de la inclusión y consulta ciudadana.

## **Instrumentos de financiamiento**

Los programas y estrategias propuestas requieren de instrumentos de apoyo y gestión que permitan canalizar los recursos necesarios al municipio. Los instrumentos de financiamiento tienen como propósito la obtención de recursos económicos para la planeación y ejecución de las acciones propuestas para el desarrollo urbano. Estos pueden ser por medio de fideicomisos y créditos de financiamiento de organismos como Fondo Metropolitano, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), Nacional Financiera y SEDESOL. Otra forma de financiamiento viable para el desarrollo de Mixquiahuala son las asociaciones público-privadas que permitan la inversión de infraestructura.

Otros instrumentos son por medio de impuestos de predial, para obras de planificación y traslación de dominio de bienes inmueble. En función con la Ley de Hacienda Municipal vigente para el periodo de que se trate, los municipios pueden cobrar diversos servicios relacionados con el desarrollo urbano, entre estos se consideran las constancias y licencias de uso del suelo, autorización de venta de lotes, autorización y licencias de construcción de fraccionamientos.

### **4.4 | *Comentarios finales***

La mayoría de ciudades pequeñas en México están en un proceso de desarrollo que implica la transición entre lo rural y urbano. El municipio de Mixquiahuala de Juárez como caso de estudio, ha servido para entender el proceso de desarrollo de las ciudades pequeñas, particularmente aquellas que tienen características de uso de suelo con potencial agrícola y la falta de planeación para su crecimiento urbano.

En este municipio no existe un abandono total de la agricultura, la producción del campo sigue siendo una actividad importante pero no la principal fuente de empleos.

Esta situación se ha visto reflejada en la terciarización de las actividades económicas y el incremento de población en sus localidades urbanas, principalmente la Cabecera Municipal.

La ocupación del suelo urbano tiende a extenderse sobre zonas productivas para la agricultura. Si bien no es posible contener el crecimiento de la mancha urbana, el ordenamiento territorial permite, como instrumento de intervención, distribuir el uso del suelo para optimizar los recursos naturales y también orientar el crecimiento urbano hacia zonas aptas para su desarrollo sin afectar áreas productivas.

Las pautas empleadas en este trabajo consistieron en hacer un análisis de aptitud del suelo fundamentado en los elementos del ordenamiento territorial. Las dos vertientes del análisis territorial, de aptitud agrícola y aptitud urbana, arrojaron resultados que fueron la base estratégica de las propuestas y recomendaciones en este capítulo.

A pesar de que la metodología aplicada para el análisis de aptitud agrícola fue diseñada para valorar cultivos en tierras de temporal, se pudo comprobar que la agricultura de riego favorece los altos rendimientos de los cultivos, específicamente en la producción de maíz, cebada y frijol con un rendimiento de producción por encima del promedio.

Para el análisis se consideraron estos tres cultivos por ser los de mayor producción para el municipio, sin embargo, es recomendable replicar la misma metodología con otros cultivos para valorar si la tierra es apta para su producción. El conocimiento de las propiedades del suelo es de utilidad para el desarrollo agropecuario, ya que sustenta una mejor planeación e inversión en el campo, fomentando la producción de cultivos de altos rendimientos de acuerdo a la aptitud del suelo.

En el caso de la aptitud del suelo urbano, generalmente se mide por las condiciones óptimas de la geomorfología de un sitio delimitado para el desarrollo de los asentamientos humanos. Como se explicó en el capítulo 2, existen diferentes metodologías aplicadas al ordenamiento territorial que estudian la aptitud del suelo.

En su mayoría, las metodologías de la FAO, INEGI, SEDESOL y SEMARNAT, coinciden en ponderar variables para aplicar un valor de aptitud. Se puede aplicar cualquier metodología que se adapte a las condiciones del lugar que se quiere estudiar. La diferencia depende de las variables utilizadas, es decir, lo que se quiere valorar del objeto de estudio.

La cartografía digital de INEGI (2010) ya define una delimitación del uso potencial del suelo y vegetación. Lo que se hizo en este trabajo fue identificar áreas productivas para la agricultura y zonas de aptitud urbana a partir de la información proporcionada por INEGI. El análisis del suelo por cultivos y el método de ponderación aplicados al estudio de caso, sirvieron para definir unidades de paisaje y proponer estratégicamente un uso de suelo de acuerdo a la aptitud y condiciones sociodemográficas del municipio.

El aprovechamiento del suelo y los recursos naturales son elementos potenciales para el desarrollo local y regional de Mixquiahuala. Se requiere de inversión y financiamiento para impulsar las actividades productivas del campo e introducir infraestructura para la industria, esto generaría empleos en el sector agroindustrial y la industria minera de roca caliza.

La oferta educativa a nivel superior debe considerar la preparación de mano de obra calificada para el sector industrial y retener así la migración de jóvenes en busca de oportunidades fuera del municipio.

Las recomendaciones para el uso de suelo urbano son el resultado de la aplicación de la planificación estratégica y de cálculos propios de las proyecciones de población, bajo este criterios se plantean estrategias en este documento con la intención de que sirvan como un marco referente para la planificación urbana del municipio.

En México los instrumentos de planeación para el desarrollo urbano han ido modificándose en función a la evolución de las Instituciones Federales que coordinan el ordenamiento territorial del país a nivel estatal y local.

Anteriormente los instrumentos de planeación urbana estaban separados de los de ordenamiento territorial y ecológico. La guía metodología actualizada de SEMARNAT (2017) para elaborar programas municipales, tiene la intención de integrar en un solo documento el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano.

A pesar de que se ha avanzado en materia de planificación del suelo en los últimos años, aún hay una grande brecha por cubrir en lo que respecta a centros de población, como lo son las ciudades pequeñas del país que carecen de programas o planes para su desarrollo urbano.

Hay pocos estudios urbanos dedicados a las ciudades pequeñas en México, es necesario darle importancia a la planeación de un centro de población en proceso de desarrollo y potenciar sus actividades productivas a nivel local y regional, así como también generar empleos para contrarrestar la necesidad de sus pobladores a trasladarse a grandes urbes.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁVILA, HÉCTOR (2009), *Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades*, Procuraduría Agraria, México, pp. 93-123.
- BÁRCENAS, P. y TIJERINA, L. (2002), *La Zonificación de Cultivos en México*, UAM Xochimilco, Cuadernos CBS Núm. 42, México, D.F. 64 pp.
- BAZANT, JAN (2011), *Planeación Urbana Estratégica: Métodos y Técnicas de análisis*, Editorial Trillas 2011 pp. 17-37.
- BUENDÍA, I y CARRASCO, I. (2013). *Mujer, actividad emprendedora y desarrollo rural en América Latina y el Caribe*. Cuadernos de desarrollo rural, 10 (72), pp. 21-45.
- BUSQUETS, JAUME y CORTINA, ALBERT (coords.) (2009), *Gestión del paisaje: Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje*, Editorial Ariel, Barcelona, España, pp. 172-174.
- CAPEL, HORACIO (1968), *Estructura funcional de las ciudades españolas en 1950*, Revista de Geografía, vol. II, núm. 2, Universidad de Barcelona, Barcelona, p. 94-129.
- \_\_\_\_\_ (2009), *Las pequeñas ciudades en la urbanización generalizada y ante la crisis global*, Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM p. 7-32.
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS (1990), *Manual de la metodología para evaluar la aptitud de las tierras para la producción de cultivos básicos en condiciones de temporal*, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Montecillo, México.
- ELIZALDE, ANTONIO (2003), *Planificación estratégica territorial y políticas públicas para el desarrollo local*, Santiago de Chile, serie 29 Gestión Pública, Naciones Unidas CEPAL., pp. 13-22.
- FAO (1981), *Agro-ecological Zones Project*. Vo.III Methodology and Results for Mexico, Central and South America, Rome.
- \_\_\_\_\_ (2009) *Guía para la Descripción de Suelos*, cuarta edición, Roma.
- FLORES, DAVID Y BARROSO, MARÍA (2011), *Desarrollo rural, economía social y turismo rural: un análisis de casos*. CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa [en línea] 2011, (Abril-Sin mes): [Fecha de consulta: 4 de abril de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17418829003>> ISSN 0213-8093
- GARCÍA, RESURRECCIÓN (2004), *La planificación estratégica en el medio rural y su aplicación en el alto Almanzora (Almería)*, Revista de Humanidades y Ciencias Sociales del IEA, Universidad de Almería, España, pp.95-116.

- GERHARD, PETER (1986), *Geografía Histórica de la Nueva España 1519-1821*, México, UNAM, 1986, pp. 85-87.
- OFSTEE, P. y BRUSSEL, M (2015), *Análisis de aptitud para la expansión urbana*, Department of Land Resource and Urban Sciences, International Institute for Geoinformation Sciences and Earth Observation (ITC).
- JACKSON, JOHN N. (1973), *La información y la planificación territorial y urbana*, *Surveys of Town and Country Planning*, Ed. Labor, Barcelona, pp. 13- 28.
- MACÍAS, ALEJANDRO (2013), *Pequeños agricultores y nueva ruralidad en el Occidente de México*, Cuadernos de Desarrollo Rural, 10 (71), pp.187-207.
- MARÍA RAMÍREZ, ANDRÉS (2008), *El proceso de análisis jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz de temporal*, Edición electrónica gratuita. Texto completo en [www.eumed.net/tesis/2008/amr/](http://www.eumed.net/tesis/2008/amr/)
- MENDOZA, MANUEL y otros (2009), *Análisis de la aptitud territorial: Una perspectiva biofísica*, Serie Planeación Territorial, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, UNAM, México, pp. 16-65.
- MONTES, PEDRO (2001), *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y El Caribe*, Santiago de Chile, Serie Medio Ambiente y Desarrollo N°45, Naciones Unidas, CEPAL.
- MORALES, NICOLÁS (1999), *Planeación estratégica del desarrollo regional con enfoque a la agricultura*, Revista de Geografía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, México, pp. 1-2.
- PALMA, FERNANDO (2007), *La Participación Social en la Planeación del Desarrollo Urbano*, Ed. Miguel Ángel Porrúa, México, D.F.
- PARUELO, JOSÉ y otros (2014), *Ordenamiento Territorial Rural: Conceptos, Métodos y Experiencias*, FAO, MAG y P, Universidad de Buenos Aires, Argentina, pp. 10-31.
- RATIER, HUGO (2002), *Rural, ruralidad, nueva ruralidad y contraurbanización: un estado de la cuestión*, Revista de Ciencias Humanas, Florianópolis: EDUFSC, n.31. pp.09-29.
- RODRÍGUEZ, CLAUDIA y REYES, SONIA (2008), *Propuesta metodológica para la elaboración de un plan de ordenamiento territorial sustentable*, Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Año 4- Vol.1, núm 4.
- RUÍZ, ARIELA (2002), *Concertación nacional y planificación estratégica: elementos para un nuevo consenso en América Latina*, Santiago de Chile, Serie Gestión Pública N°28, Naciones Unidas, CEPAL.
- SALINAS, EDUARDO y QUINTELA, JORGE A (2001), *Paisajes y ordenamiento territorial: obtención del mapa de paisajes del estado de Hidalgo en México a escala media con el apoyo de los SIG*, Alquiba, Revista de Investigación del Bajo Segura, España Número 7, 2001 , pp.517-527.

- SÁNCHEZ, M. T. y J. L. PALACIO (2004), *La experiencia mexicana en la elaboración de los programas estatales de ordenamiento territorial. Diagnóstico, problemática y perspectivas desde el punto de vista de la participación del Instituto de Geografía de la UNAM*, Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, núm. 53, pp. 75-97.
- SÁNCHEZ, MARÍA y otros (2013), *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica, Reflexiones sobre sus avances y retos futuros*, Instituto de Geografía y Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM/Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, SEMARNAT, pp.19-44.
- SEDATU/ SEMARNAT/ GIZ (2017), *Guía metodológica para elaboración y actualización de programas municipales de desarrollo urbano*. Primera edición. México.
- SEDESOL (2009), *Metodología para la elaboración de programas municipales de ordenamiento territorial*, impreso en México.
- SERRANO, DAVID (2012), *Consideraciones en torno al concepto de unidad de paisaje y sistematización de propuestas*, Estudios Geográficos Vol. LXXIII, 272, 2012, pp. 215-237.
- SEYDE, FEDERICO (2000), *La incorporación de tierras de propiedad social al desarrollo urbano en México: marco legal y estrategia de política pública*, en *Los Pobres de la Ciudad y la Tierra*, México, El Colegio Mexiquense y Lincoln Institute of Land Policy editado por Alfonso Iracheta, pp. 71-86.
- TORRES, GABRIELA (2012), *La ruralidad urbanizada en el centro de México: reflexiones sobre la reconfiguración local del espacio rural en un contexto neoliberal*, Colección La Pluralidad Cultural en México / coordinador José del Val; 32, México, UNAM.
- VARGAS, JORGE E. (2002), *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales*, Santiago de Chile, Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 50, Naciones Unidas, CEPAL.
- WHITTICK, ARNOLD (1975), *ENCICLOPEDIA DE LA PLANIFICACIÓN URBANA*, Instituto de Estudios de la Administración Local, Madrid.
- ZENTELLA, J.C.; BAUTISTA, J. y MORALES, J. (2010), *Guía Metodológica para elaborar programas municipales de ordenamiento territorial*, Secretaría de Desarrollo Social SEDESOL, México D.F. pp. 15-32.
- ZONNEVELD, I. (1989), *The land unit. A fundamental concept in landscape ecology, and its applications*, *Landscape Ecology*, 3/2, pp. 67-86.

## FUENTES

CÁMARA DE SENADORES DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN (2017), *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, México, última reforma publicada DOF 15-09-2017.

\_\_\_\_\_ (2017) *Ley Agraria*, México, última reforma publicada DOF 27-03-2017.

\_\_\_\_\_ (2016) *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*, México, última reforma publicada DOF 28-11-2016.

\_\_\_\_\_ (2018) *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, México, última reforma publicada DOF 23-04-2018.

GOBIERNO DEL ESTADO DE HIDALGO (2018), *Ley de Desarrollo Agrícola Sustentable para el Estado de Hidalgo*, México, última reforma publicada DOF 21-05-2018

\_\_\_\_\_ (2017) *Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Hidalgo*, México.

\_\_\_\_\_ (2012) *Plan de Desarrollo Municipal 2012-2016*, H. Ayuntamiento Municipal Mixquiahuala de Juárez, Hgo.

IEGEH (2013) *Información básica del municipio de Mixquiahuala de Juárez, Hgo.*

SNIM (2015) *Ficha Básica Municipal de Mixquiahuala de Juárez, Hgo.*

INEGI (1990) *Censo de población y vivienda*, resultados por localidad 1990-2010, ITER.

\_\_\_\_\_ (2010) *Censo de Población y Vivienda*.

\_\_\_\_\_ (2010) *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUE*.

\_\_\_\_\_ (2010) *Marco Geoestadístico Municipal*.

\_\_\_\_\_ (2010) *Sistema de Consulta de Información Censal SCINCE*.

SAGARPA (2015), *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*.

SEDESOL (2010), *Unidad de Microrregiones*, Cédulas de Información Municipal, SCIM.

Anexo

## anexo | ANÁLISIS DE APTITUD AGRÍCOLA

La metodología simplificada de la zonificación agroecológica de los cultivos de Tijerina y Ortiz (1990) se aplicó al caso de estudio Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo. Los cultivos seleccionados para el análisis fueron maíz, frijol y cebada.

### A | *Inventario Climático*

#### **Definición de las divisiones climáticas mayores**

En esta etapa para definir las divisiones climáticas mayores se convirtiendo las temperaturas medias mensuales a temperaturas a nivel del mar. Se consideró un gradiente alto térmico de 0.5°C/100 m de elevación, es decir, por cada 100m que se disminuya la altura media se aumenta en 0.5°C o por cada disminución en altura la temperatura aumenta en 0.005°C. Explicado lo anterior, el cálculo se hizo con la siguiente fórmula:

$$T = h \times 0.005$$

Donde:

**T** = Incremento de temperatura, en grados y décimos de grado

**h** = Altura de la estación, en m.

Mixquiahuala se encuentra a 2,000 m de altura, para reducirlas a nivel del mar sus temperaturas medias mensuales tendrán que ser aumentadas en 10°C, grados obtenidos de multiplicar 2,000 x 0.005. (Ver tabla I)

Tabla I. Temperaturas medias mensuales en Mixquiahuala de Juárez

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T media	13.50	15	17.2	19	19.7	19.6	18.6	18.6	18.1	16.5	15.1	13.9
T reducida a nivel del mar	23.50	25.00	27.20	29.00	29.70	29.60	28.60	28.60	28.10	26.50	25.10	23.90

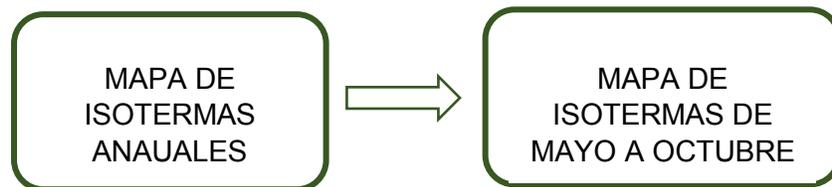
*Elaboración propia con base en SMN temperaturas medias 1981-2010*

Debido a que ningún mes es menor de 18°C, la zona se define como **TROPICAL**. Por otra parte, se debe considerar la temperatura promedio durante la época de desarrollo de los cultivos, como se menciona en la metodología, es la correspondiente a los meses de mayo a octubre ( $T_{M-O}$ ). Continuando con las estaciones mencionadas se tiene:

$$T_{M-O} = \frac{19.7 + 19.6 + 18.6 + 18.6 + 18.1 + 16.5}{6} = 18.5$$

De acuerdo con los climas mayores de la FAO (1981) si la  $T_{M-O}$  es menor de 20°C, se considera TROPICAL TEMPLADA o Fresca.

Para el trazo de isólineas, el manual recomienda generar un modelo entre la  $T_{M-O}$  y la temperatura media anual (TMA). Se utilizó el mapa de climas de INEGI una para convertir las TMA a  $T_{M-O}$  de la siguiente forma:



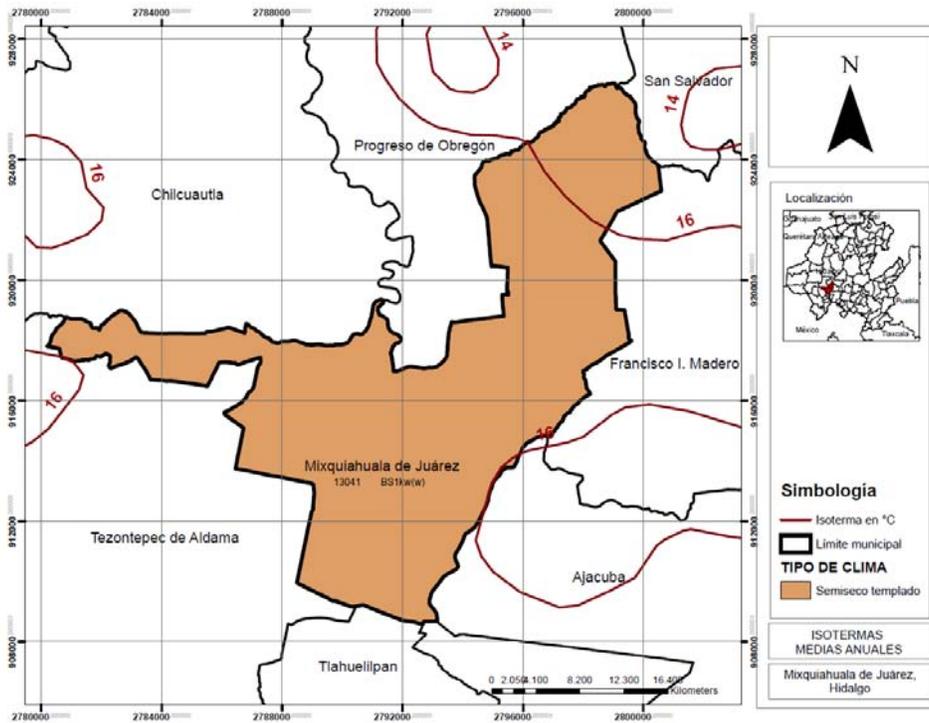
De acuerdo con el marco estadístico municipal, Mixquiahuala se encuentra en isothermas de TMA de 16°C, por lo tanto la transformación de TMA en  $T_{M-O}$  se explica con la siguiente fórmula:

$$T_{M-O} = 2.0886 + 0.9393 (TMA)$$

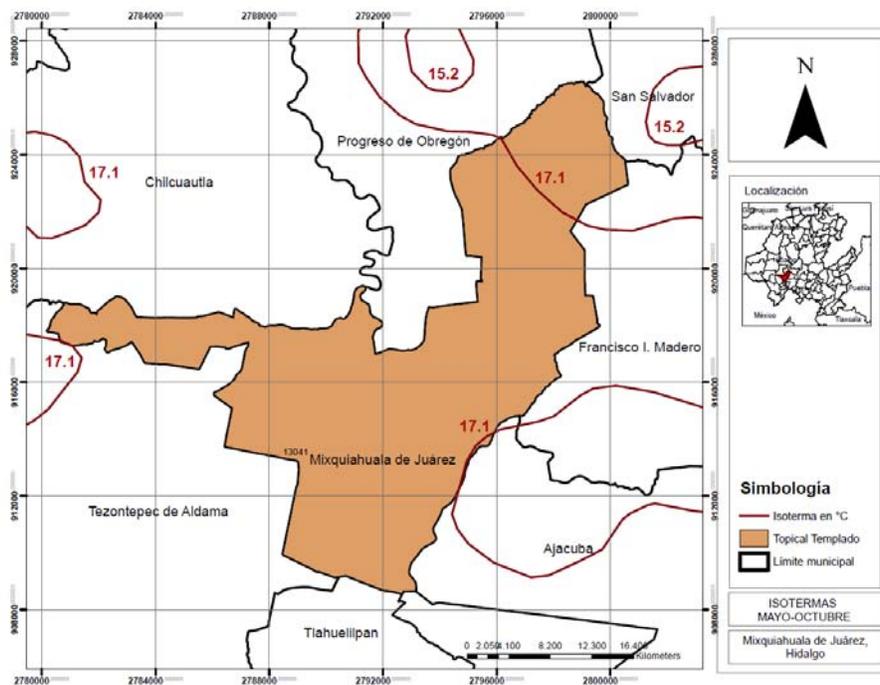
<u>TMA</u>	<u>T<sub>M-O</sub></u>
16	17.1

De esta forma se transforma el mapa I al mapa II. En el mapa de isothermas de mayo a octubre se aprecia que los valores son grados enteros y décimos de grado. En relación a los cultivos seleccionados para el estudio, se puede indicar las zonas térmicamente aptas para su desarrollo.

Mapa I. Isotermas medias anuales



Mapa II. Divisiones Climáticas



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

### **Obtención de los Periodos de Crecimiento.**

Los periodos de crecimiento se refieren al número de días durante el año en los que existe disponibilidad de agua y temperaturas favorables para el desarrollo de un cultivo.

La siguiente etapa dentro de la elaboración del inventario climático, corresponde a la definición de la duración de los Periodos de Crecimiento (PC), lo cual podría hacerse siguiendo dos caminos: (1) Realizar balances de humedad con la precipitación, la evapotranspiración potencial y la temperatura, como se ilustra en la metodología; o (2) Generar un modelo entre la duración del PC y la precipitación total anual (PTA), como lo realizó Pájaro (1984) citado Tijerina y Ortiz (1990). En ambos casos la evapotranspiración potencial se estima por el método de Penman.

Para la obtención de los periodos de crecimiento se utilizó el primer procedimiento gráfico donde se comparan la precipitación (P) con la evapotranspiración potencial (ETP). Este método tiene serias restricciones para su aplicación en México. Datos de insolación real son muy escasos (sólo en 1% de las estaciones meteorológicas se cuenta con este dato) y de velocidad del viento prácticamente no existen. Lo anterior obliga a buscar otras alternativas y al parecer lo más cercano a la realidad es partiendo de la evaporación medida en el tanque tipo "A" (Ev) con la fórmula:  $ETP = 0.8 EV$  según las definiciones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1996) y a los trabajos de García (1979).

En la tabla II se muestran los datos meteorológicos registrados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en el periodo 1981-2010.

Tabla II. Datos meteorológicos de Mixquiahuala de Juárez

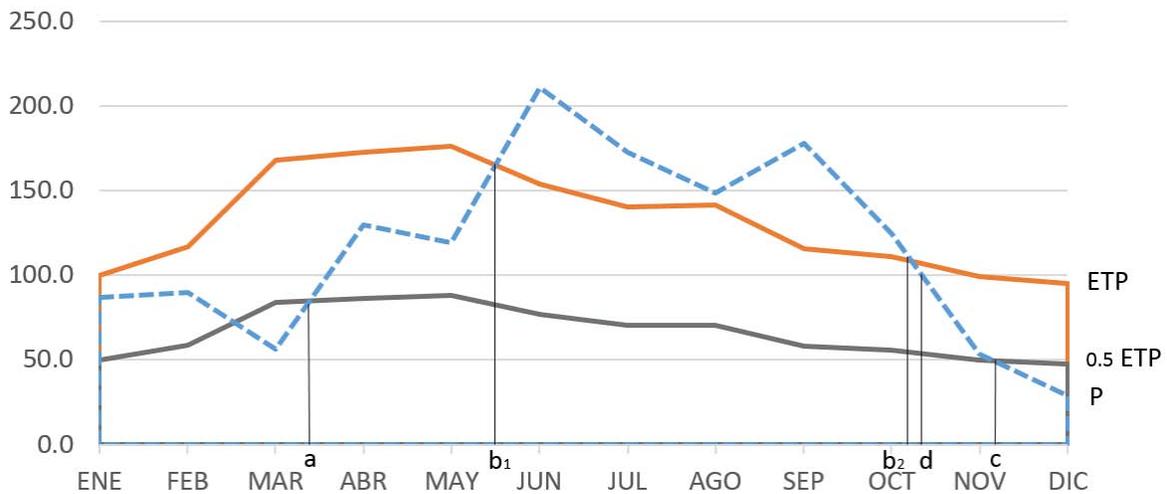
ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ev	124.9	146.3	210.0	215.6	220.2	192.1	175.6	176.9	144.9	138.8	124.4	118.8
ETP *	99.9	117.0	168.0	172.5	176.2	153.7	140.5	141.5	115.9	111.0	99.5	95.0
0.5 ETP	50.0	58.5	84.0	86.2	88.1	76.8	70.2	70.8	58.0	55.5	49.8	47.5
P	86.9	89.9	56.2	129.7	119.5	210.9	172.6	148.5	178.2	124.7	53.5	28.5
T media	13.5	15.0	17.2	19.0	19.7	19.6	18.6	18.6	18.1	16.5	15.1	13.9

Fuente: SMN temperaturas medias 1981-2010

\*=0.8 Ev

El periodo de crecimiento se visualiza en la gráfica A donde interseca la línea de precipitación con la 0.5 ETP, el resultado indica un periodo de crecimiento normal de 241 días con lluvias de marzo a noviembre y el periodo de temporal con una duración de 270 días durante los meses de marzo a diciembre. Se puede observar también la reserva de humedad en el suelo durante 143 días de mayo a octubre.

Gráfica A. Periodos de crecimiento



a= Inicio del temporal y del periodo de crecimiento

b1 y b2= Límites del periodo húmedo

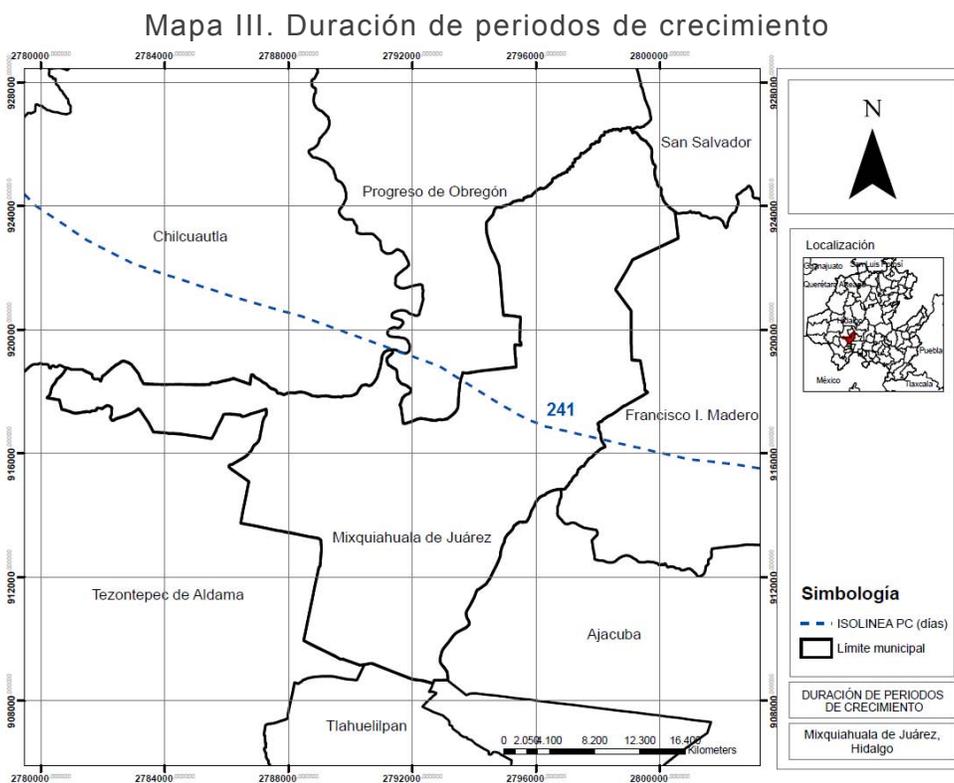
c= Terminación del temporal

d= Terminación del periodo de crecimiento

Cabe mencionar que el periodo de crecimiento es el óptimo para agricultura de temporal en el inicio de temporada de lluvias, sin embargo se deberá tomar en cuenta dichas cifras para suministrar la agricultura de riego el resto del año.

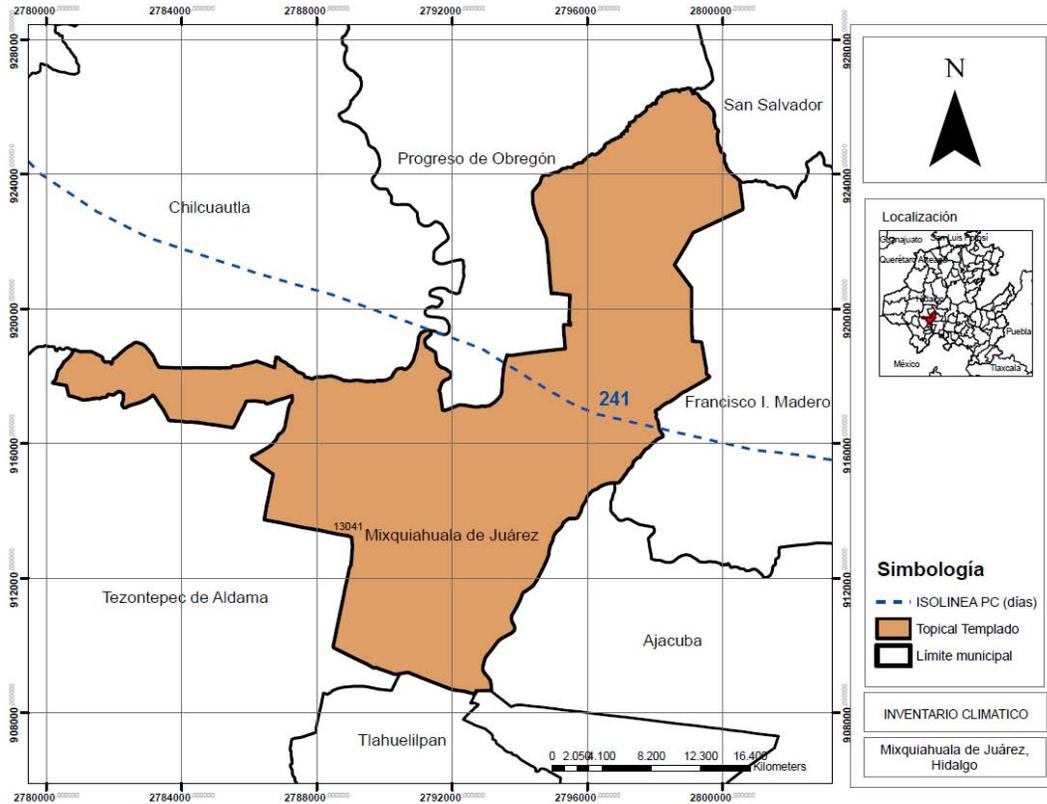
Tabla III. Inventario Climático de Mixquiahuala de Juárez

PERIODO DE CRECIMIENTO (días)	DIVISIÓN CLIMÁTICA	SUPERFICIE MUNICIPAL
241	Tropical Templado	11,800 Has



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Mapa IV. Inventario Climático



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

### Clasificación Agroclimática

Con el mapa del inventario climático se clasificó a los cultivos con el nivel de inversión de interés (alto o bajo). La metodología aplica las clasificaciones de cultivos básicos de la FAO pero cuando un cultivo no disponga de clasificación, tendrá que generarse siguiendo los lineamientos reportados en la metodología.

Existe un periodo de crecimiento óptimo para la producción de un cultivo; sin embargo el establecer un solo número no sería adecuado si el objetivo es el zonificar. Por esta razón, la FAO consideró conveniente establecer intervalos utilizando criterios económicos referidos al rendimiento máximo.

En general se puede indicar que existen cuatro clases de aptitud: Muy Apta (MA); Apta (A); marginalmente Apta (mA) y No Apta (NA). La clase **MA** involucra rendimientos que varían del 80 al 100% del máximo; la clase A del 40 al 80% la clase **mA** del 20 al 40% y la **NA** menos del 20%. Económicamente, lo anterior significa que **MA** tendrá grandes ganancias; la **A** tendrá ganancias; la **mA** no tiene ganancias pero tampoco pérdidas y la **NA** siempre tendrá pérdidas.

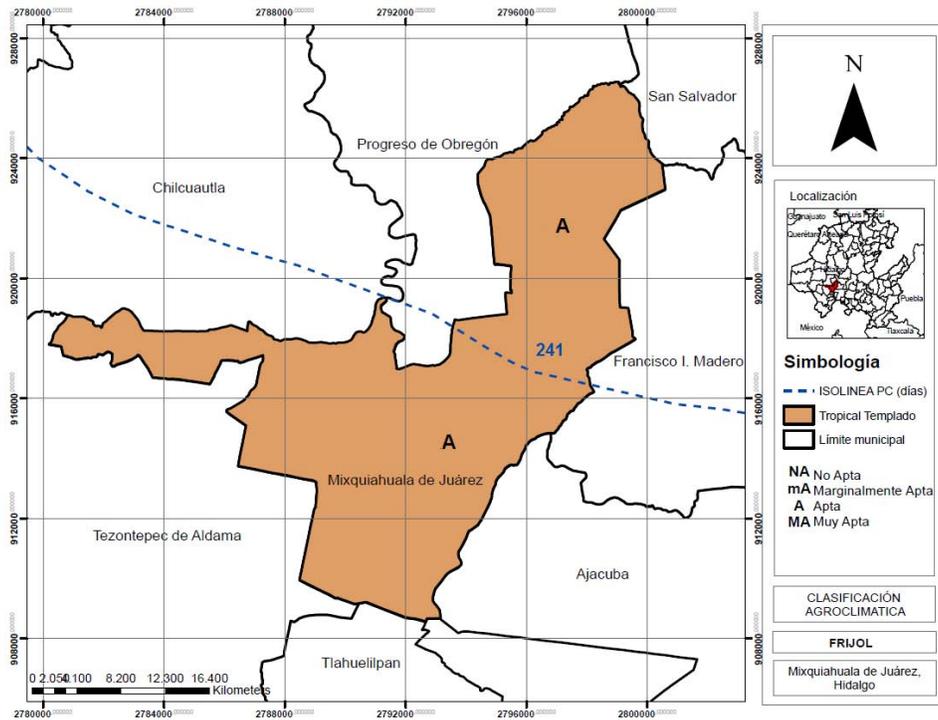
La clasificación agroclimática de los cultivos frijol, maíz y cebada, seleccionados para este estudio se muestra en la tabla B3. Los valores corresponden a la duración del PC, correspondiente a la división climática resultante en el municipio de Mixquiahuala, tomando en cuenta un nivel de inversión alto. Con los valores de la clasificación agroclimática y a partir del mapa de inventario climático se generan los mapas B3 para frijol, B4 para maíz y B5 para cebada, con los límites de las isolíneas de duración de PC.

Tabla IV. Inventario Climático de Mixquiahuala de Juárez

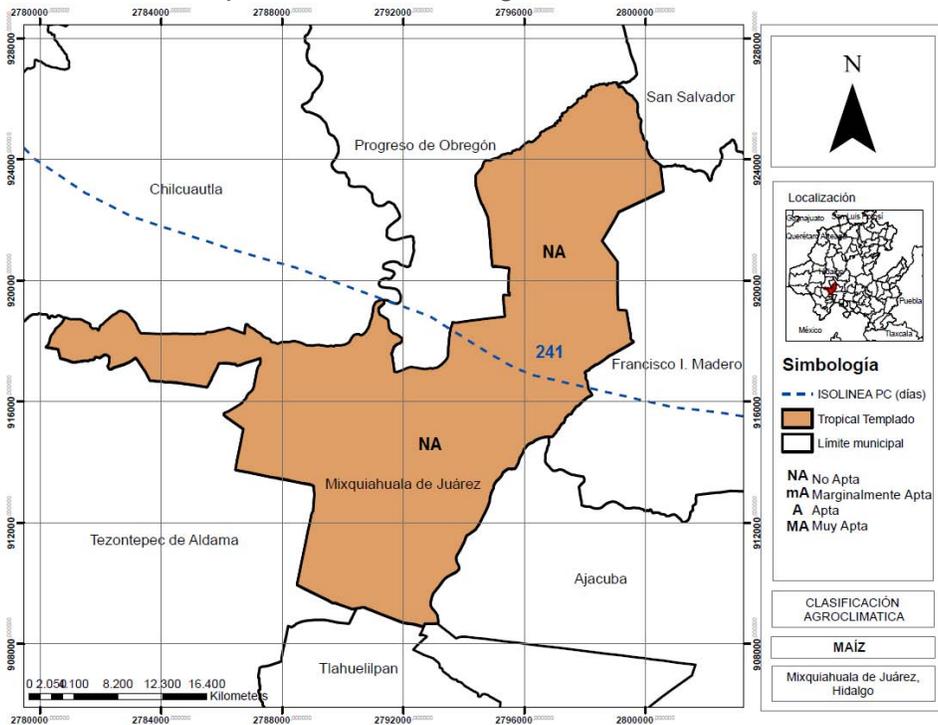
DIVISIÓN CLIMÁTICA	TROPICAL TEMPLADO						
NIVEL DE INVERSIÓN	ALTO						
CULTIVO	CLASE DE APTITUD						
	NA	mA	A	MA	A	mA	NA
Frijol	<120	120-149	150-164	165-209	210-284	>284	
Maíz	<150	150-164	165-209	210-284	285-314	315-365	
Cebada	<85	85-104	105-149	150-209	210-269		

*Elaboración propia con base en clasificación agroclimática de cultivos.*

Mapa V. Clasificación agroclimática de Frijol

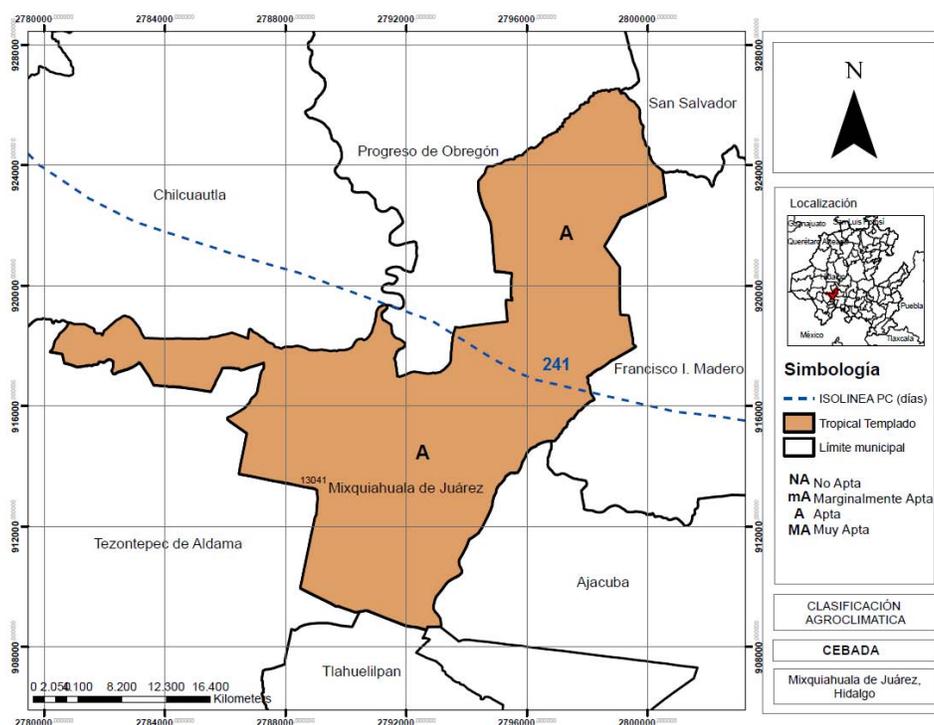


Mapa VI. Clasificación agroclimática de Maíz



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Mapa VII. Clasificación agroclimática de Cebada

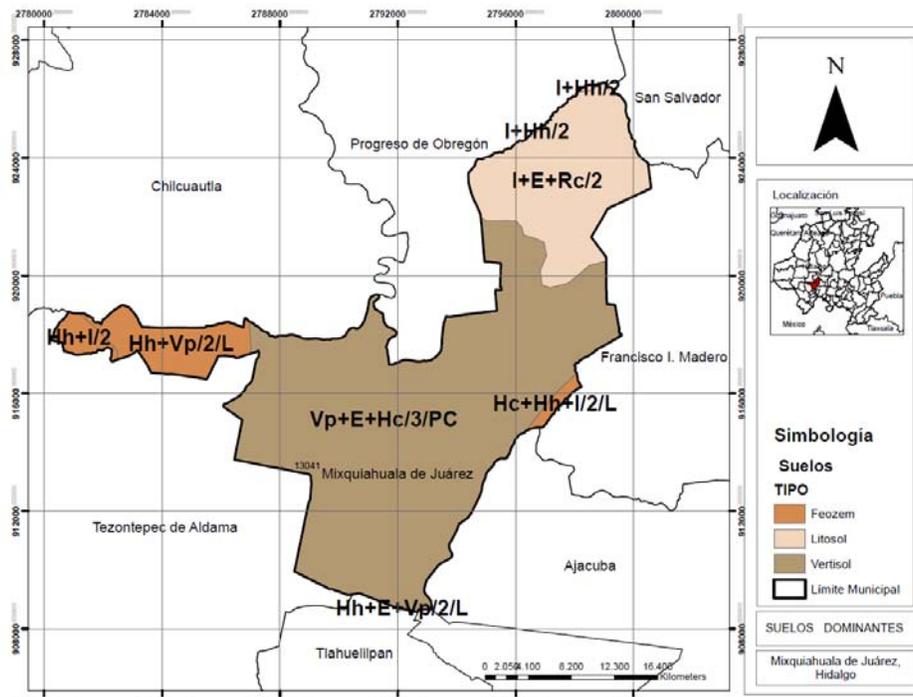


Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

## B | *Inventario Edáfico*

La segunda gran etapa del método consiste en la evaluación del recurso basado en las unidades de fases, texturas y pendientes del sistema FAO/UNESCO. Las tres primeras integran a las Cartas Edafológicas publicadas por INEGI. Se recomienda realizar un mapa por separado de cada una de ellas. En la metodología simplificada, se considera solo las unidades dominantes, es decir, el primer símbolo que aparece en una asociación como el representativo de toda el área delimitada. Por ejemplo, si en la carta aparece una delimitación con el símbolo Tm+Th, se considera toda el área como Tm únicamente. El método enfatiza que esto introduce un error pero que a la fecha no es superable. A esta transformación de la carta de INEGI se le denomina e como mapa de Suelos Dominantes en el mapa VIII.

Mapa VIII. Unidades de suelos dominantes



Elaboración propia

## Clasificación de Suelos

De acuerdo a la metodología, cada unidad de suelos está calificada de acuerdo al cultivo y el nivel de inversión. Las calificaciones pueden ser S1, S2 y N.

Una calificación **S1** significa que la unidad de suelos no tiene limitaciones para el desarrollo del cultivo por lo que la clasificación agroclimática se conserva. Una calificación **S2** se interpreta como una unidad con alguna limitación para el cultivo y esto repercute en la clasificación agroclimática, la cual se degrada en una clase; una calificación **N (N1 o N2)** significa que el suelo no es apto para el cultivo; y cualquier clase agroclimática se convierte en **No Apta (NA)**.

En la tabla V se presenta la calificación de las unidades de suelos. Es conveniente mencionar que algunas unidades de suelos son calificadas con dos valores, por

ejemplo S1/S2 o S2/N. En tales casos se adopta el siguiente criterio: Si el técnico que realiza el estudio tiene experiencia puede escoger la calificación más adecuada, en caso contrario se selecciona la calificación más restrictiva, es decir, la del denominador.

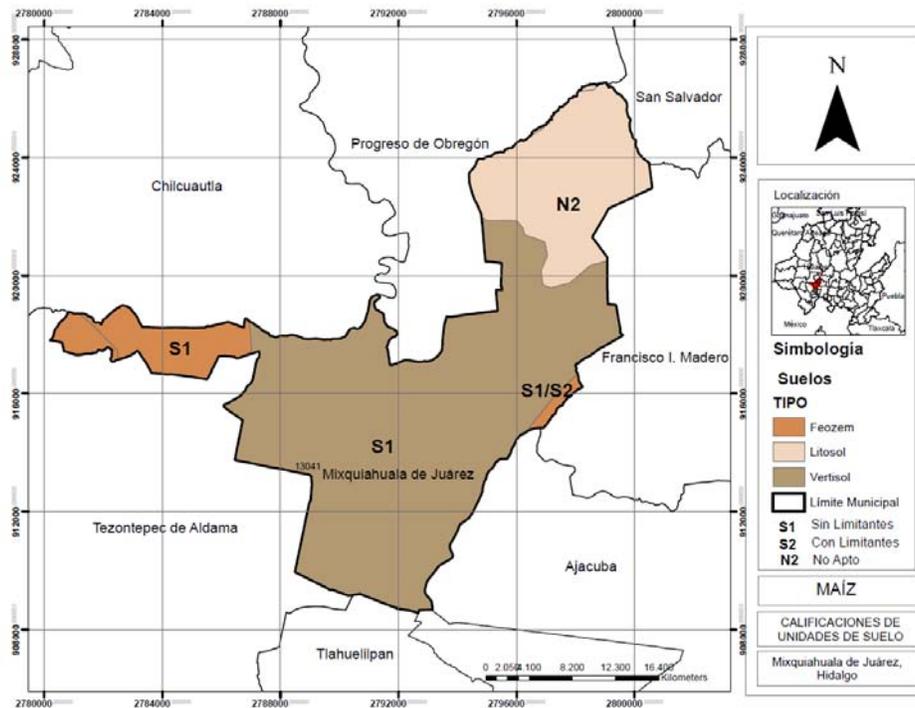
Los mapas IX, X y XI presentan las modificaciones de la clasificación agroclimática que resulta de sobreponer el mapa de clasificación agroclimática con el de las calificaciones de las unidades de suelos.

Tabla V. Clases de pendientes

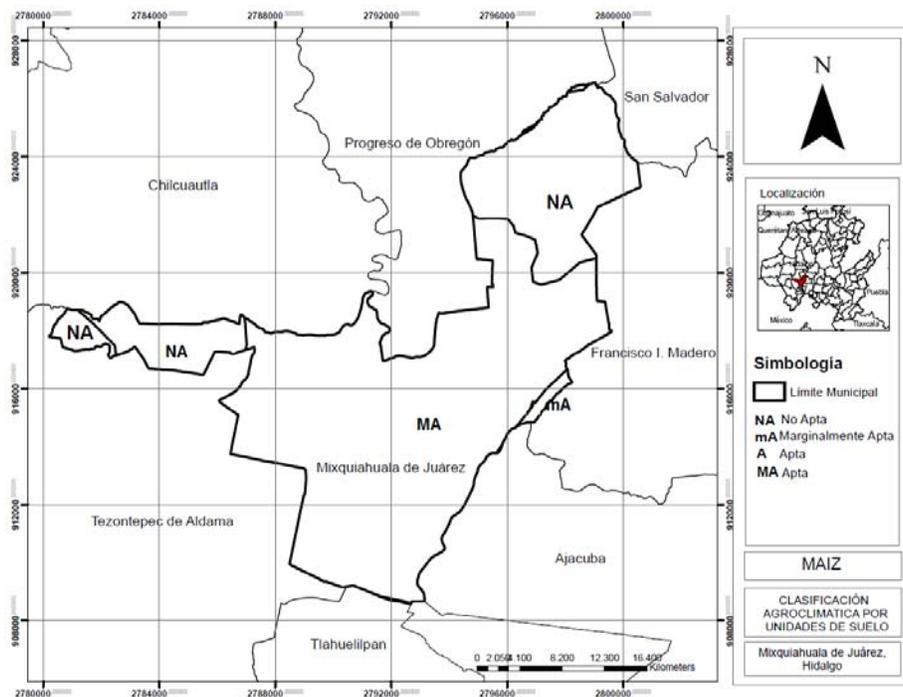
Inversión			Alto		
Cultivo			MAÍZ	FRIJOL	CEBADA
S u e l o	V	Vp	S1	S1/S2	S1
		Vc	S1	S1/S2	S1
	I		N2	N2	N2
	H	Hh	S1	S1	S1
		Hc	S1/S2	S1/S2	S1
		HI	S1	S1	S1
		Hg	S2/N1	S2/N1	S2/N1

Fuente: Colegio de Posgraduados (1990)

Mapa IX. Calificaciones de unidades de suelos para cultivo de maíz

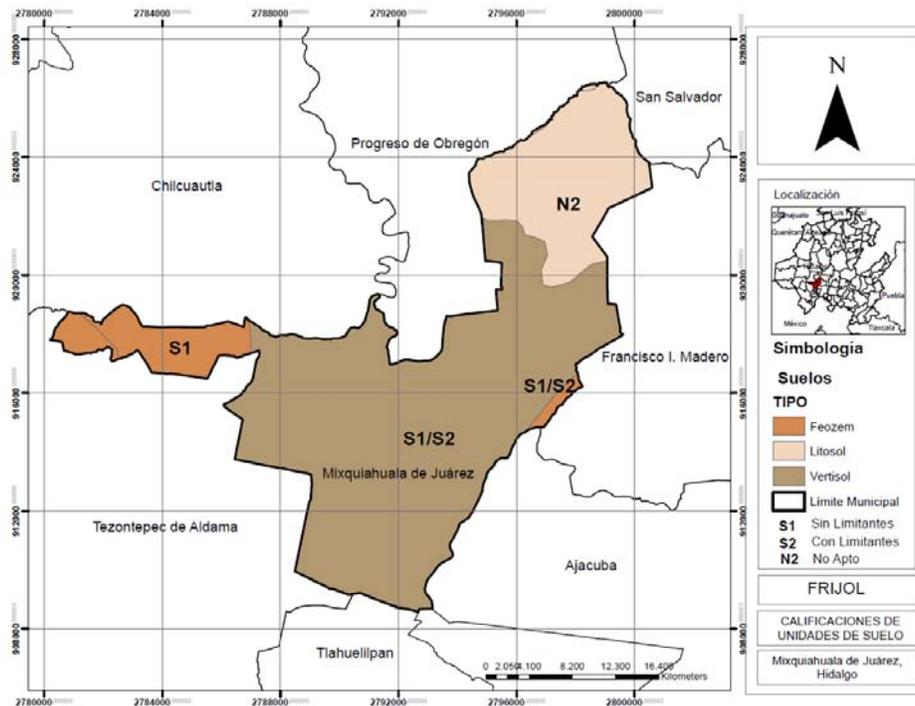


Mapa X. Modificación agroclimática por unidades de suelos para Maíz

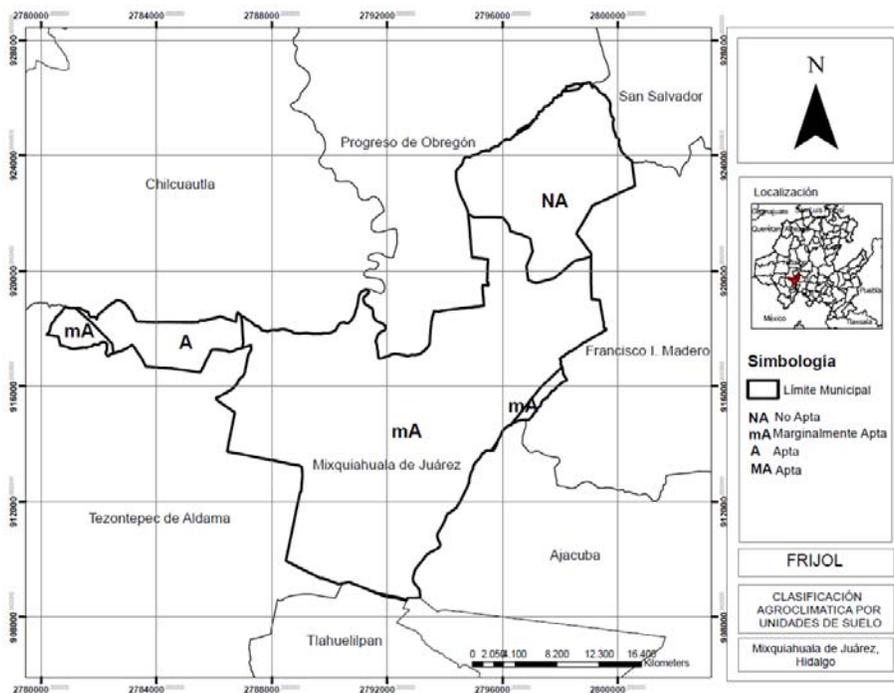


Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Mapa XI. Calificaciones de unidades de suelos para cultivo de frijol

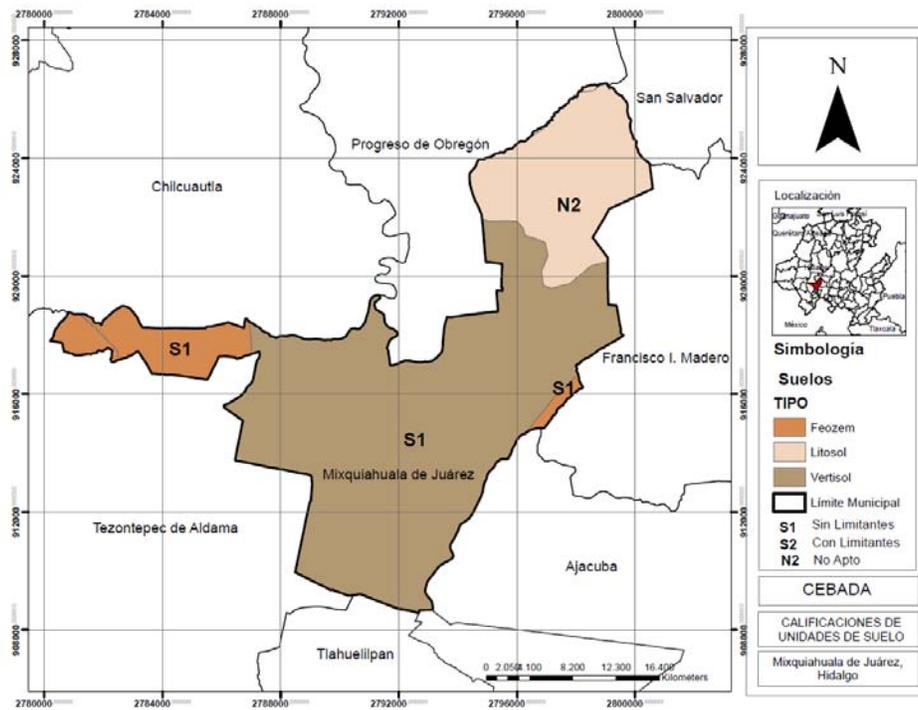


Mapa XII. Modificación agroclimática por unidades de suelos para Frijol

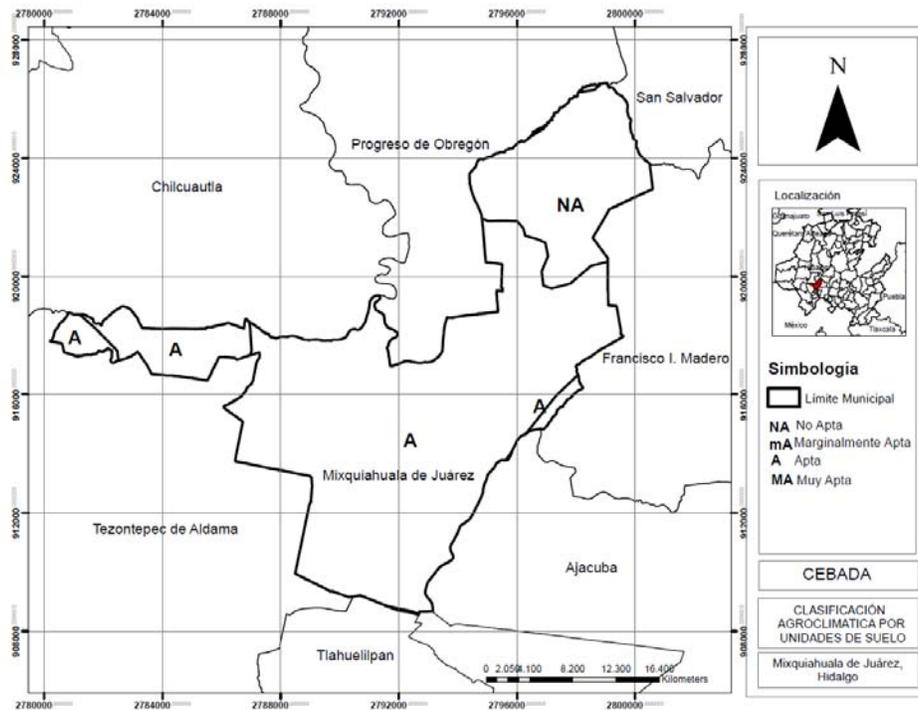


Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Mapa XIII. Calificaciones de unidades de suelos para cultivo de cebada



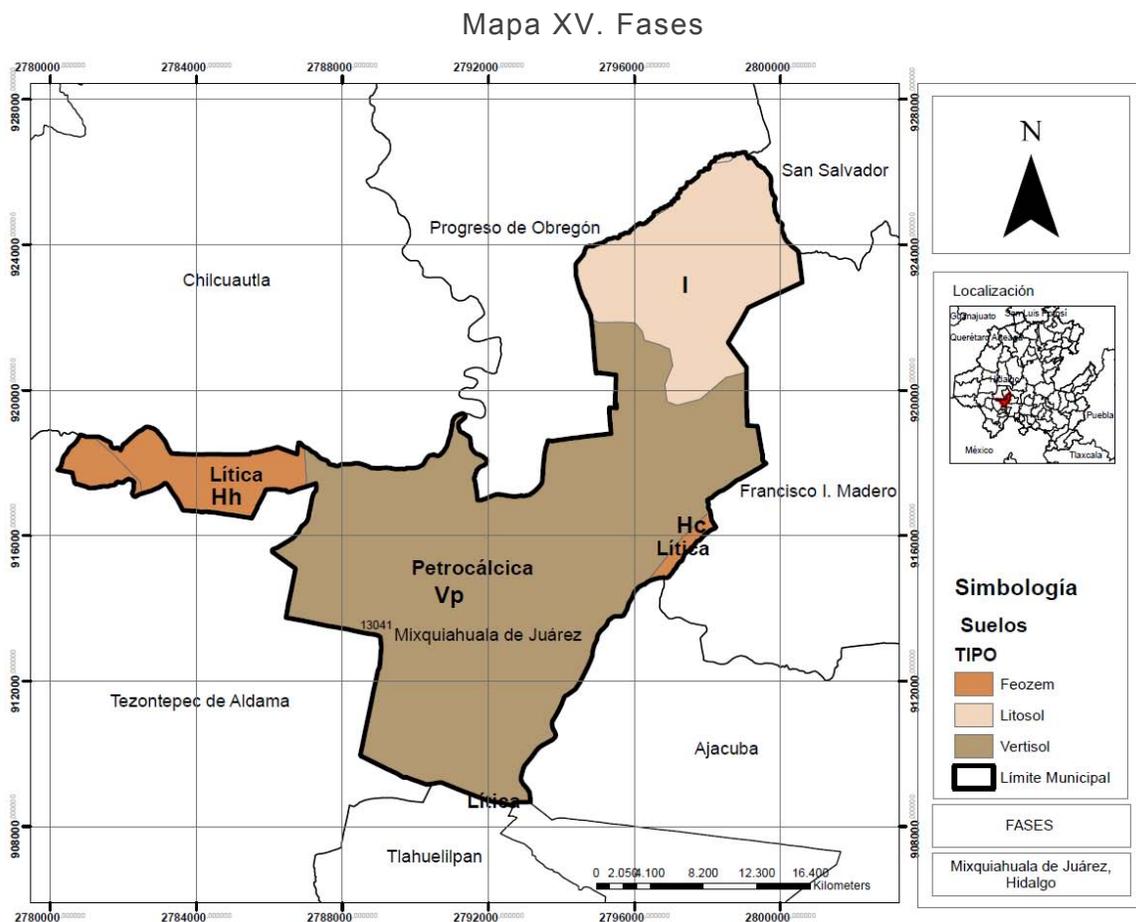
Mapa XIV. Modificación agroclimática por unidades de suelos para Cebada



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

## Fases

En la zona de estudio se identificaron dos tipos de fases Lítica y Petrocálcica. La fase lítica se localizó sobre suelos feozem, se presenta roca continua dura y coherente dentro de una profundidad de 50 c. a partir de la superficie. La fase petrocálcica se localizó sobre vertisoles y se presenta dentro de una profundidad de 100 cm a partir de la superficie (Ver mapa XV).



*Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010*

Las fases se calificaron de acuerdo al cultivo y nivel de inversión, en este caso de estudio se maneja inversión alta (Ver tabla VI). Las calificaciones son 0,-1 y N, pero cuando la fase no presenta limitaciones y la clase agroclimática será degradada una categoría, y N (N1 y N2) cuando la zona es considerada como no apta para la

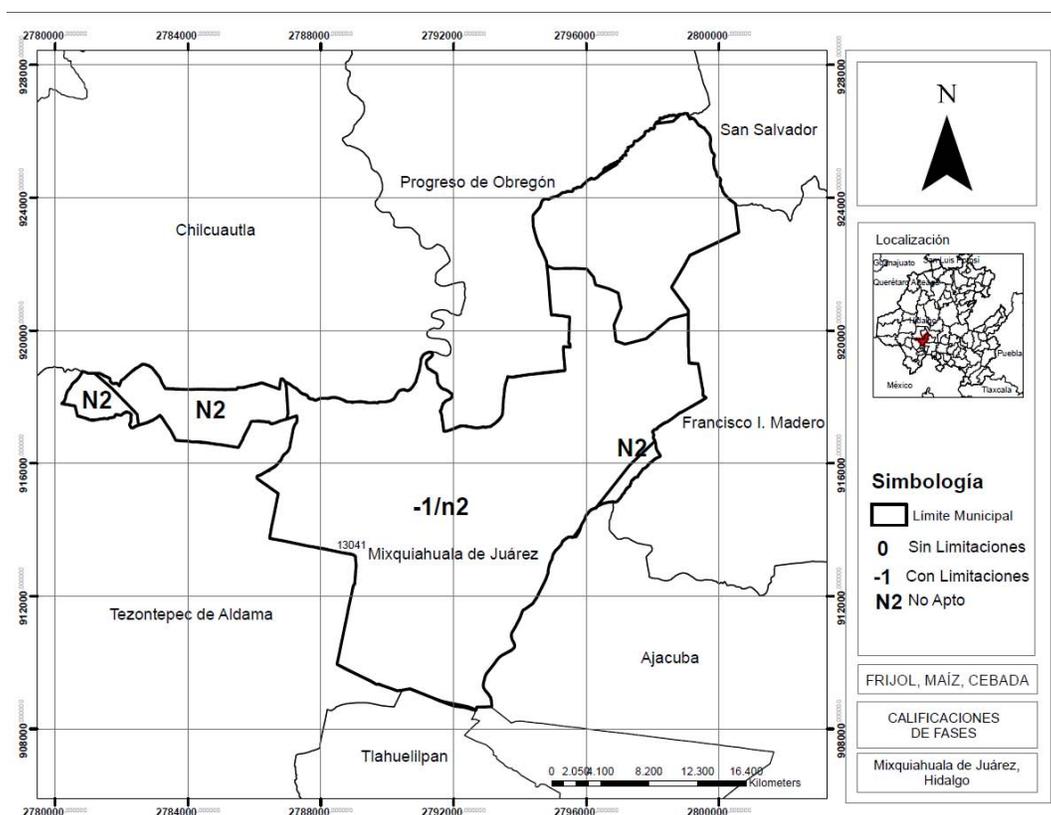
producción del cultivo bajo estudio (ver mapa XVI). También en algunas fases se reportan dos calificaciones; 0/-1 y -1/N, los criterios de aplicación son los mismos que se mencionaron con las unidades de suelos (ver mapas XVII, XVIII y XIX).

Tabla VI. Modificaciones por fase

CULTIVO	F A S E										
	Pedregosa	Lítica	Pétrica	Petrocalcica	Petrogipsica	Petroférica	Freática	Fragipan	Duripan	Salina	Sódica
MAÍZ	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	-1/N1	0/-1
FRIJOL	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
CEBADA	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1

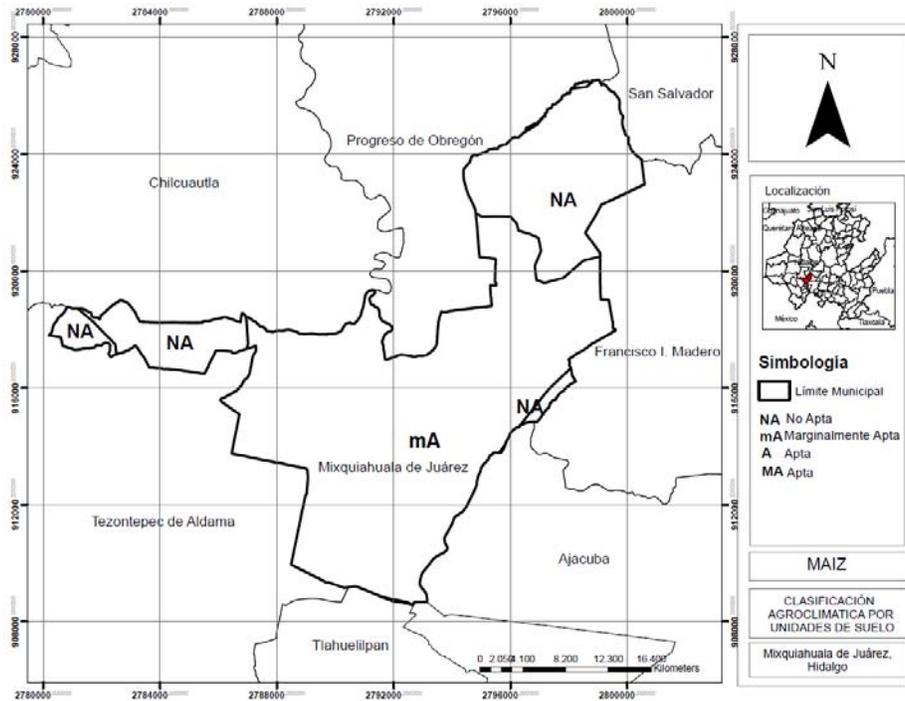
Fuente: Colegio de Posgraduados (1990)

Mapa XVI. Calificaciones de Fases

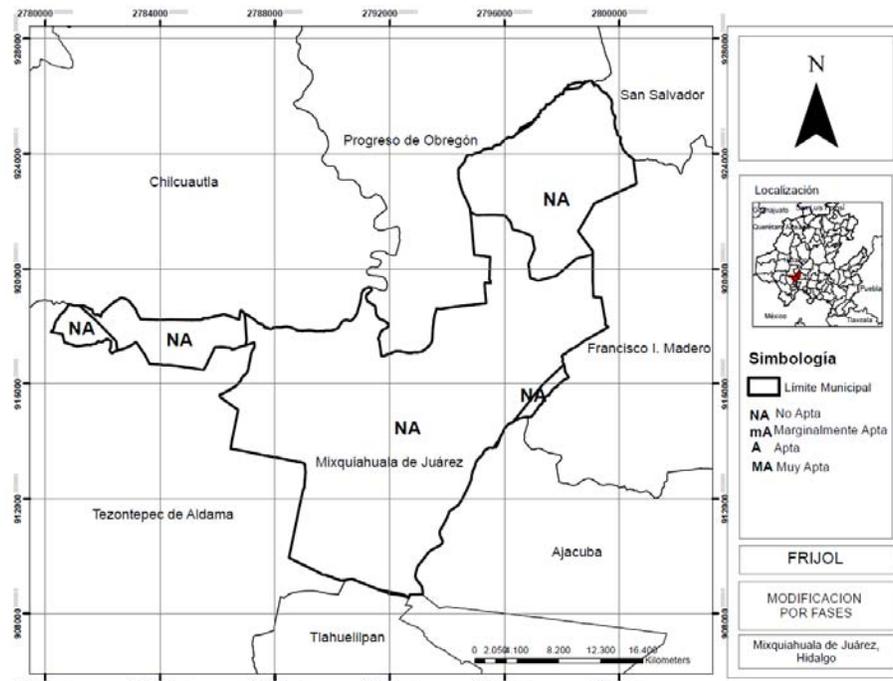


Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Mapa XVII. Modificaciones por fases para cultivo de Maíz

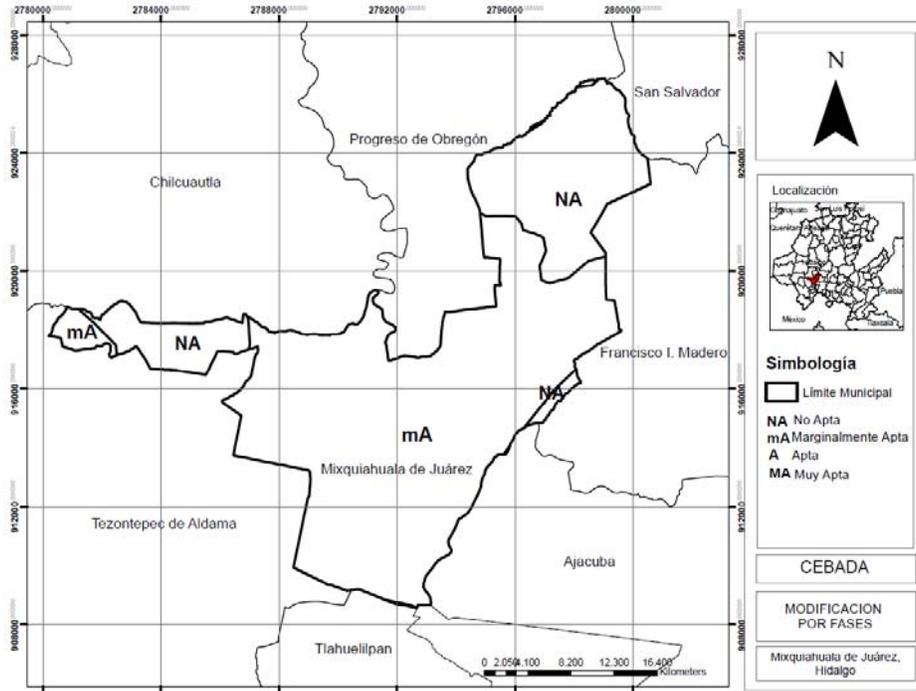


Mapa XVIII. Modificaciones por fases para cultivo de frijol



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Mapa XIX. Modificaciones por fases para cultivo de cebada



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

## Clases Texturales

La clase textural se da para el suelo que predomina en cada asociación de suelos refiere a la textura de los 30 cm superiores del suelo, que son los que tienen importancia para el cultivo y para la retención del agua. En la zona de estudio se reconocen textura media y textura fina. (Ver tabla XVII).

La textura del suelo está codificada en las cartas edafológicas con un número; 1 para texturas gruesas; 2 medias, y 3; finas. La regla para la modificación por textura es: las clases 2 y 3 se consideran como S1 y la clase 1 como S2. Lo anterior significa que cuando se presentan texturas gruesas la clasificación agroclimática se degrada en una clase. En la zona de estudio no se presentan texturas gruesas, por lo que se consideran las mismas calificaciones modificadas por fases.

## Modificaciones por pendiente

Las pendientes óptimas y marginales para los cultivos estudiados se presentan en la tabla 12. Las pendientes óptimas permanecen sin cambio y marginales degradarían en una clase a la clasificación agroclimática.

Para esta etapa se puede utilizar el mapa fisiográfico de INEGI, considerando como pendientes tipo a de 0-8% a las topoformas Valle, Planicie, Meseta y Llanura y pendientes tipo b de 8-30% a los lomeríos y pendientes tipo c mayores de 30% para sierras, montañas y cañones. (Ver mapa XX).

Tabla VII. Pendientes óptimas y marginales por cultivos y nivel de inversión

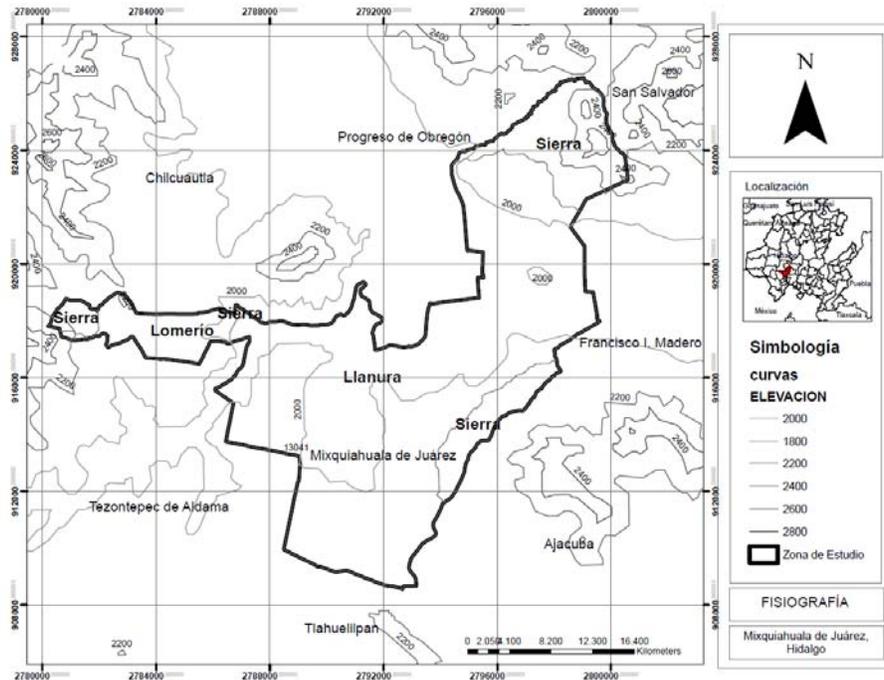
CULTIVO	PENDIENTES (%)	
	INVERSIÓN ALTA	
	OPTIMA	MARGINAL
MAÍZ	0-8	8-16
FRIJOL	0-8	8-16
CEBADA	0-8	8-16

*Fuente: Colegio de Posgraduados (1990)*

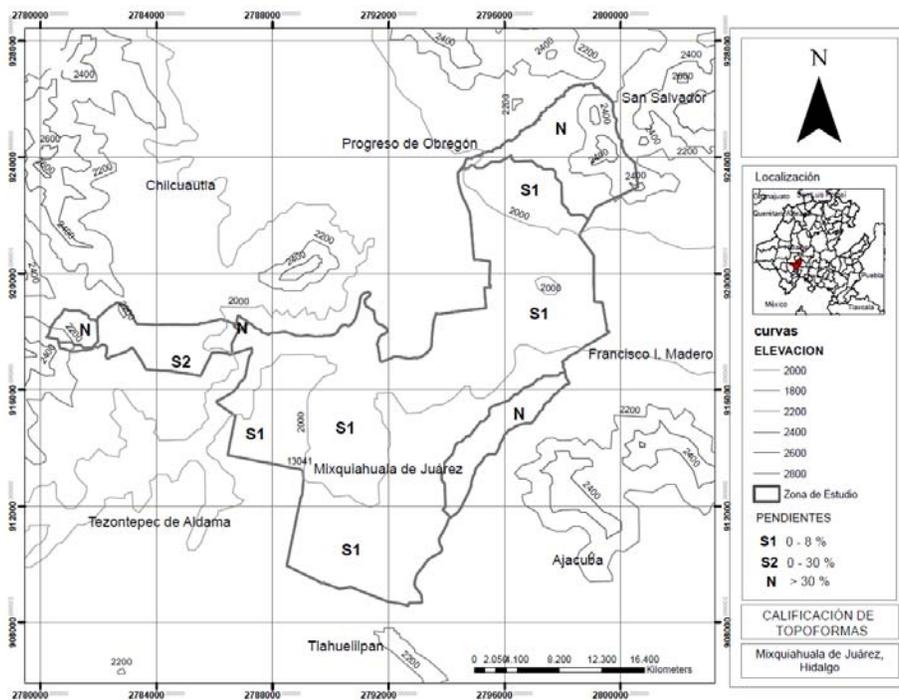
En la zona de estudio, de acuerdo a su fisiografía se encontraron lomerío de basalto, sierra volcánica de laderas escarpadas, llanuras aluviales de piso rocoso o cementado. Mixquiahuala tiene pendientes de 0 a 2 % por lo que se considera óptimo para cualquier cultivo de inversión alta e inversión baja.

Cada clase de pendiente se califica de la siguiente forma: a como S1; b como s2 y c como N, la cual se considera como no apta por el alto riesgo de erosión (ver mapa 20). Con las mismas características que las mencionadas para las unidades de suelos. Una consideración final es que se puede alterar el orden del análisis, después de la clasificación agroclimática (ver mapas 21, 22, 23).

Mapa XX. Fisiografía

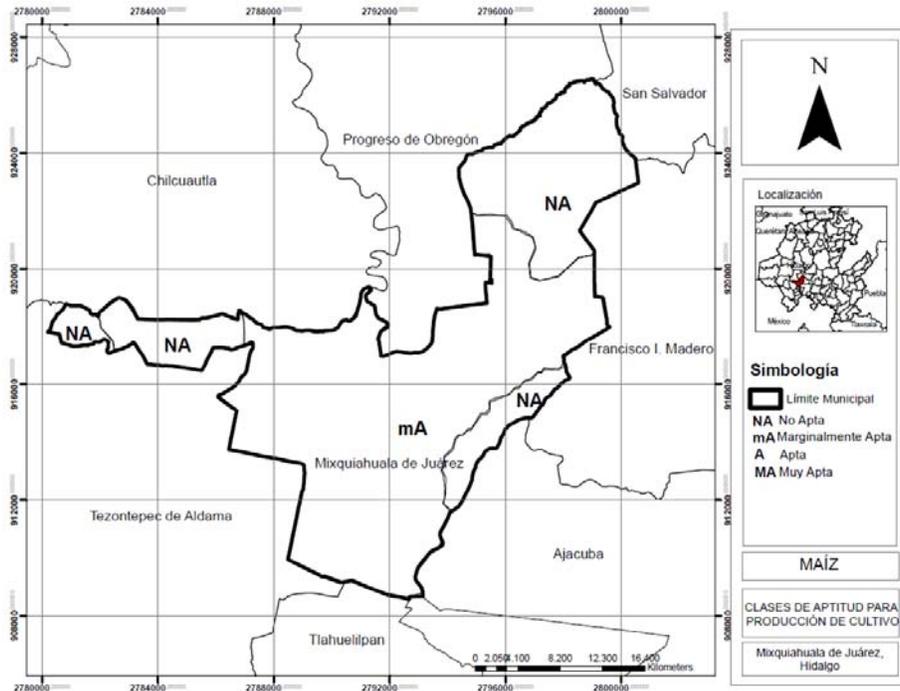


Mapa XXI. Calificación de topografías

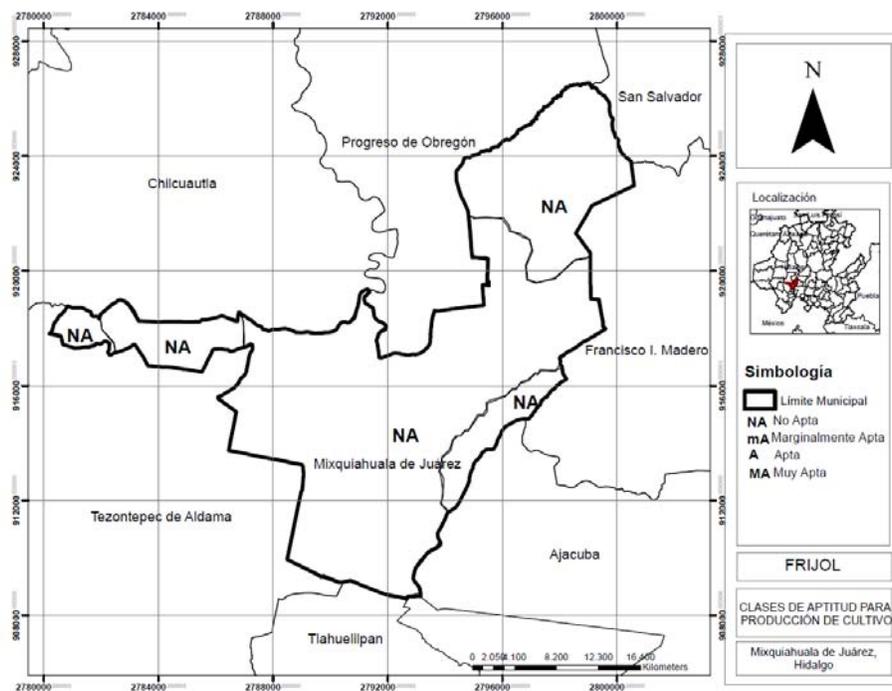


Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Mapa XXII. Clases de aptitud para la producción de Maíz

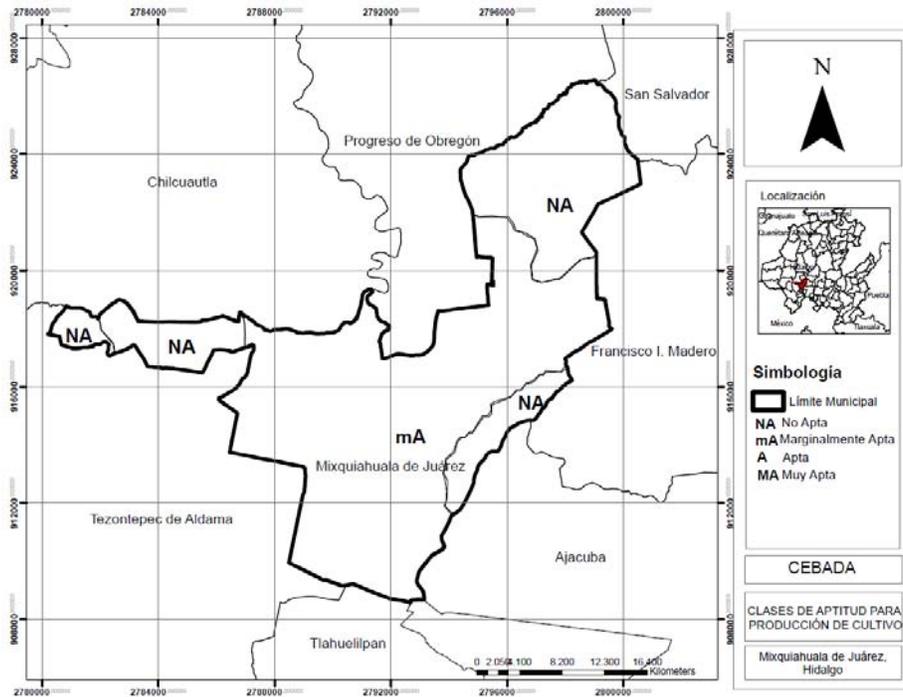


Mapa XXIII. Clases de aptitud para la producción de Frijol



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

Mapa XXIV. Clases de aptitud para la producción de Cebada



Elaboración propia con base en INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2010

## Resultados

La clase de aptitud para los cultivos de maíz y frijol resultaron no ser aptos, a diferencia de la cebada que tiene casi 75.71 has marginalmente aptas para este cultivo. En la tabla VIII se muestran los resultados de los criterios utilizados para la interpretación de la zonificación agroecológica de cultivos.

Tabla VIII. Resumen Clases de aptitud de cultivos

MUNICIPIO: MIXQUIAHUALA		NIVEL DE INVERSIÓN ALTO				SUPERFICIE TOTAL (ha)
DIVISIÓN CLIMÁTICA	CULTIVO	CLASE DE APTITUD				
		MA	A	mA	NA	
TROPICAL TEMPLADO	MAÍZ	0	0	75.71	38.36	114.07
	FRIJOL	0	0	0	114.07	
	CEBADA	0	0	75.71	38.36	

## Estimación de Rendimientos

Dado que en la interpretación de los resultados es también importante generar una estimación de la producción potencial que podría alcanzarse, en la tabla IX se reportan los datos generados por la FAO, 1981 y por Sánchez, et al (1988) para los cultivos bajo estudio (ver tabla 15).

Tabla IX. Rendimientos estimados (ton/ha) por clase de aptitud agroecológica

CULTIVO	DIVISIÓN CLIMÁTICA	NIVEL DE INVERSIÓN	CLASE DE APTITUD			
			MA	A	mA	NA
MAÍZ	TROPICAL TEMPLADO	Alto	7.1-5.7	5.7-2.8	2.8-1.4	1.4-0.0
FRIJOL	TROPICAL TEMPLADO	Alto	3.1-2.5	2.5-1.2	1.2-0.6	0.6-0.0
CEBADA	TROPICAL TEMPLADO	Alto	3.7-2.7	2.7-1.8	1.8-0.9	0.9-0.0

Fuente: Colegio de Posgraduados (1990)

Tabla X. Producción agrícola 2015

Cultivo	Tipo /	Ciclo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR *	Valor Produccion
	Variedad	Productivo	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
Maíz grano	blanco	Primavera-Verano	4,113	4,113	43,186.50	10.5	3,388.97	146,357.75
Frijol	peruano	Primavera-Verano	274	267.5	521.63	1.95	9,853.99	5,140.14
Frijol	flor de mayo	Primavera-Verano	113	113	226	2	9,773.30	2,208.77
Frijol	otros claros	Primavera-Verano	64	64	128	2	9,694.76	1,240.93
Cebada forrajera en verde	-	Todo el año	221	221	9,799.95	44.34	134.33	1,316.44
<b>Totales</b>			<b>4,785.00</b>	<b>4,778.50</b>	<b>53,862.08</b>	<b>60.79</b>	<b>32,845.35</b>	<b>156,264.03</b>

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2015

## **Conclusiones**

La interpretación de los resultados de este análisis indican que bajo condiciones de temporal la aptitud para la producción de maíz y cebada es marginalmente apta en 75 ha localizadas en la zona centro del municipio, mientras que en el resto del territorio no es apto. En el caso del frijol se identificó que no es apto en ninguna zona del territorio. Por otra parte, las cifras de producción agrícola del 2015 del Municipio superan los rendimientos estimados por la FAO (ton/ha). Esto demuestra que la agricultura de riego está potencializando el rendimiento de producción para los cultivos de maíz, frijol y cebada. Por lo tanto, es factible reproducir el mismo análisis para estimar rendimientos de otros cultivos y comparar zonas de aptitud.

Para el desarrollo agrario es de utilidad identificar la aptitud agroecológica del suelo, ya que se puede tener un mejor aprovechamiento de la tierra en zonas potenciales y planificación de la inversión de cultivos para su producción durante el año, tanto para agricultura de temporal como de riego.