



**Universidad Autónoma del Estado de México**

**Facultad de Planeación Urbana y Regional**



Licenciatura en Ciencias Ambientales

Adopción de la tecnología agrícola del CIMMYT, en los sistemas de cultivo de maíz de la localidad de San Sebastián, Metepec, México.

## **TESIS**

Que para obtener el título de

**Licenciada en Ciencias Ambientales**

**PRESENTA:**

Violeta García Guadarrama

**Directora de tesis:**

Dra. En Geog. María Estela Orozco Hernández

CONACYT-SEMARNAT 107956

Toluca de Lerdo Estado de México, Julio, 2021

Contenido	
Lista de cuadros .....	IV
Lista de gráficos .....	VII
Lista de figuras .....	X
Introducción.....	2
1.1. . Diseño de investigación .....	5
12 Objetivo general .....	18
13 Objetivos específicos .....	18
2. Metodología de la investigación.....	18
2.1. Planteamiento del problema .....	17
2.2. Pregunta de investigación.....	18
<b>III. MARCO TEORICO DE REFERENCIA</b>	
3.1. Enseñanzas de la primera revolución verde en México .....	18
3.2. Casos de Estudio.....	18
3.3. Enfoques de investigación .....	19
<b>IV. METODOLOGIA</b>	
4.1 Red de investigación e innovación, centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT) .....	20
4.2 El Grupo Consultivo para Investigacion Agrícola Internacional .....	21
4.3. Programas.....	26
4.3.1. Políticas, Instituciones y Mercados (PIM).....	27
4.3.2. Agricultura para la Nutrición y la Salud.....	28
4.3.3. HarvestPlus .....	28

4.3.4. Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria.....	29
4.3.5. CCAFS insignias .....	29
4.3.6. CCAFS insignias .....	29
4.3.7. Genovate.....	29
4.3.8. CIMMYT Globalizado .....	30
4.3.9. Buena Milpa .....	32
4.3.10. Consorcio Internacional de Mejoramiento de Maíz para América Latina...	32
4.3.11. MasAgro Diversidad .....	34
4.3.12. MasAgro Maíz .....	35
<b>V. RESULTADOS</b>	
5.2. Caracterización de Metepec y localidad de San Sebastián.....	40
5.1. Exploración del contexto .....	50
5.3. Aproximación a la vocación y aptitud agrícola en San Sebastián, Metepec...	40
5.4. Campo Experimental CIMMY Toluca .....	58
5.5. Análisis de encuesta realizada a productores de maíz en la localidad de San Sebastián .....	60
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	72
<b>VII. BIBLIOGRAFIA CITADA</b> .....	75
<b>ANEXOS</b> .....	77

## LISTA DE CUADROS

CUADRO NO.1 Centros de investigación CGIAR .....	22
CUADRO NO.2 Organizaciones y países contribuyentes del CGIAR.....	24
CUADRO NO.3 Centros Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) .....	31
CUADRO NO.4 Organismos e instituciones donantes de recursos al CIMMYT .....	31
CUADRO NO.5 Población total por localidad en Metepec, Estado de México.....	40
CUADRO NO.6 Condiciones geológicas.....	42
CUADRO NO.7 Parámetros climáticos promedio de Enero-Junio.....	44
CUADRO NO.8 Parámetros climáticos promedio de Julio-Diciembre.....	44
CUADRO NO.9 Tipo de Localidades y población total .....	46
CUADRO NO.10 Características de la población municipal y en San Sebastián .....	47
CUADRO NO.11 Muestra aleatoria en 30 productores .....	68

## LISTA DE GRÁFICOS

GRAFICO NO.1 Terrenos manejan en total por productor .....	60
GRAFICO NO.2 Tipo de adquisición del dominio de tierras .....	62
GRAFICO NO.3 Tipo de adquisición de dominio de las tierras de los productores.....	62
GRAFICO NO.4 Rango de edades de los productores encuestados .....	65
GRAFICO NO.5 Tiempo que llevan radicando los productores en San Sebastián .....	66
GRAFICO NO.6 Variedad de cultivos .....	66
GRAFICO NO.7 Cultivos con mayor factibilidad.....	67

GRAFICO NO.8 Instrumentos de cultivo de los productores de la localidad.....	67
GRAFICO NO.9 Cosechas destinadas al autoconsumo.....	68
GRAFICO NO.10 Número de productores masculinos y femeninos en la mesa ejidal, San Sebastián.....	69
GRAFICO NO.11 Ocupación de los productores, clasificado en sectores.....	70
GRAFICO NO.12 Muestra aleatoria a productores acerca del porque no usan semillas del CIMMYT .....	71
GRAFICO NO.13 Sugerencias de productores de la localidad para el CIMMYT .....	71

#### LISTA DE FIGURAS

FIGURA NO.1 Distribución de los Centros del CGIAR .....	22
FIGURA NO.2 Distribución de contribuyentes del CGIAR .....	24
FIGURA NO.3 Distribución del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).....	30
FIGURA NO.4 Localización del municipio de Metepec.....	39
FIGURA NO.5 Vocación de suelo en Metepec.....	51
FIGURA NO. 6 Unidades edafológicas .....	52
FIGURA NO. 7 Uso de suelo y Vegetación .....	54
FIGURA NO. 8 y 9 Situación del área en la que se localiza San Sebastián, 2003-2017 ...	57

#### LISTA DE MAPAS

MAPA NO.1 Topografía .....	41
MAPA NO. Geológico .....	42
MAPA NO. Edafológico.....	43

MAPA NO. Distribución de áreas y uso urbano.....46

## Resumen

El CIMMYT trabaja en diversos países para obtener un producto de la investigación que realiza en distintas partes del mundo por medio de la transferencia de las innovaciones tecnológicas agrícolas que generan. Por medio de la investigación el CIMMYT genera semillas mejoradas de maíz y trigo más productivas, resistentes a plagas, enfermedades, tolerantes al cambio climático, así como las tecnologías de agricultura de conservación y precisión que son bienes públicos, de carácter universal, libre de regalías, con la finalidad de lograr una alta productividad agrícola en México.

La pregunta de investigación plantea ¿Por qué las innovaciones agrícolas de la estación experimental del CIMMYT, no han sido adoptadas por los productores de maíz en San Sebastián, Metepec? En este trabajo se analiza la transferencia de innovaciones agrícolas del CIMMYT en los sistemas de cultivo de maíz, en San Sebastián Metepec, Estado de México. Por medio de la identificación de los programas, objetivos y metas desarrollados por el campo experimental CIMMYT en San Sebastián Metepec; la descripción de los sistemas de cultivo de maíz en la localidad en estudio y la caracterización del proceso de cultivo de maíz a través de la recopilación de datos obtenidos de observación directa, entrevistas aplicadas a los productores y personal del centro experimental.

El diagnóstico se realizó mediante procedimientos analíticos y cualitativos para determinar el papel que desempeña el campo experimental del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en la adopción de la tecnología agrícola en los sistemas de cultivo de maíz en la comunidad de San Sebastián, Metepec, Estado de México. Los resultados dan cuenta de la organización y uso de la tecnología en los sistemas de cultivo de maíz, los factores vinculación y comunicación que condicionan la respuesta social para adoptar o no las innovaciones tecnológicas y alternativas generadas por el centro experimental.

## Abstract

CIMMYT works in different countries to obtain a product of the research carried out in different parts of the world through the adaptation of the agricultural technological innovations that they generate. These are implemented in corn and wheat farming systems. Through research, CIMMYT generates improved seeds of corn and wheat

that are more productive, resistant to pests, diseases, and tolerant to climate change, as well as conservation and precision agriculture technologies that the centre generates are public goods of a universal nature. free of royalties, to achieve high agricultural productivity in Mexico.

The research question asks why the agricultural innovations of the CIMMYT experiment station have not been adopted by the corn producers in San Sebastián, Metepec? This paper analyses the transfer of agricultural innovations from CIMMYT in maize cultivation systems in San Sebastián Metepec, State of Mexico. Through the identification of the programs, objectives and goals developed by the CIMMYT experimental field in San Sebastián Metepec; the description of the cultivation systems maize cultivation systems in the locality under study and the characterization of the maize cultivation process through the collection of data obtained from direct observation, interviews applied to the producers and personnel of the experimental centre.

The diagnosis was made through analytical and qualitative procedures to determine the role played by the experimental field of the International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT), in the adoption of agricultural technology in maize cultivation systems in the community of San Sebastián, Metepec, State of Mexico. The results show the organization and use of technology in maize cultivation systems, the linkage and communication factors that condition the social response to adopt or not the technological and alternative innovations generated by the experimental centre.

## Introducción

La investigación mediante procedimientos analíticos y cualitativos analiza el papel que desempeña el campo experimental del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en la adopción de la tecnología agrícola en los sistemas de cultivo de maíz en la comunidad de San Sebastián, Metepec, Estado de México.

Los resultados exponen la organización y uso de la tecnología en los sistemas de cultivo de maíz, los factores que condicionan la respuesta social para adoptar las innovaciones tecnológicas, alternativas de vinculación que fortalezcan la relación entre el centro de investigación y los productores locales.

El objeto del estudio es la adopción de la tecnología agrícola generada por el centro experimental en los sistemas de cultivo de maíz en la zona de estudio. Los factores que influyen en la adopción de la tecnología agrícola comprenden los medios de difusión, el nivel de información y conocimiento que se trasmite a los productores, dificultad para comprender la información tecnológica y convencimiento para aplicarla, las tecnologías no responden a las condiciones agroecológicas y necesidades socioeconómicas locales, falta de capacitación y de asistencia técnica, el rendimiento no compensa los costos de la gestión agrícola.

Aguilar y Ortiz (2004: 114) exponen que el fin de la transferencia de tecnología es llevar lo que se genera en los centros de investigación hacia los productores o usuarios finales, con el objetivo de que éstos adopten lo que se les transfiere.

La adopción de la tecnología se define como la apropiación y aplicación por parte del productor, la adopción está compuesta por dos etapas: la *apropiación y la aplicación*, la primera comprende la *recepción, comprensión e incorporación de la tecnología*.

La recepción es cuando el destinatario de la información tiene conocimiento de ésta; la comprensión de la información es cuando el destinatario entiende el significado de lo que se le ha dado a conocer y la incorporación es cuando el destinatario decide hacer suya la tecnología.

La segunda etapa relativa a la aplicación de la tecnología está determinada por el tiempo y la amplitud de esta. El tiempo de aplicación es el momento en que el productor se ha apropiado de la tecnología y decide aplicarla, pudiendo ser en forma inmediata o posterior a otros productores. La amplitud de aplicación es cuando el productor aplica parte o toda la información que se ha apropiado.

La investigación se integra por cuatro capítulos, en el primero se expone el marco de referencia relativo a las enseñanzas de la Revolución Verde, los componentes de la propuesta de un modelo agrícola innovador y la perspectiva en México. El diseño de investigación: justificación, planteamiento del problema, objetivos, y la metodología.

En el segundo capítulo se describe la red investigación e innovación del CIMMYT, la red está conformada por investigadores distribuidos en centros localizados en áreas geográficamente distintas, estos interactúan para realizar investigación. La asociación y las relaciones se basan en objetivos y metas comunes para generar, difundir y utilizar conocimientos y tecnologías.

En el tercer capítulo se caracterizan las condiciones territoriales del municipio de Metepec y de la localidad de San Sebastián, así también algunas particularidades y funciones del Campo experimental CIMMYT- Toluca ubicado en la localidad en estudio.

En el capítulo cuarto relativo al sistema de cultivo de maíz y la adopción de tecnología agrícola se desarrolla con la información obtenida de la observación de campo y la aplicación de entrevistas semiestructuradas a los productores de maíz y a personal del centro experimental. Se identifican las fases del proceso de cultivo de maíz, el análisis de los resultados, las conclusiones, las propuestas de vinculación y la bibliografía consultada.

### **Diseño de investigación**

La investigación tiene un diseño cualitativo y exploratorio el cual se fortalece con visitas de campo en la zona en estudio, posteriormente lo observado y la revisión de literatura permitieron definir la justificación, planteamiento del problema, pregunta de investigación, objetivos y la metodología.

# CAPÍTULO 1

## MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se expone el marco de referencia relativo a las enseñanzas de la Revolución Verde, y la perspectiva en México. El diseño de investigación: justificación, planteamiento del problema, objetivos y la metodología.

### **1.1 Antecedentes**

#### **1.1.1 La revolución verde y nuevo modelo agrícola**

Cuando se habla de la Revolución verde se entiende que es el término que se le designó al aumento de productividad agrícola y de alimentos en las décadas de los 60 y 80 naciendo en Estados Unidos para que posteriormente se expandiera como un nuevo sistema de producción agrícola internacional, donde principalmente se consideraron semillas de diferentes variedades de trigo, maíz y arroz, donde se pretendía hacerlas más resilientes a inclemencias del tiempo y por supuesto también a las plagas, dando muy buenos resultados en los rendimientos a través de la introducción de altos niveles de agroquímicos y tecnologías de riego de acuerdo con la FAO 1996.

En el periodo de la revolución verde se carecía de conocimientos técnicos en los productores, representaron un retroceso en la adopción y adaptación de sistemas novedosos agrícolas que prometían alta productividad. Aunque se reconoce que la revolución verde es un importante logro tecnológico, y sus consecuencias han sido duraderas. Los profundos e imprevistos efectos que las tecnologías tuvieron en muchas comunidades campesinas. Como en cada contexto la revolución verde represento que como cualquier proyecto de avance tecnológico que las ventajas muchas veces eran insuficientes ante los inconvenientes que se presentaba en la realidad y que constantemente las nuevas sociedades globales les exigían una renovación en cuanto a los avances tecnológicos.

Entre los logros sobresale la multiplicación por dos de los rendimientos del arroz, trigo y maíz entre los años sesenta y noventa. Los éxitos en Asia, África y también

en América, se asociaban con aspectos sociales y económicos que resultaban favorables para instituciones que apoyaban este mercado activo.

Cabe destacar que la revolución verde a tenido a lo largo de la historia sus méritos reconocidos un ejemplo de ellos ha sido que se evitara una gran crisis alimentaria en Asia debido a la alta demanda de semillas por su crecimiento poblacional, mencionando también que ayudo a impulsar un crecimiento económico principalmente en China y otras partes de Asia. Es importante mencionar que los consumidores han sido los principales en beneficiarse esto se explica a que en los últimos 30 años los precios de los alimentos han disminuido considerable y constantemente, debido a que los costes de producción y de mano de obra han reducido a consecuencia de la implementación de tecnologías que han ayudado a incrementar el rendimiento en las semillas mejoradas, y en los implementos que se utilizan con estas.

Se interpreta también que las innovaciones tecnológicas han incrementado los ingresos rurales. En una realidad más certera los productores que en esos momentos se encontraban con un poder adquisitivo importante son los que trascendieron con estas prácticas ya que los conocimientos técnicos y prácticos hicieron la diferencia en el volumen de sus insumos obtenidos.

Dentro de estas nuevas adaptaciones tecnológicas agrícolas se identificaron deficiencias en los métodos anteriores de cultivo donde se analizaba que la implementación de monocultivos que era genéticamente análogos tendrían mayor probabilidad de amenaza a los ataques masivos de plagas, enfermedades foliares y de otros tipos, principalmente, y para evitar estos peligros se resaltaba que el uso de altos niveles de agronómicos era la solución ante estos, aunque esto generaría otros inconvenientes de índole ambiental.

Pero a pesar de esto el del valor del trigo y maíz se ha depreciado considerablemente en el mercado global. Dejando así esta actividad cada vez menos factible por los costes de producción y se opta por direccionar su camino productivo a insumos que les genere menor inversión y de esta manera se puedan

ofrecer alimentos más baratos y se satisfaga necesidades de alimentos prioritariamente en países en desarrollo.

Las enseñanzas que llevan por contexto las innovaciones tecnológicas agrícolas, son el fundamento del desarrollo científico y tecnológico en la agricultura sigue siendo la inseguridad alimentaria de un amplio sector de la población mundial y nacional en los países en desarrollo.

Se apunta que los nuevos retos de los avances e iniciativas deberán ser principalmente fomentar la calidad de vida a través de mejorar las condiciones para un incremento importante en la producción de semillas y de esta forma promover una seguridad alimentaria en un contexto nacional manteniendo siempre la importancia de la preservación y conservación de los recursos naturales así como; prever los efectos de la tecnología agrícola en el medio ambiente y la salud humana, y lograr que los productores se beneficien de los aumentos de la producción.

Aunque se tendría que considerar también que la agricultura migratoria ha sido otro de los inconvenientes que África y América Latina se enfrentan, la explicación reside en que el incremento que se ha tenido en la productividad agrícola ha consistido en la expansión de superficies a cultivar comúnmente en tierras de la periferia o marginales donde no se tiene un potencial alto para mejorar el rendimiento de la producción

Habría que mencionar que el modelo agrícola no considera explícitamente el bajo nivel de formación e información de los productores, lo que ocasiona que no se analicen apropiadamente las amenazas ambientales y sanitarias provocadas por los altos niveles de concentraciones por agroquímicos empleados en los cultivos.

Entre los factores al modelo agrícola innovador se identifican los siguientes:

Que todo servicio público deba asumir que sus funciones propiciarán las condiciones que impulsarán a las agroindustrias, instituciones, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales a crear sistemas que sean capaces de

divulgar los avances e innovaciones tradicionales. La apertura a la alta variedad de tecnologías que será adquirida de manera equitativa entre los productores ya sean hombres y mujeres donde formularán y deberán aplicar las estrategias de investigación e innovación que promuevan el alto rendimiento de los servicios en países que se encuentran en desarrollo.

Hasta el momento se reconoce que hay un rendimiento bastante alto para la generación de material genético productivo y reproductivo para cultivos y también animales, gracias a los centros internacionales de investigación agraria y centros de investigación avanzada de los países en desarrollo y desarrollados.

Importantes inversiones que los sectores público y privado están realizando en los países en desarrollo, en particular en ingeniería fitogenética.

Los progresos de la tecnología agrícola, se debe considerar importante patentar todas las diversidades existentes que están asequibles a los productores que son susceptibles a las escases o inseguridad alimentaria.

Se sabe que existen instrumentos que permiten poner estratégicamente a prueba y en acción las nuevas fases que surgen dentro de la revolución verde, con la misión de mejorar la comunicación con los productores y agricultores, estas particulares también renuevan las políticas y sistemas de conexión.

Estas actividades están dirigidas en trabajar con el hambre cero y la pobreza. Cabe mencionar que también fomentarán que los campesinos que son de bajos recursos puedan encaminar que sus actividades realizadas en el sector agrícolas tomen en cuenta medidas que pudieran ayudar a la conservación del agua y suelo, por medio de incentivos que se puedan orientar a planes ambientales.

En congruencia con la perspectiva tecnológica se plantea la importancia de los métodos de lucha integrada hacia las plagas, males foliares y hierbas que son invasoras a los cultivos. Permitiendo asegurar la extensa variabilidad y su ciclo natural a organismos de carácter patógeno y plagas minimizando la probabilidad

que estos organismos formen cierta resistencia a las medidas que se llevan a cabo para su combate.

Se considera que existen otras formas que maximizan las posibilidades de combate, la más experimentada y usada y lograr una mejor y mayor variación genética. Dentro del análisis y la investigación se ha observado que el desarrollo de los sistemas de cultivo en una verdadera gestión que se es integral, debe tener un especial control y manejo al combate de plagas y asimismo a una integración adecuada de nutrientes.

Dentro de los avances y las problemáticas observadas cabe resaltar que las sequías, las enfermedades foliares, hierbas invasoras y plagas, se han propuesto a tratar con incorporación de nuevas variedades que prometen la resistencia a estos males y ponerse a disposición de agricultores.

Se han realizado múltiples investigaciones, análisis y estrategias encaminadas a la conservación de suelos principalmente en las actividades agrícolas, estas nuevas tácticas ofrecen la posibilidad de que el aprovechamiento de suelos en uso agrícolas sea sostenible y son especialmente dirigidas a zonas marginales, algunas de esas tácticas son de bajo costo como el cultivo en terrazas y también son sencillas en su aplicación para productores y agricultores.

Las investigaciones sobre la conservación de los suelos han ofrecido nuevas posibilidades de aprovechamiento sostenible de la tierra –también en zonas marginales–, entre las que cabría citar las técnicas de cultivo en terrazas de bajo costo y de fácil aplicación para los agricultores, el uso de lindes vegetativos y las técnicas agroforestales, contribuirán directamente a la conservación del suelo otorgándole humedad, materia orgánica, entre otros beneficios. Considerando también como otra práctica y hábito continuo el uso de herbicidas no perjudiciales al ambiente. Estas técnicas propuestas como alternativas requerirán una aplicación baja de mano de obra por lo que se considera como asequible para los agricultores que especialmente consideran actualmente la agricultura como una actividad ya insostenible por los modos actuales de producción.

Las buenas prácticas de cultivo son elemento fundamental del manejo de la tecnología agrícola. Ha sido imperativo mejorar la comprensión y el análisis de suelos y también de plantas que han permitido generar mejores condiciones para la adquisición de nutrientes, y a su vez promueve la disminución de la necesidad de aplicar fertilizantes de manera masiva.

Actualmente se han explorado nuevas alternativas genéticas que traen consigo una alta productividad siendo planeados incluso para situaciones donde los insumos son escasos, por el momento solo se ha focalizado en semillas de arroz, trigo y maíz. Esta alternativas y variedades traen consigo la capacidad de tolerar medios salinos, suelos con pH ácidos y también que se pueda maximizar el aprovechamiento de los nutrientes de una manera eficiente, especialmente en los casos donde los nutrientes están fuertemente retenidos en el suelo.

Cabe aclarar que la probabilidad de éxito en estos avances y proyectos tecnológicos aumenta cuando se aplican en zonas fértiles y aunque están diseñadas también para problemáticas específicas, se focalizan y doblan esfuerzos en cuanto se trata de áreas mejor dotadas y en zonas donde la escasez de alimentos es real y esta mayormente manifestada. Es importante considerar que la actividad de producción alimentaria como tal, que está siendo destinada al mercado trae consigo efectos positivos a la economía.

Actualmente también es considera una problemática importante la ordenación de recursos hídricos que hasta el momento ha permanecido como latente y puesta en pendiente, especialmente en zonas de clima tropical y subtropical. En estos casos particulares se explica que la evapotranspiración es muy elevada, la calidad de agua no es la ideal y falta de conocimiento entre productores en cuestiones de riego.

Dada la situación actual se han previsto mejoras en la producción en zonas marginales, han sido mejoras pequeñas pero significativas. Se toma en cuenta que las zonas menos beneficiadas, a manera de evitar conflictos sociales o de bien político se deben plantear estrategias para brindar los beneficios de manera sistemática y controlada.

Contemplando el alto aumento en la demanda de los mercados urbanos que están en expansión y considerando que se pretende que la población otorgue cada vez más importancia a productos agrícolas de gran consumo. Se ha analizado también que la expansión económica no ha generado la suficiente importancia a ingresos para productores agrícolas.

Los esfuerzos se han duplicado para enriquecer la labor de dar seguimiento a organismos de investigación de nuestro país con la finalidad de generar sistemas de agricultura verde o sostenibles, desde una concepción ambiental, siempre teniendo el objetivo de potencializar la productividad y aumentar la probabilidad de éxito para la seguridad alimentaria. Se considerará importante también los nuevos programas dirigidos a la investigación que ayude a implementar métodos que permitan la participación y contemplen la extensión.

Los efectos de la producción en las explotaciones agrícolas han tenido un incremento considerable en los últimos años, por lo que se ha requerido que se promueva la cooperación con organizaciones internacionales que analicen las posibles consecuencias a los efectos de explotación agrícola.

Algunos métodos aún requieren de mejorar ciertos aspectos particulares para perfeccionar su funcionalidad, asimismo tener un consenso con las partes interesadas tomando como referencia países que envían y los que reciben, con la finalidad de tener políticas nacionales de desarrollo que promuevan la seguridad alimentaria.

En los últimos años la presión ha sido el elevado crecimiento poblacional que provoca que la urgencia de la seguridad alimentaria sea cada vez más precaria, y como objetivo especial se tiene la colaboración con y para los agricultores de países que se encuentran en desarrollo buscando la igualdad de recursos, no considerando que existan diferencias de productividad donde la de los agricultores es mucho menor a la de bases experimentales.

### **1.1.2 Enseñanzas de la revolución verde en México**

En el contexto de América Latina y el Caribe la agricultura familiar presenta gran heterogeneidad entre países y al interior de cada país, sin embargo, posee las siguientes características principales: insuficiente dotación de recursos para la producción, a saber, tierra, capital, tecnología, la mano de obra que es relativamente más abundante. Condiciones agroecológicas muy heterogéneas entre regiones y países y considerable diferenciación socioeconómica entre unidades familiares, escasa vinculación con los mercados o débil articulación con puntos locales de comercialización.

La actividad agropecuaria tiene lugar en explotaciones de pequeña escala, está dirigida mayormente al autoconsumo y al mercado interno, que representa la principal fuente de ingresos de quienes la practican y cuya fuerza de trabajo proviene del núcleo familiar. Las condiciones demandan mayor complejidad para el diseño de estrategias correctas y aplicación de programas acordes con el entorno y realidad en la que se presenta, con el objeto de que la tecnología utilizada, las innovaciones tecnológicas y organizacionales en los sistemas productivos generen dinámicas sinérgicas adaptables al tipo de suelos y los cultivos que garanticen la conservación de los recursos naturales(FORAGRO 2012)

En el contexto de las experiencias de la primera revolución verde y las recomendaciones del nuevo modelo de innovación agrícola. El Sistema Nacional de Innovación Agrícola ha experimentado una serie de reformas durante los últimos veinte años, las reformas fueron impulsadas por la necesidad de una mayor eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios públicos, la reducción de la nómina del gobierno federal en el sector, y la necesidad de un sector más competitivo en el marco de la incorporación al TLCAN. Las reformas provocaron la disolución del sistema de extensión agrícola nacional y pusieron en marcha los medios para estimular la creación de un mercado de extensión privada, que apoyaría la ejecución de los programas gubernamentales en el nivel local.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) fue designado como un centro de Investigación autónomo, la innovación institucional fue la creación de las Fundaciones Produce, instituidas en 1996, constituidas en el nivel estatal y agrupadas en la Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce. Las fundaciones son financiadas a partes iguales, por los gobiernos federal y estatal, están dirigidas en forma privada, son los agentes con mayor influencia para determinar el alcance, la prioridad y el contenido de la agenda del programa nacional de investigación agrícola. Para los propósitos prácticos, cumple la función que se delegó a otros órganos públicos en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Sin embargo, los incentivos para crear un mercado de extensión privada han ocasionado la proliferación de pequeños despachos o personas físicas que ofrecen sus servicios, lo cual, no ha garantizado la calidad del servicio de extensión (Valdez 2011)

En la perspectiva del INIFAP las innovaciones tecnológicas generadas a través de la investigación agrícola, pecuaria y forestal son esenciales para el fortalecimiento de los Sistemas-Producto, para alcanzar mejores niveles de productividad, competitividad y calidad, poniendo especial énfasis en la preservación de los recursos naturales, la generación de tecnología que ayude a los productores a cumplir con sus objetivos y contribuyendo así al desarrollo rural.

Esta visión se desprende en buena medida de las problemáticas de la producción de maíz, las cuales atribuye en orden de importancia a factores tecnológicos, económicos y sociales, lo que da cuenta de la perspectiva económica productivista.

Señala que los factores tecnológicos que limitan la producción de maíz, son: dominancia del uso de variedades criollas bajo potencial productivo, debido a las siguientes características agronómicas: alta susceptibilidad al acame, baja prolificidad, alto porcentaje de plantas estériles, alto índice de amacolla miento y manejo agronómico tradicional; genotipos de bajo contenido de lisina y triptófano de grano blanco, amarillo y de color.

Incluye entre otros aspectos tecnológicos: baja disponibilidad y calidad de semillas mejoradas, bajo nivel de mecanización de la cosecha, baja disponibilidad y productividad de mano de obra, falta de identificación y tipificación de productores usuarios de la tecnología en los principales ambientes de producción, deficiente capacitación técnica, administrativa, comercial y financiera, falta de adopción de técnicas de riego con mayor eficiencia en el uso del agua de riego y captación del agua de lluvia y deficiente asesoría técnica.

Los factores económicos, comprende el bajo precio de maíz en el mercado, altos costos producción, baja productividad de la tierra, descapitalización del campo, incipiente subsidio, financiamiento escaso e inoportuno, insuficiente capacidad de almacenamiento y transporte, baja incorporación de productores primarios en la industrialización para mayor valor agregado de los productos de maíz, desconocimiento para pagar un sobreprecio del maíz especializado (INIFAP 2005)

### **1.1.3 Elementos para comprender la innovación tecnológica agrícola**

La innovación es la aplicación de nuevos conocimientos en los procesos productivos u organizacionales. Tiene lugar cuando ocurre la apropiación social de los conocimientos, ideas, prácticas y tecnologías; es decir, cuando se traduce en un cambio que sea útil y beneficioso en el quehacer productivo u organizacional.

Para que se considere como una innovación, la novedad que se implementa debe ser algo nuevo para ese contexto y no necesariamente para el mundo. Los sistemas de innovación comprenden un espacio de entendimiento amplio que abarca distintos ámbitos como la investigación, la extensión y las demás funciones que promueven o implementan la innovación.

Desde este enfoque los flujos de conocimiento se dan de manera interactiva y holística entre los actores, a diferencia del tradicional modelo lineal. Un sistema de innovación comprende el conjunto de organizaciones, empresas e individuos (públicos y privados) que demandan y ofrecen conocimientos (codificados - tácitos) y competencias técnicas, comerciales y financieras, así como las normas y los

mecanismos por los cuales estos diferentes actores interactúan y se interrelacionan dentro de contextos sociales, políticos, económicos, institucionales, entre otros (ICA 2014)

Más allá de los argumentos sociales de la primera revolución verde y el nuevo modelo agrícola que adiciona la conservación de los recursos naturales. Las innovaciones en el sector agrario, por norma general, llegan a las explotaciones en forma de tecnología.

Los agricultores, una vez conocida su existencia, atraviesan un proceso de adopción basado en una secuencia de decisiones que les permitirán concluir si adoptan o rechazan el empleo de una tecnología para sus explotaciones.

El tiempo requerido por cada individuo para la toma de decisión dependerá, entre otros factores, de la incertidumbre asociada a la innovación, del conocimiento que los potenciales adoptantes van adquiriendo con el tiempo, del origen de la información, de las diferencias intrínsecas de los individuos, etc. Una vez adoptada la tecnología por los agricultores, éstos recibirán los beneficios potenciales que conlleva su adopción, contribuyendo globalmente a la mejora del bienestar social. A nivel agregado, la difusión es un proceso de aceptación de una tecnología por los miembros de un sistema social en el tiempo o proceso por el cual las innovaciones, ya sean nuevos productos, procesos o métodos de gestión, se propagan dentro y a través de un sistema productivo. Igualmente, la adquisición de conocimiento y la reducción de la incertidumbre asociada a la tecnología determinarán la velocidad de propagación de ésta en el espacio y en el tiempo, siendo la difusión de la tecnología un importante determinante del crecimiento económico.

La adopción de una tecnología y su consecuente difusión dependerá de las expectativas que genere sobre los potenciales adoptantes y como ésta puede contribuir al logro de sus objetivos. Así, las diferencias existentes entre individuos en el tiempo dependerán de numerosos factores que afectan tanto a los objetivos como a las expectativas. Por ejemplo, la adopción de modernas tecnologías de riego

que aumenten la eficiencia del uso del agua y reduzcan el empleo de inputs, manteniendo los niveles de producción, es la clave para mejorar la utilización de los recursos hídricos escasos (Provencio 2007)

### 1.3. Justificación

Aunque los pueblos mesoamericanos inventaron la agricultura hace más de siete mil años, México ha hecho grandes esfuerzos por tener y modernizar un solo tipo de agricultura. En 1943, en coordinación con la Fundación Rockefeller se creó la Oficina de Estudios Especiales (OEE), donde se estructuró un sistema de generación y difusión de tecnología agrícola posteriormente conocido como “revolución verde”. Aunque en 1960 se funda el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en gran medida se continuó generando tecnología orientada al uso de insumos industriales, semillas mejoradas y maquinaria.

El contraste de las tecnologías agrícolas tradicionales y las tecnologías derivadas del conocimiento moderno-occidental expone que esta tecnología, se ha adoptado muy poco en las unidades de agricultura familiar campesina tradicional (CERVANTES CRUZ ET AL 2016, 129)

Aunque la generalización de las estadísticas más recientes sobre el sector agropecuario nacional no permite apreciar con claridad la dominancia de las unidades de producción de agricultura campesina, frente a las unidades de producción destinadas al mercado.

Ambas se engloban en la categoría de unidades de producción con agricultura a cielo abierto, estas representan 86% del total. La disponibilidad de agua muestra que 87% de las unidades de producción agrícola cuentan con superficie de temporal y 17.6% tienen riego. La tecnología agrícola resalta tasas de uso entre 60% y 80% de semilla criolla, fertilizantes químicos, herbicidas e insecticidas. Mientras la tasa de uso de semillas mejoradas se encuentra en 30% y la semilla transgénica no figura (INEGI 2014)

El presente trabajo contribuirá con un diagnóstico sobre el papel que desempeña el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en la adopción de la tecnología agrícola en los sistemas de cultivo de maíz en la comunidad de San Sebastián, Metepec, Estado de México. El diagnóstico permitirá conocer las condiciones reales de los cultivos, los factores condicionantes y la respuesta social.

### 1.3.2 Planteamiento del problema

En la comunidad de San Sebastián, Metepec, Estado de México se localiza un campo experimental del CIMMYT. El campo experimental hace pruebas de semillas mejoradas y la cosecha es llevada a lugares donde se vive la pobreza extrema. Este campo experimental es una oportunidad, aunado a la disponibilidad de tierras de uso agrícola y desarrollo de agricultura tradicional y agricultura comercial de maíz.

Aunque el campo facilita la adquisición de las semillas mejoradas de maíz, con el objeto de potencializar el cultivo y reducir la susceptibilidad a las plagas y enfermedades, y en consecuencia tener mejores ganancias. Solamente algunos productores se benefician de la adquisición de semillas híbridas o mejoradas, la mayoría de los productores no tienen información acerca de sus requerimientos y posibles efectos ambientales negativos. Desconocen también las propiedades de las nuevas semillas, lo que indica que la interacción entre el CIMMYT y los productores de maíz no es integral.

La investigación parte del desconocimiento de los mecanismos mediante los cuales se realiza la transferencia y la adopción de las innovaciones agrícolas en los sistemas de producción de maíz en la comunidad en estudio. Destaca la importancia de que los productores locales tengan vinculación informada con el CIMMYT y avancen en el manejo sostenible de los sistemas de cultivo de maíz.

Los productores locales pueden aportar información básica acerca de las necesidades, conocimiento tradicional, buenas prácticas de manejo agrícola, gestión y solución de problemas.

## Pregunta de investigación

¿Por qué la tecnología agrícola de la estación experimental del CIMMYT, no ha sido adoptada en los sistemas de cultivo de maíz en San Sebastián, Metepec?

## Objetivo general

- Analizar los mecanismos de transferencia y adopción de las innovaciones agrícolas del CIMMYT en los sistemas de cultivo de maíz, en San Sebastián Metepec, Estado de México.

## Objetivos específicos

Identificar la red de investigación e innovación del CIMMYT en los ámbitos internacional y continental

Describir los sistemas de cultivo de maíz en San Sebastián Metepec, Estado de México.

Caracterizar los mecanismos de adopción de las innovaciones agrícolas del CIMMYT en los sistemas de cultivo de maíz, en San Sebastián, Metepec.

Identificar propuestas de vinculación y solución de problemas medioambientales y productivos.

## 1.4 Metodología de la investigación

El desarrollo se realizará considerando los objetivos de la investigación. La construcción del marco teórico de referencia y la identificación los programas, objetivos y metas del CIMMYT en los ámbitos internacional y continental. Se realizará mediante la revisión y análisis de información disponible en documentos oficiales, páginas web y literatura académica.

Se utilizará un procedimiento analítico e interpretativo con el objeto de extraer y exponer los fundamentos de la investigación y el contexto de la penetración internacional y continental del CIMMYT.

La descripción de los sistemas de cultivo de maíz y el ciclo de producción en San Sebastián Metepec, Estado de México se realizará mediante la selección de sistemas tipo presentes en el área de estudio y una exploración cualitativa, misma que consiste en observación directa en campo y entrevistas no estructuradas a los responsables de la unidad de producción seleccionada y líderes de opinión.

La caracterización de los mecanismos de transferencia y adopción de las innovaciones agrícolas del CIMMYT en los sistemas de cultivo de maíz, se realizará mediante un cuestionario estructurado que se aplicará a una muestra de productores de maíz y a personal del centro experimental de San Sebastián, Metepec.

Es fundamental conocer las prácticas agrícolas que están llevando a cabo los productores en la comunidad para reducir la degradación de los suelos e incrementar la productividad, dimensionar la percepción que tiene los productores sobre el estado de sus parcelas (causas, consecuencias, prioridades) y el papel que desempeña el centro experimental en estos procesos.

En la investigación tiene un valor importante la bibliografía para respaldar los argumentos establecidos en la presente investigación. La observación y los recorridos de campo son necesarios para reconocer la organización de la base experimental del CIMMYT así como entrevistar a los productores haciendo uso de entrevistas informales, cuestionarios, etc. Donde se destaca aspectos importantes de por qué hasta el momento la mayoría de los productores no consumen semillas del CIMMYT y prefieren poner a prueba semillas híbridas, bajo parcelas demostrativas por parte de ASPROS y resultan ser más conocidas que las semillas producidas por el CIMMYT.

En la primera fase se aplicó una entrevista estructurada a treinta productores de

maíz en las asambleas ejidales. En una segunda fase se aplicaron 14 entrevistas dirigidas, diez a productores y cuatro a personal capacitado de la base experimental el CIMMYT, con la finalidad de indagar específicamente sobre la transferencia y adopción de la tecnología agrícola del centro experimental.

La recolección de datos se realizó de acuerdo a días disponibles concertados con los productores; la información posteriormente fue capturada a fin de interpretar las entrevistas y generar una base de datos con información relevante que diera respuesta a la pregunta de la investigación.

## CAPÍTULO 2

### RED DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN, CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO (CIMMYT)

En este capítulo se expone la red investigación e innovación del CIMMYT, la red está conformada por investigadores distribuidos en centros localizados en áreas geográficamente distintas, estos interactúan para realizar investigación. La asociación y las relaciones se basan en objetivos y metas comunes para generar, difundir y utilizar conocimientos y tecnologías. Utiliza los recursos de la investigación, para generar conocimiento y bienes de capital físico y humano en favor de la agricultura, especialmente elevar la productividad y producción de los alimentos básicos, arroz, maíz y trigo.

#### 2.1 Antecedentes

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), nace de un programa patrocinado por el Gobierno Mexicano y la Fundación Rockefeller para investigación científica en 1940 donde se planteó potencializar la producción agrícola en nuestro país.

Borlaug ha sido un actor importante para el desarrollo de variedades de trigo robustas, tallo corto, resistentes especialmente a la roya y que su productividad era alta debido a que estas variedades producían más grano que una variedad tradicional. Como parte de su ciclo las variedades inicialmente tenían que ser mejoradas, para que después fueran seleccionadas en distintas zonas de México y adaptadas a condiciones climáticas de distinta variedad.

En los años 50 estas variedades mejoradas colaboraron para que México pudiera obtener su autosuficiencia en trigo, y muchas de estas variedades se exportaron principalmente a la India y Pakistán, donde tuvo una gran aportación debido a que estas semillas ayudaron a evitar que la población pereciera una importante hambruna y en muy poco tiempo aumentarían su producción de trigo. Estos hechos

históricos ayudaron a que los países adoptaran de manera general las variedades mejoradas y con ello sus prácticas agronómicas a todo este se le llamo Revolución Verde.

El Dr. Borluag tiene una especial mención en este trabajo de investigación debido a que el con sus contribuciones fue un científico y también líder de investigaciones pioneras acerca del trigo en el CIMMYT, y logrará ser una organización internacional por sus alcances y méritos históricos.

Donadores y asociados

El Grupo Consultivo para investigación Agrícola Internacional

Estos centros de investigación tienen el apoyo de un aproximado de 10,000 investigadores, científicos, personal que apoya y trabaja para lograr la seguridad alimentaria mundial.

La organización del CGIAR encaja con sus estatutos particulares, comienza con una mesa directiva, continua con un director general y de personal. En los centros de CGIAR es donde se conciben los programas de investigación donde ellos son los responsables de tener investigaciones aplicadas, y son normados por políticas y líneas ya establecidas por el Consejo del Consorcio.

En estos centros su responsabilidad es generar y propagar los conocimientos de tecnologías y nuevas políticas respecto al avance agrícola como conducto de sus programas de investigación. En los ya mencionados Programas de investigación se cuenta con un fondo fiduciario donde en el existen múltiples donadores que patrocinan estas investigaciones (Figura 1).

Figura 1. Distribución de los Centros del CGIAR



Fuente: <https://www.cgiar.org/research/research-centers/>

Los centros del CGIAR se distribuyen en catorce países: Estados Unidos; México; Colombia, Perú; Italia; Líbano; Turquía, Mali; Nigeria; Etiopía; India, Sri Lanka; Malaysia, Indonesia y Pilipinas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Centros de investigación CGIAR

País	Ciudad o localidad	País	Ciudad o localidad
1. México	Texcoco – Mexico  International Maize and Wheat Improvement Center	8. Nigeria	Ibadan – Nigeria  International Institute of Tropical Agriculture
2. Estados Unidos	Washington DC – USA  International Food Policy Research Institute	9. Kenya and Ethiopia	Co-hosted by Kenya and Ethiopia

			International Livestock Research Institute
3. Colombia	Palmira – Colombia  International Center for Tropical Agriculture	10. India	Telangana – India  International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
4. Perú	Lima – Peru  International Potato Center	11. Sri Lanka	Colombo - Sri Lanka  International Water Management Institute
5. Italia	Rome, Italy  Bioversity International	12. Malaysia	Penang – Malaysia  WorldFish
6. Líbano	Beirut - Lebanon  International Center for Agricultural Research in the Dry Areas	13. Indonesia	Bogor – Indonesia  Center for International Forestry Research
7. Mali	Bouaké - Côte d'Ivoire  Africa Rice Center	14. Philippines	Laguna - Philippines  International Rice Research Institute.

Fuente: <https://www.cgiar.org/research/research-centers/>

CGIAR tiene una cartera de investigación anual de poco más de US \$ 900 millones con 11,000 empleados trabajando en más de 70 países alrededor del mundo.

El CGIAR proporciona un mecanismo participativo para los gobiernos nacionales, agencias multilaterales de financiamiento y desarrollo y fundaciones privadas líderes para financiar algunas de las investigaciones agrícolas más innovadoras del mundo.

El consorcio lleva a cabo sus actividades con el apoyo de Contribuyentes del Fondo Fiduciario del CGIAR (Figura 2, cuadro 2).

Figura 2. Distribución de contribuyentes del CGIAR



Elaboración propia con <http://mapamundial.co/mapa-de-mundo-pantalla-completa.html>

Cuadro 2. Organizaciones y países contribuyentes del CGIAR

 <p>CAAS.cn</p> <p>Chinese academy of agricultural sciences</p>	 <p>Australian Government Australian Centre for International Agricultural Research</p>
<p>Irish Aid. Ain Roinn Gnóthai Eachtracha agus trádála. Department of Foreign Affairs and Trade. Irlanda</p>	 <p>FEDERAL MINISTRY OF FINANCE</p> <p>Austria</p>

<p>BILL &amp; MELINDA GATES Foundation</p> <p>Estados Unidos.</p> <p>Seattle,</p>	 <p>Belgium partner in development</p> <p>Bélgica</p>
<p>CANADIAN INTERNATIONAL DEVELOPMENT PLATFORM</p>	 <p>Dinamarca</p>
 <p>India</p>	 <p>International Development Research Centre Centre de recherches pour le développement international</p> <p>Canadá</p>
 <p>KOREA INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</p> <p>한국국제협력단</p> <p>Corea</p>	<p>LIFAD. INVESTING IN RURAL PEOPLE. Italia</p>
 <p>صندوق أبوظبي للتنمية ABU DHABI FUND FOR DEVELOPMENT</p> <p>Emiratos Árabes Unidos</p>	 <p>AGENCE FRANÇAISE DE DÉVELOPPEMENT</p> <p>Francia</p>
 <p>Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra</p> <p>Suiza</p>	 <p>Bangladesh</p>
 <p>European Commission</p> <p>Comisión Europea</p>	 <p>Turquía</p>
 <p>المعهد الوطني للبحوث الفزارية NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL RESEARCH Institut National de la Recherche Agronomique</p> <p>Marruecos. África</p>	 <p>Japan International Cooperation Agency</p> <p>Japón</p>
<p>NORAD</p> <p>Noruega</p>	 <p>Government of the Netherlands</p> <p>Holanda</p>
 <p>Suecia</p>	 <p>agriculture, forestry &amp; fisheries Department: Agriculture, Forestry and Fisheries REPUBLIC OF SOUTH AFRICA</p> <p>Sudáfrica</p>

 Estados Unidos	 Estados Unidos. NW Washington, DC
 Luxemburgo	<b>NEW ZEALAND FOREIGN AFFAIRS TRADE. MANATÚ AORERE</b> Nueva Zelanda
 Irán	 Reino Unido
 México	 Finlandia
<b>FCT. Fundación de ciencia y tecnología-Portugal</b>	<b>Department of Agriculture, Tailandia</b>
<b>Farnesina, Italia</b>	

Fuente: <https://www.cgiar.org/research/research-centers/>

## 2.2 Programas de innovación agrícola

Dentro de esta estructura se cuenta con MAÍZ un Programa del CGIAR (CRP) iniciado en 2012, es coordinado por el CIMMYT y el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA). Este proyecto se encarga de maximizar la productividad del maíz para millones de consumidores que se encuentra en situación de hambruna y pobreza, principalmente en Asia y en América Latina.

En estos proyectos como MAÍZ se pretende movilizar recursos mundiales para lograr un impacto en los sistemas de producción agrícola de en África, Asia y

América Latina, con la colaboración de compañías semilleras, instituciones nacionales e internacionales, etc. Todas estas acciones van dirigidas a un factor común, aumentar ingresos y oportunidades a partir de los sistemas de producción de maíz sustentables.

#### Programas y Proyectos emblemáticos

Proyecto MAÍZ tiene instituciones patrocinadoras con la finalidad de identificar una estrategia que solucione las problemáticas que enfrentan los sistemas de producción de maíz, conformado por 6 temas:

FP 1: Previsión, focalización, adopción e impacto.

FP 2: Diversidad y herramientas nuevas para mejorar avances genéticos y eficiencia en mejoramiento.

FP 3: Maíz nutritivo de alto rendimiento y tolerante a factores adversos.

FP 4: Intensificación sustentable de sistemas de producción de maíz.

FP 5: Agregar valor para los productores, industria procesadora y consumidores de maíz.

FP 6: Aumentar y extender su difusión.

#### Políticas, Instituciones y Mercados (PIM)

En este Programa del CGIAR se hace una contribución esencial acerca de como enfrentar los retos y también los fracasos a fin de poder usar las políticas de manera mas eficiente y ayudar a reducir la pobreza, mejorando la situación alimentaria, así también aumentando ingresos en productores pequeños.

Actualmente se tiene pruebas que el incremento agrícola contribuye a reducir la pobreza al doble que la tasa de crecimiento en lugares donde no hay sectores, pero también se debe mencionar que este crecimiento se ha ido rezagando por los

fracasos con políticas, instituciones y mercados, aunque estas grandes problemáticas se les sumarán también el cambio climático y con ello la escasez de recursos e insumos naturales.

## Investigación PIM

FP 1: Innovación tecnológica e intensificación sustentable.

FP 2: Crecimiento agrícola y su transformación a nivel nacional.

FP 3: Cadenas de valor influyente y comercialización eficiente.

FP 4: Mejor protección social para las poblaciones vulnerables

FP 5: Regímenes de derechos de propiedad para la administración de los recursos naturales y los bienes

## Agricultura para la Nutrición y la Salud

La agricultura ha logrado tener avances significativos en las décadas pasadas, pero a pesar de ello los avances que se dirigen hacia mejorar la nutrición y salud en los productores y agricultores de bajos recursos en los países de desarrollo se han venido quedando atrás, y persiste el hambre, la desnutrición, mala salud, etc.

En el Programa Agriculture for Nutrition and Health se ha diseñado para salvar las estrechas brechas del desarrollo agrícola y los beneficios en la salud y la nutrición que no se ha logrado.

## HarvestPlus

En este programa su objetivo principal es reducir el hambre oculta y proporcionar micronutrientes en los alimentos que millones de personas consumen. Utilizando un procedimiento conocido como biofortificación para aumentar el contenido de micronutrientes (hierro, zinc y vitamina A) en productos básicos.

Institución patrocinadora: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Fundación de Bill & Melinda Gates

## Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria

En los últimos años se ha demostrado con múltiples investigaciones que ha habido significativas pérdidas en la productividad agrícola, ocasionadas por el cambio climático y causando la inseguridad alimentaria.

El objetivo que presenta este programa es enfrentar y superar los retos que enfrentan el sector agrícola a un clima cada vez más cambiante, estos retos enfocan ayudar a comunidades vulnerables a tener conocimiento acerca de cómo adaptarse a los cambios climáticos globales, en este sentido la CCAFS implementa un programa innovador con base en investigaciones agrícolas para establecer un contexto de la variabilidad climática y la incertidumbre en torno a las condiciones climáticas en el futuro.

### CCAFS insignias

FP 1: Prácticas agrícolas climáticamente inteligentes.

FP 2: Manejo del riesgo climático.

FP 3: Agricultura con pocas emisiones.

FP 4: Género e inclusión social.

FP 5: Políticas e instituciones.

### GENNOVATE

Es un proyecto que tiene como principal iniciativa un contraste en la investigación internacional donde se estudia las normas de género que influyen en hombres, mujeres y jóvenes en el momento de adaptar y adoptar las innovaciones agrícolas y en el manejo de los recursos naturales. Este proyecto tiene múltiples objetivos,

entre ellos se destaca el fortalecer la capacidad de programas de investigación provenientes de CGIAR para que puedan conocer a los beneficiados y diseñar para ellos especialmente.

### CIMMYT Globalizado

El CIMMYT trabaja con productores y agricultores, facilitándoles las semillas mejoradas o semillas híbridas, con la finalidad de obtener mejor cosecha y aumentar la producción.

Actualmente se puede medir el alcance y nivel de la investigación que realiza el CIMMYT en cuanto innovaciones que mejoran la calidad de vida del mundo en desarrollo y sobre todo asegura un futuro alimentario (Figura 3, cuadro 3).

Figura 3. Distribución del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)



Elaboración propia con <http://mapamundial.co/mapa-de-mundo-pantalla-completa.html>

Cuadro 3. Centros Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

País	Ciudad o localidad	País	Ciudad o localidad
1. México	El Batán, Texcoco	9. Kazakstán	Astana
2. Guatemala	Quetzaltenango	10. Afganistán	Kabul
3. Colombia	Palmira, Valle del Cauca,	11. Pakistan	Islamabad
4. Zimbabue	Mount Pleasant Harare	12. India	New Delhi
5. Kenia	Nairobi	13. Nepal	Lalitpur
6. Etiopía	Addis Ababa	14. Bangladesh	Dhaka
7. Turquía	Ankara	15. China	Beijing
8. Irán	Karaj Alborz		

Fuente: <https://www.cimmyt.org/es/>

Cuadro 4. Organismos e instituciones donantes de recursos al CIMMYT

 Sede Francia	 África	 Australian Centre for International Agricultural Research. Australia	 N/D
---	---	--	--

 Estados Unidos	 Alemania	 Canada	 México
 Suiza	 Reino Unido	 Estados Unidos	

<https://www.cimmyt.org/es/>

Buena Milpa

Preservar los recursos naturales. Formular estrategias de conservación del suelo y el agua para reducir la erosión y mantener el agua del suelo. Entender la diversidad del maíz en el altiplano de Guatemala. Diversificar el sistema teniendo en cuenta los diferentes tipos de fincas en la región. Diseñar una estrategia de inclusión social. Establecer bancos de semilla comunitarios que sean la base de la conservación de la biodiversidad y las actividades de mejoramiento participativo. Fomentar la innovación y reducir la inseguridad alimentaria y la desnutrición. Aumentar la sustentabilidad de los sistemas de producción de maíz en el altiplano. Habilitar a los agricultores y capacitar a actores estratégicos vinculando la investigación con las necesidades de los agricultores y facilitando el intercambio de información.

Las instituciones patrocinadoras, son: el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala y la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional.

Consorcio Internacional de Mejoramiento de Maíz para América Latina

En este proyecto se promueve el desarrollo sustentable de los productores tanto de grano como de semilla de maíz, mejorando híbridos de maíz con tecnologías convencionales y mejorando la semilla de maíz criollo mediante proyectos colaborativos con los agricultores participantes.

Las semillas mejoradas de maíz de IMIC-LATAM son ensayadas en colaboración con el sector de semilla local que, a su vez, comercializa los materiales mejor adaptados a las zonas productoras de México. En 2015, los principales resultados de MasAgro Maíz fueron:

- Se establecieron 16 ensayos que tocaban puntos acerca del mejoramiento a la participación de maíz nativo en 8 localidades de 5 municipios en Oaxaca.
- Actualmente se han comercializado 26 variedades de maíces híbridos bajo la supervisión de MasAgro, con 100 nombres comerciales.

## Objetivos

Desarrollar la tecnología y los materiales genéticos que se necesitan para aumentar la producción promedio de maíz en México de 2.2 a 3.7 toneladas por hectárea en un periodo de 10 años.

Aumentar el uso de semilla de maíz mejorado de alto rendimiento en una superficie de entre 1.5 y 3 millones de hectáreas en México.

Aumentar la producción de maíz de temporal en México entre 5 y 9 millones de toneladas en un periodo de 10 años.

Promover el desarrollo de la industria de semilla de maíz en México.

Fortalecer la seguridad alimentaria en México y en el mundo.

La institución patrocinadora, es la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://masagro.mx/es/>

## Descubriendo la Diversidad Genética de la Semilla

En este proyecto se ha proyectado a 7 años, con un presupuesto general de 70 millones de dólares que han sido reservados para compartir variedades genéticas del maíz y trigo.

Se contempla que hay una colección de semilla de maíz y de trigo más grande del mundo (más de 175,000 variedades) se conserva en una cámara fría con clima controlado en el campus de la sede del CIMMYT. Cada año, el CIMMYT envía varias toneladas de semilla a investigadores de todo el mundo y los investigadores, a su vez, devuelven de 10 a 20 variedades nuevas de maíz y de trigo para que se agreguen a las colecciones del banco. El banco de germoplasma del CIMMYT actúa como una genoteca en la que se catalogan los diferentes tipos de maíz y de trigo que se siembran en el mundo. Durante décadas ha sido un recurso global para los investigadores agrícolas.

El perfil genético del trigo es siete veces más grande que el del genoma humano. Las diferentes variaciones de la semilla de maíz y de trigo — sobre todo de aquellas con características deseables como tolerancia al calor y a la sequía— nunca habían sido totalmente documentadas. Hasta ahora.

El CIMMYT participa en el proyecto Seeds of Discovery destinado a perfilar todo su banco de germoplasma y poner la información genética resultante (descripciones moleculares y fenotípicas) al alcance de mejoradores, agrónomos e investigadores agrícolas de todo el mundo. Los usuarios pueden solicitar la semilla.

Documentar la diversidad genética de todo el banco de germoplasma de maíz y de trigo del CIMMYT; estos cultivos proveen alrededor del 40% de los alimentos para la población del mundo y 25% de las calorías que se consumen en los países en desarrollo

Crear un recurso accesible para los investigadores agrícolas y Fito mejoradores de todo el mundo

Poner el perfil genético del maíz y del trigo al alcance de otros usuarios como bien público, asegurando así que los derechos de propiedad no monopolicen los materiales que contribuirán a futuros avances Fito técnicos.

La institución patrocinadora, es la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://seedsofdiscovery.org/>

Ayudar a México a crear redes eficaces con colaboradores internacionales y convertirse en líder mundial de la investigación agrícola para el desarrollo.

La institución patrocinadora ha sido la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y el Banco Interamericano de Desarrollo.

Componentes del proyecto: MasAgro Diversidad; MasAgro Productor; MasAgro maíz y MasAgro Trigo.

#### MasAgro Diversidad

MasAgro Biodiversidad (Biodiversidad), un componente de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional CIMMYT de proyectos, estudios y caracteriza el maíz y el trigo diversidad genética para su uso en programas de mejoramiento, que se desarrollan variedades de trigo mejoradas e híbridos de maíz a través de tecnologías convencionales. Estos híbridos están mejor adaptados al cambio climático, son más resistentes a plagas y enfermedades y tienen un mayor potencial de rendimiento.

En 2015, los principales resultados de MasAgro Biodiversidad fueron:

- MasAgro Biodiversity comenzó un estudio integral de la diversidad genética del maíz obteniendo, procesando y analizando los conjuntos de datos genotípicos más grandes del mundo.
- Más de 2 billones de datos genotípicos y más de 870.000 datos fenotípicos de ensayos de campo de maíz han sido procesados y respaldados en repositorios con

base de datos clasificados MasAgro Biodiversidad para promoverlo entre la comunidad científica por medio de la página web.

- Se confirmó un alto nivel de resistencia al punto de alquitrán en la variedad autóctona de maíz nativa del estado de Oaxaca en México y Guatemala, que quiere utilizar nuevas líneas de maíz resistentes.

## MasAgro Maíz

MasAgro Maíz, un componente del proyecto de Modernización Sostenible de la Agricultura Tradicional del CIMMYT, promueve el desarrollo sostenible de los productores de granos y semillas de maíz mediante la cría de híbridos de maíz con tecnologías convencionales y la mejora de semillas de maíz nativas en proyectos de cría colaborativa con agricultores participantes. Las semillas mejoradas de maíz se ensayan en el sector local de semillas donde se comercializa los mejores productos adaptados en cultivos de México.

En 2015, los principales resultados de MasAgro Maíz fueron:

- Se establecieron 16 ensayos de reproducción colaborativa de maíz nativo con agricultores participantes en ocho comunidades en el estado de Oaxaca, en el suroeste de México.
- 48 empresas de semillas mexicanas pequeñas y medianas colaboraron con MasAgro Maize. Juntos, produjeron 1,2 millones de sacos de 20 kilogramos que contienen 60,000 semillas de maíz híbrido.
- Las empresas participantes aumentaron las ventas de semillas híbridas MasAgro en un 44 por ciento de 2014 a 2015.
- Las compañías de semillas locales vendieron 26 híbridos MasAgro de menos de 100 nombres comerciales en 19 estados, 78 regiones y 257 municipios de México.

## Objetivos

Tener la tecnología y los materiales genéticos necesarios para elevar la producción promedio de maíz de secano en México de 2.2 a 3.7 toneladas por hectárea en un período de 10 años.

Aumentar el uso de semillas mejoradas de maíz de alto rendimiento en México en un área de entre 1,5 y 3 millones de hectáreas.

Aumentar la producción de México de maíz de temporal entre 5 y 9 millones de toneladas en 10 años.

Promover el desarrollo de la industria de semillas de maíz en México.

Fortalecer la seguridad alimentaria en México y en el resto del mundo.

La institución patrocinadora, es la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <https://www.cimmyt.org/project-profile/masagro-maize/>

## Trigo MasAgro

MasAgro Trigo, un componente del programa de Modernización Sostenible de la Agricultura Tradicional del CIMMYT, lleva a cabo investigaciones sobre genética y fisiología del trigo para mejorar la estructura de la planta, aumentar la resiliencia y la resistencia a enfermedades del trigo y su potencial de rendimiento en México y el extranjero. En 2015, los principales logros de MasAgro Trigo incluyen:

- Se analizaron más de 100 variedades agronómicas de 60 líneas de elite de alto rendimiento del Centro de investigación del CIMMYT con tecnologías de fenotipado de alto rendimiento.

## Objetivos

Aumentar el potencial de rendimiento del trigo en un 2 por ciento a nivel mundial, con vistas a aumentar el potencial de rendimiento en un 50 por ciento en 20 años.

En el caso de México, aumentar la producción de trigo en 350,000 toneladas (10 por ciento) en 10 años, 750,000 toneladas (22 por ciento) en 15 años y 1.7 millones de toneladas (50 por ciento) en 20 años, en la misma superficie actualmente dedicada al trigo producción.

## CAPITULO 3.

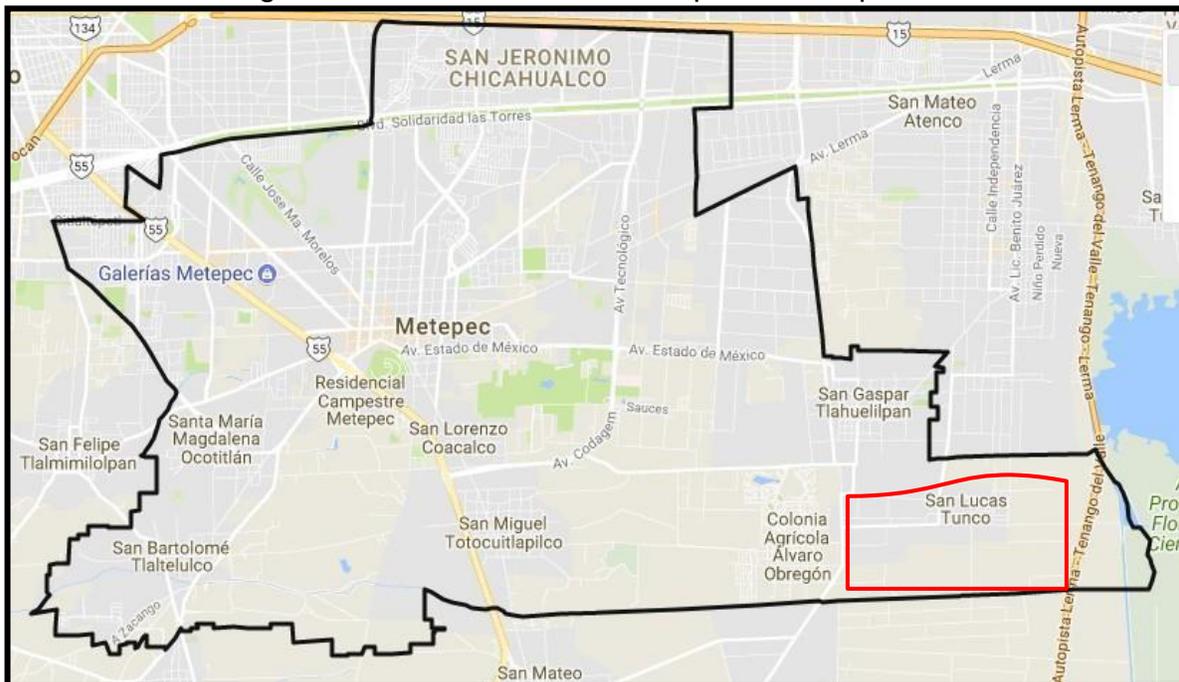
### CARACTERIZACIÓN METEPEC Y LOCALIDAD DE SAN SEBASTIÁN

En este capítulo se caracterizan las condiciones territoriales del municipio de Metepec y de la localidad de San Sebastián, así como particularidades del Campo experimental CIMMYT- Toluca ubicado en la localidad en estudio.

#### 3.1 Localización

El Municipio de Metepec esta ubicado en el Valle Matlazinco, a 55 km al Suroeste de la Ciudad de México y tan solo a 5 minutos de la capital del Estado de México, la altura media es 2610 msnm, colinda con los municipios de San Mateo Atenco; Lerma, Santiago Tianguistenco, Toluca, Calimaya, Mexicaltzingo y Chapultepec (Figura 4).

Figura 4. Localización del municipio de Metepec



Fuente: Creado utilizando la herramienta Google Maps 22/02/2018

El municipio de Metepec comprende veinticinco localidades, entre ellas San

Sebastián (Cuadro 4). En el conjunto de localidades esta conformada por una población menor a 2500 habitantes.

Cuadro 5. Población total por localidad en Metepec, Estado de México

<b>Localidad</b>	<b>Población</b>
<b><u>San Sebastián</u></b>	2,017
<b><u>San Lucas Tunco</u></b>	4,382
<b><u>Metepec</u></b>	28,205
<b><u>San Jorge Pueblo Nuevo</u></b>	23,107
<b><u>San Francisco Coaxusco</u></b>	24,900
<b><u>San Lorenzo Coacalco</u></b>	3,722
<b><u>San Bartolomé Tlatelulco</u></b>	11,141
<b><u>San Gaspar Tlahuelilpan</u></b>	8,456
<b><u>Santa María Magdalena Ocotitlan</u></b>	6,547
<b><u>San Miguel Totocuitlapilco</u></b>	8,207
<b><u>San Jerónimo Chichahualco</u></b>	26,281
<b><u>San Salvador Tizaltlalli</u></b>	61,367

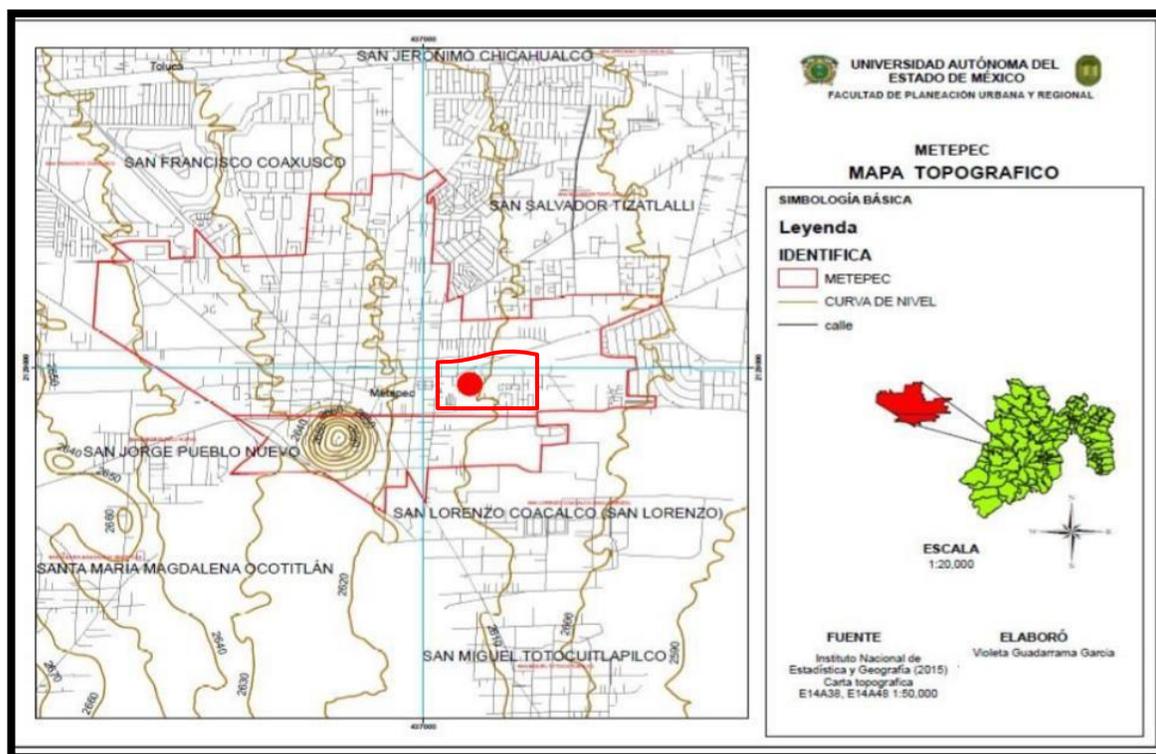
Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2019- 2021, IPOMEX

San Sebastián se localiza a una altura de 2576 metros, entre los municipios de San Mateo Atenco, Santiago Tianguistenco, Calimaya, Mexicaltzingo y Chapultepec. Cuenta con 2,017 habitantes, 988 hombres y 1,029 mujeres o niñas, 1297 de la población son adultos y 177 son mayores de 60 años. El 40% son población originaria de esta zona.

Tiene una superficie de 671'89 ha, la topografía es plana, la única alteración corresponde al cerro de Metepec, con una altura de 60 mts sobre el nivel del mar (INEGI, 2010).

## CARACTERIZACIÓN DE METEPEC Y SAN SEBASTIAN

Mapa 1. Topografía



Fuente: Elaborado por Violeta García utilizando la base de datos INEGI, carta topográfica E14A38 y E14A48

En el mapa se aprecia la topografía del municipio de Metepec y el punto rojo representa la localidad de San Sebastián, en la que prevalecen los polígonos o terrenos de cultivo, en contraste con el trazado de calles de las localidades con población mayor a 2500 habitantes.

San Sebastián se encuentra localizada en la Subcuenca Hidrológica Lerma Santiago, ubicada entre la Sierra de las Cruces, el Volcán Nevado de Toluca y la Sierra Morelo. Las características de la planicie extendida se corresponde con la composición litológica de los terrenos compuestos por material aluvial o material depositado. En general el 83.3% de la superficie municipal está compuesta por

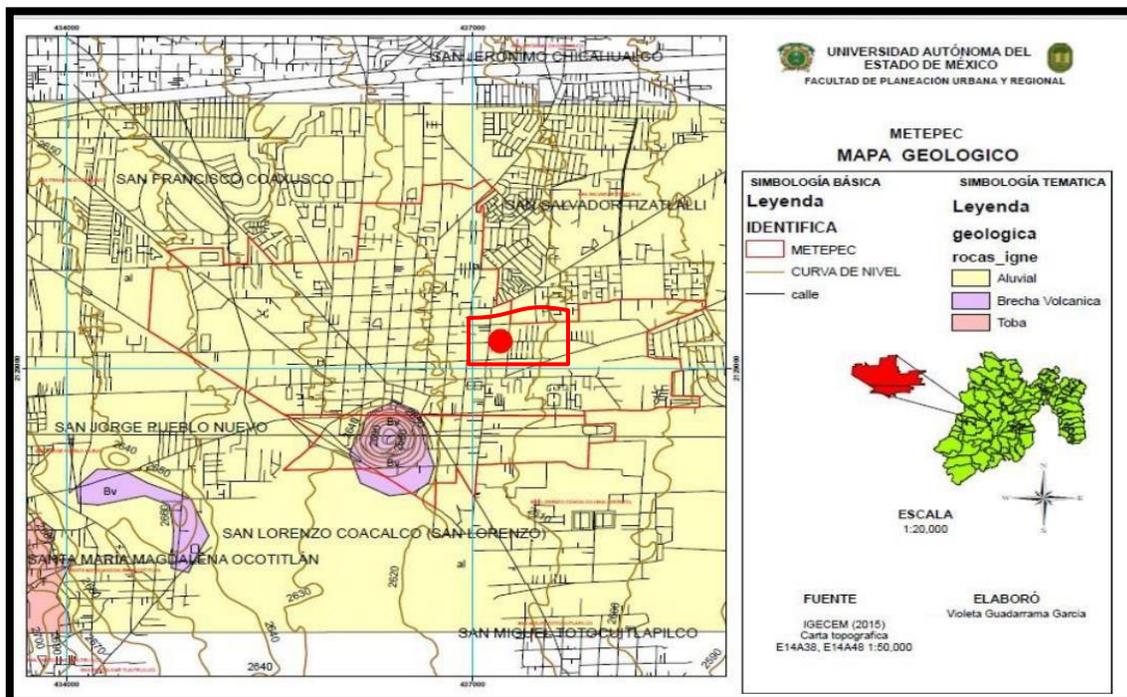
material aluvial (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Condiciones geológicas**

Características		Tipo de Roca					
Período	Cuaternario (30.59%) y Neógeno (1.82%)						
Roca	Ígnea extrusiva: volcanoclastico (1.82%)						
Era		Período		Roca o Suelo	Unidad Litológica		% de la superficie Municipal
Clave	Nombre	Clave	Nombre		Clave	Nombre	
C	Cenozoico	Q	Cuaternario	Ígnea extrusiva	(bvb)	Brecha volcánica	1.49
						Básica	
		T	Terciario	Ígnea extrusiva	(al)	Aluvial	83.3
					(la)	Lacustre	12.6
				(cv)	Volcanoclásica	2.61	

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009, Instituto Nacional de Información Geográfica y Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Metepec, 2011.

**Mapa 2. Geológico**



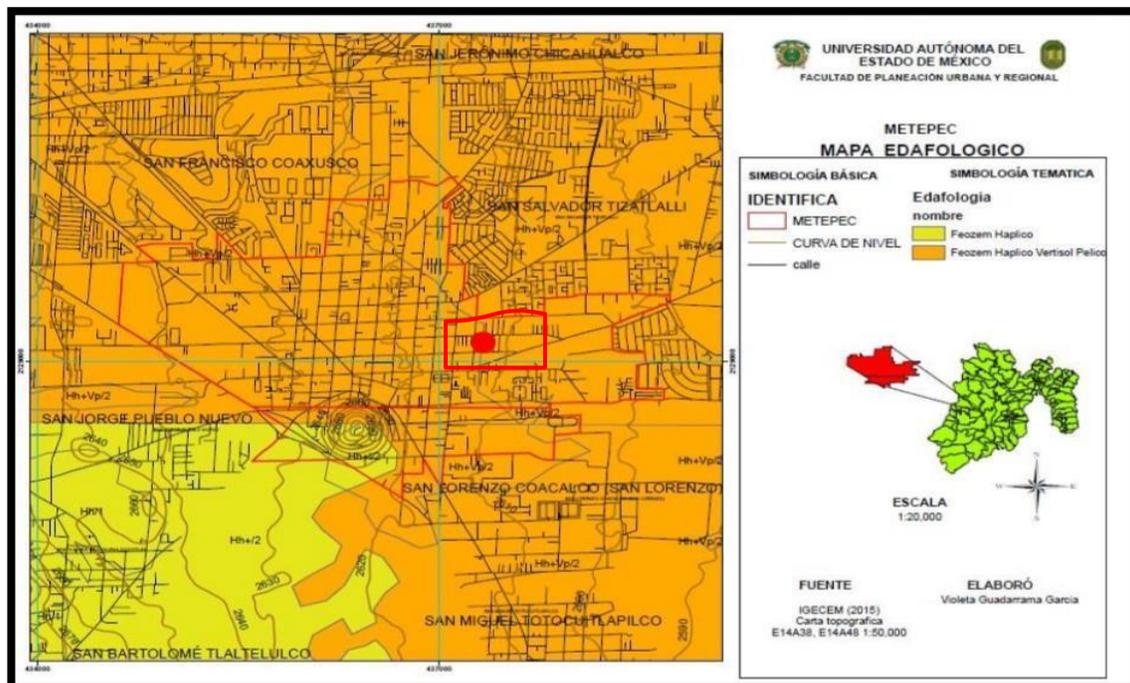
Fuente: Elaborado por Violeta Garcia utilizando la base de datos INEGI, carta topográfica E14A38 y E14A48

En los suelos o capa superficial de la corteza terrestre, se encuentra ubicada la cubierta vegetal natural y donde se realizan gran parte de las actividades humanas.

Se sabe que existen varios tipos de suelos donde es necesario reconocer sus características para poder asignar un manejo adecuado a cada uno de ellos, a estos suelos se les puede asignar un uso dependiendo sus características: uso agrícola, uso pecuario, forestal, artesanal, entre otros.

En el suelo se realizan infinidad de interacciones del ambiente y fundamentalmente del clima, material parental, vegetación, uso de suelo, relieve y tiempo. Estas interacciones son el resultado de la productividad en distintos sentidos a los que se refiere el suelo y la vida que habita en el. En nuestra zona de estudio el tipo de suelo que predomina son feozem con muy poca profundidad, que se ubican en algunas pendientes o elevaciones de nuestra area de estudio.

Mapa 3. Edafológico



Fuente: Elaborado por Violeta Garcia utilizando la base de datos INEGI, carta topográfica E14A38 y E14A48

Los suelos Feozem están formados sobre material no consolidado, específicamente aluvial, son suelos oscuros y ricos en materia orgánica se utilizan en agricultura de temporal en la zona de estudio se utilizan para la producción de maíz y para el desarrollo urbano.

El clima en el municipio de Métepec y por ende las distintas localidades es Templado Subhúmedo con lluvias en verano. Este clima es uno de los más húmedos dentro de la clasificación de los climas templados que presenta verano largo con lluvia, también presenta lluvias ligeras especialmente en otoño y lluvias invernales inferiores a 5% a la anual, su precipitación media anual puede llegar a ser mayor a los 800 mm y la temperatura media anual puede ser de los 12 a 18 grados C, donde se registra que su máxima temperatura se encuentra en el mes de mayo y la mínima en el mes de enero. En este municipio la temporada de heladas de invierno en ocasiones se prolongan hasta el mes de marzo.

Cuadro 7. Parámetros climáticos promedio de Enero-Junio

<b>Dato</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
Temperatura Máxima Promedio (°C)	20	22	23- 24	24-25	24-25	22-23
Temperatura Mínima Promedio (°C)	1	2	4	6	8	9
Temperatura Media (°C)	11	13	13	15	16	16
Precipitación Pluvial (mm)	-10 a 20	-10 a 10	0 a 20	10 a 30	50 a 70	120 a 150

Fuente: Atlas Climático Digital de México (versión 2.0), 2011. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México y Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua.

Cuadro 8. Parámetros climáticos promedio de Julio-Diciembre

Dato	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura Máxima Promedio (°C)	21-22	21-22	21-22	21-22	21-22	20-21
Temperatura Mínima Promedio (°C)	9	9	9	6 a 7	3 a 4	1 a 2

Temperatura Media (°C)	15	15	15	14	12	11
Precipitación Pluvial (mm)	150 a 180	140 a 180	110 a 150	40 a 60	0 a 20	De -10 a 10

Fuente: Atlas Climático Digital de México (versión 2.0), 2011. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México y Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua.

De acuerdo con el inventario nacional forestal y de suelos (CONAFOR, 2015), en el Municipio de Metepec la superficie arbolada es aproximadamente de 11 ha a 16.2 has. Es importante destacar que se tienen arbolados de diferentes edades, ubicando dos estratos, en el estrato mas bajo se ubica la predominancia de especies hierbaceas, leñosas, pastos. Con respecto a los invertebrados la presencia de especies de arácnidos y de insectos de los siguientes géneros: Opiliones, Aranae, Coleptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Homoptera, Orthoptera, Thysanoptera, Trichoptera, Lepidoptera y Odonata.

### 3.2 Desarrollo urbano y rural

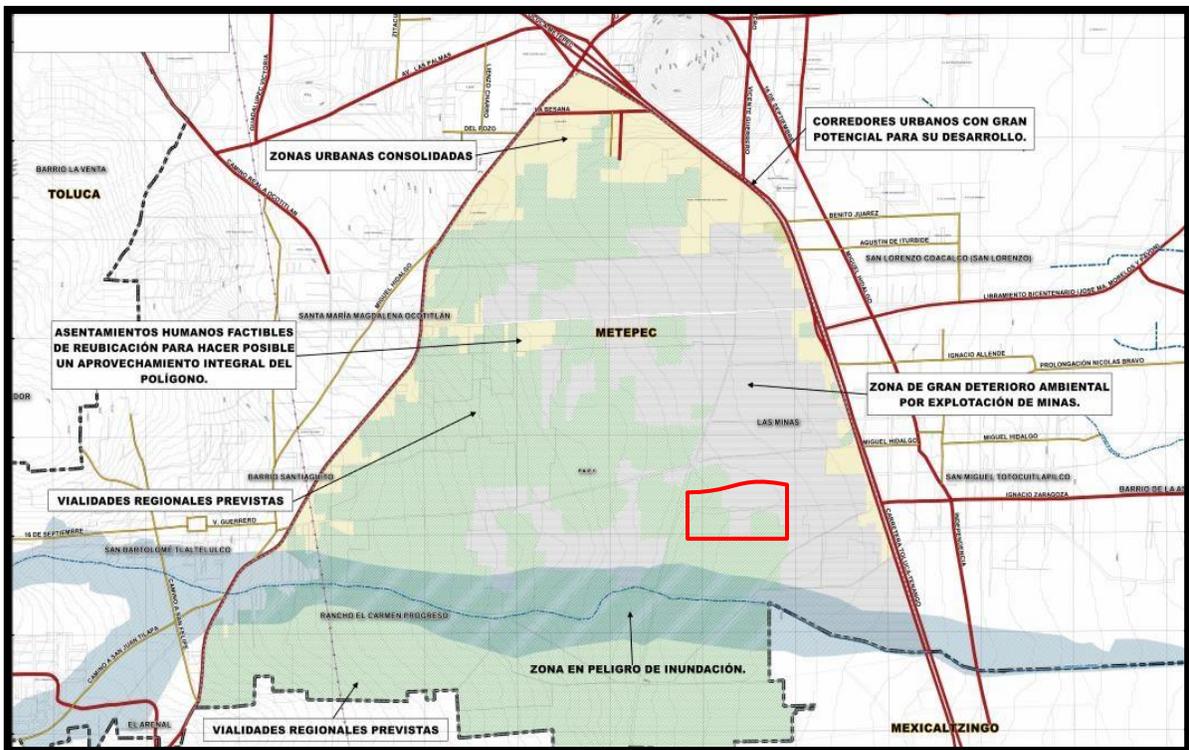
En los últimos años en Metepec el crecimiento descontrolado de la mancha urbana ha sido un problema bastante notorio que ha ido disminuyendo las áreas dedicadas a la agricultura, así también las actividades ganaderas y con el paso del tiempo se han ido rezagando provocando que la frecuencia dichas actividades vayan en picada.

Otro de los factores que han ocasionado que la mancha urbana haya incrementado es la plusvalía de los terrenos que ha aumentado, debido que a que las reformas como el artículo 27 de la Constitución Política ha permitido el cambio de uso de

suelo y a su vez permitido que hoy en día la promoción y ventas de predio con alta productividad.

De acuerdo con datos de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, según 2008-2015, la superficie total sembrada de riego y temporal en el Estado de México es de 1 millón 516 mil 947.90 hectáreas, que equivalen al 67.86% de la superficie total del territorio mexiquense que es de 2 millones 235 mil 100 hectáreas, de este total Metepec representa solo el 0.4% de superficie total sembrada”.

Mapa 4. Distribución de áreas y uso urbano



Elaborado por: INEGI, Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México 2016

Cuadro 9. Tipo de Localidades y población total

Nombre de la localidad	Tipo de localidad	Población total	Población Total 2015
San Salvador Tizatlalli	Urbana	61,367	65,292
Metepec	Urbana	28,205	30,004
San Jerónimo Chicahualco	Urbana	26,281	27,957
San Francisco	Urbana	24,900	26,488

<b>Coaxusco</b>			
<b>San Jorge Pueblo Nuevo</b>	Urbana	23,107	24,581
<b>San Bartolomé Tlaltelulco</b>	Urbana	11,141	11,851
<b>San Gaspar Tlahuelilpan</b>	Urbana	8,456	8,995
<b>San Miguel Totocuitlapilco</b>	Urbana	8,207	8,730
<b>Santa María Magdalena Ocotitlán</b>	Urbana	6,547	6,964
<b>San Lucas Tunco</b>	Urbana	4,382	4,661
<b>San Lorenzo Coacalco</b>	Urbana	3,722	3,959
<b>San Sebastián</b>	Rural	2,017	2,145
<b>Colonia Agrícola Álvaro Obregón</b>	Rural	1,922	2,044
<b>Colonia Llano Grande (El Salitre)</b>	Rural	823	875
<b>Barrio de la Asunción</b>	Rural	725	771
<b>San Lucas Tunco (San Lucas)</b>	Rural	629	669
<b>Barrio Santiaguito</b>	Rural	624	663
<b>Residencial Campestre Metepec</b>	Rural	448	476
<b>Residencial Floresta</b>	Rural	358	380
<b>Las Minas</b>	Rural	174	185
<b>El Arenal</b>	Rural	121	128
<b>Rancho el Carmen Progreso*</b>	Rural	6	9
<b>TOTAL</b>	-----	214,162	227,827

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Intercensal 2015.

El crecimiento demográfico y el potencial de desarrollo urbano contrasta con las condiciones rurales de la localidad de San Sebastián (Cuadro 10).

Cuadro 10. Características de la población municipal y en San Sebastián

NOMBRE DE LA LOCALIDAD	San Sebastián	Municipio (METEPEC)
POBLACION TOTAL	2017	214162
PORCENTAJE DE POBLACION TOTAL	0.94	100.00

POB. DE 65 AÑOS Y MAS	134	10685
GRADO PROM DE ESCOLARIDAD	8.74	11.37
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	987	91700
% DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	48.93	42.82
POBLACIÓN OCUPADA	940	87780
% POBLACIÓN OCUPADA DE LA LOCALIDAD RESPECTO A LA PEA	95.2	95.7
% DE DESEMPLEO	4.8	4.3
POBLACIÓN DE 6 A 11 AÑOS QUE NO ASISTE A LA ESCUELA	5	394
PORCENTAJE DE POBLACION DE 6 AÑOS A 11 AÑOS QUE NO ASISTEN A LA ESCUELA	0.43	0.01
VIVIENDAS HABITADAS	462	54915

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Metepec, 2019-2021

En la localidad de San Sebastián la organización social está representada por el delegado, el tesorero y el administrador de recursos (Comisariado).

Las autoridades locales tienen la responsabilidad de evaluar periódicamente la oportunidad agrícola de los terrenos de cultivo y la eficacia de la administración de la localidad. La percepción de la población en relación a los niveles de satisfacción en la prestación de los servicios públicos.

Verificar los resultados de la mejora continua y los procesos gubernamentales. Así como atender las amenazas crecimiento anárquico de la mancha urbana en. Los desarrollos urbanos crecen desmedidamente, debido al aumento de la población.

Las actividades productivas principales se relacionan con el cultivo de productos agrícolas:

La principal actividad económica es la producción de trigo, maíz frijol, habas, flores de calabaza, avena y en menor cantidad, pero todavía produciendo el maguey. Se tiene registro que desde los años 40 en este municipio y en especial en estas

localidades, los campesinos producían el maguey para la extracción de aguamiel, que más tarde producirían como pulque metepequense.

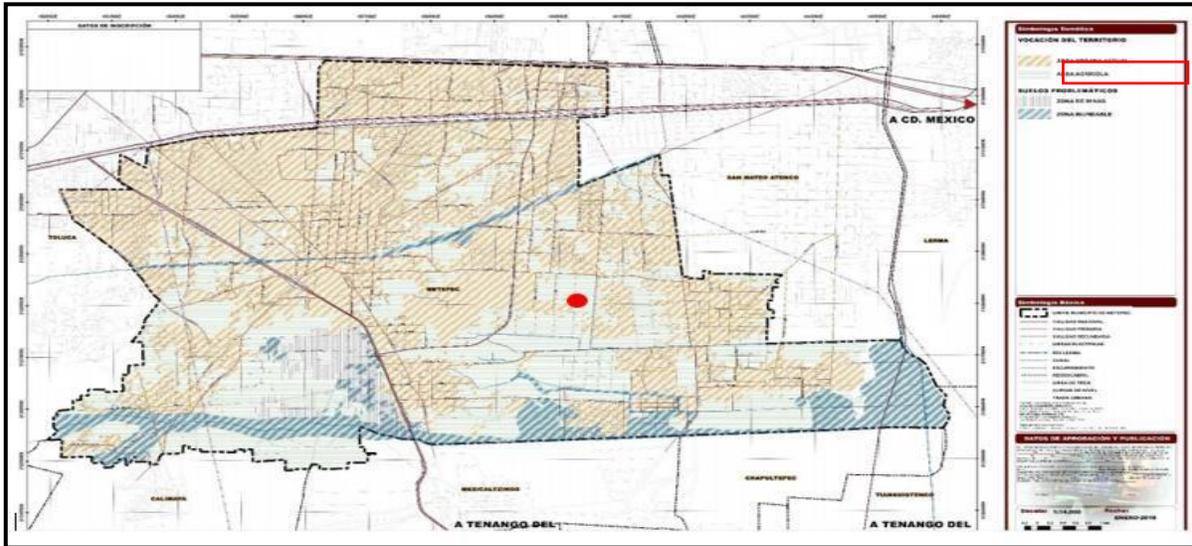
Dentro de la localidad se contemplan otras actividades como la ganadería y en menor proporción la avicultura cabe resaltar que estas son actividades de traspatio.

Los factores que progresivamente afectan el desarrollo de las actividades agrícolas se atribuyen al incesante crecimiento de las áreas urbanas y el incremento de la demanda de servicios públicos que van restando importancia al cultivo de la tierra.

### **Aproximación a la vocación y aptitud agrícola en San Sebastián, Metepec**

En este apartado se realiza un un esfuerzo de aproximación para describir la vocación y la aptitud de uso de las tierras agrícolas. El análisis se llevó a cabo mediante la interpretación de la cartografía disponible y la literatura. En principio habría que aclarar los conceptos de vocación de uso de suelo y aptitud o capacidad de uso de suelo. El primero se refiere a la clase de uso que una unidad de suelo sustenta en condiciones naturales. Entre ellas las clases agrícola, ganadera, agroforestal, forestal y de conservación. La aptitud se comprende como la capacidad de un lugar específico para producir un cultivo determinado con base en las condiciones agroclimáticas y las propiedades de los suelos, este tipo de estudios evalúan una función en particular como es la provisión de alimentos (FAO, 2018:9). Si bien son estudios complementarios, la diferencia radica en el nivel de detalle. Con base en la descripción del uso del suelo, los tipos de suelo y las condiciones climáticas se describen las propiedades de vocación y aptitud de las tierras agrícolas para desarrollar el cultivo de maíz en la zona de estudio.

Figura 5 . Vocación de suelo en Metepec

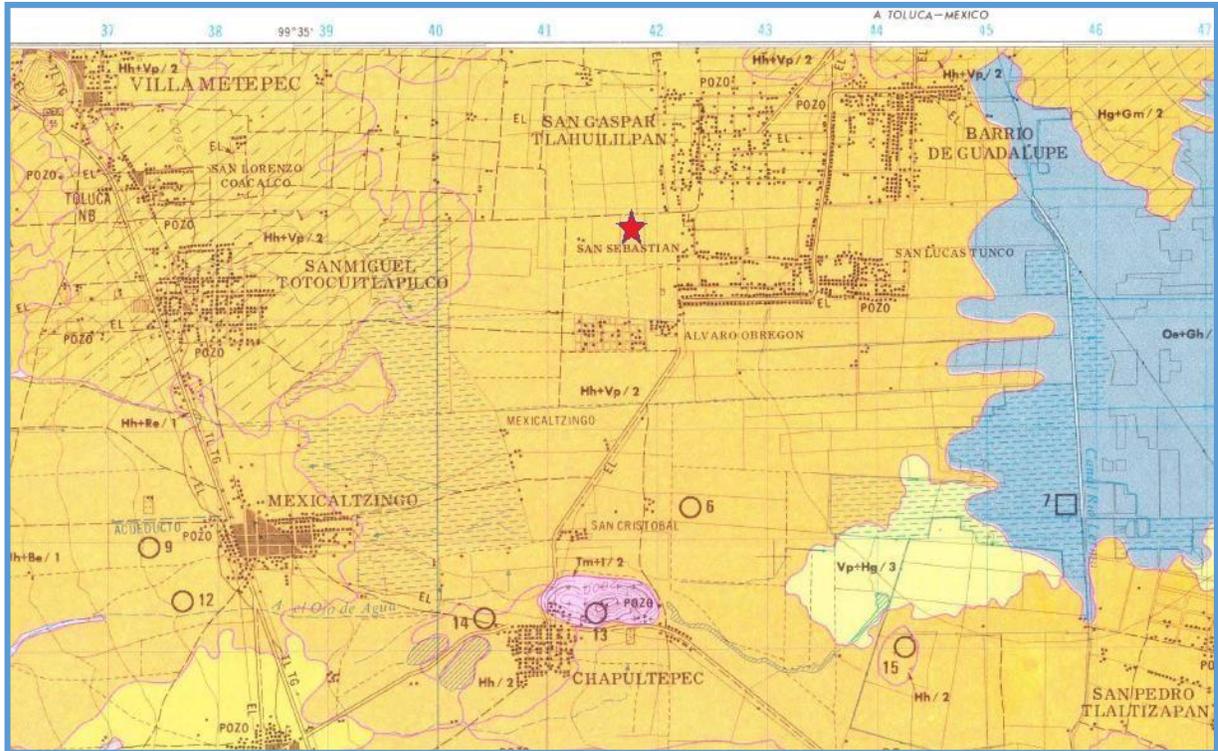


Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Metepec 2018.

En la cartografía relativa a los suelos se identifica con una estrella roja la localidad de San Sebastián. De acuerdo con distintos informes oficiales en el territorio del municipio de Metepec prevalecen los suelos Feozem, este tipo de suelos tiene una distribución norte-sur y este-oeste.

La carta edafológica confirma la dominancia de los suelos Hh+Vp/2, específicamente Feozem háplico en asociación con vertisol pelico, ambos con textura media. En la zona del humedal histosol éutrico asociado con Gleysol húmico (Oe+Gh/2). En la dirección centro-este se localizan las tierras de cultivo de San Sebastián en donde la profundidad del suelo Feozem esta definida por su origen aluvial, este tipo de suelos se identifica por su color obscuro, alto contenido de materia orgánica, carbono, potasio asimilable y bajo en fósforo asimilable.

Figura 6. Unidades edafológicas



Fuente: CETENAL (1976), Carta edafológica Tenango E-14-A-48. Escala 1:50000.

Los suelos Feozem son fértiles y aptos para el cultivo, profundos, ricos en materia orgánica y presentan alta susceptibilidad a la erosión. Los vertisoles son arcillosos, profundos y duros en época de secas y lodosos en época húmeda, presentan dificultad para los trabajos agrícolas. La fertilidad es baja, sin embargo, en condiciones de tecnificación has demostrado incremento notable en la producción, por casos se puede mencionar a los estados de Guanajuato y Sinaloa que cuentan con grandes extensiones de tierras con suelos vertisol (SEMARNAT, 2002).

Habría que precisar que la NOM-021-RECNAT-2000 establece los procedimientos para evaluar la fertilidad, salinidad y clasificar los suelos, propia para estudios cuyo objetivo sea precisamente la calidad de estos.

Vivanco et al., (2010) identifican en una cuenca de Nayarit las siguientes características para suelos Feozem:

Cuadro 11. Textura y contenido de materia orgánica suelos Feozem

Horizonte	Profundidad (cm)	Porcentaje de fracciones (mm)					
		Arena	Limo	Arcilla	Textura	Ph	Materia orgánica %
A1	0-15	34	18	48	Arcillosa	6.0	3.83
A2	15-35	28	16	56	Arcillosa	6.1	2.15

Elaboración propia con base en Vivanco et al., 2010

La textura media de suelos Feozem distribuidos en la zona de estudio se define como arenosa franca a arcillosa muy permeable. La permeabilidad de los suelos es alta y rápida en el orden de 7.5 Plg/h<sup>2</sup> (pulgadas/hora) o 19 cms/h. En relación a las condiciones climáticas, temperatura y precipitación, algunos datos consignan las condiciones agroclimáticas en el municipio de Metepec y municipios colindantes (Cuadro 12).

Cuadro 12. Precipitación y temperatura en el municipio de Metepec

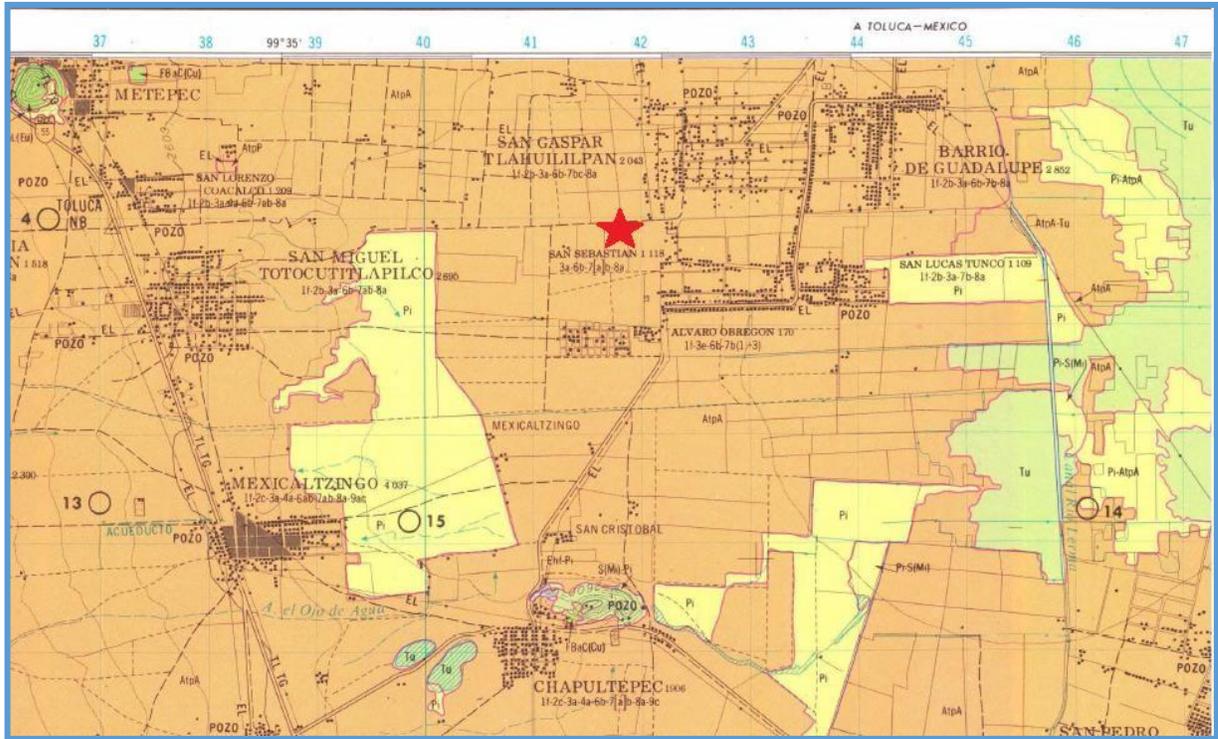
Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agrícola
Metepec	772.4	14.9	1
Mexicaltzingo	796.4	15.2	1
Chapultepec	826.4	15.4	1

Fuente: SAGARPA. Reporte de aptitud agroclimática abril 2018 del Estado de México.

En función de estos parámetros la precipitación y la temperatura determinan capacidad agrícola alta en el municipio de Metepec y en los municipios colindantes, por supuesto habrá variaciones de una parcela a otra, lo cual solo podría ser observado con estudios detallados in situ.

La carta de uso de suelo y vegetación en color amarillo delimita las áreas de pastizal inducido, el color verde claro la vegetación de Tular en el humedal de Chimaliapan o Tultepec. El color beige representa la superficie que ocupa la agricultura de temporal permanente con un tipo de cultivo anual, este tipo de agricultura depende del comportamiento de las lluvias. La pendiente se corresponde a la planicie de los valles altos del río Lerma, utilizados para el cultivo de maíz.

Figura 7. Uso de suelo y Vegetación



Fuente: CETENAL (1976), Carta de uso de suelo Tenango E-14-A-48. Escala 1:50000,

La agenda técnica agrícola del Estado de México en lo relativo al cultivo de maíz en temporal en el Distrito de Desarrollo Rural Toluca, el cual comprende entre otros municipios a Toluca y Metepec. Consigna temporal estricto en el ciclo primavera-verano, es decir que la producción de maíz con potencial muy bueno depende de la temporada de lluvias. Se estima potencial de producción 4 toneladas/hectárea y real 3 toneladas/hectárea. Los requerimientos agroclimáticos para el cultivo de maíz en temporal, establecen lo siguiente:

Cuadro 13. Calidad de las tierras de temporal para cultivo de maíz

Calidad del temporal	Profundidad Suelo Metros	Pendiente máxima %	Precipitación junio-septiembre mm	Altitud msnm	Temperatura media junio a septiembre Grados C	Cociente precipitación-evapotranspiración
Muy bueno	Mayor a 1.0	4	600-1000	2650	12 a 28	0.9-2.0

Bueno	Menor a 1.0	6	600-1000	2750	12 a 28	0.9-2.0
Mediano	Menor a 1.0	8	600-1000	2800	12 a 28	0.7 -0.9

Elaborado con base en. Arellano et al., 2015: 133

La calidad de las tierras de temporal está definida por la pendiente, la altitud y la relación entre precipitación y evapotranspiración. Las tierras agrícolas de San Sebastián están dentro de los parámetros de buen temporal.

En el municipio de Metepec los datos de la producción de maíz grano blanco en condiciones de temporal expone reducción de la superficie sembrada en los años agrícolas 2004, 2019 y 2020. El valor de la producción se eleva ligeramente debido al incremento del precio medio rural del grano, aún en estas condiciones los productores opinan que los precios comerciales están por debajo de los costos de producción.

Cuadro 14. Parámetros de productividad de maíz grano blanco temporal, 2004-2020

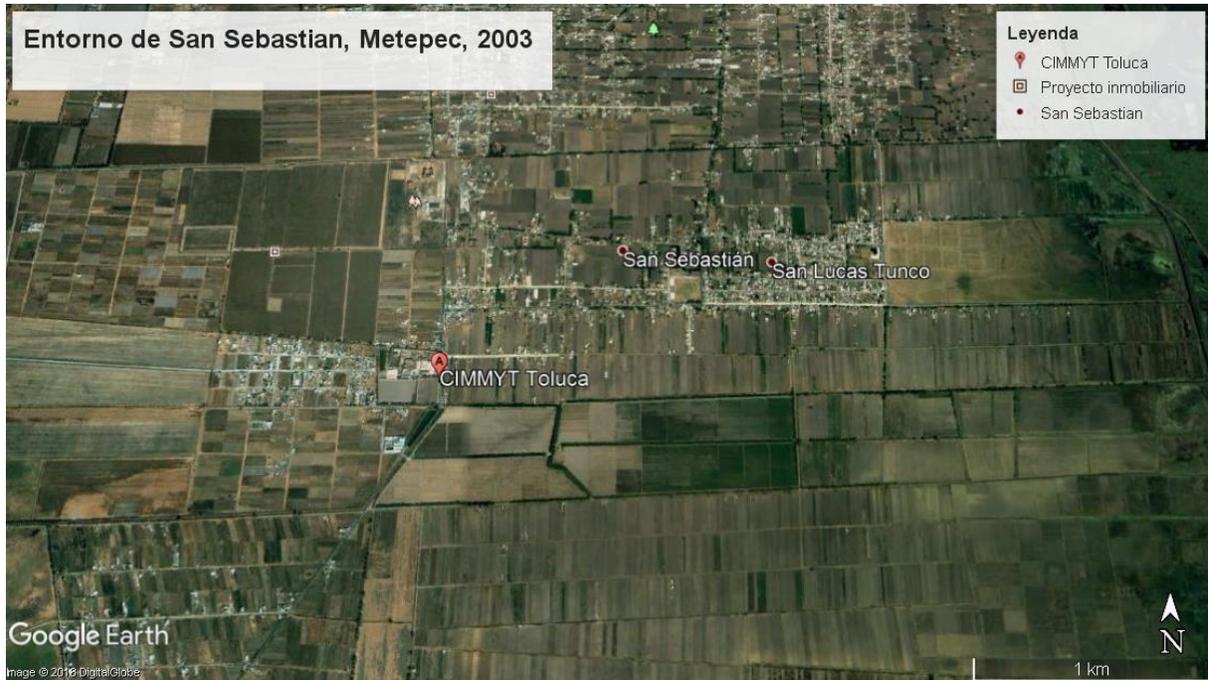
Años	Superficie		Producción ton	Rendimiento Ton/ha	Precio \$/ton	Valor Producción (miles de Pesos)
	(ha)					
	Sembrada	Cosechada				
2004	4,176.10	4,166.00	14,525.00	3.49	2,000.00	29,050.00
2019	1,740.00	1,740.00	7,447.20	4.28	3,640.78	27,113.62
2020	1,741.00	1,741.00	7,486.30	4.30	4,510.09	33,763.89

Fuente: elaboración con SIAP, 2020.

No obstante que la capacidad agrícola de las tierras se aprecia en el rendimiento dentro del rango del potencial de producción de 4 y poco más de toneladas de maíz grano blanco por hectárea. El análisis en la comunidad de San Sebastián plantea que la producción de maíz se ha visto afectada en los últimos años por el incremento de mancha urbana, poca efectividad en la adaptación de tecnologías agrícolas, que finalmente ha contribuido al abandono de las tierras. Las imágenes muestran

importante superficie de cultivo, esta actividad compite con el avance de los asentamientos humanos y el desarrollo inmobiliario.

Figuras 8 y 9. Situación del área en la que se localiza San Sebastián, 2003-2017



Fuente: Google Earth, 2003 y 2017

A través de los productores se ha planteado que aquellos que han adoptado semillas híbridas o mejoradas, los requerimientos que exigen los cultivos, son distintos a los que una semilla criolla necesita; por lo tanto las prácticas agrícolas podrían generalizarse siempre y cuando las semillas mejoradas sean aptas a las circunstancias agroclimáticas del medio que brinda la zona geográfica de la comunidad de San Sebastián, todo esto será siempre considerando las características propias del entorno que ayudará a garantizar la producción que aminore el impacto ambiental y a su vez promueva el uso adecuado del terreno de acuerdo a su aptitud y vocación productiva.

El análisis indica que son los factores de índole social y económica los que están incidiendo en el abandono de la práctica de cultivo de la tierra en la zona de estudio. Entre otros el crecimiento urbano, el desarrollo inmobiliario, limitantes de la comercialización y el precio del maíz. Adicionado a las prácticas agrícolas en las que se utilizan agroquímicos en cantidades excesivas para mantener la productividad, es decir mantenimiento de los rendimientos en un nivel aceptable, pero que a la larga inciden en el deterioro de las propiedades y la capacidad productiva natural de los suelos.

A pesar de la necesidad de implementar sistemas de cultivo efectivos y sustentables para la producción del maíz, nos enfrentamos a una realidad fatídica donde el rendimiento y el proceso de producción es cada día más precario; por lo tanto, entendiendo la gran importancia que se le da a la producción de maíz, trigo, avena, entre otras; es indispensable resaltar que las condiciones y la aptitud o capacidad de las tierras agrícolas es alta.

Es indispensable implementar conocimiento científico y desarrollar estrategias adecuadas que ayuden a definir y seleccionar zonas potenciales para cultivos de maíz; así como plantear la elección y adaptación de tecnología agrícola a través de una exhaustiva instrumentación metodológica.

### 3.2 Campo experimental CIMMYT- TOLUCA

El CIMMYT es una institución privada, autónoma, científico-educativa, sin fines de lucro, establecida bajo la legislación mexicana para dedicarse al mejoramiento de la producción de maíz y trigo. Cuenta con 1,238 empleados, 570 trabajan en la sede del CIMMYT, en El Batán, Estado de México, cerca de la Ciudad de México.

El CIMMYT es poseedor de información y conocimiento sobre germoplasmas diversos provenientes de muchos países del mundo, así como especies silvestres afines y ancestros del trigo y del maíz. Estos recursos genéticos de trigo, de maíz y de las gramíneas ancestrales, el CIMMYT las conserva en su banco de germoplasma.

El CIMMYT trabaja en 5 campos experimentales ubicados en México, cuya altitud varía del nivel del mar a 2,600 msnm.

Estación Experimental El Batán, localizada en Texcoco, Edo.

Estación Experimental Agua Fría, localizada en Venustiano Carranza, Puebla.

Estación Experimental Tlaltizapán, localizada en Tlaltizapán, Morelos.

Estación Experimental Toluca, localizada en Metepec, Estado de México

Campo Experimental Norman E. Borlaug, localizado en Ciudad Obregón, Sonora.

Ayuda a la formación y fortalecimiento de programas nacionales y regionales de maíz, y suministrar tecnología a aquellos programas que beneficien al mayor número posible de agricultores. Aumenta la eficiencia de los rendimientos de maíz, medida en términos de rendimiento por unidad de superficie y de costos de producción por cantidad de grano.

La estación experimental CIMMYT- Toluca se localiza en la calle Hidalgo S/N en la colonia de San Sebastián, municipio de Metepec. Dicha estación se encuentra a

una altitud de 2640 msn, cubriendo una superficie del terreno aproximada a 84.5 ha, se menciona que de esta superficie 65 ha son cultivables y su distribución comprende a 3 campos experimentales, cabe destacar que el tercer campo con menor superficie, se dará apertura a un proyecto en donde se implementarán invernaderos con alta tecnología fotovoltaica para potenciar la producción.

Durante años en esta estación se hizo un pionero en semillas de maíz y trigo, debido a que las condiciones climáticas de la zona permiten el análisis y la evolución en el proceso de mejoramiento, haciendo que las semillas principalmente se hagan resistentes a enfermedades foliares, sin embargo, los cultivos se han visto afectados por roya, tizón amarillo, entre otras. En el último periodo se incorporó la siembra de triticale, cebada y trigo harinero (Fotografía 1)



**Fotografía 1.** Campos experimentales San Sebastián Metepec, Estado de México. Fuente propia: Violeta García Guadarrama 4/10/18



**Fotografía 2.** Maíz y cultivos asociados Valles Altos, Plataforma de investigación MasAgro Fuente propia: Violeta García Guadarrama, 4/10/18



**Fotografía 3.** Canales de riego que se distribuyen a los cultivos de maíz y trigo Fuente propia: Violeta García Guadarrama 4/10/18



**Fotografía 4.** Cultivo de maíz B-1 dedicado a investigación de MasAgro,  
Fuente propia: Violeta García Guadarrama, 4/10/18



**Fotografía 5.** Cultivo de trigo, preparado para su previa cosecha  
Fuente propia: Violeta García Guadarrama, 4/10/18



**Fotografía 6.** Cultivo de girasoles, no se tiene acceso a personal no autorizado  
Fuente propia: Violeta García Guadarrama, 4/10/18



**Fotografía 7.** Sala de reuniones del CIMMYT-TOLUCA, en el momento de la fotografía, el CIMMYT le está ofreciendo a la Facultad de Agronomía una práctica de campo, donde se explica que es el CIMMYT y sus procesos de cultivo.

**Fuente propia:** Violeta García Guadarrama 22/08/2019



**Fotografía 8.** Se puede observar la bodega de almacenamiento de semillas y de instrumentos de cosecha, al fondo estudiantes de la Facultad de Agronomía de la UAEMex.

**Fuente propia:** Violeta García Guadarrama 22/08/2019



**Fotografía 9.** Trigo harinero listo para cosechar, campo 1 CIMMTYT- TOLUCA  
**fuentes propia:** Violeta García Guadarrama 9/10/2019



**Fotografía 10.** Tractor JOHN DEERE dispuesto al transporte de avena y trigo recién cortados

**Fuente propia:** Violeta García Guadarrama 9/10/2019



**Fotografía 11.** Canal pluvial, para el riego de cultivos de maíz, trigo, y avena

**Fuente propia:** Violeta García Guadarrama 9/10/2019



**Fotografía 12.** Cultivos de trigo harinero previamente cosechados  
**Fuente propia:** Violeta García Guadarrama 9/10/2019



**Fotografía 13.** Cultivos de trigo harinero recién regados por agua de temporal, acumulada en canaletas  
**Fuente propia:** Violeta García Guadarrama 9/10/2019



**Fotografía 8.** Trabajadores del CIMMYT seleccionando las mejores espigas de trigo harinero para su cruzamiento.

**Fuente propia:** Violeta García Guadarrama 9/10/2019

Las operaciones experimentales responden al cumplimiento de objetivos de investigación encaminados al mejoramiento genético de maíz y trigo; prácticas de labranza y agronomía eficientes, capacitación y desarrollo de recursos humanos.

#### CAPITULO 4.

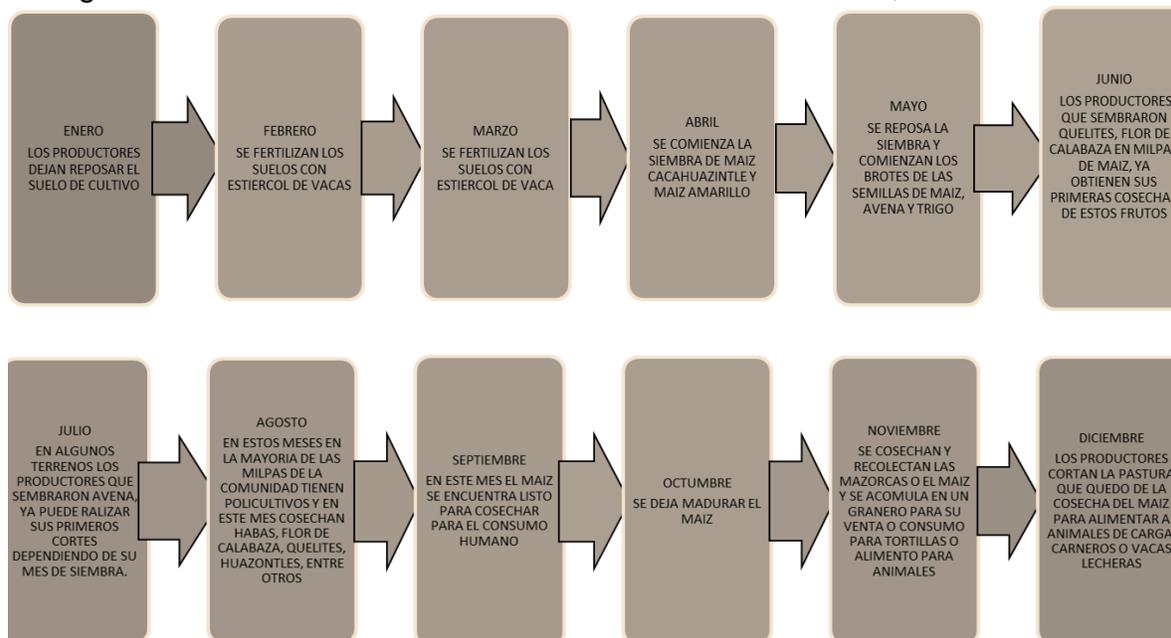
##### CULTIVO DE MAÍZ Y ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA AGRICOLA EN SAN SEBASTIÁN METEPEC, ESTADO DE MÉXICO.

En este capítulo se desarrolla con la información obtenida de la observación de campo y aplicación de entrevistas semiestructuradas realizadas a los productores de maíz y a personal del centro experimental. Se identifica el proceso de cultivo de maíz y analizan los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas a los productores. Las conclusiones, propuestas de vinculación y bibliografía consultada.

#### 4.1 Proceso de cultivo de maíz

En diagrama se puede observar el proceso anual que se lleva a cabo para obtener cosechas de maíz y avena. En la localidad el período para descansar el suelo de los cultivos es muy breve y las fechas por meses son específicas para cada etapa que comprende el proceso (Diagrama 1).

Diagrama 1. Proceso de actividades de cultivo anual de maíz, en San Sebastián



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona..

Otra característica que se debe resaltar es que los productores en su mayoría fertilizan sus tierras de cultivo con abonos que han sido previamente acumulando especialmente para esta actividad. La procedencia de dichos abonos pertenece a los animales de carga o bien a la crianza de bovinos, ovinos, porcinos y también caprinos, ya que en la mayoría de los casos la agricultura no es una actividad única de manutención para los productores

El proceso de fertilización de suelos de cultivo comprende los meses de febrero y marzo, después de haber dejado en descansado un mes el terreno de cultivo, realizan una técnica de volteo o rotación de cultivo, para continuar con la fertilización

de suelo por medio de abono de animales se deja reposar unas semanas dicho abono y después de este tiempo ya pueden comenzar a barbechar los terrenos.

Para dar el siguiente paso a sembrar las semillas que en el caso de maíz criollo fue seleccionado en el mes de diciembre, todo esto se lleva a cabo en el mes de abril y mayo debido a que la planta de maíz requiere de mucho sol para su desarrollo, por eso se eligen estos meses para la germinación de la planta, ya que en estas fechas comienza la temporada de lluvias y a su vez en estos meses la temperatura aumenta lo que permite el pleno desarrollo de las cosechas propias a esta comunidad.

Durante este proceso es importante considerar que el maíz se poliniza con el viento, esta es la razón por la que los productores cultivan por medio de milpas, este sistema de cultivo permite la germinación del polen. En los meses de julio y agosto la planta del maíz ya tiene la altura ideal y en algunas milpas los productores ya pueden recolectar el maíz para autoconsumo, en la mayoría de los casos en el mes de septiembre el maíz ya está en su punto dulce y tierno para consumir en comidas.

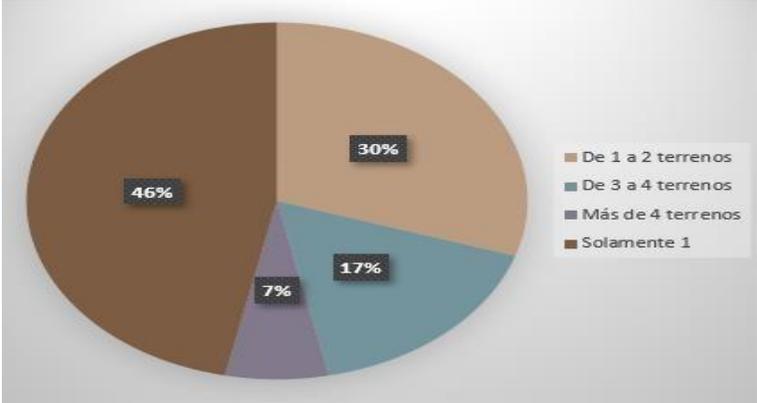
Posterior a esto los productores que deciden designar sus cosechas para venta y alimento de su ganado, entre otros deben esperar a los meses de octubre y noviembre que el maíz ya maduro. En estos meses se llevan una organización especial ya que la presidencia ejidal comienza a coordinar la recolección del maíz comúnmente llamada “Temporada de pisca” y es aquí donde se tiene que llevar un orden, donde de acuerdo por calles y por ejidatarios se les van otorgando los permisos para pisca sus terrenos. Finalmente, en el mes de diciembre se cierra con el corte de la paja o la pastura que sirve de alimento para animales de carga.

#### 4.2 Análisis de la encuesta de productores de maíz en San Sebastián

Esta encuesta se comenzó analizando entre los meses de marzo y septiembre el número de terrenos que los productores utilizan en sus procesos de cultivo tomando en consideración que nuestro universo de encuestados equivale a 30 productores de la mesa ejidal.

Las respuestas indican que, de 30 productores, 14 manejan un terreno anualmente para cultivo, esto equivale al 46%, se destaca que el 30% de los productores manejan más de un terreno, 5 de estos productores tienen en uso de 3 a 4 terrenos que equivale al 17% y tan solo el 7% destinan más de 4 terrenos para cultivo de maíz, trigo, avena, entre otros.

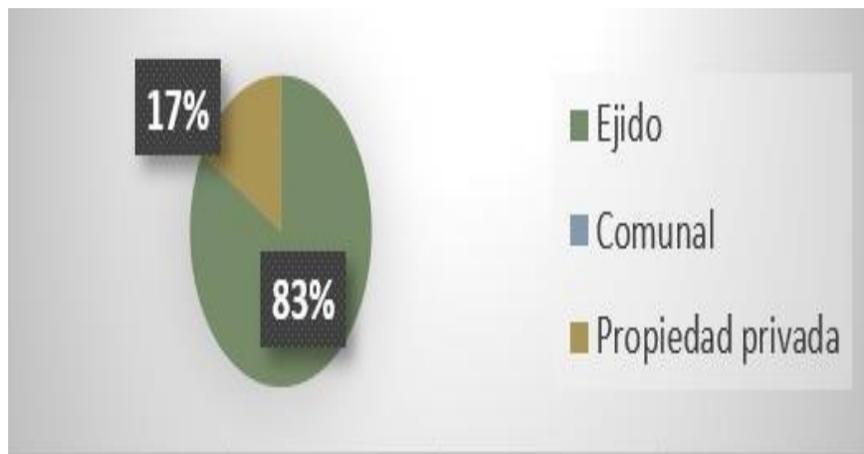
Gráfico No. 1 Terrenos manejan en total por productor



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona..

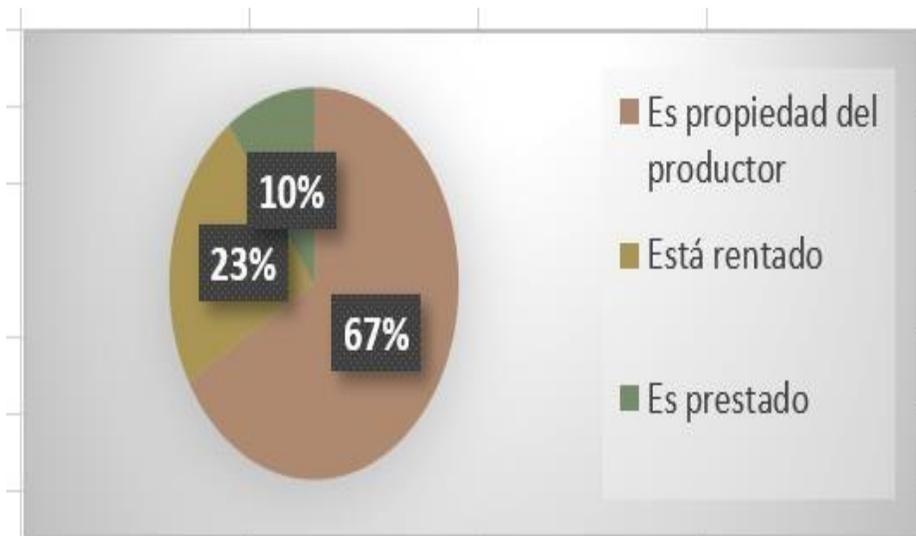
En la comunidad de San Sebastián y San Lucas predomina terrenos ejidales hasta la actualidad, por lo que también se consideró en la encuesta tener una aproximación de los terrenos que han sido dedicados a cultivo, cuantos de ellos pertenecen a los productores, asimismo analizar factores como si el terreno es propiedad del productor, lo renta o es prestado. El objetivo es saber el número de integrantes en los hogares.

Gráfico No.2 Tipo de adquisición del dominio de tierras



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona

Gráfico No.3 Tipo de adquisición de dominio de las tierras de los productores



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona..

La mayoría de los entrevistados son propietarios de las tierras que cultivaban a la fecha de la encuesta. La superficie de los terrenos en su mayoría no es mayor de una hectárea.

Los entrevistados tienen de dos a tres terrenos de cultivo, donde señalaron que el cultivo con mayor rentabilidad actualmente es la avena, pero en su mayoría todos son productores de maíz, en su minoría producen maíz cacahuazintle.

En esta entrevista se determinó que todos los terrenos dedicados a cultivo por el universo de 30 productores son ejidales, y solo el 10% de estos terrenos se rentan o se prestan a familiares de los productores para cultivo.

Dentro de este análisis se detalla que entre el mes de octubre del 2018 al mes de septiembre 2019 la principal actividad que se llevó a cabo en los terrenos ha sido la siembra y cosecha de avena y maíz

Es importante destacar que todos los terrenos considerados por los entrevistados ninguno cuenta con un sistema de riego especial, todos son de temporal. Y la superficie dedicada al cultivo de maíz y avena, es total en sus terrenos, solo 5 de los 30 entrevistados tienen árboles frutales en sus terrenos de cultivo.

Anteriormente se mencionó que los entrevistados cuentan con un aproximado de 2 a 3 terrenos para cultivo, todos ellos siembran sus terrenos año tras año, no consideran opción dejar una superficie del terreno en descanso para potenciar su producción, solo 2 de los productores han dejado dos parcelas este año sin siembra por falta de tiempo, pero señalaron haber sembrado año tras año todas sus parcelas.

Cabe mencionar que en el universo 30 productores, los 30 no utilizan fertilizantes químicos y su método de fertilizar sus terrenos es por medio de abono producido por su ganado y animales que utilizan para el mismo proceso de cultivo, se menciona también que solo 3 de 30 productores cuentan con sembradoras y cosechadoras, los siguientes 17 rentan los servicios de los 3 productores con sembradoras y cosechadoras, los 10 productores restantes usan animales de tiro, pizca y yunta. Solo 6 de los productores mencionados tienen tractor y lo rentan a otros agricultores.

Todos los productores reportan usar herbicidas químicos y 13 experimentan con semillas mejoradas certificadas, 17 de los productores conservan semillas criollas que incluso sus bisabuelos usaban para cultivar.

De las cosechas obtenidas los entrevistados 95% seleccionan semillas para siembra el próximo ciclo, 35% destina sus cosechas para autoconsumo, el otro 25% se destina para el consumo de sus animales de trabajo o bien producción de ganado y el 10% vende la producción agrícola obtenida directamente al consumidor.

Los 6 productores que reportaron tener tractor con un aproximado de 15 a 20 años y solo 2 de ellos en un periodo de 5 años compraron tractores con cabina, los demás se encuentran en condiciones, pero con un mantenimiento necesario cada 8 meses como máximo. De los 2 productores previamente mencionados que adquirieron tractores en los últimos 5 años, también innovaron su proceso de cultivo con implementos como trilladoras, sembradoras y cosechadoras.

Es importante señalar que los apoyos por PROCAMPO u otros programas dedicados a la producción de maíz no son otorgados de manera equitativa así como insuficientes para el apoyo de adopción de tecnologías agrícolas que aportarían métodos de cultivo más factibles para el productor y potencializar su producción, la razón falta de información a los entrevistados y a la localidad en general que se dedica a la producción de maíz, trigo y avena así como una falta presupuestal para el apoyo de dichos productores.

#### 4.3 Análisis de las entrevistas dirigidas a los productores de maíz en San Sebastián

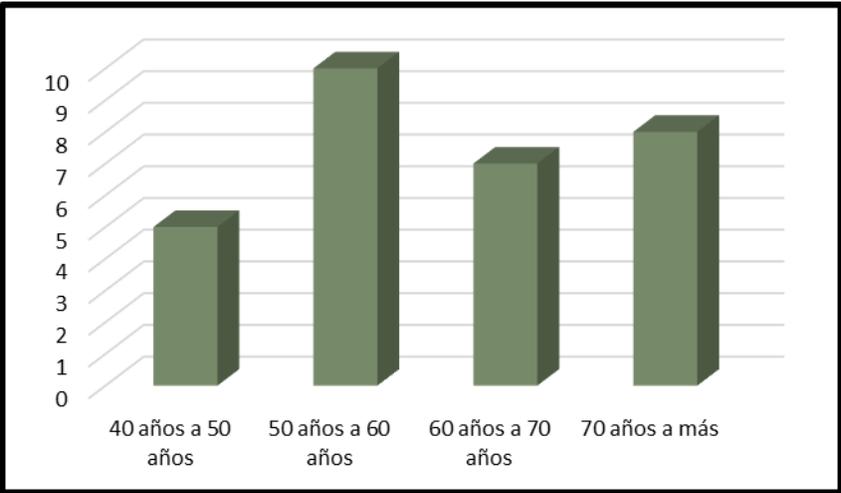
En el conjunto de treinta productores que contestaron la primera encuesta, solo diez productores agrícolas aceptaron detallar el proceso de producción del cultivo de maíz, así como si existen la adopción de tecnología agrícola ya que en esta localidad se encuentra una de las principales sedes del CIMMYT debido a sus condiciones climáticas (templadas y húmedas) de la localidad son ideales para las estaciones experimentales del CIMMYT para el estudio de resistencia del trigo y maíz, permite estudiar las enfermedades foliares en los cultivos.

Cabe señalar que por medio de la segunda encuesta se obtuvo información sobre el ciclo de producción agrícola en la localidad de San Sebastián y sobre la información que el CIMMYT ofrece a los productores de maíz de la zona para el mejoramiento y adopción de técnicas factibles para métodos de cultivo tradicionales que actualmente se llevan a cabo en San Sebastián Metepec.

Es necesario comenzar por definir conceptos que nos facilitará el análisis de la encuesta elabora, comenzaremos por definir el concepto de un productor agrícola: es una persona natural o jurídica que adopta las principales decisiones acerca de la utilización de los recursos disponibles y ejerce el control administrativo sobre las operaciones de la explotación agrícola. Decide que se debe plantar y en qué momento; cuando hay que cosechar, etc. El productor tiene la responsabilidad técnica y económica de la explotación y ejerce todas sus funciones (FAO, 1995).

Para comenzar con este análisis, se clasificó por rangos de edad de los productores, destaca un 33% los agricultores que se encuentran en un rango de edad de 50 a 60 años, el 27% los productores se encuentran en un rango de edad de 70 años y más, 23% los productores de 60 a 70 años y finalmente con 17% la edad más joven de los productores que abarca un rango de edad de los 40 los 50 años.

Gráfico No.4 Rango de edades de los productores encuestados

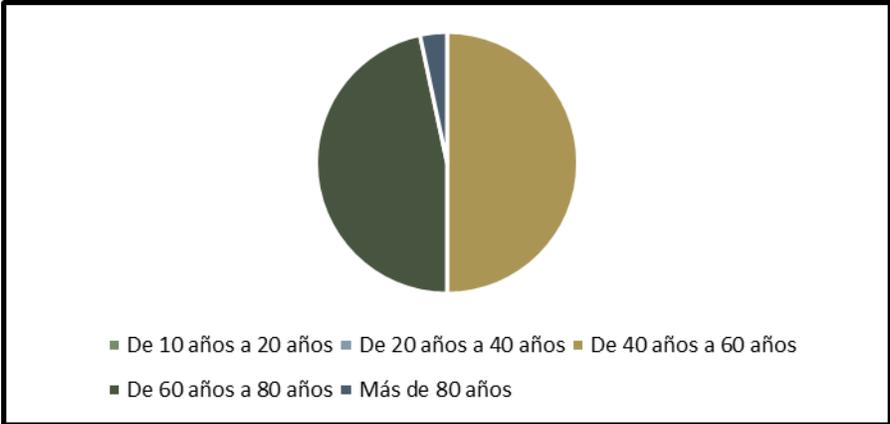


Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona

Cabe destacar que la relación de edad protagoniza un factor importante en la manera tradicional de cultivar, donde la mayoría de los productores llevan a cabo la transferencia de conocimientos a través de generación en generación. La superficie de los terrenos de los productores entrevistados en su mayoría no es mayor de una hectárea, este dato se recabo mediante una ponderación de acuerdo a la información dada por el comisario ejidal de la comunidad.

El análisis observa que 15 de 30 productores tienen viviendo en la comunidad, de 40 a 60 años, 14 más se encuentran en un rango de 60 a 80 años y un solo productor más de 80 años, lo que indica que en su mayoría son productores que han nacido en la comunidad y han heredado las prácticas agrícolas de generaciones anteriores.

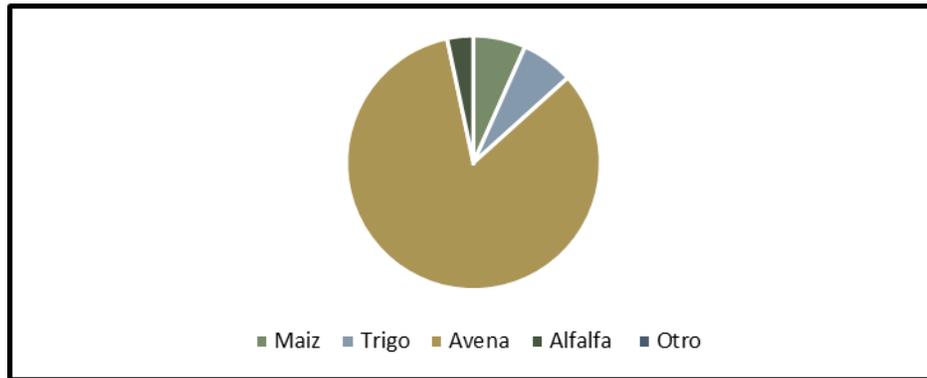
Gráfico No.5 Tiempo que llevan radicando los productores en San Sebastián



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona

Se determino también que los productores tienen de dos a tres terrenos de cultivo, señalaron que el cultivo con mayor factibilidad actualmente es la avena con un 83%, maíz y trigo con un 7%, alfalfa con 3%.

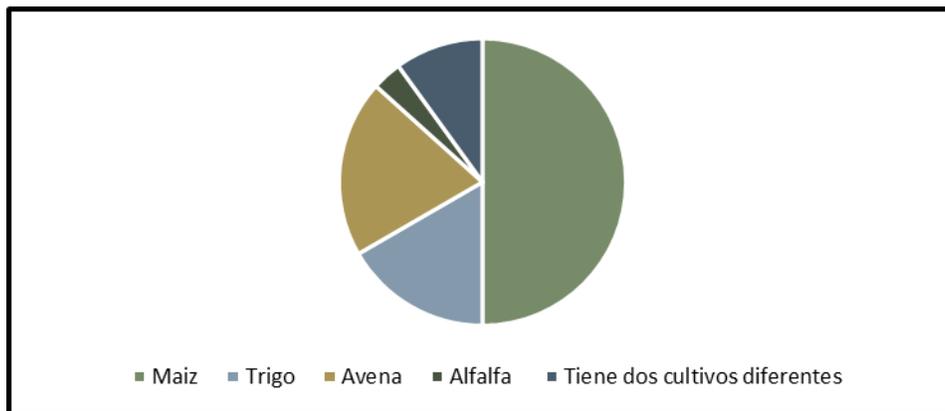
Gráfico No.6 Variedad de cultivos



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona

Sin embargo, de los 30 productores 15 de estos actualmente siembran maíz, 6 más siembran avena, 5 productores siembran trigo, un solo productor siembra alfalfa y dos más tienen cultivos de jitomate subsidiados por fomento agropecuario del ayuntamiento de Metepec, cabe mencionar que de los 15 productores que en actualmente siembran maíz 5 únicamente producen maíz cacahuazintle.

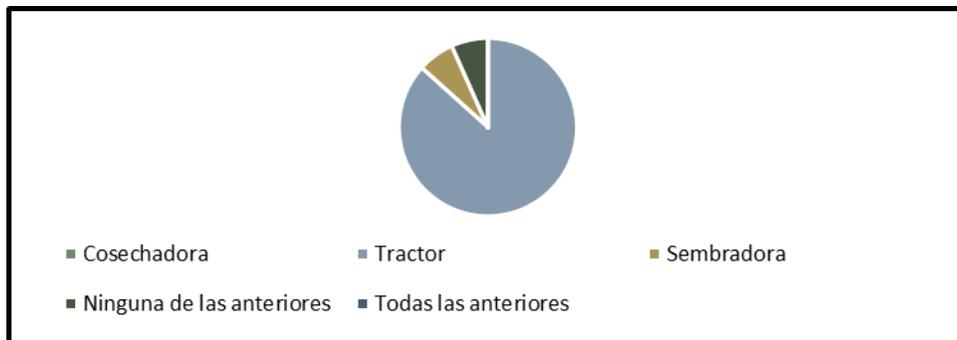
Gráfico No. 7 Cultivos con mayor factibilidad



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona  
El modo de producción de la mayoría de los productores es tradicional, los instrumentos de cultivo utilizados para la mayoría son convencionales debido a que 26 de los 30 productores rentan tractor, otros 2 de los productores utilizan otros implementos como sembradoras o trilladoras y son de uso propio.

Es importante destacar que todos los terrenos considerados por los entrevistados ninguno cuenta con un sistema de riego especial, todos son de temporal.

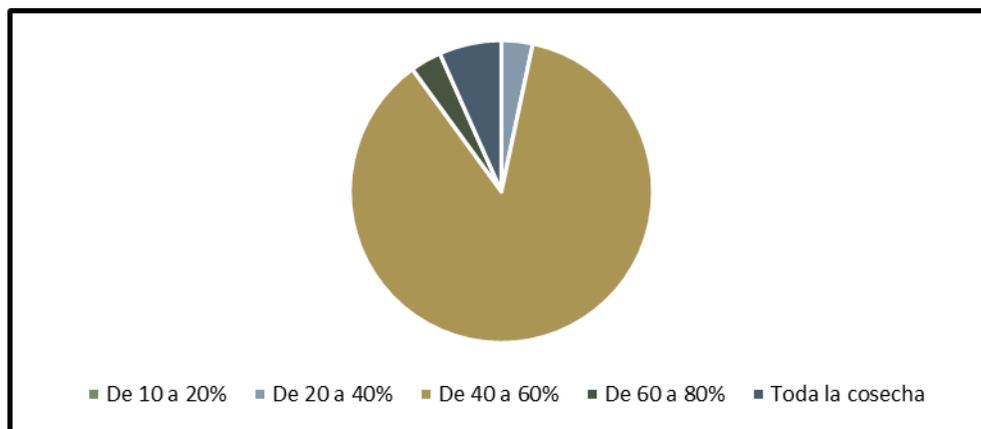
Gráfico No.8 Instrumentos de cultivo de los productores de la localidad



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona

Cabe mencionar que en un porcentaje de 40% a 60%, 26 productores indicaron destinar sus cosechas para autoconsumo y de 20% a 40% destinarlo a ventas con personas de la misma comunidad.

Gráfico No.9 Cosechas destinadas al autoconsumo



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona

Todos los productores reportan usar herbicidas químicos y 13 experimentan con semillas mejoradas certificadas, 17 de los productores conservan semillas criollas que incluso sus bisabuelos usaban para cultivar.

Se menciona que de 30 productores 29 conocen el CIMMYT y sus funciones, pero 24 de estos nunca han probado las semillas que se ofertan ya que no se tiene el conocimiento suficiente para el mantenimiento de estas semillas especiales.

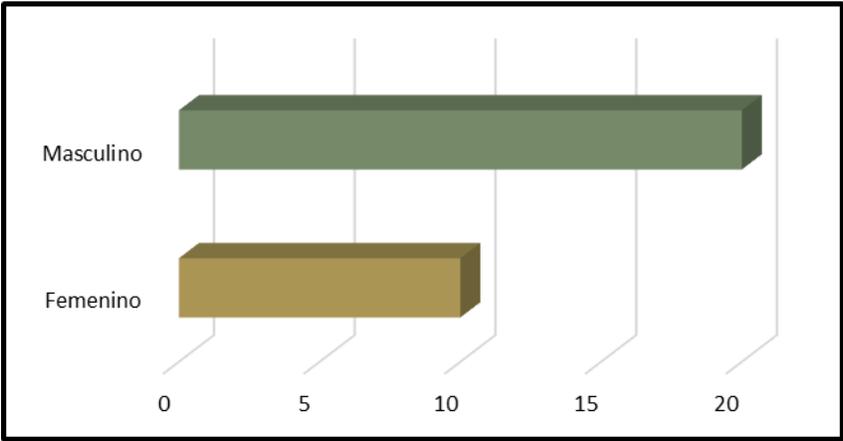
Cuadro No.11 Muestra aleatoria en 30 productores

Pregunta	Si	No
1) ¿Tienes hijos?	27	3
2) ¿Conoce al CIMMYT?	29	1
3) ¿Ha probado las semillas del CIMMYT?	6	24

Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona

Actualmente en la comunidad de San Sebastián la participación de productores y productoras no es igualitaria debido a que solo 10 de 30 son mujeres, sin embargo, se cuenta con la participación de dichas productoras y a su vez tienen un trato equitativo dentro de las reuniones ejidales.

Gráfico No.10 Número de productores masculinos y femeninos en la mesa ejidal, San Sebastián



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona

En este análisis se contempló las diferentes ocupaciones de los productores fuera del ámbito agropecuario y se clasificaron las actividades en 3 sectores, en el sector

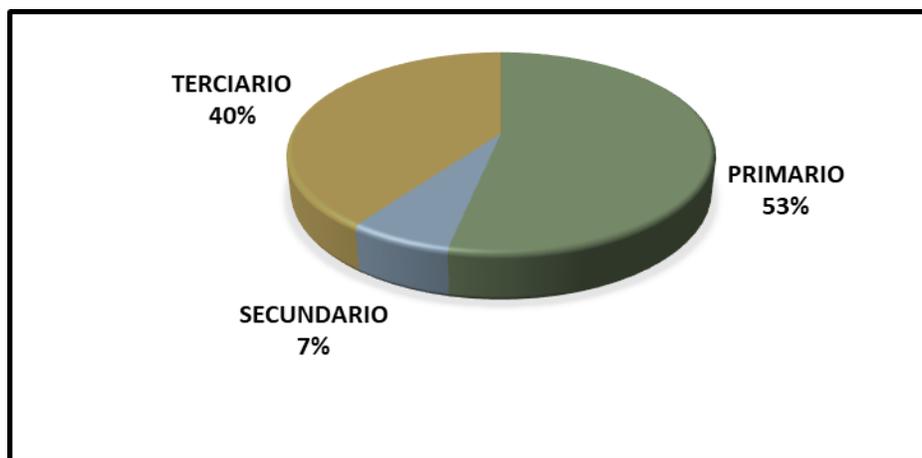
primario se clasificaron aquellas actividades que se dan por medio de la obtención de los recursos naturales.

En el sector secundario se clasificaron a las actividades que tienen que ver con la industrialización, productos terminados o semielaborados, o en maquinarias y herramientas industriales.

En el sector terciario se clasificó las actividades que pertenece a sector de comercio y prestación de servicios gubernamentales u otros.

Los resultados arrojaron que 16 productores y las actividades a las que se dedican pertenecen al sector primario con un porcentaje de 53%, siguiendo el 40% en el sector terciario con 12 de los productores y finalmente el sector secundario con únicamente 2 productores que equivale al 7%.

Gráfico No.11 Ocupación de los productores, clasificado en sectores.



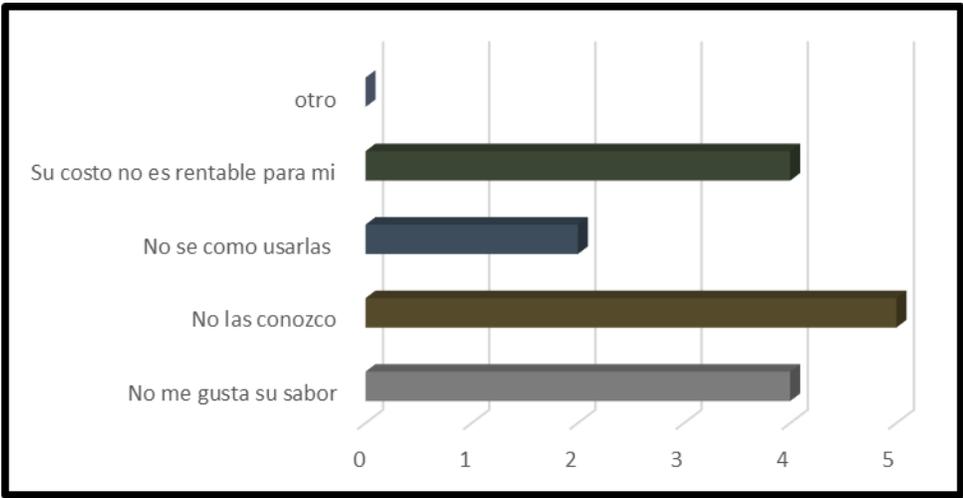
Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona.

Cabe mencionar que actualmente en la comunidad los cultivos dominantes entre los productores encuestados; es el cultivo de avena, debido a que requiere de menor inversión de tiempo y mano de obra, a su vez que es más rentable ya que su venta y muchas veces ensilaje, le permite al productor sembrar y cosechar hasta dos veces por año.

Se realizó una encuesta aleatoria en la que se planteó por qué productores de la comunidad no han utilizado las semillas de maíz del CIMMYT, las respuestas se clasificaron en la siguiente gráfica.

La mayoría de los productores, saben de la existencia del CIMMYT como base experimental dentro de la comunidad, sin embargo, desconocen el tipo de semillas que se comercializan y los que han llegado a conocerlas, no tienen información específica y certera acerca de cómo usarlas.

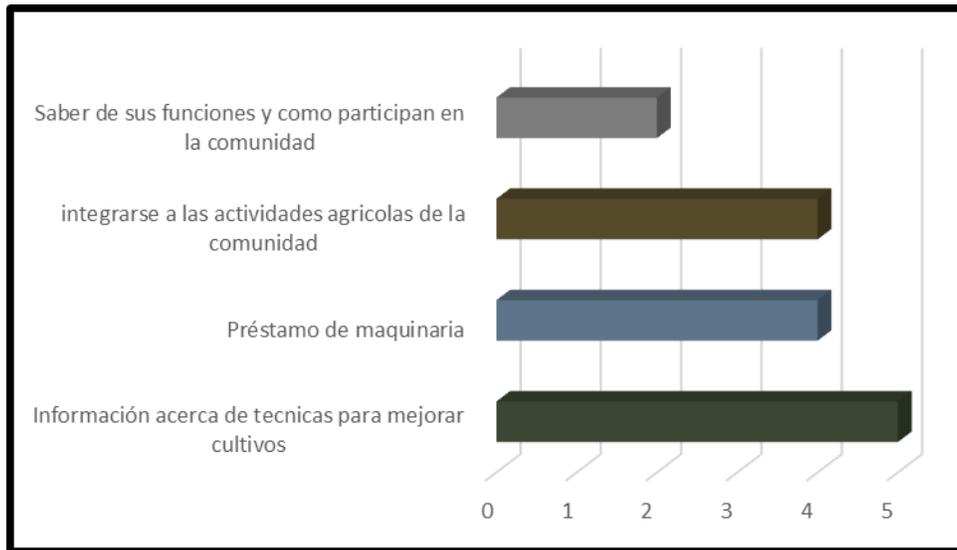
Gráfico No.12 Muestra aleatoria a productores acerca del porque no usan semillas del CIMMYT



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona

También se registraron casos en los que los productores si las han usado, pero comentan que la consistencia y el sabor no es el ideal para autoconsumo, además de que han encontrado distribuidores de semillas híbridas que les otorgan precios más rentables para su producción. Se analizaron otros aspectos que se plasmaron en la encuesta como; Qué les gustaría a los productores obtener del CIMMYT, de igual manera las respuestas fueron ponderadas y graficadas de la siguiente forma:

Gráfico No.13 Sugerencias de productores de la localidad para el CIMMYT



Fuente: Elaboración propia con base en encuestas realizadas a productores de la zona.

La mayoría de los productores opinaron acerca de que les gustaría saber acerca de técnicas de cultivo que les permitan potencializar sus cultivos, ya que lo poco que saben acerca del CIMMYT es que son pioneros en nuevos sistemas de cultivo y que siempre tienen garantizada esa seguridad alimentaria.

Se comentó, que años atrás el CIMMYT prestaba sus instrumentos de cultivo, así como se les permitía hacer actividades deportivas como atletismo dentro del campo, pero con el cambio de encargados de la base experimental muchas cosas cambiaron, los productores argumentan que se podrían acatar a normas y reglamentos que el CIMMYT antepusiera de ser necesario, para regresar a la interacción que antes se tenía.

### Conclusiones y propuestas

¿Por qué la tecnología agrícola de la estación experimental del CIMMYT, no ha sido adoptada en los sistemas de cultivo de maíz en San Sebastián, Metepec?

Con base a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

En general, los sistemas de manejo de las tierras cultivadas tienen bajo nivel tecnológico, debido a la limitada extensión de las parcelas y a su competencia permanente por el espacio con las zonas urbanas y los asentamientos dispersos.

Inicialmente se propuso que la transferencia de innovaciones y conocimientos agrícolas a los productores locales, era insuficiente, con el mercado de semillas que ofertaba el CIMMYT, se analizó la posibilidad de encontrar los aspectos por los cuales hasta el momento el CIMMYT no tiene ni transferencia de tecnología agrícola y mucho menos de conocimientos de los agricultores, como consecuencia se determinó que en esta localidad la práctica de alternativas agrícolas sustentables no son apreciadas pese a que se tiene dentro de ella una de las organizaciones más importantes a nivel mundial en seguridad alimentaria y técnicas sostenibles de cultivo.

Se consideró de gran importancia identificar la situación actual que viven los productores de maíz y otras semillas de alto consumo, la preferencia de los cultivos que ellos realizan anualmente y la factibilidad de estos contemplando la crisis ambiental y el impacto que esto ha tenido en su productividad agrícola.

Se constató que la variabilidad climática ha generado pérdidas significativas en su modo de producción y a su vez se analizó la posibilidad de que en algunos casos los productores adoptaran alternativas sostenibles como abonos orgánicos sugeridos y en algunos productores explicados para su aplicación esto con el objeto de sustituir a los fertilizantes químicos.

Tomando en cuenta los antecedentes y de la tradicional producción de maíz, se cuestionó y se analizó por qué en la mayoría de los casos los productores y agricultores optaron en los últimos años sustituir el cultivo de maíz por avena u otras semillas. También se retomó la adaptación de semillas mejoradas propuestas por el CIMMYT, detallándose que su uso ha sido solo mediante parcelas demostrativas, ya que no lo ven como una opción asequible económicamente y han tenido mejores resultados y asesoría técnica con ASPROS y en la mayoría de los casos, los que han optado por semillas híbridas o mejoradas, han sido de ASPROS.

Finalmente se concluye que el maíz en esta localidad ha bajado su factibilidad y a su vez su rentabilidad para continuar su productividad, debido a que los productores lo retoman ya como una actividad imposible de sostener, debido a que la mano de obra requerida es bastante durante todo el año y tienen presente otros problemas que obstaculizan la producción, uno de ellos es como el mercado ha ido deprecando el valor del maíz, y cuantificando los insumos utilizan a lo largo del año para la manutención y preparación de los terrenos para su cultivo (la renta de tractores e instrumentos de cultivo), es muy bajo el precio que se le da ahora a la compra del maíz.

La continuidad de los temporales malos caracterizados por sequías prolongadas afecta a los cultivos, reducen la productividad de las cosechas. Cabe destacar que con el presente trabajo se ha sugerido a el personal capacitado del CIMMYT ofertar cursos o bien se establezca un vínculo comunicativo que ayude a los productores de la zona a potencializar sus cultivos con alternativas sustentables que beneficien a todos, constatando que se tomarán dicha sugerencia en este próximo ciclo de cultivo 2021.

La comunidad se organiza por medio de mesas ejidales y mayordomías, por lo que se propone establecer vínculos entre la comunidad y el CIMMYT por medio de invitaciones a reuniones ejidales, en donde se puedan establecer pautas que les permita a los productores acercarse a representantes del CIMMYT, esto con el fin de lograr un bienestar social y poder innovarse en sus sistemas de cultivo, ya que hasta el día de hoy, los productores en su mayoría siguen practicando sistemas de cultivos tradicionales, en los que la inversión económica y mano de obra son en algunos ya insostenible, lo que está provocando que muchos productores abandonen la agricultura.

Las innovaciones técnicas deberán evaluar su potencial para aumentar la productividad del maíz y trigo, y advertir los riesgos en la producción agrícola, la rentabilidad, y mercado, capacidad de recuperación, así como intereses y capacidades de los agricultores a adoptar estas innovaciones.

Desarrollar capacidades en los productores para la adaptación y adopción de prácticas agrícolas sustentables que les permitan tener rendimientos estables, ingresos y mitiguen los impactos en el suelo.

Las prácticas de intensificación tecnológica apropiada deben contribuir a mejorar la función del suelo y de los cultivos para que resistan la variabilidad del clima.

Conservar la diversidad de los recursos fitogenéticos y formular el protocolo de disponibilidad a los usuarios con la técnica e información asociada.

Establecer en el centro experimental un programa de conservación y productividad de razas criollas de maíz.

#### Bibliografía

Aguilar Rivera, Noé; Ortiz Romero, Hilario. (2004). Generación, adopción y transferencia de tecnología, retos del desarrollo sustentable en el agro mexicano. Estudios Agrarios Año 10, núm. 26, nueva época, mayo-agosto. Procuraduría Agraria, pp. 95-119. México, México.

CEPAL, (2010). Cambio climático y Agricultura; política e innovaciones. Santiago, Chile.

Clements, Rebecca (2013). *Tecnologías de Adaptación al Cambio Climático, Sector Agropecuario*. Universidad de Greenwich

Faiguenbaum, Sergio. (2008). El desarrollo científico y tecnológico de la agricultura de la revolución verde a la revolución biotecnológica; continuidades y rupturas.

FORAGRO (2012). *Tecnología e innovación en la agricultura*.

Herrera, Francisco. (2006). *Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana*. Una aproximación teórica. Maracaibo.

*Híbrido de maíz de grano amarillo para el noreste de México*. Revista Fitotecnia Mexicana.

<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/encagro/ena/2014/default.html>

INEGI. 2014. Encuesta Nacional Agropecuaria 2014, disponible en:

López Ceballos, Mariana. (2010). Mejoramiento del perfil de tensión en sistemas de distribución usando generación distribuida.

OCDE, (2011). *Análisis del extensionismo agrícola en México*. Paris

Ortega, Cesar. (2006). *Innovación Tecnológica en el sector vitivinícola*. Universidad de Chile. Santiago de Chile.

Posada Costa, Carlos (2007). La adaptación al cambio+ climático en Colombia.

Provencio Alcón, José Francisco 2007. Adopción y difusión de las tecnologías de riego: aplicación en la agricultura de la región de Murcia. Universidad Politécnica de Cartagena.

Ramírez. Rodrigo. Tecnologías emergentes en el desarrollo agrícola.

- Recuperado el 28 de octubre de 2017 en:  
<https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/cimmyt-50-anos-de-impulsar-el-maiz-y-el-trigo?idiom=es>

Rivera, Fernando. *Generación, adaptación y difusión de tecnología agropecuaria: propuestas para una acción integral con miras al siglo XXI*

SAGARPA (2010). *Investigación, validación y transferencia tecnológicas*. México.

Salazar Cano, Jaime Andrés. *La innovación en alimentos*. Revista Lasallista de Investigación.

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (2005) *Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana*. Chapingo, México.

Sollero, José Luis. *La innovación tecnológica en la agricultura mexicana*.

Universidad de Talca. (2017). *Avances tecnológicos para adaptar la agricultura al cambio climático*. LINK INTERNO.

Vicinil, Luis. *Adopción de Tecnología Agrícola*. INTA Banda del Río Salí. Tucumán / Argentina.

Arellano, J. L.; Espinosa, A.; Velázquez, G.; Turrent, A.; Tovar, M. R.; Vargas, V.; Mejía, J.; Andrade, H.; Ávila, M. A.; Gámez, A. J.; Garza, R. (2015). Maíz de Temporal Toluca. Agenda Técnica Agrícola Estado de México. SAGARPA, SENASICA, INIFAP, México: 137-141.

CETENAL (1976), Carta de uso de suelo Tenango E-14-A-48. Escala 1:50000, <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>

CETENAL (1976), Carta edafológica Tenango E-14-A-48. Escala 1:50000, <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/>

Google Earth, imágenes satelitales, 2003 y 2017

SEMARNAT (2002). NOM-021-RECNAT-2000, Diario Oficial, martes 31 de diciembre.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales, Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i8864es/l8864ES.pdf>

SEMARNAT (2002). Capítulo 3. Suelos. Informe de la situación del medio ambiente en México, disponible en: [http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas\\_2000/informe\\_2000/indice.htm](http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/indice.htm)

Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Vivanco, J. C, Bojórquez, J. I, Murray, R. M, Nájera, O, Flores, F, & Hernández, A. (2010). Características de los principales suelos de la cuenca del río Mololoa, Tepic, Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00. Recuperado en 14 de abril de 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362010000100005&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100005&lng=es&tlng=es).