



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

---

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

## TESIS

DIAGNÓSTICO SOCIO-AMBIENTAL DE LA DEGRADACIÓN DE  
TIERRAS EN EL SISTEMA AGRÍCOLA: EL CASO DE SAN MIGUEL  
BALDERAS, TENANGO DEL VALLE, MÉXICO.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

María Fernanda Medina Velázquez

DIRECTORES:

Dr. en C. Gustavo Álvarez Arteaga

Dr. en C. E. Gabino Nava Bernal



26 de noviembre 2021

Toluca de Lerdo, Estado de México.

## RESUMEN

La agricultura es una de las principales actividades de subsistencia para la población y se ve afectada por la degradación de tierras que se manifiesta en una disminución de la producción de alimentos. Esta investigación se basa en el caso de estudio de la comunidad agrícola de San Miguel Balderas en Tenango del Valle, Estado de México, zona conocida por la producción del cultivo de papa.

Se realizó un diagnóstico socio-ambiental del sistema agrícola, con la finalidad analizar los factores socioambientales que inciden sobre la condición actual y desempeño del suelo agrícola que derivan en degradación de la tierra, a partir de la identificación de la influencia de las variables socioeconómicas en la degradación de estos sistemas agrícolas.

El trabajo presenta una recopilación conceptual sobre el tema de degradación de tierras. La metodología se basó en el modelo Presión Estado Respuesta conocido como P-E-R. La presión incluye la caracterización del entorno socioeconómico donde se aplicó un instrumento a productores para su identificación con datos como edad, género, grado de estudios y principales actividades económicas.

El Estado hace referencia a la caracterización las condiciones fisicoquímicas, para identificar los sitios donde se realizaron los análisis se aplicó un instrumento a productores para definir dos sitios con diversas particularidades con el propósito de conocer y analizar las condiciones de las tierras de cultivo.

Para la parte de Respuesta, se identificaron las acciones que los productores realiza por consecuencia de las problemáticas que identifican en sus tierras de cultivo, a raíz de lo anterior se llevó a cabo una Respuesta Inducida a través un ejercicio participativo con dieciséis productores con interés en implementar técnicas de cultivo relacionadas con el mejoramiento de las condiciones del suelo.

Se concluye que los productores de San Miguel Balderas identifican las problemáticas de sus tierras de cultivo, conscientes de las prácticas que han realizado por años donde han impactado de manera negativa el suelo, la presión principal es económica al ser la única actividad económica a la que se dedica, el estado de los suelos analizados demuestra las problemáticas de acuerdo con los modos de producción de cada sitio evaluado, algunos productores como respuesta a las problemáticas que presentan sus tierras de cultivo han implementado algunas acciones como incorporación de insumos orgánicos, tecnología principalmente en riego, rotación de cultivo, así como un aumento de consumo de plaguicidas y fungicidas por la resiliencia de las plagas y enfermedades.

*Figura 1. Terreno que fue intervenido con el uso de prácticas y bio-insumos desde el 2017.*



Fuente: Toma propia, cultivo de avena post cosecha de papa, 22 de diciembre 2020.

## índice

1. Introducción .....	10
1.1. <i>Planteamiento del problema</i> .....	13
1.2. <i>Preguntas de Investigación</i> .....	18
1.3. <i>Hipótesis</i> .....	19
1.4. <i>Objetivos</i> .....	19
1.4.1. General .....	19
1.4.2. Especifico.....	19
2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. <i>Teoría General de Sistemas</i> .....	21
2.2. <i>El suelo como un sistema abierto</i> .....	22
2.3. <i>Agroecosistemas</i> .....	25
2.3.1. Componente socioeconómico.....	26
2.3.2. Componente ambiental .....	26
2.4. <i>Importancia de la agricultura</i> .....	27
2.4.1. Agricultura tradicional.....	27
2.4.2. Agricultura intensiva. ....	28
2.5. <i>Degradación de las tierras</i> .....	29
CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	34
3.1. <i>Delimitación de la zona de estudio</i> .....	35
3.2. <i>Geología</i> .....	36
3.3. <i>Edafología</i> .....	37
3.4. <i>Clima</i> .....	40
3.5. <i>Uso de suelo y vegetación</i> .....	43
CAPITULO 4. METODOLOGÍA .....	46
4.1. <i>Modelo Presión-Estado-Respuesta</i> .....	47
4.2. <i>Selección de los sitios de muestreo</i> .....	49
4.3. <i>Indicadores en el modelo PER</i> .....	50
4.4. <i>Indicadores de Presión</i> .....	2
4.5. <i>Indicadores de Estado</i> .....	5
4.5.1. Proceso de análisis.....	7
4.6. <i>Indicadores de Respuesta</i> .....	12
CAPITULO 5. RESULTADOS .....	13

5.1. Caracterización del sistema papa .....	14
5.2. Descripción de los sitios para muestreo.....	16
5.3. Factores de Presión.....	21
5.4. Estado del recurso suelo .....	31
5.4.1. Análisis de resultados.....	35
5.5. Respuesta .....	42
CAPITULO 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	49
Bibliografía .....	54
8. ANEXOS .....	2
Ficha para caracterización del cultivo de papa .....	2
Levantamiento de información de campo .....	2

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Distribución de la población en los diferentes grados de Degradación. Censo, 2010. .....	17
Cuadro 2 Efectos de la degradación en tierras .....	32
Cuadro 3. Instrumento para la identificación de las condiciones de los sitios en cultivo de papa. .....	48
Cuadro 4. Variables de Presión .....	3
Cuadro 5 Variables cuantitativas de Estado del recurso suelo.....	6
Cuadro 6. Percepción de degradación suelos por productores de San Miguel Balderas.....	7
Cuadro 7 Características de los sitios de cultivo.....	16
Cuadro 8 Resultados de Mapa de Empatía, aplicado a productores de San Miguel Balderas ..	21
Cuadro 9 Resultados de condiciones sociales.....	22
Cuadro 10. Resultados de Condiciones económicas .....	23
Cuadro 11 Resultados de prácticas de labranza .....	24
Cuadro 12 Ficha técnica de FURADAN 5G .....	27
Cuadro 13 Ficha técnica de Moncut.....	27
Cuadro 14 Ficha técnica FERCON .....	28
Cuadro 15 Ficha técnica CURACRON.....	28
Cuadro 16 Ficha técnica AMISTAR .....	29
Cuadro 17 Ficha técnica MIDACROPLID .....	29
Cuadro 18 Ficha Técnica de PARAQUAT .....	30
Cuadro 19 Características de los sitios de cultivo.....	31
Cuadro 20. Parámetros físicos para las muestras superficiales de los suelos en el sitio uno....	33
Cuadro 21 Parámetros químicos para las muestras superficiales de los suelos en el sitio uno	33
Cuadro 22 Parámetros físicos para las muestras superficiales de los suelos en el sitio dos.....	34
Cuadro 23 Parámetros químicos para las muestras superficiales de los suelos en el sitio dos	35
Cuadro 24 Acciones de los productores ante la degradación de suelos .....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Terreno que fue intervenido con el uso de prácticas y bio-insumos desde el 2017.....	4
Figura 2. Degradación de tierras a nivel mundial, IPBES 2018 .....	15
Figura 3. Superficie relativa afectada por procesos de degradación del suelo en México, 2002. .....	16
Figura 4 Superficie y porcentaje por nivel de degradación, CONAFOR 2013. ....	16
Figura 5. Suelo como sistema abierto. ....	23
Figura 6. Entradas y Salda en el sistema del suelo .....	24
Figura 7 Ubicación geográfica de la zona de estudio, San Miguel Balderas .....	35
Figura 8 Geología de la zona de estudio, San Miguel Balderas .....	37
Figura 9. Zona de estudio a 3200 msnm, cultivo de papa en suelo tipo Andosol, San Miguel Balderas .....	38
Figura 10. Zona de estudio a 2700 msnm, cultivo de papa y maíz en suelo tipo Phaeozem, San Miguel Balderas .....	39
Figura 11 Edafología de la zona de estudio, San Miguel Balderas.....	40
Figura 12 Clima de la zona de estudio, San Miguel Balderas .....	41
Figura 13. Zona conocida como Tepehuixco a 3400 msnm, San Miguel Balderas .....	43
Figura 14 Cultivo de papa en San Miguel Balderas .....	44
Figura 15 Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio, San Miguel Balderas .....	45
Figura 16. Caracterización tipo “T” en el suelo.....	49
Figura 17 Causas y consecuencias de la degradación de tierras en Balderas .....	2
Figura 18 Mapa de empatía .....	3
Figura 19. Identificación de puntos para obtención de muestras, zona de estudio .....	8
Figura 20. Muestra bruta de cada sección a evaluar, zona de estudio San Miguel Balderas .....	9
Figura 21 Muestreo aleatorio simple: técnica de cuarteo.....	10
Figura 22 Muestreo con técnica de cuarteo, zona de estudio, San Miguel Balderas .....	10
Figura 23. Procesamiento de muestras de suelo en la Unidad de Laboratorio de Ciencias Ambientales (ULCA).....	11
Figura 24 Ciclo productivo del sistema de papa .....	14
Figura 25 Cultivo de papa en temporal .....	15
Figura 26. Sitio 1, zona de estudio a 3200 msnm, San Miguel Balderas.....	18
Figura 27 Sitio 2, zona de estudio a 2700 msnm, cultivo de maíz.....	19
Figura 28. Cárcavas por erosión hídrica en sitio 2.....	20
Figura 29 Perfil topográfico de los sitios de muestreo .....	31
Figura 30 División por zonas del sitio uno para muestreo .....	32
Figura 31 División por zonas del sitio dos para muestreo.....	34
Figura 32 Capacitación para la elaboración de bio-insumos con el Mtro. Jairo Restrepo en Tonatico Edo. Méx.....	44
Figura 33 Capacitación para la elaboración de bio-insumos en San Miguel Balderas .....	45
Figura 34 Participación de los productores de San Miguel Balderas en la elaboración de bio- insumos .....	45
Figura 35 Elaboración de Bio-insumos en San Miguel Balderas .....	46
Figura 36 Presencia de anfibios en terrenos de cultivos donde se implementaron los bio- insumos .....	47
Figura 37 Taller de elaboración de bio-insumos 2019. ....	48

## 1. Introducción

En el presente trabajo se realizó un diagnóstico socio-ambiental del sistema agrícola, con la finalidad analizar los factores socioambientales que inciden sobre la condición actual y desempeño del suelo agrícola que derivan en degradación de la tierra, a partir de la identificación de la influencia de las variables socioeconómicas en la degradación de estos sistemas agrícolas, así como reconocer como la intervención para la adopción de prácticas contribuyen a restaurar el estado actual del suelo.

El trabajo se estructura por seis capítulos, en el capítulo dos se aborda conceptos teóricos sobre teoría general de sistema, el suelo como un sistema, agroecosistemas, la importancia de la agricultura y degradación de tierras, seguido por el capítulo tres que se enfoca en la caracterización de la zona de estudio donde se identifican su geología, edafología, clima, uso de suelo y vegetación.

Para entender este complejo contexto agrícola, en el capítulo cuatro se aborda la metodología de esta investigación se basó en el modelo Presión Estado Respuesta conocido como P-E-R. La caracterización del entorno socioambiental de la comunidad de “Balderas” (se utiliza este término para referirse a la comunidad de San Miguel Balderas), cuyo régimen de propiedad es ejidal debido a que parte de la superficie abarca parte del ANP del Nevado de Toluca: El principal sistema agrícola es para el cultivo de papa, mismo que a través de los años ha logrado fortalecer económicamente la comunidad pero dejando a su paso disminución en la capacidad de producción, diversidad de flora y fauna e impactando directamente en la salud de las familia de los productores por el uso excesivo de insumos inorgánicos.

Partiendo con la aplicación de un instrumento que permitiera un diagnóstico de la comunidad a partir de un mapa de empatía aplicado a ocho productores de

Baldera, a través de ello se identificaron aspectos que inciden en la degradación de suelos, posteriormente a los mismos productores se aplicó entrevistas para identificar aspectos socioeconómicos con datos como edad, género, grado de estudios, principales actividades económicas, tipo de cultivo, superficie cultivada, número de cultivos por año, tipos de financiamiento, inversión por cultivo, canales de comercialización entre otros.

El Estado hace referencia al estado fisicoquímicos del suelo, para identificar los sitios donde se realizaron los análisis se aplicó un instrumento a productores con terrenos propios con los siguientes datos: tipo de cultivo, historial de siembra, características del terreno (Plano / pendiente), ubicación, altitud, tipo de tracción que usan, superficie y si hacen uso de insumos inorgánicos en su totalidad, posteriormente se definieron dos sitios con diversas particularidades con el propósito de conocer y analizar las condiciones de las tierras de cultivo.

Para conocer el Estado de los sistemas agrícolas, se caracterizaron las condiciones fisicoquímicas del recurso suelo, tales como textura, humedad, pH, conductividad, densidad aparente y real, materia orgánica, macro y micronutrientes, para llevar a cabo el muestreo de los dos sitios de estudios se fraccionaron ya que cada terreno es su totalidad presentan diferentes características identificadas por los productores como baja productividad, color, textura, producción de mala calidad del producto e intensidad de plagas, se realizó un muestreo a través del método de cuarteo.

Para la tercera parte de la metodología que es la Respuesta, se identificaron las acciones que los productores realiza por consecuencia de las problemáticas que identifican en sus tierras de cultivo como son aumento de insumos inorgánicos, tecnificación, rotación de cultivo, tipos de labranza, incorporación de compostas o mejoras, a raíz de lo anterior se llevó a cabo una Respuesta Inducida a través un ejercicio participativo con dieciséis productores con interés en implementar técnicas de cultivo relacionadas con el mejoramiento de las condiciones del suelo, que contribuyera al reducir los costos de producción y entendiendo los métodos de producción con insumos orgánicos y alimentos saludables, siendo

el principio de lo que podría cambiar el rumbo del proceso productivo en la comunidad de Balderas.

En el capítulo cinco se basa en los resultados obtenidos a partir del modelo PER, también se encuentra los resultados de mapa de empatía que permitió conocer lo que los productores e identificar sus modos de producción, las características socioeconomías, la caracterización del sistema de cultivo en la comunidad, los tipos de insumos que utilizan los productores, los factores de presión, estado y respuesta.

Por último, en el capítulo seis se encuentra la discusión de los resultados y conclusiones; se analizó los resultados obtenidos a partir de los instrumentos aplicados, los análisis fisicoquímicos que se realizaron en los dos sitios de estudio y por último la respuesta natural e inducida ante la presencia de degradación de tierras.

Con ello se responde las preguntas de investigación sobre cuáles son los factores que inciden sobre la condición actual y desempeño del suelo agrícola, donde se hacen referencia las variables sociales y económicas que han propiciado la degradación de tierras en los cultivos de papa de la comunidad Balderas; así como la comprobación de la hipótesis que menciona el aumento del consumo de insumos inorgánicos aunado de un producto que puede generar tres veces su inversión son los principales factores presión y por consecuencia favorece la degradación de tierras.

Se concluye que los productores de San Miguel Balderas identifican las problemáticas de sus tierras de cultivo, conscientes de las prácticas que han realizado por años donde han impacto de manera negativa el suelo, la presión principal es económica al ser la única actividad económica a la que se dedica seguida de la ausencia de conocimiento que permita mejorar sus modos de producción y optimizar recursos, el estado de los suelos analizados demuestra las problemáticas de acuerdo con los modos de producción de cada sitio evaluado, algunos productores como respuesta a las problemáticas que

presentan sus tierras de cultivo han implementado algunas acciones como incorporación de abonos o mejoras, tecnología principalmente en riego, rotación de cultivo, así como un aumento de consumo de plaguicidas y fungicidas por la resiliencia de las plagas y enfermedades.

### 1.1. Planteamiento del problema

A escala mundial, la degradación de tierras es un problema global, que afecta directamente al medio ambiente y a la población de todos los países con trascendencia económica y social, afectando negativamente la capacidad de producción de alimentos necesaria para alimentar a la población mundial en rápido crecimiento.

La degradación de tierras no solo se refiere al deterioro del recurso suelo en sí, sino también, a la evaluación de otros aspectos, como: ecosistema, pérdida de biodiversidad, consumo de agua, además de afectaciones económicas y sociales. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura por sus siglas (FAO, 2021) esta problemática es de magnitud internacional y sucede como resultado de la presión que se ejerce sobre el suelo para aumentar la producción de alimentos y abastecer el aumento de la población.

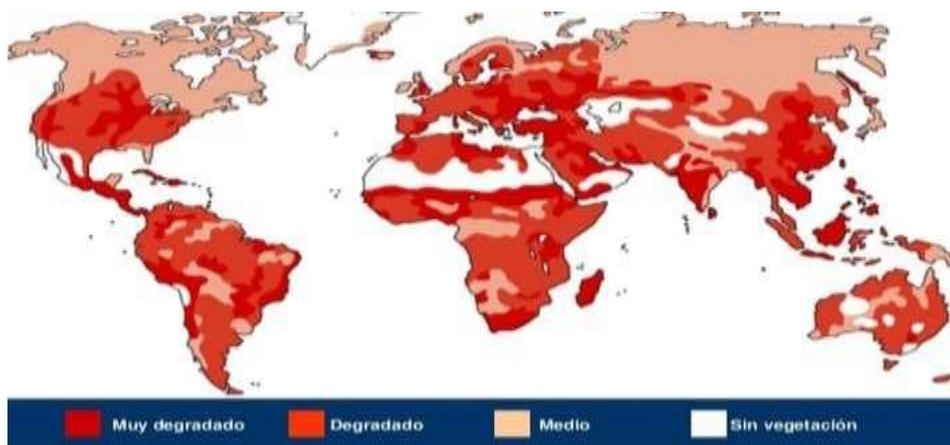
En respuesta a la necesidad de incrementar la producción de alimentos, se origina la “Revolución Verde”, la cual fue desarrollada durante la década de 1960 en respuesta a una gran crisis alimentaria que tenía presencia en esa época. Durante esta, las zonas de cultivo se intensificaron utilizando semillas mejoradas en laboratorio, que se cultivaban durante todo el año y se aplicaba una gran cantidad de fertilizantes y plaguicidas, además de mecanizar la agricultura. De esta forma, los ciclos naturales de producción de la tierra no son considerados y en consecuencia el impacto es la degradación generalizada de la tierra y el agua (FAO, 2015).

El desarrollo económico global, la demanda de alimentos, bienes y servicios no ha dejado de presionar al ecosistema, por lo que actualmente nos encontramos en un estado de escasez y degradación de los recursos naturales. La agricultura es una de las principales actividades que producen dicha condición, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD, 2017) estima que hasta un 40% de las tierras agrícolas del mundo están seriamente degradadas.

Pla (2015) señala que la vida de todos los seres vivos depende de tres factores: agua, alimento y calidad ambiental; es por ello la importancia de mantener actividades productivas sin que se impacte de manera negativa al ambiente; ya que las consecuencia de realizar prácticas agrícolas inadecuadas se traduce en una disminución de la capacidad del recurso suelo para producir alimentos, un descenso en la disponibilidad de agua y la disminución de la diversidad biológica, por consecuencia un desequilibrio en los ecosistemas Desde la perspectiva socioeconómica, la degradación de suelos se manifiesta en una menor producción de alimentos, incremento en la pobreza y necesidad de emigrar (SEMARNAT, 2012a).

A continuación, se describe la situación a nivel mundial sobre la degradación de tierras; de acuerdo con la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, 2018), informa que la degradación de tierras cada día empeora impactando directamente en la población mundial, calculando que el 75% con proyecciones de un 90% para el 2050, localizándose principalmente en América Central, América del Sur, África y Asia (Figura 2).

Figura 2. Degradación de tierras a nivel mundial, IPBES 2018.

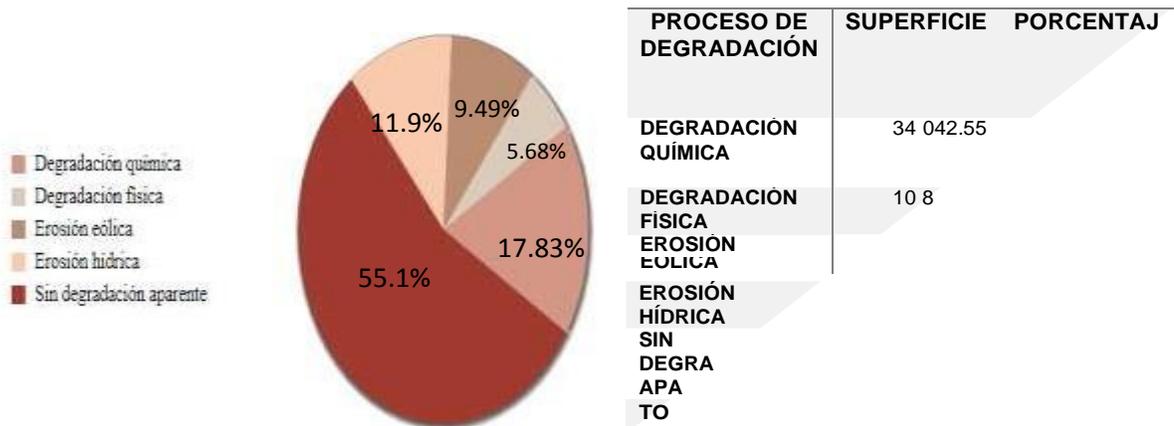


Fuente: Informe de evaluación sobre la degradación y restauración de la tierra, IPBES.

México es considerado como uno de los principales países exportadores de alimentos del mundo; como aguacate, maíz, limón, sorgo, semillas, chiles, hortalizas, huevos (DOF, 2013-2018), y de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) ocupa el tercer lugar en producción de alimentos en Latinoamérica y el décimo segundo en el mundo, con una producción estimada en 280 millones de toneladas de alimentos (Urzua y Lugo, 2017). Pese a esto la producción agrícola enfrenta problemas de degradación de tierra y ambientales, esto representa una preocupación a nivel nacional ya que impacta directamente en diversos aspectos de la vida.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en 2002 se diagnosticó un 23.51% (Figura 3) de Tierras degradadas (SEMARNAT, 2003) y para el 2013 la Comisión Nacional Forestal por sus siglas CONAFOR revela que el 89.3% del territorio mexicano se encuentra con algún tipo de degradación (Figura 4), en México los pequeños productores constituyen un capital 4.3% de la población total.

Figura 3. Superficie relativa afectada por procesos de degradación del suelo en México, 2002.



Fuente: Informe sobre degradación de suelo en la república mexicana, SEMARNAT 2003.

Figura 4 Superficie y porcentaje por nivel de degradación, CONAFOR 2013.



Tipo de degradación dominante	Superficie (miles de ha)	Porcentaje de la superficie del país
Sin Degradación	18, 282.8	9.3
Degradación ligera	47, 541.1	24.3
Degradación moderada	33, 672.2	17.2
Degradación Severa	75, 258.8	38.4
Degradación extrema	18, 498.7	9.4
Cuerpos de agua	2, 671.1	1.4
<b>Total</b>	<b>195, 924.8</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Con base en Línea Base Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación, 2013.

Respecto al 89,3% de la superficie terrestre del país que presenta diferentes niveles de degradación; el 41,5% de degradación es leve y moderada y el 47,8% de degradación es severa y extrema. Esto indica que los problemas relacionados con la disminución o pérdida de la capacidad de producción de la tierra en el país son serios. Debido a que aproximadamente la mitad del país tienen problemas de degradación de graves a extremos, es necesario formular planes y acciones dirigidas a revertir este proceso (CONAFOR, 2013).

Analizando este problema desde una perspectiva demográfica, se encuentra que el 98.32% de los residentes del país vive en algún tipo de área degradada, y solo el 1.68% de los residentes vive en áreas que no están degradadas (Cuadro 1). Esta situación es preocupante porque muestra la urgente necesidad de formular políticas y estrategias para atender a esta parte de la población que vive en tierras degradadas.

*Cuadro 1. Distribución de la población en los diferentes grados de Degradación. Censo, 2010.*

<b>Degradación</b>	<b>Habitantes en el 2010</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Nula</b>	1, 881, 863	1.68
<b>Ligera</b>	12, 873, 508	11.46
<b>Moderada</b>	15, 894, 733	14.15
<b>Severa</b>	68, 705, 670	61.18
<b>Extrema</b>	12, 952,501	11.53
<b>Total</b>	112,308,275	100

Fuente: Con base en Línea Base Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación, 2013.

En la comunidad de San Miguel Balderas, el cultivo con mayor presencia es la papa (*Solanum tuberosum* L.), de acuerdo con los productores de la zona, este cultivo se introdujo en el ejido Balderas desde 1960. El comisariado ejidal menciona que el ejido cuenta cerca de 2500 hectáreas de las cuales el 20% se ubican dentro del Área de Protección de Flora y Fauna del Nevado de Toluca, y aproximadamente en el 90% de estos se siembra de papa tanto de temporal como de riego; la comunidad de San Miguel Balderas es reconocida actualmente como zona productora de papa en el estado México.

El cultivo de papa es próspero sobre la zona de Eje Neovolcánico Transversal, sitio al cual pertenece el área de estudio. En general, se da un rendimiento de hasta 2 cosechas por año, llegando alcanzar entre las 25 a 45 toneladas por cosecha, donde su precio oscila entre los \$3 a \$12 pesos por kilos (venta a intermediarios) en ocasiones puede llegar a representar una entrada significativa

de ingresos a los productores logrando hasta triplicar su inversión. Indicar fuente de información

Por tal motivo el cultivo de papa es recurrente y con ello se han implementado una serie practicas inadecuadas por años cuyo objetivo es aumentar el rendimiento, calidad, combatir plagas y enfermedades en la papa, esta praxis está impactando las tierras de cultivo y el entorno sobre todo por el uso irracional de insumos inorgánicos dando pie a la degradación del ecosistema natural.

Por tanto, mantener la sostenibilidad sanitaria y ambiental de las tierras de cultivo es fundamental. Esto requiere que los métodos de gestión de la tierra consideren todos los componentes clave de los recursos naturales, principalmente el suelo, el agua y la biomasa.

## 1.2. Preguntas de Investigación

¿Cuáles son los factores que inciden sobre la condición actual y desempeño del suelo agrícola, en un contexto socio-ambiental que derivan en la degradación de tierras en San Miguel Balderas, Tenango del Valle?

De manera particular

¿Cuáles son las variables sociales y económicas que han propiciado la degradación de tierras en los cultivos de papa de la comunidad de San Miguel Balderas, Tenango del Valle?

¿Cuáles son las repuestas adoptadas por los productores que contribuyen a reducir la degradación de tierras?

### 1.3. Hipótesis

El aumento del consumo de insumos inorgánicos durante las prácticas agrícolas implementadas y heredadas por años sin informarse de los impactos a largo plazo aunado de un producto que puede generar tres veces su inversión son los principales factores sociales y económicos de presión sobre el suelo favoreciendo la degradación de la tierra.

### 1.4. Objetivos

#### 1.4.1. General

Analizar los factores que inciden sobre la condición actual y desempeño del suelo agrícola, en un contexto socio-ambiental y derivan en la degradación de tierras en San Miguel Balderas, Tenango del Valle.

#### 1.4.2. Especifico

- ✓ Construir el marco teórico sobre los conceptos como degradación de tierras, suelo como un sistema abierto, agroecosistemas e importancia de la agricultura.
- ✓ Caracterización de la zona de estudio de acuerdo con su geología, edafología, clima y uso de suelo y vegetación.
- ✓ Caracterización del ciclo agrícola del producto papa.
- ✓ Identificar los elementos de Presión-Estado-Respuesta de acuerdo con las variables sociales, económicas y ambientales que intervienen en el proceso del producto papa.
- ✓ Analizar los elementos de Presión-Estado-Respuesta de acuerdo con las variables sociales, económicas y ambientales que intervienen en el proceso del producto papa.
- ✓ Identificar la respuesta natural de los productores ante la presencia de degradación de suelo.

# CAPÍTULO 2:

## Marco teórico

En este capítulo se presentan los conceptos más relevantes para comprender los fundamentos en los que se basa este estudio. Se explica la base teórica de la Teoría General de Sistemas (TGS), propuesta por Bertalanffy en 1976, la cual plantea que los elementos de un sistema no pueden describirse individual o separadamente, sino que, por el contrario, su comprensión debe tomarse como parte de un enfoque integral. que incluye todas las interconexiones de sus partes (Bertalanffy, 1976).

El marco teórico también incluye conceptos como los sistemas agrícolas, la importancia de la agricultura y su relación con la degradación de la tierra, así como sus causas y efectos. El capítulo concluye con la presentación del Modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) para entender los factores que influyen en la degradación de suelo.

## 2.1. Teoría General de Sistemas

La Teoría General de Sistemas (TGS) fue propuesta por el biólogo Ludwig Von Bertalanffy. Señalaba que los elementos del sistema no se pueden describir de forma individual o aislada, por el contrario, debe describirse como un todo, que implica toda la interdependencia de cada parte. Por eso, además de las ciencias naturales, la teoría también se utiliza en muchos campos de investigación, como la economía, las matemáticas, la psicología, etc. (Bertalanffy, 1976).

De acuerdo con Marcelo Cathalifaud un sistema se define como: “conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema directo o indirectamente unido de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo”. Estos se encuentran en constante relación con su entorno por lo que normalmente se generan movimientos al interior y al exterior del sistema (Cathalifaud, 1998).

En la teoría, Bertalanffy explica que los sistemas se dividen en abiertos y cerrados.

- Sistema abierto: este “se mantiene en continua incorporación y eliminación de materia, constituyendo y demoliendo componentes, manteniéndose en un estado llamado uniforme; el sistema abierto alcanza un estado uniforme, otro, de retroalimentación y mantenimiento” (Bertalanffy, 1976)p.28
- Sistema cerrado: en este ningún elemento de afuera entra y ninguno sale (No intercambia energía); se comportan de una manera fija, rítmica o sin variaciones (Cathalifaud, 1998).

También explica que hay dos enfoques con los que se puede trabajar la TGS (Pérez y Razz, 2009, p. 495).

- “El primer enfoque consiste en observar el universo empírico y escoger ciertos fenómenos generales que se encuentran en las disciplinas científicas y tratar de construir un modelo teórico que sea significativo de la realidad”.

- “El otro enfoque, consiste en ordenar los campos empíricos en una jerarquía de acuerdo con la complejidad de la organización de sus individuos básicos o unidades de conducta y tratar de desarrollar un nivel de abstracción apropiado a cada uno de ellos”

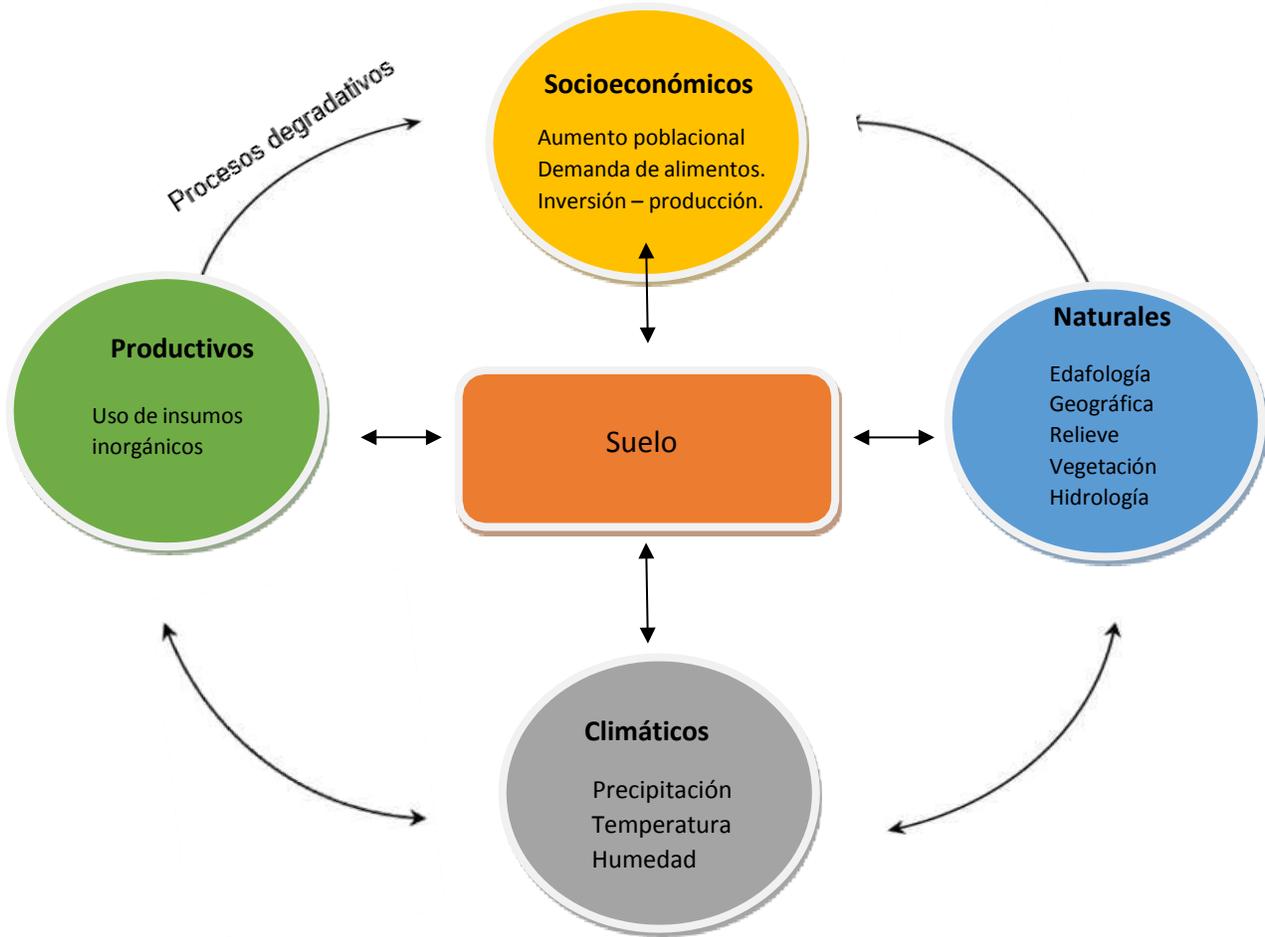
Para el caso del tema de estudio se aplicará la TGS considerando como sistema a las tierras agrícolas, pues en estas suceden flujos de intercambio de energía entre aspectos sociales y económicos que en consecuencia generan la degradación de las tierras.

## 2.2. El suelo como un sistema abierto

El suelo es la parte más superficial de la Tierra, es la capa que contiene el material que da soporte a la vida, constituye un sistema material abierto, ya que intercambia materia y energía como proveer nutrientes y agua a las plantas (SEMARNAT, 2012b).

El suelo también es considerado como un sistema dentro de la TGS la cual establece una relación entre sus elementos debido a que en su dinámica existen diversas interacciones tanto naturales como sociales, económicos, que pueden llevar a procesos degradativos estos se identifican en la (Figura 5).

Figura 5. Suelo como sistema abierto.



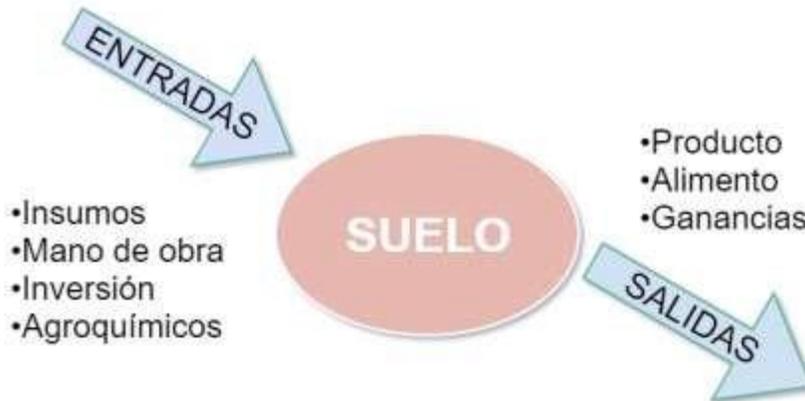
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Como se muestra en la Figura 5, el factor social incide directamente desde el crecimiento de la población y su necesidad de satisfacer sus necesidades alimentarias y de consumo, por lo que es necesario aumentar la producción en el campo y mejorar la calidad de la producción al mismo tiempo. En el proceso, la creciente demanda social ha llevado a la sobreexplotación de la tierra.

El sistema suelo es un sistema abierto, pues hay un constante flujo de interacciones entre el sistema y su entorno. Las relaciones que existen entre las diferentes variables son complejas ya que encontramos "límites, componentes, relaciones, interacciones entre los componentes, entradas, salidas,

retroalimentación, estructura, función, dinámica, funcionamiento y red de comunicación” Pérez y Razz, 2009. En la Figura 6 se identifican las entradas y salidas del suelo bajo un sistema agrícola.

Figura 6. Entradas y Salda en el sistema del suelo



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

En el suelo, la principal transformación de energía presentada es hacia la producción de alimentos. En este proceso el agricultor invierte en semillas, materias primas, agroquímicos y mano de obra que se absorben y procesan en el suelo, lo que da como resultado el producto final que se utilizará como alimento y, por lo tanto, una ganancia.

Un factor importante dentro de los sistemas abiertos es la retroalimentación del sistema, ya que permite “medir sus resultados de acuerdo con dos variables su "eficiencia", es decir, la relación entre los insumos requeridos y los productos elaborados y su "eficacia", referida al mayor o menor logro de los objetivos” (Rodríguez, 2002). Haciendo una retroalimentación se puede identificar las áreas de mejorar para reducir los impactos negativos.

### 2.3. Agroecosistemas

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura define a un agroecosistema como un ecosistema en el que el ser humano ha ejercido una intencionada selectividad sobre la composición de los organismos vivos para abastecerse de alimentos, un ejemplo de este es el sistema de la Milpa que es manejado por el humano a fin de producir alimentos, fibras y otros productos (FAO, 1998).

Se describen 4 características principales de los agroecosistemas Odum 1984 en (Hecht et al, 2002)

- Requieren fuentes auxiliares de energía, que pueden ser humana, animal o combustible para aumentar la productividad de organismos específicos.
- La diversidad puede ser muy reducida en comparación con la de otros ecosistemas.
- Los animales y plantas que dominan son seleccionados artificialmente y no por selección natural.
- Los controles del sistema son, en su mayoría, externos y no internos ya que se ejercen por medio de retroalimentación del subsistema.

En un agroecosistema es común el uso de fertilizantes y otros productos químicos para mejorar la producción; sin embargo, el uso desmedido de estos junto con la técnica de cultivo ha tenido como resultado graves problemas de contaminación del agua y por consecuencia la degradación de las tierras.

Al igual que en el sistema del suelo, un agroecosistema también puede analizarse desde diferentes enfoques, los cuales se analizarán a continuación.

### 2.3.1. Componente socioeconómico

Es este el que ejerce mayor presión sobre el sistema, debido a que durante el ciclo agrícola los costos del mercado son muy variantes, por ejemplo; cuando hay una producción masiva de algunos productos su precio desciende siendo los agricultores quienes se ven más afectados porque en ocasiones no logran recuperar sus inversiones y menos aún generar ganancias (Brown, 2013).

De forma contraria, cuando aumenta la rentabilidad de un cultivo el agricultor está dispuesto a aceptar mayores riesgos, pues se supone que habrá una buena ganancia al final del ciclo; sin embargo, esto depende estrechamente del resto de la sociedad (demanda) y de las medidas gubernamentales (Greco et al, 2002).

El consumidor final es también un actor importante, debido a que sus decisiones de consumo afectan directamente la producción del campo y se debe tener en cuenta que el producto final es resultado de un proceso complejo con consecuencias ambientales y socioeconómicas Sarandón y Flores (2014).

### 2.3.2. Componente ambiental

Desde la antigüedad, los procesos naturales de la Tierra han regulado el funcionamiento de los ciclos de crecimiento. Así, se tomaron en cuenta factores naturales como la lluvia, el viento, el granizo, la temperatura e incluso las fases de la luna, junto con la modernización de la agricultura y la urgente necesidad de producir más alimentos, estos factores fueron olvidados; sin embargo, siguen siendo importantes.

El cambio climático, que se ha hecho más evidente en los últimos años, también ha logrado alterar el sistema agrícola causando afectaciones en los cultivos por fenómenos meteorológicos y presencia de plagas. Al intentar reducir dichas afectaciones es que se opta por aumentar el uso de químicos que ayuden a generar resistencia, sin embargo, con el uso desmedido se alteran todos los procesos básicos del sistema que son: la fotosíntesis, la respiración de las plantas, los ciclos biogeoquímicos, las sucesiones y los procesos internos de

regulación (Lugo y Morris, 1982). Consecuentemente, con estas alteraciones y sobre carga de productos químicos la degradación del suelo es inminente.

#### 2.4. Importancia de la agricultura

Se estima que en el mundo hay 4,400 millones de hectáreas aptas para la agricultura de las cuales 1 millón 381 hectáreas son cultivadas, lo cual representa el 9.3 % de la superficie terrestre del planeta (FAO, 2010)

La actividad agrícola juega un papel importante en el desarrollo económico, especialmente en los países en desarrollo, en la reducción de la pobreza. Las personas más pobres se encuentran a menudo en áreas rurales, donde también hay más tierra disponible para uso agrícola, donde la comunidad puede ser alimentada y el excedente vendido para obtener ganancias económicas. (FAO, 2015).

Durante la última década, la agricultura ha demostrado ser una oportunidad para crear una economía local y una producción de alimentos saludables, con una buena gestión de los sistemas de producción y distribución de productos adecuados. El hambre se puede eliminar o reducir en todo el mundo, aunque algunos argumentan que sí, y esto requiere la creación de tierras agrícolas junto con la tecnología y la sostenibilidad.

##### 2.4.1. Agricultura tradicional

Son prácticas agrícolas en las que se involucra el conocimiento local y cultural; es considerada una actividad de bajo impacto al ambiente ya que da prioridad a la satisfacción de las necesidades básicas sociales y la conservación del ambiente, permitiendo regenerar el entorno, de manera sustentable (Martínez, 2008).

Debido a la baja tecnología, la producción depende principalmente de la capacidad material de cada lugar y de los agricultores, y la eficiencia es baja en comparación con las casas industriales; El insumo utilizado es principalmente

abono verde como el estiércol de ganado y las semillas se obtienen seleccionando la mejor calidad de la siembra anterior.

Se aprovechan las condiciones climáticas naturales favorables para el cultivo, de esta manera el cultivo es estacional, los cultivos se alternan en las estaciones del año, hay un período de descanso y la siembra es posterior.

#### 2.4.2. Agricultura intensiva.

Se considera agricultura intensiva cuando se transformación las tierras de temporal a riego supone una intensificación de la agricultura lo que implica una mayor demanda de los recursos naturales sobre los que se sustenta la producción agraria, modificando el equilibrio natural. Históricamente la agricultura de riego ha ocupado las mejores tierras en un sentido de disponibilidad de agua y fertilidad (Pérez, 2009).

La agricultura intensiva se puede definir como una agricultura que hace un uso extensivo de los medios y factores de producción, destacando la importancia del elemento agua. Toda explotación de la naturaleza en sentido intensivo se caracteriza por un uso claro de los principios básicos de producción, con altos requerimientos de capital y muy limitada demanda de tierra en general.

Los cultivos se caracterizan por un elevado coste de la tierra, inversión, mano de obra y alta tecnología; la expansión de la producción intensiva puede ser tanto una fuente de riqueza; su objetivo es maximizar la producción en condiciones de espacios reducidos y en menos tiempo, al tiempo que se logra una alta productividad por unidad de área, y ofrecer productos de alta calidad en momentos extraordinarios; durante el año, se crea un alto valor agregado a través de la producción, las altas fluctuaciones de costos y orientación hacia el mercado extranjero donde genera más ingresos (Sinergia, 2006). Como resultado, la degradación de la tierra es un problema común asociado con el uso sostenible de la tierra y la lucha contra la desertificación.

## 2.5. Degradación de las tierras

A nivel mundial se estima que entre 1961 y 2009, la superficie agrícola mundial creció un 12%, pero la producción agrícola aumentó un 150%, gracias a un incremento significativo de los rendimientos de los principales cultivos, donde una extensa degradación y la escasez cada vez más aguda de recursos de tierras y agua pone en peligro a varios sistemas clave de producción de alimentos en todo el mundo (FAO, 2011).

En los últimos 50 años se estima que dos terceras partes de la tierra agrícola del mundo han sido afectadas por degradación de suelos, unos 305 millones de hectáreas el 2.3% del total de las tierras y el 21% de las tierras agrícolas han perdido completamente su capacidad productiva. Cerca de un tercio (500 millones de has) de la tierra cultivada en el mundo (1500 millones de has.) han sido abandonados en los últimos 40 años principalmente por problemas de degradación de suelos. (Pla, 2015).

En contexto nacional, más de 80% de los suelos agrícolas de México presenta algún grado de erosión, debido a la aplicación de químicos, monocultivos y la deforestación (Greenpeace, 2009). En el informe “Combate a la Degradación de Tierras en México” estima que el 64% de las tierras en México (1, 254, 605 km<sup>2</sup>) presentan degradación afectando a zonas secas y húmedas (Hernandez, s/f).

Este proceso se refiere a un declive temporal o permanente en la capacidad de producción de la tierra (Zavala et al, 2001). En la actualidad la demanda de alimentos debido al crecimiento poblacional es la causa de la degradación de las tierras que se ve reflejada en erosión, deterioro de la estructura, agotamiento de nutrientes, acidificación, salinización del suelo, etc. (López R. , 2002).

La degradación afecta la estabilidad y sustentabilidad de la producción de alimentos, generando hambre y pobreza (SAGARPA, 2013), por lo que es necesario hacer un amplio análisis para determinar las causas del proceso.

Es importante diferenciar entre Degradación de Tierras y Degradación del Suelo estos términos parecieran referirse a lo mismo, sin embargo, la diferencia es marcada por la escala a la que se analiza cada suceso. Así lo explica la FAO:

“La **degradación del suelo** se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema.

La **degradación de la tierra** abarca un alcance más amplio que la erosión y degradación de suelos en conjunto ya que cubre todos los cambios negativos en la capacidad del ecosistema para prestar bienes y servicios (incluso biológicos también su relación con bienes y servicios sociales y económicos). El suelo es un componente de las tierras” (FAO, 2011).

La degradación de tierras puede presentar dos niveles el físico y químico. De forma física el suelo se caracteriza por:

- Compactación del suelo: altera la densidad, las propiedades estructurales, conductividad térmica e hidráulica y las características de la transferencia de gases en el suelo.
- Sellado y encostramiento: reduce la porosidad y permeabilidad

Este tipo de degradación puede ser ocasionada por el uso de maquinaria para labores agrícolas, pues, si bien, es una forma de disminuir gastos por mano de obra el uso a largo plazo genera afectaciones en la estructura del suelo provocando mayor incidencia de los rayos del sol y las gotas de lluvia. Por otra parte, el ruido de los motores, vibración que produce el movimiento de las máquinas, equipos y herramientas; incluso el derrame de los aditivos con los que lubrican motores o el equipo, pueden provocar desequilibrios de los ecosistemas o agroecosistemas, afectando directamente la biota (López R. , 2002).

Otro factor relevante son los insumos inorgánicos, el uso de estos productos contamina el agua por su contenido de nitratos y fosfatos y son una fuente de emisión de gases de efecto invernadero (FAO, 2002). Pese a ser una práctica muy común “se ha registrado que sólo un 0.1 por ciento de la cantidad de plaguicidas aplicado llega a la plaga, mientras que el restante circula por el medio ambiente, contaminando posiblemente el suelo, agua y la biota” (Torres et al, 2004).

Por otra parte, la degradación química, de acuerdo con Logan (1990), citado por López (2002), considera dos procesos básicos.

“Meteorización química: es un proceso natural, cuyo resultado es la pérdida gradual de cationes formadores de bases (Ca, Mg, K, Na) y la acumulación de compuestos insolubles de Si, Al y Fe. Este proceso es retardado por la acumulación de materia orgánica y la formación de minerales de arcilla con una capacidad de intercambio de cationes (CIC) neta. Los procesos antropogénicos provocan principalmente acidez, por ello la importancia de la capacidad amortiguadora. Acumulación y pérdida de materia orgánica: es aceptado el incrementar el contenido de materia orgánica para mejorar la salud del suelo. De igual forma, la pérdida de materia orgánica del suelo se asocia a actividades antrópicas”.

Este tipo de degradación puede deberse a la concentración de sustancias tóxicas y/o a la pérdida de bases intercambiables del suelo; afectando la productividad cuando las concentraciones de sustancias tóxicas sobrepasan los valores umbrales. “Un suelo en condiciones óptimas tiene nutrientes y la capacidad de amortiguación de acidez y bases, descomposición de la materia orgánica, destrucción de patógenos, inactivación de metales tóxicos e inactivación y degradación de compuestos orgánicos tóxicos, pero las capacidades de dichos atributos son finitas y pueden ser afectadas por un manejo inadecuado” (Zavala et al, 2001)

Existen otros factores que influyen en el deterioro de las tierras como son aspectos socioeconómicos que influyen en la estructura social, inestabilidad económica por ejemplo movimiento migratorios debido a falta de productividad del suelo presentes en zonas áridas, semiáridas y tierras degradadas, formando parte de un ciclo de agotamiento de los recursos naturales (Morales, 2005).

Los productores que son afectados por la degradación de las tierras buscan intensificar la explotación de los escasos y deteriorados recursos naturales, causando aumento en la afectación del ecosistema. Si bien en la agricultura tradicional el objetivo principal no es maximizar las ganancias sino cubrir las necesidades básicas, debido a presiones externas (por ejemplo, abandono de tierras) puede provocar un incremento en el deterioro por lo que se puede considerar que los problemas de degradación de tierras ya no es solo un problema local sino global. El cuadro 2 muestra algunos de los efectos de la degradación.

Cuadro 2 Efectos de la degradación en tierras.

<b>FISICOQUÍMICOS</b>	<b>SOCIOECONÓMICOS</b>	<b>AMBIENTALES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mayor compactación</li> <li>•Menor infiltración</li> <li>•Pérdida de nutrientes y fertilidad</li> <li>•Disminución de fauna del suelo y actividad microbiana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aumento de pobreza</li> <li>•Rompe estructuras sociales (familia).</li> <li>•Migración</li> <li>•Abandono de tierras</li> <li>•Intensificación de explotación de recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Menor presencia de animales y plantas nativas.</li> <li>•Desertificación de suelos.</li> <li>•Apertura de nuevas tierras de cultivo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Este problema no es nuevo, ha evolucionado con el tiempo es importante atenderlo ya que representa la seguridad alimentaria, la economía y diversos impactos en el medio ambiente. FAO (2013) menciona que existe una relación entre la disponibilidad de tierra y la demanda de esta a nivel local y nacional,

señalando que el número de regiones alcanza el límite de su capacidad de producción.

El Capítulo 2 establece argumentos teóricos generales que ayudan a definir el área de investigación donde se realizará la investigación. El siguiente capítulo se describe las características del caso estudio y su importancia para abordar este trabajo.

# CAPÍTULO 3:

## Caracterización de la zona de estudio

El presente capítulo se presenta la descripción de las características de la zona de estudio como es su delimitación, geología, edafología, clima, uso de suelo y vegetación de la comunidad de San Miguel Balderas, Tenango del Valle.

La caracterización de la zona de estudio es el siguiente elemento que compone el presente trabajo, es fundamental para el análisis de los aspectos ambientales y sociales que involucra el proyecto, el presentar en detalle las características y condiciones ambientales permitirá entender el estado inicial de los recursos afectados con el fin de determinar su sensibilidad ante la degradación de tierras.

### 3.1. Delimitación de la zona de estudio

El municipio de Tenango del Valle en el Estado de México tiene límites al norte con Santa María Rayón y Calimaya, al sur con Villa Guerrero y Tenancingo, al este con Joquicingo y en la zona Oeste se encuentra una parte del Nevado de Toluca. Se toma como caso de estudio la localidad de San Miguel Balderas (SMB) la cual comprende una extensión total de cerca de 122.9 hectáreas y se localiza en las coordenadas  $19^{\circ}6'36.58''$  N y  $99^{\circ}37'49.14''$  E de acuerdo con las cartas topográficas E14A48 (Tenango de Arista) y la E14A47 (Volcán Nevado de Toluca) (Anexo 1. Mapa Base).

Figura 7 Ubicación geográfica de la zona de estudio, San Miguel Balderas.



Fuente: Elaboración propia con base en Marco Geoestadístico Nacional.

### 3.2. Geología

La geología del sitio se compone de dos tipos de roca ígnea: extrusiva intermedia, toba y brecha volcánica; y de dos tipos de suelo: aluvial y residual

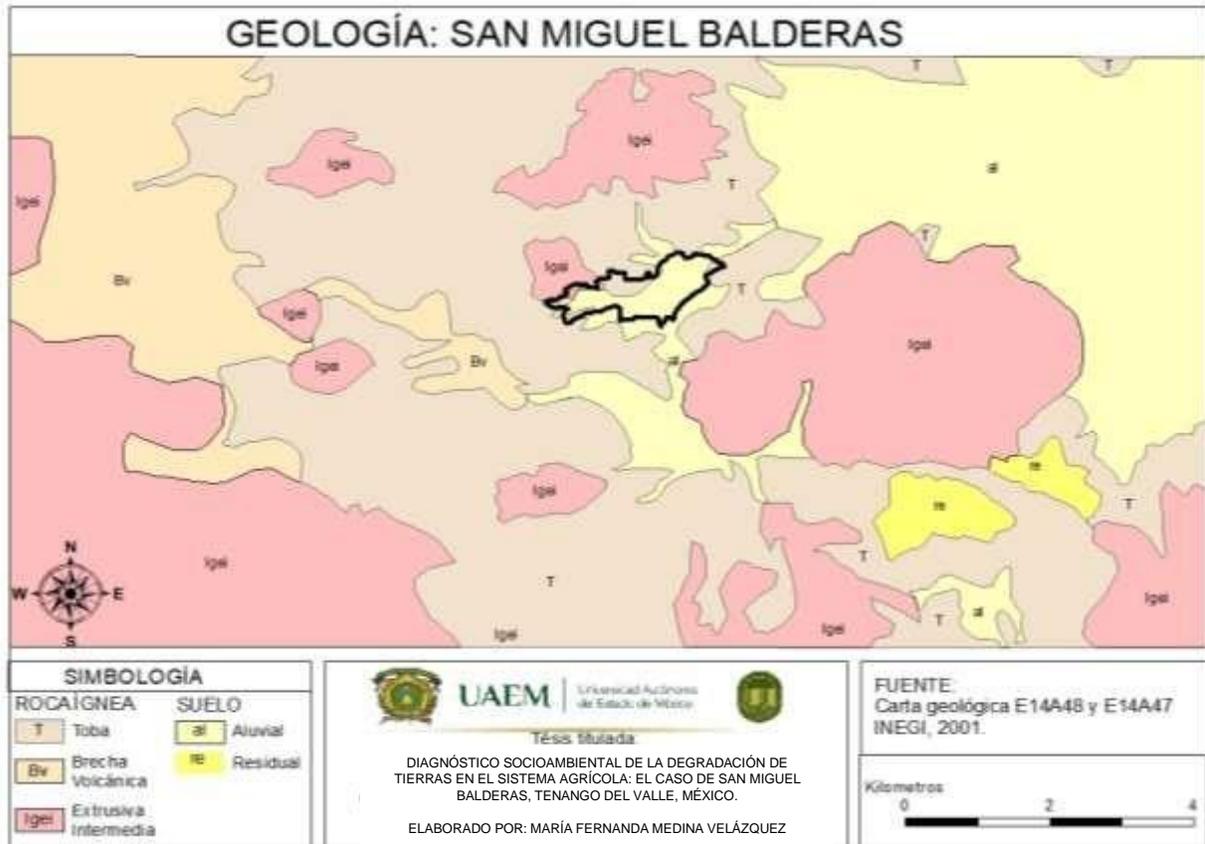
La roca extrusiva intermedia se forma a partir del material volcánico expulsado a la superficie y su posterior enfriamiento rápido de estos materiales. Su principal característica es su composición mineral medianamente rica en hierro, magnesio, calcio, potasio, sodio y oxígeno.

La toba volcánica es una roca de tipo ígnea extrusiva conformada principalmente por silicio, tiene por característica ser muy porosa por lo que al saturarse el suelo la toba guarda humedad resultando ser muy provechosa para suelos agrícolas. La brecha volcánica se forma a partir del arrastre de otro tipo de material volcánico que es arrastrado y se cementa con la lava. (Tarbuck y Lutgens, 2005)

En cuanto a los suelos del sitio de estudio, el suelo de tipo aluvial se conforma a partir de una zona lacustre en la cual se van depositando sedimentos que son arrastrados por las corrientes de agua, por lo que, su formación continua a través del tiempo. Estos son suelos aptos para la agricultura debido a su contenido de minerales

Para los suelos residuales se tiene que estos son formados a partir de la meteorización de la roca madre que no es transportada por agentes naturales, sino que, este material se acumula en el sitio (SEMARNAT, 2013). La Figura 8 muestra la composición geológica del sitio.

Figura 8 Geología de la zona de estudio, San Miguel Balderas.



Fuente: Elaboración propia con base en Carta Geológica E14A48 y E14A47, INEGI, 2021.

### 3.3. Edafología

En el sitio, son diferentes los tipos de suelo presentes, estos son: Vertisol, cambisol, phaeozem, regosol, litosol, fluvisol y andosol, y se describen a continuación. Se distingue mayormente presencia de suelo tipo Andosol húmico, que son suelos altamente erosionables, por lo que no se recomiendan para el sector pecuario o cultivos que ocupen de remover el suelo como la papa. Su uso óptimo es conservado bajo bosque. Presentan una capa superficial algo gruesa,

oscura pero pobre en nutrientes, con terrones muy duros cuando están secos. A pesar de que son pobres en nutrientes son ricos en materia orgánica (INEGI, 2015).

*Figura 9. Zona de estudio a 3200 msnm, cultivo de papa en suelo tipo Andosol, San Miguel Balderas.*



Fuente: Toma propia, suelo con aparente degradación, Zona de estudio, octubre 2018.

El Fluvisol se forma a partir de materiales acarreados por agua, son suelos poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta. Están siempre cercanos a lechos de los ríos (INEGI, 2001). En este caso son suelos ligeramente ácidos a alcalinos, además de ser muy rico en nutrientes.

El suelo de tipo Regosol debe su nombre al vocablo griego "rhegos" que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra, se

desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina (INEGI, 2001).

El suelo Phaeozem es rico en materia orgánica, tiene buen drenaje y ventilación, por lo que son muy utilizados en agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se utilizan intensamente para la producción de granos y hortalizas, en la figura 10 se muestra este tipo de suelo que forma parte de la zona de estudio.

*Figura 10. Zona de estudio a 2700 msnm, cultivo de papa y maíz en suelo tipo Phaeozem, San Miguel Balderas.*



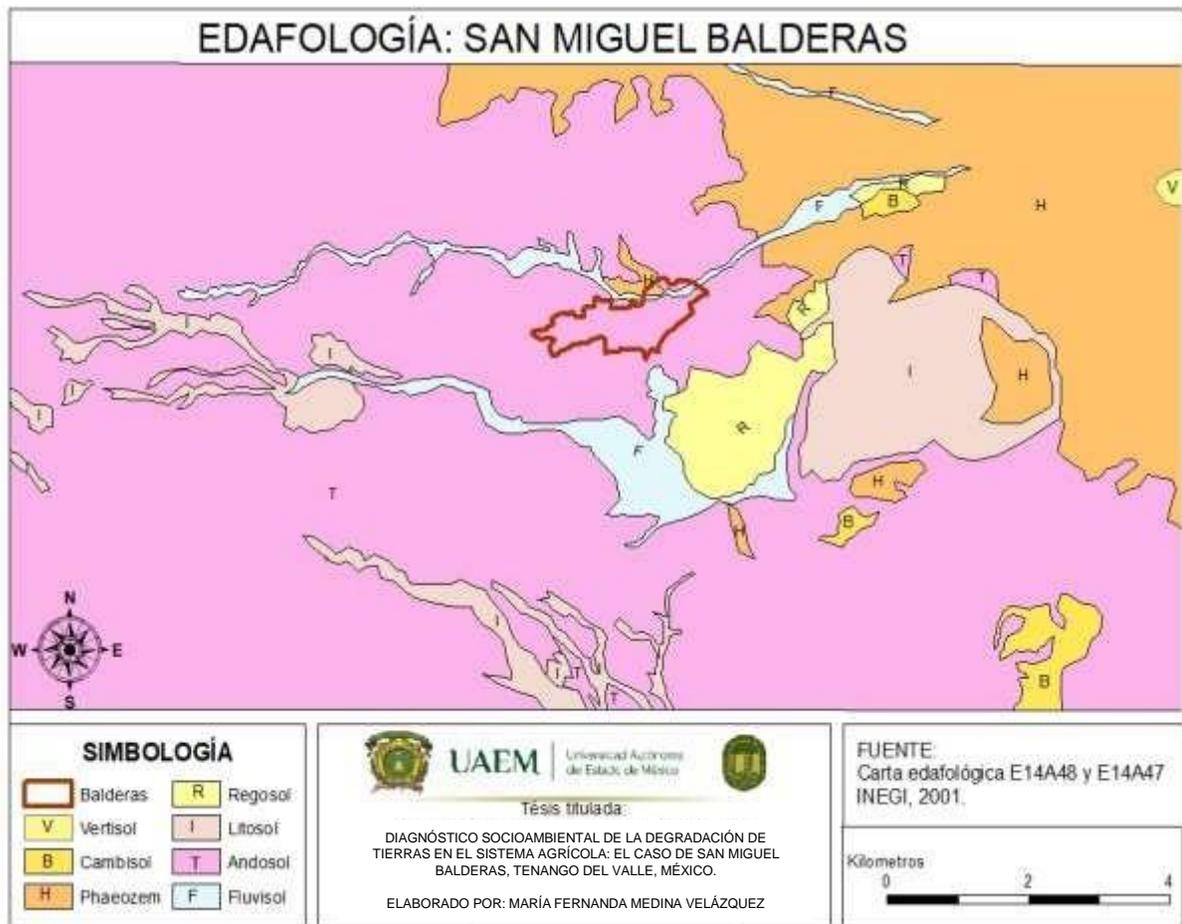
Fuente: Toma propia, Zona de estudio, mayo 2020.

El vertisol es un suelo muy arcilloso que al secarse genera grietas muy anchas y profundas, son potencialmente aptos para la agricultura, sin embargo, hay que considerar que se debe hacer un correcto manejo del riego para evitar problemas de encostramiento.

Los cambisoles son buenas tierras agrícolas y se consideran de los suelos más productivos de la tierra (FAO, 2007). Sin embargo, si se encuentra en pendiente es mejor dejarlo con cubierta forestal. Y los litosoles o leptosoles son suelos

someros sobre roca, son muy gravillosos o pedregosos y es más común verlos bajo cubierta forestal. La Figura 11 ilustra la ubicación de cada uno de los suelos mencionados.

Figura 11 Edafología de la zona de estudio, San Miguel Balderas.



Fuente: con base a mapa interactivo de INEGI, 2021.

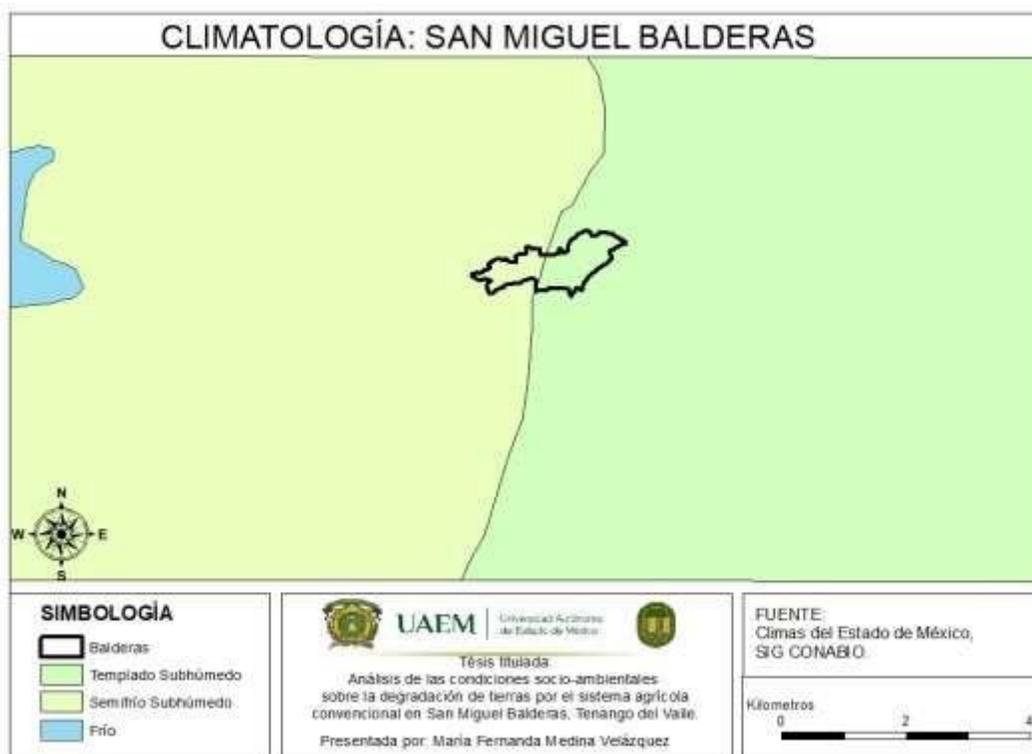
### 3.4. Clima

De acuerdo con las cartas climáticas de Tenango del Valle y el Nevado de Toluca, en la zona de estudio se cuenta con 3 tipos de clima que se describen a continuación.

El clima de tipo templado subhúmedo, C(w2)(w)b(i)g en la clasificación de Köeppen, se ubica en la zona Este de la localidad y por características tiene un verano largo, con lluvia invernal menor a 5%, isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano.

Por otra parte, el clima semifrío subhúmedo, C(E)(w2)(w)b(i) en la clasificación de Köeppen, se ubica en la zona Oeste de la localidad y por características tiene que el porcentaje de precipitación invernal es menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano. La Figura 12 muestra la distribución del clima en la localidad de SMB.

Figura 12 Clima de la zona de estudio, San Miguel Balderas

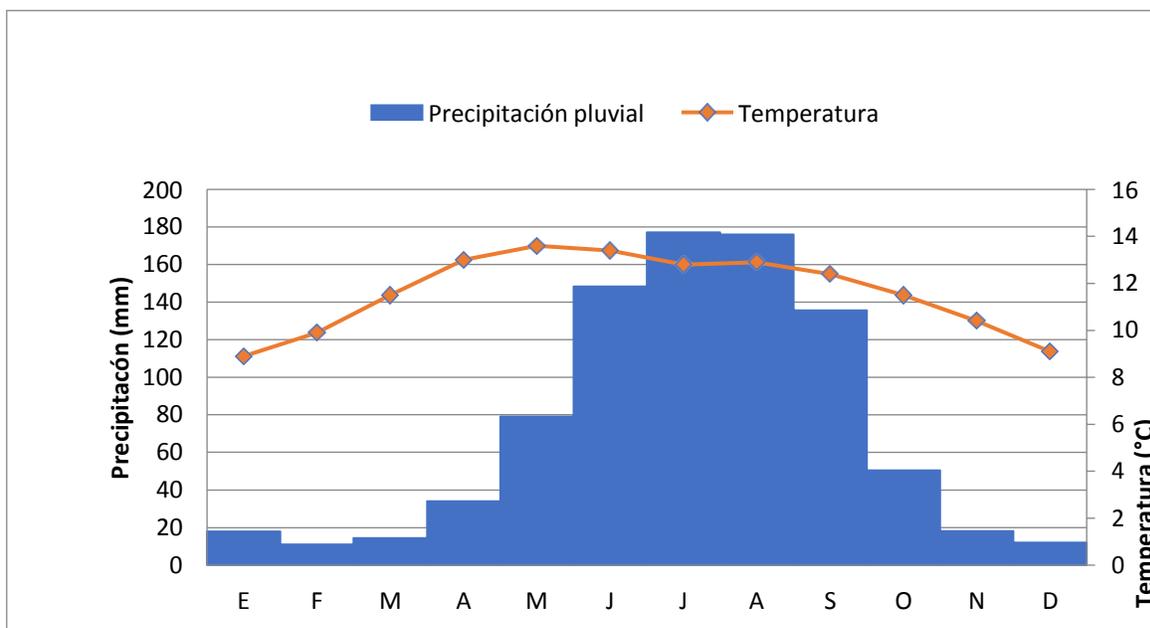


Fuente: con base a mapa interactivo de INEGI, 2017.

De acuerdo con los datos de la estación meteorológica de la localidad de San Francisco Putla, en la zona de estudio las lluvias se dan en verano, y presentan

heladas en los meses de octubre a enero, el porcentaje de lluvia invernal es inferior a 5 mm, los vientos fuertes se presentan en febrero y marzo, la temperatura promedio anual es de 11.6°C, la máxima es de 17.7°C y la mínima de 5.6°C como se observa en el gráfico 1.

Gráfico 1 Climograma de la Zona de estudio, San Miguel Balderas.



Fuente: Elaboración Propia Con Base A Normales Climatológicas, Estación San Francisco Putla.

La lluvia máxima se presenta en los meses de julio, agosto y septiembre con una precipitación de 220 a 310 mm, siendo mayo el mes más cálido con un promedio de temperatura de 13.6°C a 8.9°C. El mes de enero se considera como el mes más frío con temperaturas medias, en la siguiente figura se muestra el tiempo atmosférico del mes de julio.

*Figura 13. Zona conocida como Tepehuixco a 3400 msnm, San Miguel Balderas.*



Fuente: toma propia, julio 2020.

### 3.5. Uso de suelo y vegetación

La fragmentación del paisaje es un proceso que se presenta en SMB lo que ha provocado una serie de parches rodeados de superficie alterada que es utilizada con diferentes fines. De acuerdo con el mapa de uso de suelos (INEGI, 2017), la localidad de estudio destina la mayor parte de su territorio a uso agrícola. El principal cultivo es la papa, ya que según con los agricultores, este es de los cultivos más rentables, a pesar de los elevados costos en su producción debido a la alta demanda de fertilizantes inorgánicos que va en aumento año con año, pues es la única forma de conseguir la calidad de producto que exige el mercado local y nacional (figura 14).

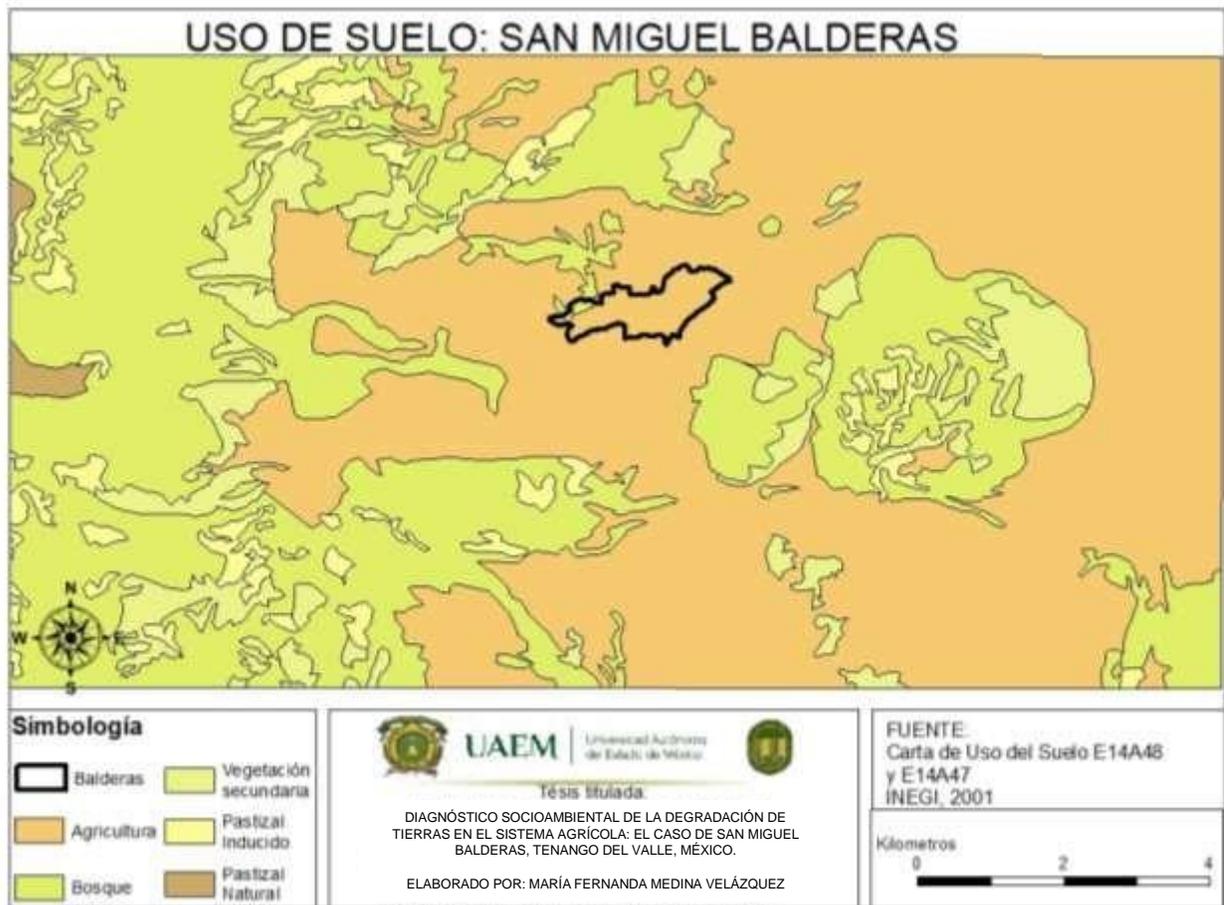
*Figura 14 Cultivo de papa en San Miguel Balderas*



Fuente: toma propia a cultivo de papa en zona de estudio, octubre 2017.

También es importante destacar el bosque de coníferas, donde podemos encontrar vegetación como el encino, el pino, oyamel en la parte superior, así como pastizales que comúnmente se aprovechan como alimento para el ganado de pastoreo. Existe pérdida de árboles debido a la deforestación que ha surgido en estos últimos años y la ocupación del suelo para actividades antropogénicas como el uso agrícola, situación que ha provocado disminución en la fauna del territorio, (PDM, 2019-2021). A continuación, se presenta el mapa de uso de suelo de la zona de estudio (Figura 15).

Figura 15 Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio, San Miguel Balderas.



Fuente: Elaboración propia con base a carta de uso del suelo E14A48 y A14A47, INEGI, 2021.

Sin duda, las características de SMB la definen como una comunidad agrícola que ha experimentado transformaciones agrícolas hacia el uso extensivo de recursos disponibles y externos como el uso de plaguicidas, ha impactado en la calidad de la tierra. El siguiente capítulo describe las herramientas utilizadas para comprender la degradación de la tierra.

# CAPÍTULO 4:

## Metodología

Este capítulo describe el modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER) que se propone como la metodología, identificando las principales variables sociales, económicos o ambientales; Esta metodología fue diseñada para medir e informar sobre el estado de los recursos naturales por el analista canadiense Anthony Friend y luego adoptado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos en 1970.

Este modelo implica crear una correlación entre las actividades humanas (presión) y su impacto en el estado de los recursos naturales (estado), y así generar acciones a tomar para resolver el problema (reacción). Este capítulo presenta un marco conceptual para proponer indicadores de presión y estado que refleja la problemática, así como la efectividad de acciones para mejorar el estado del medio ambiente,

#### 4.1. Modelo Presión-Estado-Respuesta

Se toma como base el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 1993). Este se basa en un concepto de causalidad; donde las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio ambiente y cambian su calidad y la cantidad de los recursos naturales (Estado).

La metodología se encuentra vigente y es utilizada a nivel mundial por Level Land Degradation Assessment (LADA, 2009), en México la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) hace uso de este instrumento para evaluar la presión ejercida sobre los recursos naturales de forma antrópica a causa de actividades económicas, evalúa el estado actual de los recursos y crea estrategias para su conservación como respuesta. El modelo PER está diseñado para responder las siguientes interrogantes:

- ¿Qué está afectando al recurso? Describen las presiones ejercidas sobre el ambiente por las actividades humanas.
- ¿Cuál es el estado actual del recurso? Hace referencia a la cantidad, condición o características actuales del recurso
- ¿Qué estamos haciendo para mitigar o resolver el estado del recurso? Presentan los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente.

La investigación se llevó a cabo bajo el enfoque de sistemas denominado “sistémico” con el cual se puede describir y comprender los procesos que llevan a la degradación de tierras, analizando el comportamiento del sistema de tierras, cómo responde y se adapta ante diferentes entradas del medio (Gay, 1995).

De esta forma se pueden entender los siguientes aspectos:

- Comprender las interrelaciones de los elementos sobre el sistema de producción.
- Describir los impactos de las prácticas agrícolas sobre el recurso suelo.
- Describir las afectaciones de degradación de tierras en la calidad de vida del agricultor.

Para conocer las condiciones de Presión se realizó la caracterización de los modos de producción del producto papa de la comunidad de San Miguel Balderas, para ello se diseñó una ficha para realizar el registro del ciclo agrícola (ver en anexo), posteriormente se diseñó un instrumento (Cuadro 3) que permitirá identificar y seleccionar los dos sitios para realizar las muestra que identificarían el estado del recurso suelo, este se aplicó a ocho productores con terrenos propios.

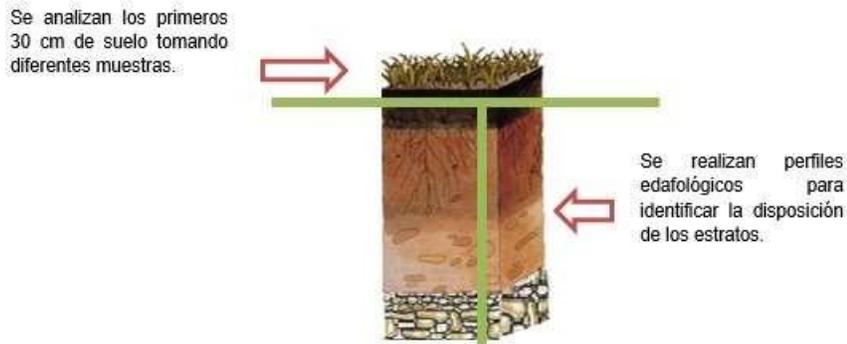
*Cuadro 3. Instrumento para la identificación de las condiciones de los sitios en cultivo de papa.*

Sitio	Cultivo principal	Desde cuando	Hace rotación	Características (Ladera / Planicie)	Ubicación	Altitud	Tracción (Animal / Tractor)	Superficie	Uso de insumos inorgánicos
1									
2									
N									

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para el caso del indicador de Estado se realizó a través de análisis fisicoquímico de las muestras recolectadas durante el trabajo de campo. En cada sitio muestreado se realizó una caracterización del suelo del tipo “T”, la cual consiste en identificar las características de forma vertical y horizontal (Figura 16).

Figura 16. Caracterización tipo "T" en el suelo



Fuente: Elaboración propia, 2020.

La selección de los sitios se describe en la siguiente sección considerando aspectos como relación familiar con la autora del presente trabajo, lo que permitió información a detalles de los sistemas de producción.

#### 4.2. Selección de los sitios de muestreo

Se identifico a ocho productores que sean propietarios de tierras de cultivo en la zona de estudio, para recabar la siguiente información ¿Cuál es su cultivo principal?; ¿Cuál son las características de su terreno (ladera o planicies)? ¿Cuál es la superficie de su terreno?;¿Cuántos años lleva sembrado este terreno?;¿Hace rotación de cultivos?;¿Qué tipo de tracción utiliza?; ¿Utiliza insumos inorgánicos?; Dónde se encuentran ubicados y su altitud se hizo a través de google earth.

Con la finalidad de contar con más detalles sobre el manejo del cultivo y su relación con la degradación del suelo se consideraron dos sitios cuyas características sean las siguientes: para el sitio uno se consideró que estuviese arriba de la cuota 3000 msnm, con más años de explotación, el cultivo principal sea papa y exclusivo es decir solo se cultive papa todo el año, el uso de insumos inorgánicos sean el principal insumo de consumo, el tipo de tracción principal sea tractor.

Para el caso del sitio dos se consideró tuviese la menor altitud, menos años de explotación, que haya rotación de cultivo, pero se siembre papa durante el año, que hagan uso de insumos inorgánicos y lo complementen con bonos, mejoras, compostas o insumos de baja toxicidad.

Una vez que se obtuvo la información de los ocho productores participantes se seleccionó los sitios de acuerdo con los criterios anteriores.

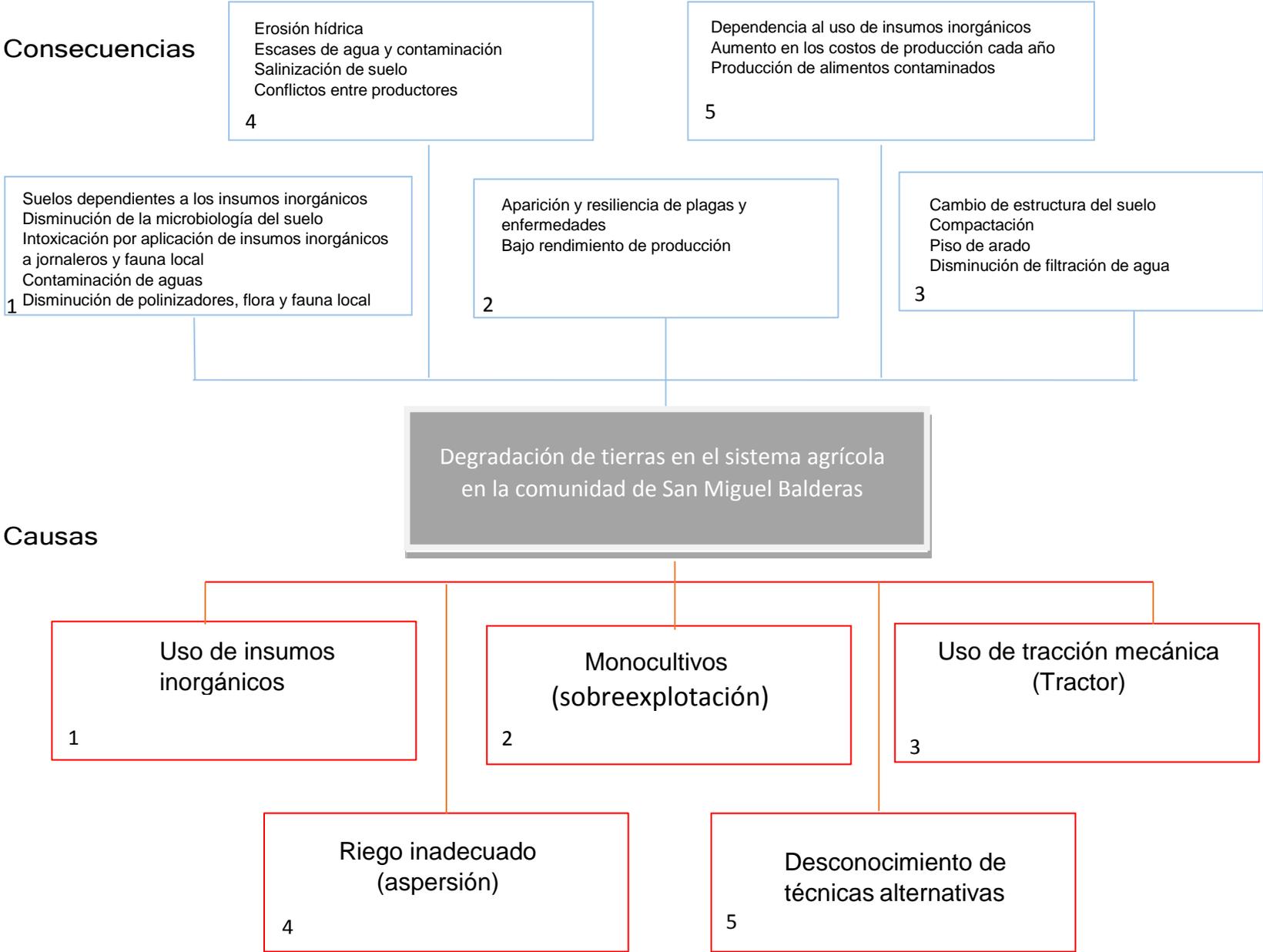
#### 4.3. Indicadores en el modelo PER

Los indicadores son parámetros que proporcionan información acerca de un fenómeno, establecen relaciones asociadas con el valor del parámetro desarrollado para un propósito específico (OECD, 1993). Los indicadores ambientales se agrupan en 4 categorías según su uso:

- a) Medir el comportamiento medioambiental
- b) Informar sobre el estado del medio ambiente.
- c) Integración de medio ambiente y la economía.
- d) Integración de las consideraciones ambientales en el sector políticas públicas.

La Figura 17 se realizó un árbol de problemas que muestra los aspectos base que se tomaron en cuenta durante el trabajo de campo para entender las causas de la degradación de tierra en los sistemas agrícolas y las consecuencias donde el número de causa corresponde al número de consecuencia identificados por los ocho productores que participaron en los ejercicios anteriores.

Figura 17 Causas y consecuencias de la degradación de tierras en Balderas.



#### 4.4. Indicadores de Presión.

Los indicadores de Presión son factores que ejercen cierta presión sobre las condiciones del ambiente o los recursos naturales. Estos, a su vez, se clasifican en indicadores en los que las actividades humanas ejercen una presión directa. Por ello, los indicadores de presión son de importancia, para su correcta clasificación es de acuerdo con la naturaleza de cada uno de ellos, ya que de ello dependerá el planteamiento de acciones para su atención (SIASEG, 2012)

Esto es importante porque hay indicios por los cuales sus efectos pueden ser difíciles de manejar, y por lo tanto la efectividad de sus soluciones puede no estar en manos de la sociedad, si no estar orientadas a situaciones específicas de fenómenos sociales, económicos o ambientales.

Una vez que se identifica el problema, es importante crear empatía por quienes lo enfrentan, esta acción dará lugar a más información. Para comprender a los implicados de una manera amplia se hizo uso del mapa de empatía que es una herramienta que permite personalizar, caracterizar y establecer una visión más empática frente al productor.

El mapa de empatía (Figura 18) ayuda a profundizar en el conocimiento del usuario ya que podemos conocer su personalidad, su entorno, su visión, necesidades y deseos (UTEC, 2020).

Figura 18 Mapa de empatía



Fuente: Esmex, 2020.

Para los indicadores de presión se han considerado datos relacionados con la población, datos generales de la agricultora, condiciones económicas y las formas típicas de realizar la labranza de su suelo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Variables de Presión

Variable independiente	Dependiente	Indicadores
<b>Condiciones sociales (agricultores)</b>	Grado de educación	Básica
		Media
		Superior
		Ninguno
	Edad	12-29
		30-50
Mayor 50		

	Sexo	Masculino
		Femenino
	Jefe o jefa de familia	Si
No		
Compartida		
Organización para sembrar	Familiar	
	Entre productores	
	Productores y Profesionistas	
Quien les enseñó a sembrar	Abuelos	
	Padres	
	Tíos	
	Conocidos	
		Practica propia
<b>Condiciones económicas</b>	Rol principal	Agricultura (Productor)
		Jornalero
		Comerciante
	Siembra dependiendo a	Economía
		Tiempo
		Por no dejar las tierras sin aprovechar
	Actividad complementaria a la agricultura	Si
		No
	Incremento de inversión por año	Si
		No
	Financiamiento para sembrar	Si
		No
	Se tiene clientes fijos	Si
		No
	Renta tierras	Si
		No
	Equipo que utiliza para sembrar	Propio
		Rentado
		Ambos
	Promedio de inversión por ha	
% destinado a semilla		
% destinado a pago de jornaleros		
% destinado a insumos		
% destinados a trabajos de labranza		
% combustibles y/o transporte		
Lleva Relación costos de producción	Si	
	No	

<b>Prácticas de labranza</b>	Tipo de siembra	Temporal
		Riego
	Mano de obra principal	Familiar
		Contratada
	Tipo de riego	Aspersión
		Goteo
		Inundación
		Otro
	Tracción	Animales
		Tractor
	Frecuencia de siembras por año	
	Monocultivos	Si
		No
	Posición preferente de los terrenos de cultivo:	Pendiente
		Planicie
		Ambos
Uso principal de insumos	Inorgánicos	
	Orgánicos	
Incorporación de materia orgánica en abonos	Si	
	No	
	A veces	

Fuente: elaboración propia con base en instrumento diseñado (anexos), 2020.

#### 4.5. Indicadores de Estado.

Los indicadores de estado es un indicador que muestra la calidad del medio ambiente y el estado de los recursos naturales a lo largo del tiempo. Su importancia radica en que también son indicadores de la salud de las poblaciones y los ecosistemas en relación con las actividades humanas (SIASEG, 2012).

El uso y manejo inadecuado del suelo modifica sus propiedades físicas, químicas y biológicas, acelerando los procesos de degradación. La degradación del suelo tiene un impacto negativo en los ecosistemas naturales terrestres y acuáticos, ya que afecta sus procesos y ciclos, y también afecta la rentabilidad de las operaciones agrícolas debido a la pérdida de productividad. (Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental , 2020)

Para conocer el estado del suelo de los sitios seleccionados se realizaron estudios cualitativos y cuantitativos de los cuantitativos se realizaron análisis físicos y químicos como lo muestra el cuadro 6; del análisis cualitativo se preguntaron a los ochos productores su percepción de degradación y como lo viven.

*Cuadro 5 Variables cuantitativas de Estado del recurso suelo*

Variable independiente	Dependiente	Indicadores	
<b>Condiciones medioambientales</b>	Físico	Textura	
		% arenas	
		% arcillas	
		% limos	
		% porosidad	
		Densidad aparente	
		Densidad Real	
	Químico	pH	H2O
			KCl
		Fertilidad	Nitrógeno (N)
			Fosforo (P)
			Potasio (K)
		% Materia Orgánica (MO)	
		Humedad	Capacidad de campo (CC)
			Punto de marchitamiento permanente (PMP).
		Conductividad Eléctrica (CE)	
		Micronutrientes	Calcio (C)
Magnesio (Mg)			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

El Estado del recurso suelo se evaluó a través de pruebas físicas y químicas; sin embargo, es importante saber si los productores perciben el deterioro de los suelos a lo largo del tiempo, para ello se realizó una entrevista en base a lo indicado en la Cuadro 6.

Cuadro 6. Percepción de degradación suelos por productores de San Miguel Balderas

Variable independiente	Dependiente	Indicadores
<b>Física</b>	Cambio de textura	Si
		No
	Presenta grietas que incrementan su tamaño	Si
		No
	Encharcamiento de agua	Total
Partes		
Cambio de color	Si	
	No	
<b>Química</b>	Dependencia a insumos inorgánicos	Si
		No
	Aumento de consumo de insumos inorgánicos	Si
		No
Uso de los mismos insumos inorgánicos por año	Si	
	No Algunos	
Principal uso de consumo de insumos inorgánicos	Plagas y enfermedades Aumento de rendimiento Ambas	
<b>Bilógico</b>	Presencia de lombrices, escarabajos	Si
		No
	Presencia de polinizadores (Abejas)	Si
		No

Fuente: Elaboración propia, 2018

La descripción sobre la metodología de muestreo en campo y los análisis de laboratorio se describen en los apartados siguientes.

#### 4.5.1. Proceso de análisis.

La toma de muestra y análisis físicos y químicos se realizó acorde a las especificaciones de la NOM-021 RECNAT- 2000 (DOF, 2002) que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis.

La obtención de las muestras en campo se hizo extrayendo un 1kg de los primeros 20 cm del suelo en repetidas ocasiones a manera de zigzag en cada uno de los terrenos del estudio abarcando la totalidad de la superficie del terreno.

Para obtener la muestra final se utilizó el Método de Cuarteo según lo descrito por (INTA, 2013) en el cual previamente se obtienen varias muestras aleatorias del sitio; Muestra primaria: Se obtiene de un punto determinado del lote (Figura 19).

*Figura 19. Identificación de puntos para obtención de muestras, zona de estudio.*



Fuente: Toma propia, enero 2018.

Muestra Bruta: Es la combinación de varias muestras primarias, se mezclan todas las muestras obtenidas de los puntos previamente identificados del área a evaluar, para ello se hace uso de algún recipiente y posteriormente se coloca sobre una superficie para comenzar la muestra compuesta (figura 20).

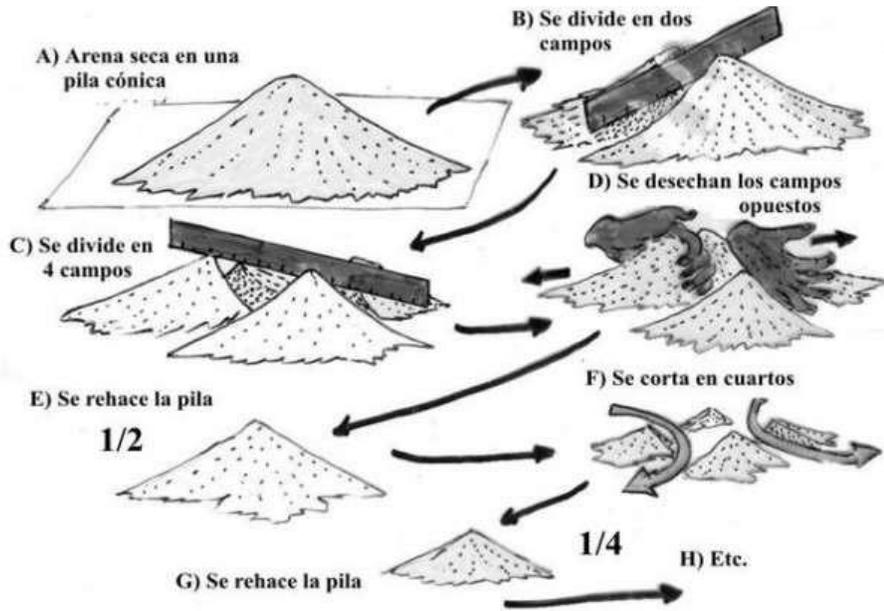
Figura 20. Muestra bruta de cada sección a evaluar, zona de estudio San Miguel Balderas.



Fuente: Toma propia, enero 2018.

Muestra Compuesta: Esta es la muestra representativa de todo el lote, es la que se utiliza para el análisis y se obtiene por reducción de la muestra total, usualmente usando el método de cuarteo, hasta obtener el tamaño adecuado de muestra. Posteriormente las submuestras recolectadas fueron sometidas a un proceso de homogenización para obtener una muestra compuesta de aproximadamente 2 kg mediante el método del cuarteo (Figura 21 y 22). La muestra fue etiquetada y llevada a laboratorio para los análisis subsecuentes.

Figura 21 Muestreo aleatorio simple: técnica de cuarteo



Fuente: en Muestreo y análisis de desechos de talla por Coronel, 2011

Figura 22 Muestreo con técnica de cuarteo, zona de estudio, San Miguel Balderas.



Fuente: Toma propia, enero 2018.

Siguiendo estos pasos se asegura que la muestra sea:

- Lo suficientemente grande para cubrir los requisitos de todas las determinaciones a las que se va a someter.
- Empacada y almacenada, de manera que no se presenten cambios significativos para el muestreo a través del análisis.
- Claramente identificada y sellada.

Así finalmente se obtuvo 1 muestra por cada terreno, con un peso total de 2 Kg, que se pusieron a secar en un lugar cerrado para su posterior análisis en laboratorio.

Para los análisis de laboratorio se realizaron en dos divisiones. Los análisis de laboratorio se efectuaron en la Unidad de Laboratorio de Ciencias Ambientales, perteneciente a la Facultad de Planeación Urbana y Regional UAEMéx, bajo la supervisión del Dr. Gustavo Álvarez Arteaga (figura 23), así como en el Laboratorio de suelos del Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX).

*Figura 23. Procesamiento de muestras de suelo en la Unidad de Laboratorio de Ciencias Ambientales (ULCA).*



Fuente: Toma propia, marzo 2018.

La determinación de textura se realizó por el método de Bouyoucos, Materia Orgánica por combustión en húmedo (Walkley y Black), pH por el método de potenciómetro, determinación de nitrógeno inorgánico por el procedimiento de micro-Kjeldahl, fósforo aprovechable por el método de Bray para suelos ácidos y bases intercambiable por acetato de amonio; todos estos procedimientos de acuerdo con la NOM-021 RECNAT-2000 (DOF, 2002).

#### 4.6. Indicadores de Respuesta

Los indicadores de respuesta van dirigidos a la atención de los agentes de presión y de las variables de estado. “Este tipo de indicadores pueden ser muy diversos y específicos a la vez en comparación con los anteriores, ya que describen situaciones muy particulares de los recursos naturales. Incluso en este tipo de indicadores es común que su naturaleza no sea cuantitativa y que para su evaluación se requiera del estudio de la percepción” (SIASEG, 2012).

La Respuesta para este proyecto se llevará a cabo de la siguiente manera:

- a) **Respuesta natural:** Se describirán las acciones que los productores de San Miguel Balderas han realizado ante la degradación de suelos.
- b) **Respuesta inducida:** A través de un ejercicio participativo se implementarán acciones para disminuir la degradación de suelos.

Para la obtención de información sobre la Respuesta natural se realizó una entrevista a ocho productores que describieron las acciones tanto positivas como negativas que han implantado en los últimos 10 años ante la problemática.

El ejercicio participativo se realizó como una respuesta inducida con un grupo de dieciséis productores, este con el fin de implementar acciones que impacten positivamente los suelos a largo plazo.

# CAPÍTULO 5:

## Resultados

Esta sección describe datos cuantitativos y cualitativos sobre Presión- Estado- Respuesta obtenidos a través de la investigación de campo y de laboratorio sobre las prácticas de manejo implementadas en el área de estudio.

## 5.1. Caracterización del sistema papa

La descripción de los modos de producción del sistema papa se realizó a través de una ficha de registro del ciclo agrícola a continuación se presenta la información homogenizada (figura 24).

Figura 24 Ciclo productivo del sistema de papa



Fuente: elaboración propia, 2020.

De acuerdo con los agricultores hay dos temporadas semipermanentes al año que se pueden sembrar: riego y temporal.

La temporada de Riego es exclusiva del terreno que tienen disponibilidad de agua todo el año, estos terrenos tienden a tener alta demanda y en caso de ser rentados se eleva el costo de renta hasta un 50%. Para el caso del cultivo de papa se siembran entre los meses de febrero a marzo, aproximadamente se cosechan en 100 días, la ventaja de cultivar con riego es que el cultivo es menos propenso a plagas y enfermedades, además que logran tener mejor precio en comparación de las papas de temporal.

Para el caso del cultivo en temporal se siembran entre los meses de Abril-junio se cosecha entre 110 a 120 días. Durante este tiempo se aplican diversos insumos inorgánicos principalmente plaguicidas y fungicidas, la presencia de plagas y enfermedades es más intensa. En esta temporada la lluvia por las tardes y el intenso calor por las mañanas propician la aparición principal de tizón temprano o tardío, por otra parte, la paratíozia (insecto chupado) Ésta ocasiona amarillamiento y debilita las plantas, ambas afectan el rendimiento y la calidad de tubérculos.

Otra de las amenazas del ciclo de temporal es la sequía, exceso de lluvias, granizo y en ocasiones heladas afectando la producción, la recurrencia de aplicaciones de insumos inorgánicos en promedio es de una vez cada ocho días pero si hay presencia de plagas, enfermedades o algún fenómeno que comprometa el cultivo la recurrencia de aplicaciones de insumos inorgánicos es cada tercer día incrementando los costos de producción significativamente, para el caso del cultivo de papa en temporal (figura 25) los costos de producción se pueden aumentar hasta un 50%.

*Figura 25 Cultivo de papa en temporal*



Fuente: Toma propia junio, 2020.

## 5.2. Descripción de los sitios para muestreo

Se identifico a ocho productores que sean propietarios de tierras de cultivo en la zona de estudio, para recabar la siguiente información (Cuadro 7).

*Cuadro 7 Características de los sitios de cultivo.*

Sitio	Cultivo principal	Desde cuando	Hace rotación	Características (Ladera / Planicie)	Ubicación	Altitud	Tracción (Animal / Tractor)	Superficie	Uso de insumos inorgánicos
1	Papa	90 años	No	Pendiente/plano Bosque de coníferas	Latitud 19° 5'57.14"N Longitud 99°41'21.72"O	3200 msm	Tractor	3 has	SI
2	Papa	40 años	No	Plano Bosque de coníferas	Latitud 19° 5'51.05"N Longitud 99°41'19.91"O	3918 msm	Tractor	1 ha	SI
3	Maiz Chicharo Haba Papa avena	20 años	Si	Pendiente/plano Bosque de coníferas	Latitud 19° 6'36.58"N Longitud 99°37'49.14"O	2733 msm	ambas	3 has	Si/ocasional
4	Papa Avena	40 años	SI	Plano Bosque de coníferas	Latitud 19° 5'43.89"N Longitud 99°40'50.63"O	3133 msm	Tractor	500 mts <sup>2</sup>	SI
5	Papa Avena Flor de nueve	40 años	SI	Plano Bosque de coníferas	Latitud 19° 5'48.30"N Longitud 99°40'39.72"O	3133 msm	Tractor	500 mts <sup>2</sup>	SI
6	Papa	50 años	No	Pendiente/plano Bosque de coníferas	Latitud 19° 6'30.06"N Longitud 99°41'30.03"O	3249 msm	Tractor	3 has	SI
7	Papa	70 años	No	Pendiente Bosque de coníferas	Latitud 19°7'27.26"N Longitud 99°40'36.50"O	3157 msm	Animal/ tractor	3 has	SI
8	Papa Maíz	50 años	Si	Pendiente Bosque de coníferas	Latitud 19° 6'56.02"N Longitud 99°39'52.08"O	3111 msm	Animal	3 has	SI

Fuente: Elaboración propia con base a entrevista a los propietarios de los terrenos, 2018.

Una vez recabada la información se analizó para realizar la selección de dos sitios para realizar los estudios de acuerdo con las siguientes características:

Para el sitio uno se consideró que estuviese arriba de la cuota 3000 msnm, con más años de explotación, el cultivo principal sea papa y exclusivo es decir solo

se cultive papa todo el año, el uso de insumos inorgánicos sean el principal insumo de consumo, el tipo de tracción principal sea tractor (Color naranja).

Para el caso del sitio dos se consideró tuviese la menor altitud, menos años de explotación, que haya rotación de cultivo, pero se siembre papa durante el año, que hagan uso de insumos inorgánicos y lo complementen con abonos, mejoras, compostas o insumos de baja toxicidad (Color verde).

A partir de la descripción general de los sistemas de producción, se hizo la selección de dos sitios de estudio, se recabo información adicional sobre los modos de producción en cada uno de los sitios para identificar factores de presión en cada uno.

### *Sitio 1*

Se cultiva papa bajo riego en dos periodos durante el año, cuenta con un riego por aspersión de 2 pulgadas de agua por hora, lo que le da ventaja sobre otros agricultores que no cuentan con sistema de riego, se hace uso de insumos inorgánicos exclusivamente algunos identificados con etiqueta roja (altamente tóxicos), en materia orgánica solo se hace incorporación de gallinaza cruda, el tractor es el que hace los trabajos de labranza con una profundidad de 60 cm. Cada año presentan problemas de plagas y enfermedades más residentes y buscas plaguicidas y fungicidas de mayor eficacia sin importar los costos, la presencia de lombrices o algún microorganismo en suelo es casi nula. El productor aseguró que su terreno ha sido cultivado por 3 generaciones.

Se realizaron recorridos en la zona de estudio con la finalidad de identificar aspectos importantes que demuestran el nivel de degradación de tierras como se muestra en la Figura 26. Durante el recorrido fueron identificados algunos como problemas de germinación, zanjas provocadas por una erosión hídrica y algunas prácticas como la incorporación de ramas para evitar erosión.

Figura 26. Sitio 1, zona de estudio a 3200 msnm, San Miguel Balderas.



Fuente: Toma propia, suelo con aparente degradación, Zona de estudio, octubre 2019.

## Sitio 2

Este sitio al momento de su recorrido se encontraba sembrado de maíz que estaba listo para corte en fresco, sin embargo, era notoria la deficiencia de nutrientes en alguna parte del terreno debido que el cultivo se mostraba amarillo y raquítico (Figura 27). Es un terreno de temporal que esta por ser de riego ya que se realizó obras de captación de agua, en el se realizan 2 a 3 siembras por año, al iniciar el año se encuentra sembrado de avena que pueda servir como materia orgánica para preparación de terrenos para el cultivo de papa de temporal, una vez que se termina el ciclo de papa se cultiva alguna especie que pueda soportar heladas.

Se incorpora materia orgánica a través del uso gallinaza o champiñón principalmente, se hace uso de insumos inorgánicos de diferentes bandas de toxicidad y algunos lixiviados de origen natural, los trabajos de labranza se hacen principalmente con tractor, pero si no se llega a encontrar un tractor disponible se hace uso de animales.

*Figura 27 Sitio 2, zona de estudio a 2700 msnm, cultivo de maíz.*



Fuente: Toma propia, suelo con aparente degradación, Zona de estudio, octubre 2019.

Durante el recorrido de campo se observó presencia de erosión hídrica en la extensión del terreno que se encuentra en ladera y a pesar de labranza a curva de nivel el suelo abre cárcavas a pesar de las acciones que emplee como son los cajones de contención de agua, el suelo al tacto es duro, existe presencia de lombrices y gallina siega principalmente (Figura 28).

*Figura 28. Cárcavas por erosión hídrica en sitio 2.*



Fuente: Toma propia, suelo con aparente degradación, Zona de estudio, octubre 2019.

De acuerdo con los productores entrevistados mencionan que la papa se deja de sembrar en los mismos terrenos debido a que el suelo ya no generaba un producto de calidad, las plagas y enfermedades cada vez son más resilientes lo que les incrementa los costos de producción y por ello encuentran viable la renta de terrenos con un periodo no mayor a los 5 años, los terrenos que son propios le inventen en la incorporación de gallinaza, champiñón, compostas o lombricompostas para que pueda producir y mantener el tonelaje; pero esto debe emplearse cada año en cada siembra y aun así han observado una variante con tendencia a la disminución de tonelaje.

### 5.3 . Factores de Presión

Una de las herramientas empleadas para crear empatía con los productores para lograr que se promocióne más información es el mapa de empatía que permite personalizar, caracterizar y establecer una visión más empática frente al productor.

El mapa de empatía ayuda a profundizar en el conocimiento del productor ya que podemos conocer su personalidad, su entorno, su visión, necesidades y deseo. Se obtuvieron los siguientes resultados a partir de entrevistar a ocho productores de San Miguel Balderas (cuadro 8).

*Cuadro 8 Resultados de Mapa de Empatía, aplicado a productores de San Miguel Balderas.*

<p><b>¿Qué piensa y siente?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada año es más caro sembrar</li> <li>• Las plagas cada vez son más resistentes.</li> <li>• Ya no hay animales como antes.</li> <li>• Su padre los enseñó a cultivar solo con químicos.</li> <li>• Si la cosecha no tiene precio en el mercado, venden sus bienes o piden prestamos</li> <li>• Es mejor buscar una oportunidad en la ciudad u otro país</li> </ul>
<p><b>¿Qué ve?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los envases de agroquímicos están por todos lados y cuando llueve bajan y quedan regados por todo el pueblo.</li> <li>• Antes había mucha agua, pero ahora todos quien tierras de riego.</li> <li>• Ya no hay animales silvestres.</li> <li>• Cada vez usan más venenos para cultivar.</li> <li>• Que son pocos los que estudian y solo llegan hasta la secundaria.</li> </ul>
<p><b>¿Qué dice y hace?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo en la central pueden vender su producto ya que en otros lados les piden muchos requisitos.</li> <li>• Si te va bien debes tener buen tractor y buena camioneta.</li> <li>• Las mujeres trabajan desde casa.</li> <li>• Los químicos más caros son los mejores.</li> <li>• Si no sacas «calidad» no sirves como agricultor.</li> <li>• Nos estamos acabando todo el ambiente, pero no puedes dejar de producir</li> </ul>
<p><b>¿Qué escucha?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quien vendió a mejor precio, quien tiene calidad de producto, a donde se fueron a sembrar, que productos usaron ese ciclo agrícola.</li> <li>• Las recomendaciones de los ingenieros de las casas de agroquímicos.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia posterior a la aplicación del mapa de empatía, 2020.*

Para los indicadores de presión se consideró datos relacionados con la población, datos generales de la agricultora, condiciones económicas y las formas típicas de realizar la labranza de su suelo, después de la aplicación del instrumento se obtuvo la siguiente información.

*Cuadro 9 Resultados de condiciones sociales.*

<b>Dependiente</b>	<b>Resultados</b>
<b>Grado de educación</b>	De los ocho productores entrevistados uno tiene primaria, cinco tienen la secundaria y dos con preparatoria terminada.
<b>Edad</b>	El rango de edad en los que se encuentra los productores es: seis de 30 a 50 años y dos mayores de 50 años
<b>Sexo</b>	Los ocho productores son masculinos
<b>Jefe o jefa de familia</b>	Los ocho productores son los que proveen económicamente el hogar
<b>Organización para sembrar</b>	Los productores se organizan a nivel familiar, en algunos casos se siembran a “medias” es decir productor con productor.
<b>Quien les enseñó a sembrar</b>	Los conocimientos son heredados, sin embargo, con la presencia de plagas y enfermedades buscan ayuda profesional (Agrónomo) en caso de plagas, enfermedades o baja productividad.

Fuente: elaboración propia con base en instrumento diseñado (anexos), 2020.

Las condiciones económicas se muestran los resultados posteriores a la aplicación del instrumento (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados de Condiciones económicas.

Dependiente	Resultados
<b>Rol principal</b>	Los ocho entrevistados todos son productores.
<b>Siembra dependiendo a</b>	Siete se dedican al 100% a la agricultura, sin embargo, siembran dependiendo de cómo les va el año anterior, si obtuvieron ganancias significativas aumentan la superficie cultivada hasta 3 ha. más. Pero si le va más siembran la misma superficie y de ser necesario piden préstamos.
<b>Actividad complementaria a la agricultura</b>	Solo un productor tiene una actividad complementaria que es la construcción.
<b>Incremento de inversión por año</b>	Todos los productores coinciden que, si hay un aumento en la inversión por año, por ello al final de cada año deciden comprar la mayoría de los insumos que van a ocupar el siguiente año para que el precio sea similar al año que están cultivando.
<b>Financiamiento para sembrar</b>	Todos los productores han pedido en algún momento un préstamo para cultivar, también mencionan que las casas químicas les dan crédito en la compra de insumos inorgánicos y como garantía dejan documentos de vehículos, terrenos o casas.
<b>Se tiene clientes fijos</b>	Solo dos productores tienen a quien entregar semifijo, la mayoría cultiva esperando vender la producción en centrales de abastos o intermediarios “coyotes”.
<b>Renta tierras</b>	Solo dos productores cultivan sus terrenos propios sin aumentar la superficie los demás rentan tanto dentro y fuera del ejido de San Miguel Balderas.
<b>Equipo que utiliza para sembrar</b>	Cuatro de los productores cuentan con tractor e implementos los otros cuatro rentan el equipo.
<b>Promedio de inversión por ha</b>	Los productores mencionan que depende del tipo de temporada que se siembre la papa, si es de riego se disminuye los costos en comparación de temporal, de riego va desde los 80 mil a los 120 mil y de temporal de 100 mil hasta los 150 mil por hectárea.
<b>% destinado a semilla</b>	Depende del precio de la semilla de papa ya que puede que este desde 4 mil hasta los 13 mil por tonelada considerando que se necesita 4 toneladas por hectárea en promedio representa de la inversión el 25%.

<b>% destinado a pago de jornaleros</b>	Aproximadamente el 10%
<b>% destinado a insumos</b>	Aproximadamente el 50 %
<b>% destinados a trabajos de labranza</b>	Aproximadamente el 5%
<b>% combustibles y/o transporte</b>	Aproximadamente el 10 %
<b>Lleva Relación costos de producción</b>	Si (en una libreta llevan gastos)

Fuente: Elaboración propia con base en instrumento diseñado (anexos), 2020

Se muestran los resultados posteriores a la aplicación del instrumento sobre las prácticas de labranza (Cuadro 11).

*Cuadro 11 Resultados de prácticas de labranza*

<b>Dependiente</b>	<b>Resultados</b>
<b>Tipo de siembra</b>	Los ocho productores tienen acceso ambos tipos de siembra.
<b>Mano de obra principal</b>	Los ocho productores contratan personas para que intervengan en el proceso de producción, desde el inicio hasta el final, en ocasiones familiares (esposa e hijos) intervienen en el proceso.
<b>Tipo de riego</b>	Los terrenos que tienen riego lo hacen por aspersión, si se encuentran en la parte alta del ejido se riega organizadamente por horas ya que el agua que se utilizan es de un criadero de truchas o de los brotes naturales, existe una organización de riego.
<b>Tracción</b>	Ambos
<b>Frecuencia de siembras por año</b>	Mínimo uno máximo dos
<b>Monocultivos</b>	Los terrenos que se cultivan a cultivo exclusivo de papa si, cuatro de los productores realizan rotación, pero es porque son terrenos propios.
<b>Posición preferente de los terrenos de cultivo:</b>	Los productores coinciden que existen un mayor rendimiento en terrenos planos, además que es más accesible para los trabajos de labranza; sin embargo, también se cultiva en laderas por falta de terrenos planos.
<b>Uso principal de insumos</b>	Los ocho productores hacen uso de insumos inorgánicos (se documentó los productos que coinciden)
<b>Incorporación de materia orgánica en abonos</b>	Lo hacen a través de gallinaza (4 ton. X ha.), champiñón, compostas o lombricompostas (un Torton (16 ton x ha.)).

Fuente: Elaboración propia con base en instrumento diseñado (anexos), 2020

De acuerdo con los resultados del instrumento aplicado se adiciona la siguiente información que hace referencia a los factores de presión; desde el punto de vista económico los costos de inversión a lo largo del ciclo agrícola son variable va desde los \$80 mil hasta los \$150 mil, dependiendo de la temporada (riego y temporal) que cultiven y que los insumos requeridos aumentan constantemente de precio, considerando que el cultivo de temporal incrementa por el uso de insumos inorgánicos para el control de plagas y hongos.

Los agricultores consideran que el cultivo de papas es más rentable que el cultivo de maíz o vegetales (como en las comunidades vecinas) incluso cuando los costos de producción son altos y los riesgos que puedan tener durante el proceso productivo.

Actualmente, con base en la demanda del mercado, los productores coinciden que es necesario utilizar insumos inorgánicos para mejorar la producción y calidad del producto, ya que si se satura del producto entonces los precios van a la baja, lo que les representa una pérdida económica importante o cuando Sinaloa y Perote (Veracruz) envían sus productos a centrales de abasto en México o Toluca, muchas veces reducen el valor del producto y llegan con “calidad”, lo que ocasiona que los productores de Balderas busquen otras plazas como Zamora (Michoacán) u otros estados de la república; Son pocos los productores que tienen pedidos o bodegas permanente donde se distribuyen.

Al producir mayor tonelaje de papa, que es el principal interés de los productores, pueden generar mayor ganancia, pero si el precio de las papas es bajo, pueden retirar su inversión, por lo cual los agricultores han visto esto como una estrategia; sin embargo, la presión que ejerce el productor en el suelo cada vez es mayor, de acuerdo con los productores de mayor edad mencionan que por 1960 al 2000 se obtenían rendimientos de 15 a 20 toneladas y a partir del 2000 han logrado aumentarlo a 25 o 45 toneladas y en casos extraordinarios hasta 50 toneladas por ciclo.

La Disponibilidad del agua en el ejido de Balderas es uno de los principales beneficios; sin embargo, ha generado una gran apertura para cultivos durante todas las épocas del año y esto genera una gran ventaja para agricultores de la papa. Actualmente los yacimientos de agua han sido entubados para uso agrícola (riego) y la demanda por parte de los pobladores de la comunidad de balderas ha ido en aumento y la disponibilidad del recurso hídrico es cada vez menor, en consecuencia, se ha reportado que ya han desaparecido varios yacimientos de agua.

Una de las principales causas de la degradación de tierras es el uso de insumos inorgánicos, los envases (Botella o bolsa) de cada insumo hacen la aclaración del nivel de toxicidad a través de bandas como son el color verde (baja toxicidad), amarilla (toxicidad media) y roja (alta toxicidad) esta última puede llegar a ser mortal y se ha reportado productores que se han intoxicado al tacto llegando a estar hospitalizados, así como la muerte en animales por ingerir agua contaminada por el insumo.

En todas las instrucciones de uso hace mención las medidas de protección como son guantes, lentes de protección, overol, botas y cubrebocas, además de otras indicaciones al respecto. Sin embargo, es notorio que entre los agricultores no existe esta cultura de protección porque los insumos se aplican sin las mínimas normas de seguridad, lo cual representa un grave daño, no solo al ecosistema, sino a la salud de las personas. Se documentó los principales insumos inorgánicos acuerdo con las necesidades del cultivo ya sean deficiencias nutricionales o presencia de plagas, a continuación, se enlistan:

**FURADAN® 5 G:** Es un nematicida utilizado para el control de nemátodos e insectos en el suelo. Es altamente tóxico para insectos polinizadores, peces y aves, su permanencia en el ecosistema es de 4 a 8 semanas (Agroquímica, s/f) (Cuadro 12).

Cuadro 12 Ficha técnica de FURADAN 5G

Cultivo	Uso	Cantidad	Forma de uso
Papa	<u>Control de plagas:</u> Gusano saltarín ( <i>Elasmopalpus lignosellus</i> )	En banda 40-50 kg/ha	Aplíquese al suelo distribuyéndolo en bandas o círculos de 20 cm de ancho al fondo del surco con la semilla a lo largo de la hilera antes del primer aporque.
	Pulguilla ( <i>Epitrix spp.</i> ). Gusano de alambre ( <i>Agriotus spp.</i> )	o 40-50 g/10 m de hilera	
	Gallina ciega ( <i>Phyllophaga spp.</i> )		
	Nemátodos ( <i>Pratylenchus spp.</i> , <i>Meloidogyne spp.</i> )	Mateado 1.5 g/unidad	

Fuente: Innovación agrícola

**MONCUT:** Es un fungicida utilizado para el control de Rhizoctonia, un hongo albergado en el suelo generador de podredumbre. De acuerdo con lo relatado por el agricultor, es muy importante controlar los hongos descomponedores desde el inicio del cultivo, ya que este afecta directamente a la papa y una vez que el hongo se presenta es difícil controlarlo (Arysta, 2018). El cuadro 13 detalla uso y aplicación del producto.

Cuadro 13 Ficha técnica de Moncut.

Cultivo	Uso	Cantidad	Forma de uso
Papa	<u>Control de hongos:</u> Costra Negra ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	0.5 kg/100 L agua	Colocar la semilla en un arpilla y sumergir completamente en la solución por 3 minutos. Dejar escurrir.

Fuente: Arysta fichas técnica.

**UREA FERCON TARRO 500:** Contiene principalmente Nitrógeno al 46%, es usado para dar follaje, color y vida a las plantas. Al aumentar el follaje y color verde aumenta también la capacidad fotosintética, absorción de nutrientes y agua, por lo cual se convierte en un elemento necesario para el cultivo (Fercon, s/n). El cuadro 14 detalla uso y aplicación del producto.

*Cuadro 14 Ficha técnica FERCON*

Cultivo	Uso	Cantidad	Forma de uso
Maíz	Para follaje y color.	Un puño/30 días	Aplicar la cantidad indicada en ciclos de 30 días, al pie de la planta, pero lejos de los tallos.

Fuente: Fercon, ficha técnica.

**CURACRON:** Insecticida y acaricida que actúa principalmente sobre el pulgón saltarín que se presentan en el envés de las hojas. Su control es necesario debido a que este insecto ocasiona el amarillamiento de la planta o la punta morada lo que evita el crecimiento correcto del tubérculo. Su uso puede ser en una o varias ocasiones según la presencia y avance de la plaga (Syngenta, 2019). El cuadro 15 describe sus características.

*Cuadro 15 Ficha técnica CURACRON.*

Cultivo	Uso	Cantidad	Forma de uso
Papa	Pulgón Saltador ( <i>Bactericera cockerelli</i> )	0.4L/ha	Diluir la sustancia en un contenedor de 600L y asperjar el cultivo.

Fuente: Syngenta ficha técnica

**AMISTAR:** Es un fungicida que ayuda a evitar y eliminar el crecimiento de hongos patógenos como la costra negra y el tizón. La costra negra usualmente genera la podredumbre de la planta hasta secarla y el tizón genera manchas en las hojas que se propagan fácilmente hasta dañar toda la planta (Syngenta, 2017). El cuadro 16 describe sus características.

Cuadro 16 Ficha técnica AMISTAR

Cultivo	Uso	Cantidad	Forma de uso
Papa	Costra negra ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	200g/Ton de semilla	Sumergir la semilla en una solución con 100L de agua durante 3min y dejar escurrir.
	Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> )	150-200g/Ha	Asperjar al aparecer los primeros síntomas y repetir cada 7 días. Se obtiene mejor resultado cuando se utiliza como preventivo.

Fuente: Syngenta ficha técnica

**IMIDACROPLID:** Insecticida utilizado para el control de insectos chupadores como áfidos o moscas blancas que intervienen en el flujo de savia de la planta dejándola con poca vitalidad. Su uso se recomienda en máximo dos aplicaciones durante los primeros 30 días de crecimiento de la planta (Bayer, S/F). El cuadro 17 describe sus características.

Cuadro 17 Ficha técnica MIDACROPLID

Cultivo	Uso	Cantidad	Forma de uso
Papa	Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ) Áfidos ( <i>Aphidoidea</i> )	200g/L	Aplicar la solución en el follaje mediante aspersión.

Fuente: Bayer, ficha técnica.

**PARAQUAT:** Es un herbicida utilizado en la precosecha de la papa, su función es desecar la planta emergente sobre el suelo una vez que el tubérculo se encuentra ya en una condición aceptable en el mercado, de esta forma se detiene el crecimiento de la papa y se puede cosechar (Gowan, S/F). Su uso se muestra en el Cuadro 18.

*Cuadro 18 Ficha Técnica de PARAQUAT*

<b>Cultivo</b>	<b>Uso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Forma de uso</b>
Papas	Para desecar la hierba y la planta.	1.5-2L/ha	Asperjar con el equipo necesario asegurando una cobertura completa y uniforme sobre la maleza, evitando contacto con el cultivo.

Fuente: Gowan ficha técnica.

#### 5.4. Estado del recurso suelo

Para conocer el estado actual del recurso suelo se seleccionaron dos sitios (cuadro 19) de acuerdo con las características mencionadas en la sección sobre la *selección de los sitios de muestreo*, se tomó la decisión de dividirse por zonas ya que estando en campo se observó que a pesar de pertenecer en una misma superficie tiene diferentes características.

*Cuadro 19 Características de los sitios de cultivo*

Sitio	Cultivo principal	Desde cuando	Hace rotación	Características (Ladera / Planicie)	Ubicación	Altitud	Tracción (Animal / Tractor)	Superficie	Uso de insumos inorgánicos
1	Papa	90 años	No	Pendiente/plano	Latitud 19° 5'57.14"N Longitud 99°41'21.72"O	3200 msm	Tractor	3 has	SI
2	Maiz Chicharo Haba Papa avena	20 años	Si	Pendiente/plano	Latitud 19° 6'36.58"N Longitud 99°37'49.14"O	2733 msm	ambas	3 has	Si/ocasional

De acuerdo con la altitud de cada uno de los sitios de estudios su perfil topográfico se observa de la siguiente manera (figura 29).

*Figura 29 Perfil topográfico de los sitios de muestreo*



Fuente: Elaboración propia con google earth.

El sitio uno se dividió en cuatro zonas (figura 30), se realizaron en cada una de las zonas análisis físicos y químicos como se muestra, a continuación:

*Figura 30 División por zonas del sitio uno para muestreo.*



Fuente: Google earth. 2021.

El análisis de suelos es una herramienta para diagnosticar problemáticas y posteriormente establecer recomendaciones. Con el análisis del suelo se pretende determinar la condición física y química y así determinar el grado de fertilidad del suelo. Siendo “la fertilidad vital para que un suelo sea productivo, aunque un suelo fértil no necesariamente es productivo, debido a que existen otros factores de tipo físico como el mal drenaje, escasa profundidad, piedra superficial, déficit de humedad, etc, que pueden limitar la producción, aun cuando la fertilidad del suelo sea adecuada” (Molina, 2007).

El grado de capacidad productiva de un suelo está determinado por sus propiedades químicas y físicas, cumpliendo con dos funciones básicas: “Indica los niveles nutricionales en el suelo y sirve para monitorear los cambios en la fertilidad que ocurren como consecuencia de la explotación agrícola y los efectos residuales de la aplicación de insumos” (INPOFOS, 1997)

A continuación, se muestran los resultados de los parámetros físicos del sitio uno (Cuadro 20).

*Cuadro 20. Parámetros físicos para las muestras superficiales de los suelos en el sitio uno.*

Zona	DA	DR	Porosidad %	Arenas %	Arcillas %	Limos %	Clase textural
	g/cm <sup>3</sup>						
<b>Z1</b>	1.17	2.1	44.29	60	28	12	Franco arcillo arenoso
<b>Z2</b>	1.13	2.81	59.79	60	28	12	Franco arcillo arenoso
<b>Z3</b>	1.14	2.4	52.4	80	5	15	Arenoso franco
<b>Z4</b>	1.09	2.27	52.06	70	10	20	Franco arenoso

Fuente: Elaboración propia con resultados de laboratorio

A continuación, se muestran los resultados de los parámetros químicos del sitio uno (Cuadro 21).

*Cuadro 21 Parámetros químicos para las muestras superficiales de los suelos en el sitio uno*

Parámetros químicos		Z1	Z2	Z3	Z4
<b>pH</b>	H2O	6.98	6.68	6.6	7.17
	KCl	5.35	5.58	5.56	6.12
<b>Fertilidad</b>	Nitrógeno (N) ppm	0.11	0.19	0.16	0.07
	Fosforo (P) ppm	35.72	35.98	95.94	34.17
	Potasio (K) ppm	1515.74	1456.74	1446.7	1681.3
<b>Materia Orgánica (MO) %</b>		1.87	2.22	1.44	1.60
<b>Humedad</b>	Capacidad de Campo (CC) %	46.27	43.77	45.70	32.08
	Punto de marchitamiento permanente (PMP) %	31.73	31.91	47.20	32.08
<b>Conductividad Eléctrica (CE) dS/m</b>		0.12	0.11	0.09	0.16
<b>Micronutrientes</b>	Calcio (C) ppm	1196.39	1098.98	1801.6	2472.94
	Magnesio (Mg) ppm	69.31	58.1	73	108

Fuente: Elaboración propia con resultados de laboratorio

El sitio dos se dividió en tres zonas (figura 31), se realizaron en cada una de las zonas análisis físicos y químicos como se muestra, a continuación:

Figura 31 División por zonas del sitio dos para muestreo.



Fuente: Google earth. 2021

A continuación, se muestran los resultados de los parámetros físicos del sitio dos (Cuadro 22).

Cuadro 22 Parámetros físicos para las muestras superficiales de los suelos en el sitio dos

Zona	DA	DR	Porosidad %	Arenas %	Arcillas %	Limos %	Clase textural
	g/cm <sup>3</sup>						
1	1.15	2.27	49.44	60	28	12	Arcillo arenosa
2	1.09	2.71	59.78	70	10	20	franco arenoso
3	0.88	2.73	67.91	70	10	20	Franco arenoso

Fuente: elaboración propia con resultados de laboratorio

A continuación, se muestran los resultados de los parámetros químicos del sitio dos (Cuadro 23).

*Cuadro 23 Parámetros químicos para las muestras superficiales de los suelos en el sitio dos*

Parámetros químicos		Z1	Z2	Z3
pH	H2O	6.83	6.67	7.15
	KCl	6.07	6.03	6.44
Fertilidad	Nitrógeno (N) ppm	0.15	0.12	0.11
	Fosforo (P) ppm	106.74	53.93	256.55
	Potasio (K) ppm	1454.52	1196.46	1391.96
Materia Orgánica (MO) %		4.77	4.66	5.83
Humedad	Capacidad de Campo (CC) %	47.46	48.81	52.44
	Punto de marchitamiento permanente (PMP) %	31.27	30.78	30.41
Conductividad Eléctrica (CE) dS/m		0.21	0.25	0.22
Micronutrientes	Calcio (C) ppm	2685.36	1240.48	923.84
	Magnesio (Mg) ppm	92.42	141.06	34.05

Fuente: Elaboración propia con resultados de laboratorio

#### 5.4.1. Análisis de resultados

La densidad se refiere al peso por volumen del suelo relacionada principalmente con las prácticas de manejo de los suelos y agua. Existen dos tipos de densidad, real y aparente. La densidad real (DR), son las partículas densas del suelo, varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65 (FAO, 2021). Una densidad aparente (DA) alta indica un suelo compacto afectando las condiciones de retención de humedad, limitando el crecimiento de raíces, una DA baja no indica necesariamente un entorno favorable para el crecimiento de las plantas.

La DA es afectada por las partículas sólidas y por el espacio poroso que es determinado por la materia orgánica. En suelos de textura arenosa como son los sitios uno y dos puede variar entre 1.2 y 1.6 g/cm<sup>3</sup> (Salamanca Siavosh, 2005).

Para el caso de los sitios uno y dos la DA se encuentra en rangos entre 0.88 a 1.17 g/cm<sup>3</sup> lo que les confiere una condición media para suelos con texturas francas.

La porosidad del suelo es el porcentaje del volumen de suelo que no está ocupado por materia sólida. Generalmente, el volumen del suelo consiste en 50% de materia sólida (45% de materia mineral y 5% de materia orgánica) y 50% de área de poros. Dentro del espacio poroso, podemos distinguir entre macroporos y microporos en las que el agua, los nutrientes, el aire y el gas pueden circular o quedar atrapados. Los macroporos no retienen agua ante el efecto de la gravedad, son los responsables del drenaje del agua, la aireación del suelo y la formación del vacío en el que se forman las raíces. Los microporos conservan el agua y parte de ella está disponible para las plantas. (FAO, 2021)

Resalta el hecho de que el porcentaje de porosidad es ligeramente superior para los suelos del sitio dos (59.04 %), con respecto al sitio uno (52.13 %), lo que podría relacionarse con la clase textural, pero también con las prácticas de manejo.

La textura del suelo es la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños, como arena, limo y arcilla que pueden afectar directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión. La textura es una propiedad importante porque influye como factor de fertilidad, capacidad de retención de agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades. Las partículas de suelo de más de 2,0 mm se identifican como como rocas y grava y también se incluyen en la clase de textura. Por ejemplo, los suelos arenosos que contienen 20% de grava se clasifican como franco arenoso con grava presente (FAO, 2021).

Por lo que se refiere a la textura del suelo, en el sitio uno se observa una mayor variabilidad de las zonas representativas pasando de texturas medias (franco

arcillo arenoso) a gruesas (arenoso franco), para el caso del sitio dos predomina el franco arenoso.

Para el aspecto de análisis químicos en los sitios de estudio se determinó el pH, macronutrientes como nitrógeno fosforo y potasio, materia orgánica, humedad, micronutrientes como calcio y magnesio.

El valor del pH del suelo es la medida de la acidez o alcalinidad del suelo. El pH del suelo afecta directamente la disponibilidad de nutrientes en el suelo. La escala del pH tiene un rango que va de 0 a 14, siendo el 7 el valor neutral. Los números menores a 7 indican acidez mientras que los números mayores a 7 indican alcalinidad (Kluepfel., 2018).

El pH del suelo es una de las muchas condiciones ambientales que afectan la calidad del crecimiento de la planta. El pH para ambos sitios se sitúa dentro de rangos neutros a ligeramente ácidos, lo que podría ser adecuado para la disponibilidad y absorción de nutrientes por los cultivos, este resultado se podría asociar a la acción de encalar que realizan los productores.

Por lo que respecta al contenido de materia orgánica del suelo es el almacén más importante de carbono orgánico en el planeta y está compuesta principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre, aunque puede contener otros macro y micronutrientes esenciales para las plantas. (López P. , 2020).

La materia orgánica es el residuo de plantas y animales incorporados al suelo, y se expresa en %. El contenido de materia orgánica es un índice que permite estimar en forma aproximada las reservas de N, P y S en el suelo, y su comportamiento en la dinámica de nutrientes (Kass, 1996). La materia orgánica mejora muchas propiedades químicas, físicas y microbiológicas que favorecen el crecimiento de las plantas. Los suelos con menos de 2% de materia orgánica tienen bajo contenido, y de 2 a 5% es un contenido medio, siendo deseable que el valor sea superior a 5% (Molina, 2007).

Existe una diferencia notable en ambos sitios considerando los valores promedio de cada una para el caso del sitio un su MO es menor a 2 con un promedio de 1.7% lo que representa un bajo contenido para el caso del sitio dos su MO en promedio es de 5.08% lo que representa un contenido deseable. Este dato podría relacionarse con los años de cultivo continuo y tiene efectos directos sobre el contenido de nutrientes en el suelo, así como una serie de atributos físicos y químicos que involucran a la materia orgánica en el suelo.

La suficiente humedad en suelo es una condición importante para una apropiada formación de las plantas y un mayor rendimiento de los cultivos, por lo tanto, las plantas no crecerán y se desarrollarán con una humedad del suelo insuficiente. La humedad tiene otros propósitos, que son: Los niveles de humedad del suelo afectan al contenido de aire, la salinidad y la presencia de sustancias tóxicas, regula la estructura, ductilidad y densidad, influye en la temperatura y la capacidad térmica, evita la erosión del suelo y determina la disponibilidad de los campos para ser trabajados. (Earth Observing Sistem , 2020).

Se dice que el suelo está saturado cuando todos sus poros están llenos de agua. Si el suelo saturado puede fluir libremente, en este caso se dice que el suelo está en capacidad de campo. Este modo es muy adecuado para el crecimiento de las plantas, las plantas encuentran mucha agua para retener en el suelo, la energía se puede superar fácilmente debido a la succión de las raíces y el suelo se airea para que las raíces puedan respirar, el contenido de agua puede descender por debajo de la capacidad de campo por el efecto de la evaporación y la transpiración de las plantas (S/A, 2009).

El contenido de humedad de los suelos típicamente se encuentra en un rango de 5 a 50 % cuando se encuentran en su máxima capacidad de retención (capacidad de campo). De acuerdo lo anterior los suelos del sitio uno y dos se encuentran en rangos aproximado al 50%.

El nitrógeno es a menudo un nutriente que limita el crecimiento óptimo de las plantas. Las pruebas en suelo pueden estimar la disponibilidad de nitrógeno; sin

embargo, el nitrógeno está presente en el suelo en muchas formas que cambian con el tiempo y afectan su disponibilidad para las plantas. El contenido de Nitrógeno total en el suelo es similar en ambos sitios de estudio se sitúa entre 0.07 y 0.19 % lo que ubica a estos suelos dentro del rango bajos para este parámetro; por lo que es un factor limitante y debe proveerse para los cultivos en dosis adecuadas.

En cuanto al fósforo y el potasio, son dos de los tres macronutrientes (el otro es nitrógeno) que las plantas necesitan para un crecimiento óptimo de las plantas. Estos nutrientes se requieren en grandes cantidades en comparación con los micronutrientes (por ejemplo, zinc, hierro, boro, etc.). (Espinoza, 2007). El fósforo se encuentra en el suelo tanto en forma orgánica como inorgánica y tiene una baja solubilidad en el suelo, de acuerdo con la guía de interpretación de análisis de suelo (2016), menciona que niveles altos de Fósforo se considera mayores a 20 ppm.

Para el caso del fósforo en los sitios de estudios se encuentra alto para ambos casos, para el caso del sitio dos los niveles son muy altos ya que sus niveles van de 53.93 ppm hasta 256.55 ppm, para el caso del sitio uno va desde los 34.17 ppm hasta 95.94 ppm. El fósforo en exceso interviene, en su mayoría, con la absorción de otros elementos, tales como el hierro, el manganeso y el zinc (Fertilab, 2016). La fertilización en exceso con fósforo es común en suelos agrícolas por la aplicación innecesaria de cantidades altas de fertilizantes compuestos de NPK.

La fertilización con el potasio no se observa frecuentemente cuando los análisis de suelos dan resultados arriba de 175 ppm para vegetales, cultivos agronómicos y pastos (Espinoza, 2007). La guía de interpretación de análisis de suelo Suelos (2016) menciona que los suelos ricos en potasio existen de manera natural, estos por su contenido de arcillas, también son ricos cuando se abonan comúnmente con estiércol.

Tanto el sitio uno y dos se encuentran en rangos muy altos que van desde 1196.46 ppm hasta los 1681.3 ppm, esto se asocia al igual que el fósforo por el uso de fertilizantes NPK como es la mezcla papera que es común su uso en los suelos agrícolas de San Miguel Balderas al ser suelos para producción de papa.

Los suelos con tendencia a texturas arenosas contienen concentraciones menores de 400 a 500 ppm de calcio, los suelos con texturas arcillosas incrementan sus contenidos en calcio arriba de 2,500 ppm. Si el pH del suelo se mantiene en rangos neutros, las deficiencias de calcio no son muy comunes (Espinoza, 2007).

Para el caso de ambos sitios los rangos son desde 923.84 ppm hasta los 2472.94 ppm, estos altos niveles se relacionan a las aplicaciones de cal que de acuerdo con los productores de Balderas usan entre 2 a 4 toneladas por hectárea al año esta práctica es común en la preparación del terreno antes de barbecho, de acuerdo con Logiag (2016) La aplicación de cal mejora la absorción de los insumos para las plantas y aumenta la fertilidad del suelo al controlar el pH.

El magnesio cumple un papel como un nutriente secundario incluso poco considerado para su aplicación en la lista de insumos, su rol en las plantas es sobre la respiración y metabolismo (energía); el Magnesio se moviliza a través del agua por las raíces de la planta; Su insuficiencia puede ocurrir cuando el crecimiento de la raíz es comprometido o el suelo se encuentra demasiado seco y en niveles altos pueden causar deficiencias de estos otros nutrientes (Bolda, 2016).

De acuerdo con Marck Bolda (2016) los suelos no se consideran deficientes en Mg cuando sus rangos son menores de 25-50 ppm; sin embargo, un suelo que reporta menos de 31 ppm, se sugerirá su aplicación, por lo regular los suelos bajos en Mg son usualmente ácidos y bajos en calcio. Para el caso de los sitios uno y dos sus niveles se encuentran desde los 34.05 ppm hasta los 141.06 ppm que de acuerdo con la correlación con el calcio es proporcional al estar en niveles elevados cuando las cantidades de calcio se encuentran por encima de la media;

Intagri S.C (2013) hace referencia que los suelos con textura con tendencias arenosas y arcillosas son los más afectados cuando se hace una aplicación excesiva de potasio y cal provoca una disminución en la disponibilidad de Magnesio limitando su absorción que es el caso de los sitios de estudio, otro factor de su limitante es por el efecto de erosión hídrica.

Para finalizar apartado sobre el análisis de resultados se consideró también dentro de las variantes de presión la conductividad eléctrica que se utiliza para medir el riesgo potencial de daño a una planta debido a las sales en el suelo incluyendo todas las sales como el cloruro de sodio. Las mediciones de conductividad eléctrica pueden variar de parcela a parcela a través del tiempo siendo afectadas por condiciones ambientales como es la precipitación (Espinoza, 2007).

La conductividad eléctrica comúnmente se utiliza para diagnosticar problemáticas relacionadas con el crecimiento de las plantas, sus valores se pueden expresar en ds/m (deciSiemens por metro), de acuerdo con Maher (2020) se considera conductividad baja rangos menores a 0.8 ds/m, entre 0.8 a 1.6 ds/m medio y 1.6 a 3.0 ds/m alta; en base con los resultados obtenidos se encuentran entre niveles bajos y medios lo que significa que si el cultivo es sensible se puede ver afectado en su rendimiento para el caso de papa de acuerdo con Carter (1981) en su reseña sobre la tolerancia de los cultivos a la salinidad en Intagri S. C. (2013) para el cultivo de papa se necesita una conductividad eléctrica de 1.7 ds/m por lo que los niveles que contiene los sitios de muestra al estar en un rango bajo y medio donde el más alto es 0.25 ds/m se detecta como una problemática para la obtención de rendimiento en el cultivo de papa.

En conclusión, es posible observar que algunas propiedades físicas se han deteriorado en los sitios, probablemente en respuesta al manejo, el cual parece ser más intenso en el sitio uno (situado a 3400msnm) que en el sitio dos (situado 2300 msnm).

En esta última, podríamos pensar que la memoria del suelo es más resiliente al presentar mayores contenidos de materia orgánica y en consecuencia de nutrientes y suelos menos compactos.

### 5.5. Respuesta

Los indicadores de respuesta van dirigidos a la atención de los agentes de presión y de las variables de estado

La Respuesta para este proyecto se llevará a cabo de la siguiente manera:

- a) **Respuesta natural:** Se describirán las acciones que los productores de San Miguel Balderas han realizado ante la degradación de suelos cuadro 24.

*Cuadro 24 Acciones de los productores ante la degradación de suelos.*

Positivas	Negativas
Rotación de cultivos	Aumento de insumos inorgánicos
Incorporación de abonos, compostas, mejoras, lombricompostas.	Renta de tierras con menos años de explotación agrícola (deforestación).
Tecnificación de riego por goteo	Eliminar vegetación alrededor de las tierras de cultivo (se cree que los árboles o arbustos alrededor generan las plagas)
Incorporación de insumos orgánicos	
Aplicación de cal	

Fuente: Elaboración propia a través de entrevista a productores

- b) **Respuesta inducida:** A través de un ejercicio participativo se implementarán acciones para disminuir la degradación de suelos.

Este ejercicio se realizó como una prueba piloto para lograr incentivar la concientización, uso y consumo de insumos orgánicos y lograr reducir la degradación a largo plazo. Las acciones que se han llevado a cabo para mitigar los efectos de la degradación de tierras se dirigen hacia el mejoramiento del estado actual del suelo, reducir costos de producción, así como impactar la salud y ambiente a largo plazo; los aspectos que se consideran para esta respuesta inducida son los siguientes:

- Concientización sobre el impacto de los insumos inorgánicos a productores de San Miguel Balderas.
- Capacitación para la elaboración insumos orgánicos.
- Aplicación de bio-insumos durante el ciclo agrícola.
- Reuniones para intercambio de experiencias

Los primeros acercamientos a los productores tenían como objetivo dar a conocer los impactos que tienen las prácticas inadecuadas en el sistema agrícola y el impacto en su economía, salud y ambiente; una vez que los productores se identificaban con las consecuencias se interesaban en buscar una estrategia para poco a poco mejorar la situación.

Los productores que se interesaron tomaron la decisión de capacitarse para la elaboración de insumos orgánicos que les permitieran bajar los costos de producción principalmente. Se estableció contacto con una asociación civil que trabaja con la agricultura orgánica donde el maestro Jairo Restrepo era quien impartía los cursos a productores de diversas partes de la República Mexicana, fue así como se organizó un grupo de dieciséis incluyendo los ocho productores que participaron en este proyecto de investigación productores en la comunidad de San Miguel Balderas.

En las primeras reuniones se mostraron ejemplos de productores donde su proceso productivo es con base en la elaboración e implementación de bio-insumos a través de las llamadas bio-fabricas, esto llamo la atención de los

productores, ya que, mientras ellos aprendían a elaborar sus propios productos, bajaban sus costos de producción, no comprometían su salud ni la de su familia y poco a poco iban restaurando sus suelos. A corto plazo esto ayudaría a disminuir el consumo de agrotóxicos y a largo plazo su eliminación dentro del proceso productivo obteniendo productos sanos y mayor rendimiento.

El concientizar y mostrar ejemplos de la implementación de bio-insumos fue fundamental para que los productores se interesaran por el proyecto y fue así como se capacitaron, asistiendo a dos cursos con el maestro Jairo Restrepo (Figura 32) y posteriormente con el Técnico Leobardo Valbuena, teniendo lugar en la comunidad de San Miguel Balderas (Figura 33).

*Figura 32 Capacitación para la elaboración de bio-insumos con el Mtro. Jairo Restrepo en Tonalico Edo. Méx.*



Fuente: Toma propia.

*Figura 33 Capacitación para la elaboración de bio-insumos en San Miguel Balderas.*



Fuente: Toma propia.

Es importante hacer mención que los productores todo el tiempo se involucraron en el proceso desde la adquisición de las materias primas, elaboración de bio-insumos y su aplicación, algo que resalto fue la participación de los jóvenes hijos de agricultores que son los más interesados en el proyecto (Figura 34).

*Figura 34 Participación de los productores de San Miguel Balderas en la elaboración de bio-insumos.*



Fuente: Toma propia, 2018.

Dentro de la agenda de trabajo se realizó la búsqueda de la materia prima para llevar a cabo la elaboración de insumos y se realizaron compras en grupo para minimizar costos elaborando cerca de 80 toneladas de abono y 20 mil litros de biofertilizante (bioles, insecticidas, estimulantes, escudos MOOS), que fueron usadas en 16 hectáreas. Las fórmulas realizadas están adaptadas al clima y tipo de cultivo de la comunidad de San Miguel Balderas usando tecnología de bajo costo como se muestra en la Figura 35.

*Figura 35 Elaboración de Bio-insumos en San Miguel Balderas.*



Fuente: Toma propia.

Durante las aplicaciones se observó presencia de polinizadores y anfibios (Figura 36), plantas con mejor apariencia, productos con mejor color y vida de anaquel, datos que fueron reportados por los productores.

*Figura 36 Presencia de anfibios en terrenos de cultivos donde se implementaron los bio-insumos.*



Fuente: Toma propia.

A través de la junta de intercambio de experiencias con los productores que participaron en el primer ejercicio, se logró el interés de nuevos agricultores que se integraron al proyecto, donde el segundo ejercicio se obtuvo la participación del Ing. Asencio de la Cruz de ICAMEX, fue el que impartió el curso de bio-insumos en San Miguel Balderas (Figura 37 y 38). Teniendo como base los resultados obtenidos en el ejercicio anterior, se elaboraron nuevos bio- insumos para completar la gama de productos, principalmente fueron insecticidas, ácidos húmicos, fungicidas, microorganismos nativos de montaña, bio-carbón, macro y micro nutrientes.

*Figura 37 Taller de elaboración de bio-insumos 2019.*



Fuente: Toma propia.

Al finalizar el ciclo productivo se realizó nuevamente una junta de intercambio de experiencias para realizar la evaluación en temas de calidad, resiliencia de plagas, rendimiento y disminución de consumo de residuos inorgánicos; es importante mencionar que con la experiencia de los productores han realizado recomendaciones a otros productores que no son de grupo, donde les han enseñado a realizar algunos preparados que son los que principalmente que les han funcionado, también han llegado a comercializar bio insumos.

# CAPÍTULO 6:

## Discusión de resultados

En este capítulo se concluye con el análisis de los factores que inciden sobre la condición actual y desempeño del suelo agrícola, en un contexto socioambiental que derivan en la degradación de tierras en el caso de estudio en la comunidad de San Miguel Balderas, Tenango del Valle.

Se conocerá si la hipótesis y objetivos se cumplieron y cuáles son los resultados de acuerdo con la metodología Presión- Estado-Respuesta, sabremos las limitaciones durante el proyecto de investigación y finalizando con alguna recomendación.

Este proyecto de investigación concluye con el análisis de los factores que inciden sobre la condición actual y desempeño del suelo agrícola, en un contexto socioambiental que derivan en la degradación de tierras en el caso de estudio en la comunidad de San Miguel Balderas, Tenango del Valle.

De manera particular de las variables sociales y económicas que se abordaron durante el trabajo de la mano con las prácticas agrícolas demostraron ser los principales factores que presión al recurso suelo y por consecuencia propicia su degradación de tierras.

La hipótesis planteada menciona que el aumento del consumo de insumos inorgánicos durante las prácticas agrícolas es una de las causas principales de degradación esto va de la mano con las practicas heredadas por años y existe una falta de información de los impactos negativos a largo plazo de prácticas inadecuadas y sobre explotación de tierras, las ganancias de papa utópicas es el principal incentivo para su cultivo de manera intensiva.

Con el desarrollo de la metodología bajo el modelo Presión-Estado-Respuesta se identificaron las variables de presión y estado; comenzando con presión, esta hace referencia a los aspectos sociales y económicos principalmente; sin embargo, se evalúa sus prácticas agrícolas identificando lo siguiente:

La estrategia para lograr obtener mejores precios al momento de venta es cultivan las tierras en fechas anteriores o posteriores a las que comúnmente marca el ciclo, para ello las tierras de riego son las más apreciadas de esta forma al obtener su producto con anticipación puede obtener precios de venta más altos en el mercado. También es común que se obtengan hasta dos cosechas por año.

Para lograr un incremento de producción han aumentado el uso de diversos insumos inorgánicos principalmente para el control de todo tipo de plagas y enfermedades que normalmente atacan a la planta, sobre todo en temporal, las tierras de alguna manera se han hecho dependiente de ellos.

La mayoría de los productores son mayores de 30 años, las que usan han sido heredadas u orientadas por familiares, de acuerdo con la información en campo se documenta que desde los años 60's fue más notorio que algunos agricultores comenzaron a cambiar los tradicionales cultivos de maíz y avena por papas, además de que poco a poco se fueron abandonando las prácticas de ganadería.

Con los años, los agricultores comenzaron a sembrar papa, fueron adquiriendo habilidades y técnicas de producción con lo que incrementaron la rentabilidad de esta actividad. Por otra parte, tanto las instituciones de asistencia técnica y económica o grupos políticos han intervenido aportando apoyos para infraestructura como tractores, implementos permisos de explotación hídrica.

Como resultado de lo mencionado, el uso de agroquímicos se incrementó en la búsqueda de maximizar la producción y los ingresos; mientras que en las primeras cosechas lograban obtener entre 15 y 20 ton/ha, en la actualidad los rendimientos pueden llegar a estar entre 25 y 45 ton/ha. La búsqueda de tierras con menor años de explotación son una amenaza para bosques ya que deforestan para los cultivos de papa.

Otro aspecto que impacta es la continua competencia por tener la mejor producción de papas, sobre todo para lograr posicionar el producto en el mercado, por lo que buscan asesorarse con ingenieros agrónomos que trabajan en las casas de agroquímicos y les sugieren el uso de estos insumos inorgánicos.

Si bien la papa puede llegar a ser un producto redituable, también es posible que el productor pierda su inversión, pero ¿Por qué siguen cultivando a pesar de que hay años que no tienen ganancias? De acuerdo con el producto es lo que están acostumbrados a hacer. Desde hace 5 años se ha comenzado a introducir otros productos, principalmente la cebolla.

Los productores perciben la degradación, ellos identifican que hay una disminución en la capacidad de producción, las plagas son más resilientes, cambios de textura de suelo, la calidad del producto es mala, aunque apliquen insumos inorgánicos identifican que existen zonas dentro de una hectárea donde produce menos o salen enfermas las plantas. El problema surge cuando dejan esos suelos y salen en búsqueda de otros lo que implica una explotación por, al menos, 2 a 5 años y cambian de sitio nuevamente, a esta práctica se le conoce coloquialmente como “cansar los suelos”.

Los suelos que fueron evaluados durante este proyecto revelan que en aspectos físicos su clasificación de textura, densidad aparente y porosidad corresponden a un sitio agrícola. El sitio uno es el más afectado por la producción de papa su materia orgánica está por debajo del 2% y en la extensión se encontraron diferentes texturas, su humedad está en lo normal sin embargo en temas de nutrición se encuentra con niveles elevados de Nitrógeno que puede estar asociado al uso de gallinaza cruda, el sitio dos se encuentra ligeramente mejor conservado con un 5% de MO, esto está relacionado a que en su modo de producción incorpora algunos abonos como compostas champiñón y hace uso de insumos menos tóxicos en comparación del sitio uno, además el suelo tiene menos años de explotación, de igual manera se identificaron texturas con diferentes características.

Es por ello por lo que los productores utilizan entre 4 a 5 toneladas de gallinaza o champiñón sin compostear, aportando contenido de nematodos que posteriormente eliminan con el uso de insumos inorgánicos, desequilibrando la composición del suelo. El contenido de Nitrógeno es alto para ambos suelos por lo que es común el uso de ureas o la mezcla paperas.

El estado que guardan los suelos evaluados es de degradación, pues presentan problemáticas físicas y químicas además de mínima presencia de fauna edáfica como lombrices y gallinitas ciegas, pues son exterminadas para evitar que dañen el cultivo.

En conclusión, es posible observar que algunas propiedades físicas se han deteriorado en los sitios, probablemente en respuesta al manejo, el cual parece ser más intenso en el sitio uno (situado a 3400msnm) que en el sitio dos (situado 2300 msnm).

En esta última, podríamos pensar que la memoria del suelo es más resiliente al presentar mayores contenidos de materia orgánica y en consecuencia de nutrientes y suelos menos compactos.

Las repuestas por los productores ante la degradación de tierras de manera natural positivas son la rotación de cultivo, incorporación de materia orgánica y están cambiando su riego de aspersión a goteo; por otro lado, las repuestas que impactan de manera negativa es el aumento de insumos inorgánicos, buscan tierras con menos años de explotación y eliminan los límites de las tierras ya que creen que los árboles o arbustos alrededor generan plagas.

Se realizó un ejercicio participativo para una respuesta inducida con un pequeño grupo de productores que se capacitaron en la elaboración y uso de bio-insumos, logrado producir bioles (líquidos), abonos (sólidos), insecticidas, caldos fríos y calientes para combatir plagas y enfermedades. Con la utilización de estos productos se logró cambiar la perspectiva de los productores por la agricultura intensiva hacia un modelo más sustentable. De esta forma a través de la experiencia de los agricultores fue como se logró combinar su conocimiento y los bio-insumos. Actualmente ellos elaboran sus bio-insumos antes de iniciar la temporada agrícola y poco a poco siguen incorporando más bio-preparados.

La recomendación es seguir haciendo participe a más productores en cursos y talleres, de ser posible involucrar a instituciones para incentivarlos, los pequeños productores y los jóvenes menores de 30 son lo que se puede hacer un cambio en los modos de producción; dentro de las limitantes es que los productores todo el tiempo tienen actividades y es complicado reunirlos, se necesita tener casos de éxito cercanos para cautivar a nuevos productores.

## Bibliografía

- Agroquímica, M. (s/f). *Innovación Agrícola*. Obtenido de <http://innovacionagricola.com/wp-content/uploads/2016/10/Furadan-350-L-FICHA-TECNICA.pdf>
- Anónimo. (1988). Manual de fertilidad de suelos. Georgia, USA.
- Arysta. (2018). *Ficha Técnica Moncut*. Obtenido de [https://mx.uplonline.com/download\\_links/X7HF58fpcgfierPJhX8C70xeHc8Fvf9S7BLM5zC1.pdf](https://mx.uplonline.com/download_links/X7HF58fpcgfierPJhX8C70xeHc8Fvf9S7BLM5zC1.pdf)
- Barber, Shaxson. (1974). *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal*. Obtenido de [www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s07.htm](http://www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s07.htm)
- Bayer. (S/F). *Productos Fitosanitarios*. Obtenido de <https://www.micultivo.bayer.com.mx/docbase/archivosProducto/Confidor-Ficha-tecnica.pdf>
- Bertalanffy, L. V. (1976). *Teoría General de sistemas: Fundamentos, desarrollo y aplicaciones*. Obtenido de <https://fad.unsa.edu.pe/bancaseguros/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/Teoria-General-de-los-Sistemas.pdf>
- Bolda, M. (2016). Pensando profundamente sobre el magnesio. *Agricultura y Recursos Naturales, Universidad de California*. Obtenido de <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=20538>
- Brown, W. (2013). El Papel de la Agricultura en la Reducción de la Pobreza. *Journal Mexicana de Agronegocios, sociedad mexicana de administración Agropecuaria A.C.*, 17(32), 166-178.
- Cathalifaud, M. A. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de sistemas. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10100306>
- CONAFOR, C. N. (2013). *Degradación tierras desertificación PARTE 2*. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31170/degradacion-tierras-desertificacion2\\_PARTE\\_2.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31170/degradacion-tierras-desertificacion2_PARTE_2.pdf)
- Diouf et al, J. B. (2002). *Informe de Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. doi:9253047615
- DOF. (2002). *NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000*. Gobierno Federal, Secretaría de Gobernación. Obtenido de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002)
- DOF, D. O. (2013-2018). Diario Oficial de la Federación el Obtenido de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2039828&fecha=25/05/2005](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2039828&fecha=25/05/2005)
- Earth Observing Sistem. (2020). *Controlar La Humedad Del Suelo Es Clave Para Tener Éxito*. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/humedad-del-suelo/>

- Edward et al, J. F. ( 2005). *Ciencias de la tierra* (8 ed.). Madrid: Pearson Educación S. A.  
Obtenido de  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/TARBUCK%20y%20LUTGENS%202005.%20Ciencias%20de%20la%20tierra.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TARBUCK%20y%20LUTGENS%202005.%20Ciencias%20de%20la%20tierra.pdf)
- Espinoza, L. (2007). Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos. *Agricultura y Recursos Naturales*. Obtenido de  
<https://hopelchen.tecnm.mx/principal/syllabus/fpdb/recursos/r125593.PDF>
- Evaristo, U.-E. &.-M. (2017). *Inocuidad Alimentaria en el Mercado Mexicano*. Obtenido de  
<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/635/1/cap%20Inocuidad%20Alimentaria%20mercados.pdf>
- FAO. (1996). Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Enseñanzas de la revolución verde:hacia una nueva revolución verde.:  
<http://www.fao.org/3/w2612s/w2612s06.htm>
- FAO. (1998). *La biodiversidad para el mantenimiento de los agroecosistemas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de  
<http://www.fao.org/3/i0112s/i0112s02.pdf>
- FAO. (2007). *Base referencial mundial del recurso suelo*. Obtenido de  
<http://www.fao.org/3/a0510s/a0510s.pdf>
- FAO. (2010). *Estado de los recursos de tierras y aguas del mundo Datos básicos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de  
<http://www.fao.org/3/i1688s/i1688s.pdf>
- FAO. (2011). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Portal de Suelos FAO: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- FAO. (2015). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. La Organización para Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de  
<http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s07.htm>
- FAO. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Portal de suelos de la FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- FAO. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Portal de suelos de la FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- FAO. (2021). *Portal de Suelos*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

- Fercon. (s/n). Obtenido de [https://fercon.com.co/wp-content/uploads/2019/01/2-SECCION-FERTILIZANTES\\_2019.pdf](https://fercon.com.co/wp-content/uploads/2019/01/2-SECCION-FERTILIZANTES_2019.pdf)
- Fertilab. (2016). *Métodos para el Análisis de Fósforo en el Suelo*. Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/blog/103-metodos-para-el-analisis-de-fosforo-en-el-suelo/>
- Gay, A. (1995). Los sistemas y el enfoque sistémico. 12. Obtenido de [http://www.manuelugarte.org/modulos/biblioteca/g/texto\\_2\\_aquiles\\_gay.pdf](http://www.manuelugarte.org/modulos/biblioteca/g/texto_2_aquiles_gay.pdf)
- Gómez et al, J. y. (2007). Agricultura Intensiva De Regadío. *Land Care in Desertification Affected Areas*(3).
- Gowan. (S/F). Obtenido de <https://mx.gowanco.com/es/productos/paraquat-200>
- Greco et al, S. T. (2002). Agroecosistemas. *Journal Agroecología y Ambientes Rurales Ingeniería en Recursos Naturales Renovables UNCuyo*.
- Greenpeace. (2009). *La destrucción de México: la realidad ambiental del país y el cambio climático*. Obtenido de <https://www.greenpeace.org/mexico/publicacion/948/la-destruccion-de-mexico-la-realidad-ambiental-del-pais-y-el-cambio-climatico/>
- Hecht et al, S. L. (2002). *AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable*. Obtenido de [https://www.icia.es/icia/download/Agroecolog%C3%ADa/Material/Agricultura\\_sustentable.pdf](https://www.icia.es/icia/download/Agroecolog%C3%ADa/Material/Agricultura_sustentable.pdf)
- Hernandez. (s/f). *Combate a la Degradación de Tierras en México*. 00049649 FIRCO/PNUD, GEF/PNUD/FIRCO.
- Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental . (2020). Obtenido de Semarnat.gob.mx: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/03\\_suelos/03\\_suelos\\_esquema.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/03_suelos/03_suelos_esquema.html)
- INEGI. (2001). *Guía para la interpretación cartográfica edafológica*. Obtenido de Instituto nacional de estadísticas y geografía: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvini/inegi/productos/historicos/1329/702825231736/702825231736\\_2.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvini/inegi/productos/historicos/1329/702825231736/702825231736_2.pdf)
- INEGI. (2015). *Instituto nacional de estadísticas y geografía*. Obtenido de Contenidos de edafología: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/edafologia/>
- INEGI. (2017). *Mapa de uso de suelo*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>
- INPOFOS. (1997). Manual Internacional de la Fertilidad del Suelo. *Instituto de la Potasa y el Fosfato*.
- INTA. (2013). Muestreo de suelos. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de <https://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos->



<http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>

Morales, C. (2005). *Pobreza, desertificación y degradación de tierras*. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales., CEPAL.

(2000). *Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT*. Gobierno Federal. Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>

OECD. (1993). *CORE SET OF INDICATORS FOR ENVIRONMENTAL PERFORMANCE REVIEWS*. Organización para la Cooperación y el desarrollo Económico . Obtenido de [https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(93\)179&docLanguage=En](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(93)179&docLanguage=En)

PDM. (2019-2021). *Plan de Desarrollo Municipal*. Obtenido de <https://www.tenangodelvalle.gob.mx/docs/pdf/plandesarrollo.pdf>

Pérez, J. J. (2009). La teoría general de los sistemas y su aplicación en el estudio de la seguridad agroalimentaria. *Revista de Ciencias Sociales [online]*, 15(3). Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-95182009000300010&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-95182009000300010&lng=es&nrm=iso). ISSN 1315-9518

Plan, I. S. (2015). *PROBLEMAS DE DEGRADACION DE SUELOS EN EL MUNDO: CAUSAS Y CONSECUENCIAS*. Ecuador: X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.

Rodríguez, J. (2002). *El sistema organizacional. Estudio de sistemas y procesos administrativos*. Obtenido de [http://www.uaq.mx/servicios/desacad/tutorias/documentos/Rodriguez\\_Valencia.pdf](http://www.uaq.mx/servicios/desacad/tutorias/documentos/Rodriguez_Valencia.pdf)

S/A. (2009). Humedad en suelos según texturas - Velocidad de infiltración. Obtenido de <https://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/humedad-en-suelos-de-diferente-textura>

SAGARPA. (2013). *Suelos*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación., Colegio de Posgraduados, México.

Salamanca Siavosh. (2005). LA DENSIDAD APARENTE Y SU RELACIÓN CON OTRAS PROPIEDADES EN SUELOS. *Cenicafé*, 56(4), 17. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056%28>

Sarandón et al, F. C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Obtenido de <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/72>

SEMARNAT. (2003). *Degradación de suelos en México*. Obtenido de [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_resumen14/03\\_suelos/3\\_2.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_2.html)

Semarnat. (2012). *Informe del Medio Ambiente*. Obtenido de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap3.html>

- SEMARNAT. (2012a). *Informe del Medio Ambiente*. Obtenido de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap3.htm>
- SEMARNAT. (2012b). Suelos, México, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. doi:978-607-8246-61-8
- SEMARNAT. (2013). *Suelos*. Obtenido de [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_12/pdf/Cap3\\_suelos.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap3_suelos.pdf)
- Sentís, I. P. (2015). *PROBLEMAS DE DEGRADACION DE SUELOS EN EL MUNDO: CAUSAS Y CONSECUENCIAS*. Ecuador: X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.
- SIASEG. (2012). *Sistema de indicadores ambientales y de sustentabilidad*. Obtenido de Instituto de ecología del Estado de Guanajuato : <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/micro/siaseg/modeloper.php>
- Sinergia. (2006). Producción respetuosa en viticultura: Impactos ambientales en agricultura. *Biblioteca de solidaridad*. Obtenido de [https://digital-library-drupal.s3.sa-east-1.amazonaws.com/library-content/impactos\\_ambientales\\_en\\_agricultura\\_produccion\\_respetuosa\\_en\\_viticultura.pdf](https://digital-library-drupal.s3.sa-east-1.amazonaws.com/library-content/impactos_ambientales_en_agricultura_produccion_respetuosa_en_viticultura.pdf)
- Syngenta. (2017). *Syngenta*. Obtenido de <https://www.syngenta.com.mx/sites/g/files/zhg501/f/media/2019/09/07/amistar.pdf?token=1567883526>
- Syngenta. (2019). *Syngenta México*. Obtenido de <https://www.syngenta.com.mx/product/crop-protection/insecticida/curacronr-8-e>
- Torres et al, D. C. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo. *Ambiental Ecosistemas*, 13(3), 2. doi:ISSN: 1132-6344.
- UNCCD. (2017). *CONVENCIÓN DE LA NACIONES UNIDAS DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN*. Obtenido de [https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-08/UNCCD\\_Convention\\_text\\_SPA.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-08/UNCCD_Convention_text_SPA.pdf)
- UTEC. (2020). *Qué es el mapa de empatía*. Obtenido de Educación Ejecutiva : <https://educacion-ejecutiva.utec.edu.pe/que-es-mapa-empatia>
- Zavala et al, J. P. (2001). *Degradación y conservación de suelos en la cuenca del Río Grijalva, Tabasco*. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental y PEMEX, Colegio de Postgraduados, Villahermosa, Tabasco.

## 8. ANEXOS

Ficha para caracterización del cultivo de papa.

Cuadro recomendado para el cultivo de: Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) Fecha: Zona: San Miguel Balderas, Tenango del valle.												
Meses semanas	Ene ro	Febr ero	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Junio	Juli o	Ago sto	Septiem bre	Octu bre	Noviem bre	Diciem bre
Actividades												
Plagas Malezas Enferme -dades												
Paquetes tecnológicos	Preparación de suelo Barbecho a ____ cm ____ rastreos Aplicación de insumos		Variedades		Fecha de siembra		Aplicaciones (que usan)		Control de malezas Preemergente Posemergente		Control de plagas Suelo Follaje	
	Siembra ____ Kg. De semilla/ha.											

## Levantamiento de información de campo

Caracterización demográfica			
No.	Preguntas	Categoría	
1	Nombre		
2	Edad		
3	Género	Femenino	Masculino
4	¿Es originario de San Miguel Balderas?	SI	NO
5	¿Grado de estudios?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguno</li> <li>• Primaria</li> <li>• Secundaria</li> <li>• Preparatoria</li> <li>• Alfabetización</li> <li>• Técnico</li> </ul>	
6	Usted es jefe o jefa de familia	Si	NO
7	Usted se dedica a:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura</li> <li>• Jornalero</li> <li>• Comercio</li> <li>• Construcción</li> </ul> Otra: _____	

Caracterización de la presión en las tierras			
No.	Preguntas	Categoría	
1	Su cultivo principal es (seleccionar solo uno):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papa</li> <li>• Elote</li> <li>• Maíz</li> <li>• Haba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chicharo</li> <li>• Quelites</li> <li>• Lechuga</li> <li>• Brócoli</li> <li>• Espinacas</li> </ul>
		Otro: _____	
2	De la siguiente lista cuáles son sus cultivos alternativos (puede seleccionar varios):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papa</li> <li>• Elote</li> <li>• Maíz</li> <li>• Haba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chicharo</li> <li>• Quelites</li> <li>• Lechuga</li> <li>• Brócoli</li> <li>• Espinacas</li> </ul>

		Otro	
3	Usted como clasifica la superficie de sus tierras de cultivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hectáreas 10 000m<sup>2</sup></li> <li>● Parcelas 5 000m<sup>2</sup></li> </ul> Otros: _____	
4	Usted cuántas tierras de cultivo siembra al año		
5	Cuántos terrenos son propios		
6	Cuántos terrenos renta usted.		
7	Los terrenos que rentan se encuentran fuera del ejido de Balderas Si su respuesta es <b>SI</b> contestar pregunta 7.1	SI	NO
	7.1 <i>Cuáles son los lugares donde usted renta</i>		
8	Que tipos de terreno (propios) tiene: Si su repuesta es <b>ambos</b> contestar pregunta 7.1, 7.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Riego</li> <li>● Temporal</li> <li>● Ambos</li> </ul> Otro: _____	

	<b>8.1</b>	<i>Cuantos terrenos cultiva de riego</i>				
	<b>8.2</b>	<i>Cuantos terrenos cultiva de temporal</i>				
<b>9</b>	Cuantas veces siembra por año en la misma milpa		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1</li> <li>• 2</li> </ul> Otro: _____			
<b>10</b>	Usted siembra el mismo <b>producto</b> en la misma tierra por año.		<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td rowspan="2">por qué</td> </tr> <tr> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	por qué	NO
SI	por qué					
NO						
<b>11</b>	Desde hace cuántos años ha sembrado las mismas tierras (propias)					
<b>12</b>	Antes de que fueran de su propiedad las tierras ya eran de cultivo  Si la respuesta es <b>SI</b> contestar pregunta 12.1		<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	NO	
SI	NO					

	<b>12.1</b>	<i>Usted sabe desde hace cuántos <b>años</b> ya eran tierras de cultivo</i>	SI:	Cuantos:
				NO
<b>13</b>		La mayoría de sus tierras de cultivo se encuentran en:  Si la respuesta es <b>SI</b> contestar pregunta <b>13.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendiente</li> <li>• Plano</li> <li>• Ambos</li> </ul>	
	<b>13.1</b>	<i>Dependiendo de la posición del terreno hay beneficios en el rendimiento de la producción</i>	SI	<i>Por qué</i>
			NO	
<b>14</b>		Usted utiliza fertilizantes para sembrar	SI	NO
<b>15</b>		Usted para sembrar utiliza  Si su respuesta es <b>AMBOS</b> conteste la pregunta <b>15.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tractor</li> <li>• Animales</li> <li>• Ambos</li> <li>• Ninguno</li> </ul> Otro: _____	

	<b>15.1</b>	<i>El equipo que utiliza para sembrar es</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propio</li> <li>• Rentado</li> <li>• Ambos</li> </ul> Otro: _____	
<b>16</b>	Ha cambiado las fechas de siembra  Si su respuesta es <b>SI</b> conteste la pregunta <b>16.1</b> , a <b>16.2</b> .		SI	NO
	<b>16.1</b>	<i>Cuanto tipo se ha movido la fecha de cultivo</i>		
	<b>16.2</b>	<i>De qué depende que haya cambiado las fechas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luna</li> <li>• Lluvias</li> <li>• Dinero</li> </ul> Otra: _____	

Caracterización económica (presión)			
No.	Preguntas	Categoría	
1	Usted siembra dependiendo de su:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economía</li> <li>• Tiempo</li> <li>• Solo por no dejar las tierras sin aprovechar</li> </ul> Otra:	
2	Usted realiza otra actividad aparte de la agricultura.	SI	Cuál
		NO	
3	Usted ha pedido algún préstamo para poder sembrar	SI	NO
4	Usted ha notado que las <b>inversiones</b> por año han aumentado para sembrar	SI	NO
5	En promedio, cuánto se le invierte a una hectárea para sembrar (cultivo principal)		
6	Del total de inversión de cultivo, cuanto destina en consumo de agroquímicos	_____ %	

7	En caso de rentar milpas para sembrar a usted le suben la renta por renovar su contrato		SI	NO
8	Lo que gana por cosecha le alcanza para vivir		SI	NO
9	La mano de obra que utiliza es:  Si la respuesta es <b>CONTRATADA O AMBAS</b> contestar pregunta 9.1 a 9.2		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiar</li> <li>• Contratada</li> <li>• Ambas</li> </ul> Otros:	
	9.1	Cuánto paga por un día de trabajo a un trabajador		
	9.2	Usted paga comida y bebidas aparte del sueldo de sus trabajadores	SI	NO
10	Del total de inversión de cultivo, cuanto destina en pagos de jornaleros		_____%	
11	Usted lleva una relación de sus costos de producción  Si la respuesta es <b>SI</b> contestar pregunta 11.1		SI	NO
	11.1	En cuanto le sale un kilo de su producto principal		
12	Usted tiene un mercado seguro para vender su producto  Si la respuesta es <b>SI</b> contestar pregunta 12.1		SI	Por qué
			NO	
	12.1	Usted tiene contratos de entrega con la empresa/bodega	SI	NO
13	Del total de inversión de cultivo, cuanto destina en pagos de transporte y combustible		_____%	

## Caracterización social (presión)

No.	Preguntas	Categoría	
1	Cuál es el régimen de sus tierras de cultivo (propias):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejidal</li> <li>• Comunal</li> <li>• Privada</li> </ul> Otra: _____	
2	Su familia participa en la actividad agrícola	SI	Por qué
		NO	
3	Cuál es la participación de la mujer en la agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar alimentos</li> <li>• Administrar el dinero</li> <li>• Trabajo en campo</li> <li>• Todas las anteriores</li> <li>• Ninguno</li> </ul> Otro: _____	
4	En caso de tener hijos contestar 4, 5, 6 y 7	SI	Por qué
	A sus hijos e hijas le gusta ayudar en las actividades agrícolas	NO	
5	Son los hijos varones los que siguen con la actividad agrícola	SI	Por qué
		NO	
6	Usted apoya que sus hijos estudien alguna carrera universitaria que no tenga relación con la agricultura	SI	Por qué

		NO		
7	A qué edad sus hijos ya iban a la milpa a trabajar			
8	Usted disfruta trabajar en el campo		SI	Por qué
			NO	
9	Quien fue la persona que le enseñó a cultivar  Si la respuesta es <b>padre, abuelo, familiares</b> contestar pregunta <b>9.1</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Padre</li> <li>• Abuelo</li> <li>• familiares</li> <li>• Nadie</li> <li>• Estudio</li> </ul> Otro	
	9.1	La persona que le enseñó a cultivar usaba agroquímicos	SI	NO
10	Usted desde que inicio a cultivar siempre utilizo agroquímicos		SI	NO
11	En su comunidad existe una organización entre agricultores		SI	NO

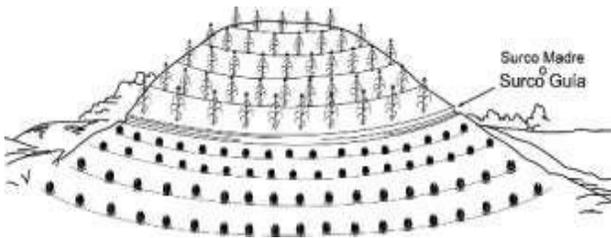
Caracterización del Estado de las tierras (fisca)			
No.	Preguntas		Categoría
1	Usted ha notado que la textura de su tierra ha cambiado  <b>Si su respuesta es SI conteste la pregunta 1.1</b>		SI  NO
	1.1	<i>Como la describe</i>	
2	La tierras donde cultiva presentan gritas  <b>Si su respuesta es SI conteste la pregunta 2.1.</b>		SI  NO
	2.1	<i>Las gritas se han estado haciendo más grandes con los años</i>	SI  NO
3	Usted ha visto que se encharque el agua en sus tierras		SI  NO
4	Usted ha visto que sus tierras adsorben el agua de lluvia  <b>Si su respuesta es SI conteste la pregunta 4.1</b>		SI  NO
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Rápido</li> </ul>

	4.1	<i>El agua se adsorbe</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lento</li> <li>• Muy lento</li> <li>• Se queda encharcada por días</li> </ul>	
5	El color de sus tierras ha cambiado con el paso de los años		SI	NO
6	Sus tierras (propias) contiene rocas tipo:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tepetate</li> <li>• Grava</li> <li>• Rocas de rio</li> <li>• Todas las anteriores</li> </ul> Otro:	
7	Los terrenos que tienen pendiente tienen una textura diferente a las tierras que están en planicie		SI	Por qué
			NO	

Caracterización del Estado de las tierras (químico)						
No.	Preguntas		Categoría			
1	Usted necesita utilizar algún producto para hacer producir su tierra  <b>Si su respuesta es SI conteste la 2 pregunta</b>		<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	NO	
SI	NO					
2	Usted hace uso de:  Si su respuesta es Todos <b>los anteriores</b> conteste la pregunta <b>2.1</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agroquímicos</li> <li>• Residuos de cosechas pasadas</li> <li>• Estiércol</li> <li>• Composta</li> <li>• Todos los anteriores</li> </ul> Otro:			
	2.1	Usted por quien fue orientado para hacer usos todos esos insumos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrónomos</li> <li>• Experiencia propia</li> <li>• Padre/familiares</li> <li>• Estudios profesionales</li> </ul> Otro:			
3	Usted ha aumentado su uso de agroquímicos cada año		<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td rowspan="2">Por qué</td> </tr> <tr> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	Por qué	NO
SI	Por qué					
NO						
4	Usted usa los mismos productos (agroquímicos) cada año		<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td rowspan="2">Por qué</td> </tr> <tr> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	Por qué	NO
SI	Por qué					
NO						
5	Cuáles son los principales agroquímicos que usa (realizar listado) (nombre comercial)					

6	El principal uso que le da a los agroquímicos es para	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combatir plagas</li> <li>• Aumentar el rendimiento</li> <li>• Ambos</li> </ul> Otro: _____	
7	Usted al usar residuos de cosechas, estiércoles, etc. le dan resultar en la producción	SI	Por qué
		NO	
8	Usted usa residuos de cosechas, estiércoles, etc. por:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tradición</li> <li>• Son económicos</li> <li>• Les funciona</li> <li>• Recomendación</li> </ul> Otra: _____	
9	Usted recomendaría usar residuos de cosechas, estiércoles, etc.	SI	Por qué
		NO	

Caracterización del Estado de las tierras (Biológico)				
No.	Preguntas		Categoría	
1	Usted ha notado algunos insectos en sus tierras como lombrices, escarabajos, etc. <b>Si su repuesta es SI conteste la 1.1 a 1.3 pregunta</b>		SI	NO
	1.1	<i>La presencia de estos insectos ha disminuido</i>	SI	NO
	1.2	<i>Usted piensa que la presencia de estos insectos lo:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afecta</li> <li>• Benefician</li> <li>• No sabe</li> </ul>	
	1.3	<i>Usted ha usado algún químico para eliminarlos</i>	SI	NO

Caracterización de la respuesta de las tierras (social)			
No.	Preguntas	Categoría	
1	<p>Usted siembra por surcos horizontales a la pendiente como lo muestra la siguiente figura</p> 	SI	NO
2	Usted usa con frecuencia los animales para la labranza de la tierra	SI	Por que
		NO	
3	Usted hace uso de vegetación como cerca de árboles o arbustos (bordos), para protegerse del viento y agua.	SI	NO
4	Al terminar la cosecha, siembra un producto diferente	SI	NO
5	Cuanto tiempo deja descansar la tierra		
6	Usted conoce casos de éxito con una agricultura sin agroquímicos		
7		SI	NO

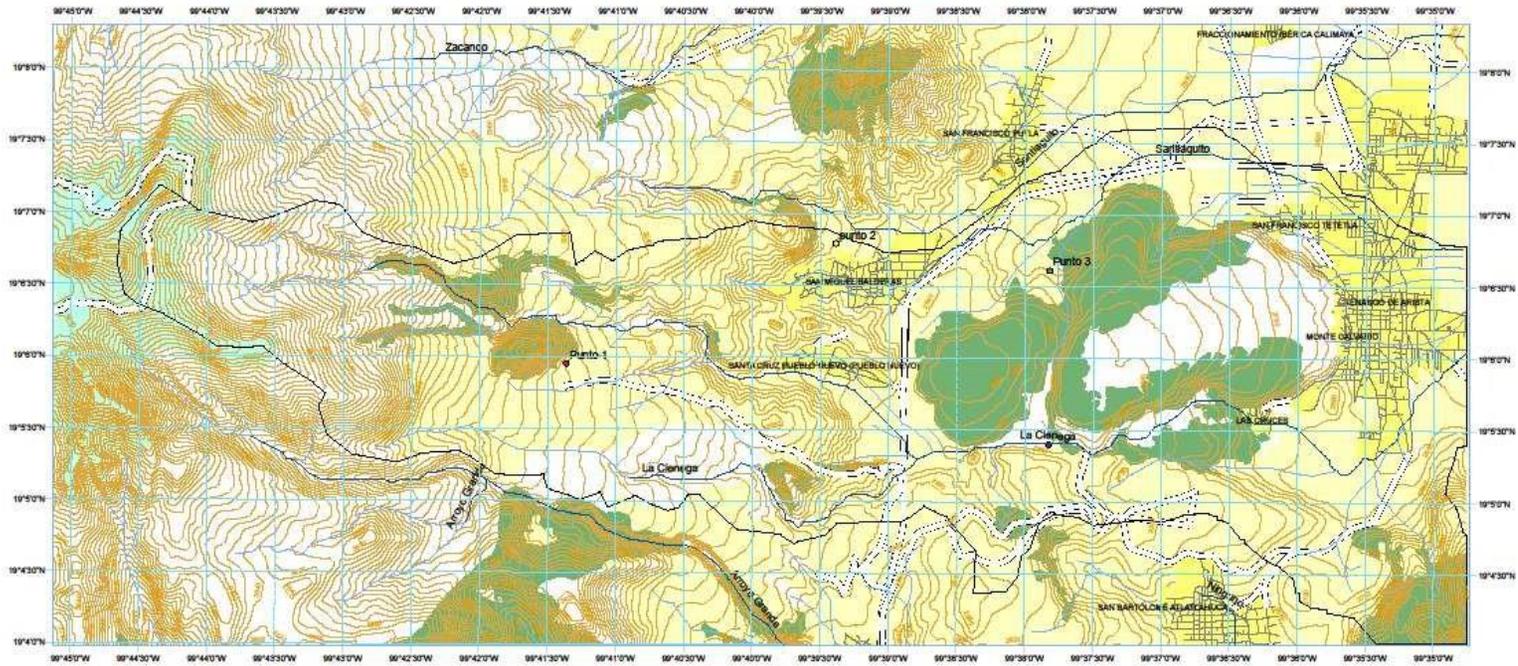
	Usted ha asistido a un taller sobre como cultivar sin el uso de agroquímicos y conservación de suelo			
	Si la respuesta es <b>SI</b> contestar la pregunta <b>5.1</b>			
	<b>7.1</b>	El curso que asistió fue de alguna institución pública	SI	NO
<b>8</b>	Usted ha sabido de incentivos por parte instituciones pública para realizar agricultura sin agroquímicos		SI	NO
<b>9</b>	Usted alguna vez se ha intoxicado por el uso de agroquímicos		SI	NO
	Si la respuesta es <b>SI</b> contestar la pregunta <b>7.1</b>			
	<b>9.1</b>	Cuantos días ha dejado de trabajar por la intoxicación		
	<b>9.2</b>	Cuánto dinero ha gastado para su recuperación de la intoxicación		
<b>10</b>	Usted que es lo que lo motivaría a cambiar la técnica de producción		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Salud</li> <li>● Medio ambiente</li> <li>● Economía</li> <li>● Obtención de resultados en producción</li> </ul>	
<b>11</b>	Usted combate las grietas hechas por el agua en sus tierras		SI	NO
	Si la respuesta es <b>SI</b> contestar la pregunta <b>9.1 y 9.2</b>			

	<b>10.1</b>	Como combate la aparición de grietas en sus tierras	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Uso de costales</li> <li>● Relleno de ramas</li> <li>● Con la misma tierra</li> </ul> <p>Otra:</p>
	<b>10.2</b>	Usted previene la aparición de grietas en sus tierras	Cómo

Le agradece María Fernanda Medina Velázquez.

La información proporcionada será únicamente con fines de investigación académica, en caso de trabajos posteriores se consultará con usted el uso de dicha información.

## MAPA BASE DE LA REGIONALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO (TESIS).



**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Ciencias Ambientales**

**Tesis titulada:**  
**Análisis de las condiciones socio-ambientales sobre la degradación de tierras por el sistema agrícola convencional en San Miguel Balderas, Tenango del Valle.**

**Presenta:**  
**María Fernanda Medina Velázquez**  
**Para obtener el Título en:**  
**Licenciada en Ciencias Ambientales**

**DIRECTORES:**  
**Dr. en C. Gustavo Álvarez Arleaga**  
**Dr. en C. E. Gabino Nava Bernal**

**SIMBOLOGÍA TEMÁTICA**

- Punto 1 (Zona degradada)
- Punto 2 (Zona Media)
- ◐ Punto 3 (Zona de Referencia)
- Carreteras Federales
- Calles
- Cauce Principal
- Escurremientos

**SIMBOLOGÍA BÁSICA**

- Localidades
- Nevado de Toluca
- Área de cultivo
- Vegetación (bosque de coníferas)
- Delimitación (Zona de Estudio)
- Curvas de Nivel

**Escala: 1:50,000**  
 0.85 0.425 0 0.85 1.7 2.55 3.4  
 Kilometers

**Localización de la zona de estudio.**

**Descripción:**

**Fuente:**  
 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)  
 Datos Vectoriales INEGI E14A48 (Tenango del Valle)  
 Datos Vectoriales INEGI E14A47 (Volcán Estado de México)

