



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL**



**"CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS  
DE RESILIENCIA DE LOS SISTEMAS DE  
MAÍZ EN COCULA, GUERRERO"**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

PRESENTA:  
**ANA LUCIA VILLALOBOS PADILLA**

DIRIGIDA POR:  
**DR. EUFEMIO GABINO NAVA BERNAL**  
**DRA. BELINA GARCIA FAJARDO**

TOLUCA, MÉXICO.

MARZO, 2023

# Indice

Resumen.....	8
Introducción.....	9
Hipótesis.....	11
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
Justificación.....	13
1. Marco teórico.....	14
1.1. Agricultura.....	15
1.1.1 Sistemas de agricultura familiar de subsistencia.....	17
1.1.2 Sistemas de Transición.....	19
1.1.3 Sistemas Consolidados.....	20
1.1.4 Sistema de producción de maíz.....	21
1.2. Variabilidad climática y sus efectos en la agricultura.....	23
1.2.1 Variabilidad climática.....	26
1.2.2 Eventos climáticos extremos.....	29
1.3. Resiliencia.....	32
1.3.1 Resiliencia Climática.....	34
1.3.2 Resiliencia agrícola.....	35
2. Metodología.....	39
2.1 Selección del caso de estudio.....	40
2.2 Trabajo de campo.....	44
2.3 Herramienta de análisis.....	47
3. Resultados.....	50

3.1 Caracterización del sistema productivo de maíz .....	51
3.2 Caracterización de amenazas climáticas .....	57
3.3 Componentes de resiliencia .....	64
Elementos Sociales .....	64
Elementos de Agrobiodiversidad .....	68
Elementos de la percepción del clima y amenazas .....	82
Elementos de organización y conocimiento.....	88
3.4 Procesos de resistencia, adaptación y/o transformación de los elementos de resiliencia .....	92
4. Discusión.....	101
5. Conclusiones.....	105
7. Sugerencias .....	108
8. Bibliografía .....	110
9. Anexos .....	121
Anexo 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	122
Anexo 2. Cuestionario aplicado .....	123
Anexo 3. Calendario agrícola.....	129
Anexo 4. Valores diarios de precipitación en el periodo 2017 a 2021.....	130

## Índice de figuras

Figura 1. Tipos de agricultura reconocidos por SAGARPA .....	16
Figura 2. Distribución de los tipos de agricultura a nivel nacional. ....	17
Figura 3. Producción por estrato agrícola y cultivo.....	21
Figura 4. Requerimientos agroclimáticos del maíz.....	23
Figura 5. Anomalías de temperatura de 1981 a 2010 .....	28
Figura 6. Elementos de agricultura resiliente .....	38
Figura 7. Ubicación del municipio de la zona de estudio.....	41
Figura 8. Terreno con incorporación de materia orgánica.....	51
Figura 9. Agricultor sembrando mateado .....	52
Figura 10. Agricultor aplicando agroquímicos .....	54
Figura 11. Planta de maíz en floración.....	55
Figura 12. Calendario de actividades agrícolas de maíz.....	56
Figura 13. Temperatura media mensual de junio a septiembre de 2017-2021.....	58
Figura 14. Precipitación por década.....	59
Figura 15. Patrones de precipitación 2000 a 2021 .....	60
Figura 16. Distribución de la precipitación de 2017 a 2021 .....	60
Figura 17. Edad de los agricultores.....	64
Figura 18. Escolaridad de los agricultores.....	65
Figura 19. Ocupación de los agricultores .....	65
Figura 20. Propiedad y tenencia de las parcelas.....	66
Figura 21. Distribución de la mano de obra familiar en actividades agrícolas .....	67
Figura 22. Participación de la familia en actividades agrícolas.....	67
Figura 23. Carreteras .....	68
Figura 24. Relieve de la zona.....	69
Figura 25. Suelo de la zona.....	70
Figura 26. Tipos de cultivo .....	71
Figura 27. Tipos de producción .....	72
Figura 28. Frecuencia de riego.....	73
Figura 29. Distribución por mateado .....	74
Figura 30. Aplicación de fertilizante con tractor.....	75

Figura 31. Maíz amarillo nativo .....	76
Figura 32. Agricultor preparando el terreno.....	77
Figura 33. Plaga (gusano cogollero) .....	78
Figura 34. Productos que emplean en el cultivo.....	79
Figura 35. Cosecha .....	81
Figura 36. Percepción del clima .....	82
Figura 37. Calendario agrícola en relación a la temperatura y precipacion media del 2021 .....	83
Figura 38. Eventos que han afectado a los cultivos .....	84
Figura 39. Afectaciones a los agricultores.....	86
Figura 40. Años con mayor incidencia de eventos .....	87
Figura 41. Insecticida organico.....	89
Figura 42. Fertilizante organico.....	89

### **Indice de cuadros**

Cuadro 1. Clasificación de amenazas climáticas para la población .....	25
Cuadro 2. Elementos de resiliencia.....	47
Cuadro 3. Valores diarios de precipitación de 2017 a 2021 .....	61
Cuadro 4. Velocidad máxima en km/h del viento mensual de 2017 a 2021 .....	63
Cuadro 5. Productos que se aplican en los cultivos .....	80
Cuadro 6. Elementos sociales en la resiliencia .....	93
Cuadro 7. Elementos de agrobiodiversidad en la resiliencia .....	95
Cuadro 8. Amenazas climáticas .....	97
Cuadro 9. Elementos de organización social y conocimiento en la resiliencia .....	99

## RESUMEN

Actualmente la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos (ECE) afectan a la población en general, así como a las actividades económicas que se desarrollan, como a la agricultura que se encuentra afectada por estos eventos. En México, la agricultura es parte fundamental del desarrollo, principalmente en las localidades rurales del país donde se encuentra como una de las actividades económicas preponderantes, así como un medio de subsistencia. La presente investigación tuvo como objetivo Identificar los elementos de resiliencia ante la variabilidad climática en los sistemas de producción de maíz con la finalidad de reconocer el proceso de resistencia, adaptación y transformación en el municipio de Cocula, Guerrero.

Para este estudio se implementó la metodología en la cual se inició con una descripción de los datos climáticos obtenidos de la estación meteorológica que se encuentra en el municipio, analizando las variables de temperatura y precipitación de 1975 al 2021. Posteriormente, en la fase de trabajo de campo se compilo información relacionada con las prácticas de manejo de los agricultores, se dividió en dos partes: la primera se trabajó con 6 actores clave que describen la situación actual del campo en la localidad y posteriormente se hizo una entrevista semiestructurada a 43 agricultores de maíz de la zona.

Los resultados climáticos indicaron un incremento en las temperaturas y un retraso de inicio del periodo de lluvias desde 1975 a 2021. Evidenciando la presencia de ECE y también una tendencia al aumento de temperaturas y un retraso del periodo de inicio de lluvia en la localidad. Por otro lado, se encontró que los productores modificaron su calendario agrícola y sus prácticas de manejo del sistema de producción de maíz debido a estas variaciones climáticas y se observó que los agricultores no cuentan con las herramientas y el conocimiento para enfrentarlos. Asimismo, la producción de maíz es dependiente de los insumos agroquímicos y del uso de semillas mejoradas. Los elementos de resiliencia son casi nulos en estos sistemas productivos del caso de estudio. Finalmente se concluye que la resiliencia en esta localidad se encuentra en la categoría de resistencia ante las diversas afectaciones que se presentan y las opciones con las que cuentan los productores.

## INTRODUCCIÓN

En el medio rural, de acuerdo con el Censo Agropecuario del 2007 existieron 3.2 millones de unidades de producción que enfrentaron limitantes en sus actividades agropecuarias o forestales, de las cuales el 77.8% se debieron a la pérdida por cuestiones climáticas mientras que el 24.8% considera que su principal problema es la pérdida de fertilidad del suelo. Por lo que, los fenómenos climatológicos generan gran impacto en la producción de alimentos debido, en parte, a que el 82% de la producción se desarrolla bajo condiciones de temporal y únicamente el 18% cuenta con disponibilidad de agua para riego.

La agricultura y la seguridad alimentaria a escala global, se encuentra actualmente en riesgo derivado de la variabilidad climática. Se han estimado escenarios que sugieren que a finales del siglo XXI la temperatura global aumentará entre 1.4 a 5.8°C, y que las precipitaciones reducirán en un 20% con efectos adversos principalmente en las regiones áridas y semiáridas del planeta, lo que resulta en una reducción en el acceso al recurso agua dulce afectando no solo a la producción agrícola sino a la población en general (Acevedo et al., 2017).

La variabilidad climática se refleja en fenómenos que se presentan con frecuencia y una mayor intensidad comúnmente denominados Eventos Climáticos Extremos (ECE) como son huracanes, inundaciones, sequías, lluvias torrenciales, que se caracterizan por exceder el umbral de los extremos superior o inferior del rango habitual, ya sea en la duración, la intensidad, la frecuencia y la extensión espacial (Alpízar et al., 2017)

El Índice de Riesgo Climático Global (2021) registra que entre 2000 y 2019, ocurrieron 11,000 fenómenos meteorológicos en el mundo. Eckstein et al. (2021) destacan el aumento en la frecuencia e intensidad de estos eventos y recalcan su impacto en las pérdidas humanas y económicas futuras, mencionando que para el 2030, se estiman que estos costos ascenderán a entre 140 mil millones y 300 mil millones de dólares anuales en países en desarrollo.

En Latinoamérica y el Caribe se encuentran en una situación vulnerable ante los ECE debido a su ubicación geoclimática (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2011), por ejemplo, las estadísticas indican que desde el año 1998 se ha tenido registro de efectos adversos en la agricultura por los ECE como fue el huracán Mitch en 1998 con pérdidas de 4% del PIB, y la Tormenta Tropical Stan del 2005 traducido en pérdidas del 3.6% del PIB en general, afectando los cultivos de maíz blanco y frijol (Lopez, 2015).

Entre el periodo de 2000 y 2013 se presentaron 613 eventos climáticos afectando a 53.8 millones de personas con 13,883 muertes y pérdidas económicas estimadas ascendieron a \$ 52 mil millones de dólares (López, 2015). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2019) señala que en América Latina las sociedades rurales deben de adaptarse a los cambios climáticos ya que son identificados como el sector más vulnerable.

En México se tiene registro de diversas afecciones por el aumento de temperatura a lo largo de los últimos 100 años; sin embargo, algunas zonas del norte del país los cambios han sido mayores, oscilando entre 1.2 y 1.5°C por arriba de sus promedios históricos. Sumado a lo anterior, el creciente impacto de los ECE entre 1970 y 2013 como la sequía en 2011, ha afectado cerca del 90% del territorio, por lo que México ha asumido también el compromiso internacional de prepararse para la adaptación al 2030 (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], 2015).

Para entender esta adaptación es necesario reconocer las capacidades con las que cuentan los sistemas agrícolas dado que interactúan con elementos sociales, climáticos, físicos y económicos y comparten características comunes tales como resiliencia, diversidad, sinergias, eficiencia, reciclaje y creación conjunta e intercambio de conocimientos, los valores humanos y sociales y la cultura y tradiciones alimentarias, economía circular y solidaria y la gobernanza responsable (FAO, 2018).

Las comunidades rurales dependen fundamentalmente de la agricultura como la fuente principal de ingresos (Acidri et al, 2014). Pequeños productores contribuyen con aproximadamente un 60% de la producción nacional, al unirse con los medianos



productores (de hasta 10 t/ha), suman el 91% de la superficie sembrada, lo que significa que juntos aportan alrededor del 75% de la producción nacional de maíz (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA] y FAO, 2012). SAGARPA y FAO (2012) muestran que la producción de maíz es altamente vulnerable al clima existente, así como al número de ciclones tropicales que lo afectan con frecuencia en el estado de Guerrero.

El caso de estudio que aquí se considera es el municipio de Cocula, perteneciente al estado de Guerrero, el cual depende de la producción de maíz como una fuente de ingreso y como base para su alimentación. En los últimos años se ha identificado un incremento de temperatura, así como patrones irregulares en las precipitaciones anuales, experimentando periodos de sequía y posteriormente de lluvias torrenciales, como consecuencia afectando la producción de maíz.

De esta manera surge el interés por identificar las variables climáticas locales y presencia de ECE desde la perspectiva local y su injerencia en la producción de maíz principalmente, así como reconocer la capacidad de respuesta o estrategias que lleva a cabo los agricultores a nivel local ante estas afectaciones y como puede mitigar los daños que se presentan, por lo que se pretende responder a la pregunta ¿Existen elementos de la resiliencia que responden a mantener los sistemas de producción de maíz por parte de los productores en la localidad de Cocula ante amenazas climáticas percibidas localmente?

## **Hipótesis**

El acceso a los recursos de los agricultores permitirá identificar los elementos claves de resiliencia en los sistemas de producción de maíz, los cuales enfrentan eventos climáticos extremos.

## **Objetivo general**

Identificar los elementos de resiliencia ante la variabilidad climática en los sistemas de producción de maíz con la finalidad de reconocer el proceso de resistencia, adaptación y transformación en el municipio de Cocula, Guerrero.

## **Objetivos específicos**

1. Caracterizar el proceso de producción del sistema agrícola de maíz en la localidad de Cocula Guerrero.
2. Identificar la presencia de los Eventos Climáticos Extremos del sistema desde la perspectiva local en relación con la caracterización climática de la zona.
3. Establecer los elementos de resiliencia en términos de componentes sociales, agrobiodiversidad, percepción local, organización y conocimiento que pudieran enfrentar a los ECE en los sistemas de producción de maíz.

## **Justificación**

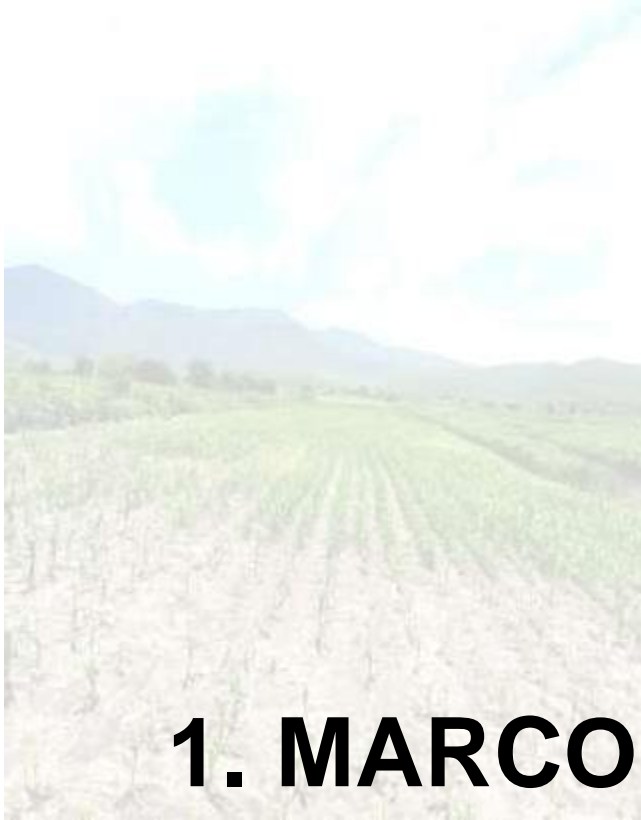
La variabilidad climática nos ha llevado a cuestionarnos las circunstancias actuales en los diversos ámbitos de las acciones humanas, uno de ellos es la agricultura y la seguridad alimentaria que depende totalmente del estado del medio ambiente y sus afecciones.

Por su parte, la agricultura es el sostén económico de las familias rurales de México, principalmente porque los sistemas de producción son para auto sustento o la actividad económica principal que se practican, por lo que es importante salvaguardar las prácticas de producción.

La variabilidad climática que se ha presentado a lo largo de los años ha afectado de manera negativa en la producción, en este caso en la producción de maíz, dado que se han visto afectadas por los eventos climáticos extremos tales como los huracanes, lluvias torrenciales y sequías.

Para enfrentar y mitigar los efectos de los ECE se debe contemplar el nivel de resiliencia de las comunidades rurales desde la perspectiva del agricultor, ya que éste es el primero en la línea para poder afrontar los ECE; es por ello por lo que conocer las perspectivas, ideas, conocimientos y acciones locales es importante y visto desde el enfoque agroecológico nos permitirá conocer los parámetros para indagar si la localidad de Cocula Guerrero es resiliente o no ante estos eventos climáticos.

A través de esta investigación se vislumbra cuáles son los ECE que afectan a esta localidad, que intervienen en la producción principalmente de maíz y conocer las acciones locales que llevan a cabo los productores para enfrentar esta variabilidad climática.



# 1. MARCO TEORICO



En este capítulo se presentan los principales conceptos básicos que fueron utilizados para definir variables a considerar en el estudio. El capítulo inicia con la descripción de la importancia que tiene la agricultura como actividad en el desarrollo de una sociedad, la variabilidad climática que incide en los sistemas agrícolas y las afectaciones que este propicia, finalmente se presentan términos de resiliencia.

### **1.1. Agricultura**

A nivel mundial, se considera a la agricultura como el pilar y fuente principal para el suministro de alimento, desempeñando un papel importante en la economía de países tanto desarrollados como en vías de desarrollo. Sin embargo, esta actividad tiene mayor relevancia en países en vías de desarrollo, ya que, la población depende de ella para su subsistencia, seguridad alimentaria, su economía y que enfrenta una creciente demanda de alimentos de la población urbana y rural (Bula, 2020)

En México, las actividades agropecuarias representan un papel importante, la agricultura es una actividad fundamental en el medio rural, como una fuente de ingresos y como proveedor de alimentos, constituyéndose en uno de los principales medios de empleo para la población rural y que representa el 24% en el cual habita todavía una parte altamente significativa de la población nacional (SAGARPA, 2012).

La importancia de este sector se ve reflejado en el territorio que se designa para las actividades agropecuarias, dado que, el territorio nacional se conforma por 198 millones de hectáreas, de las cuales 145 millones son para actividades agropecuarias, abarcando un 73% de terreno, de esto, 30 millones de hectáreas son tierras de cultivo. (Corona, 2016).

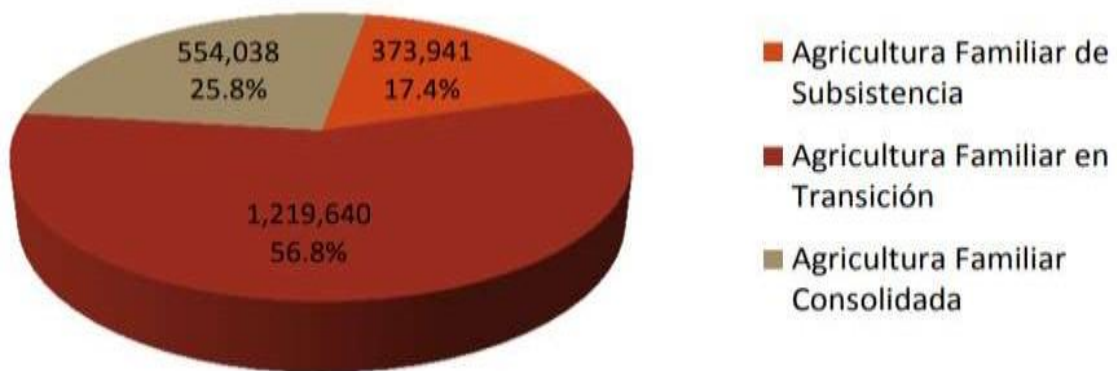
La agricultura, se define entonces, como “una de las actividades del sector primario de cada nación, siendo el recurso más importante con el que cuenta el hombre para su subsistencia; una porción de los productos agrícolas es consumida de manera directa y otra es proporcionada a la industria para obtención de alimentos derivados, materiales textiles, químicos o manufactureros” (Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México [SEDEMA], s/f).

Asimismo, la agricultura a lo largo de su historia se ha desarrollado bajo diferentes sistemas de producción y visiones, por ejemplo, desde la perspectiva económica los sistemas se clasifican como de subsistencia, pequeño comercio y empresarial (Rivera, 2017).

Sin embargo, desde la perspectiva ambiental se consideran a los sistemas agrícolas como familiares, en transición y consolidados. Considerando que un sistema agrícola es todo el conjunto formado por el hogar, sus recursos, los flujos de recursos y las interacciones a nivel de cada campo. Su funcionamiento puede estar influenciado en gran medida por factores externos, como las políticas, las instituciones, los mercados y los vínculos de información (FAO, 2003).

En México se tienen tres sistemas de la agricultura familiar como se muestra en la Figura 1, en donde se observa que más de la mitad corresponden al estrato de Agricultura Familiar en Transición (56.8%). Es decir, los agricultores dentro de este sistema destinan una proporción de su producción para satisfacer las necesidades del hogar (autoconsumo) y una proporción son comercializadas en el mercado. (SAGARPA, 2019).

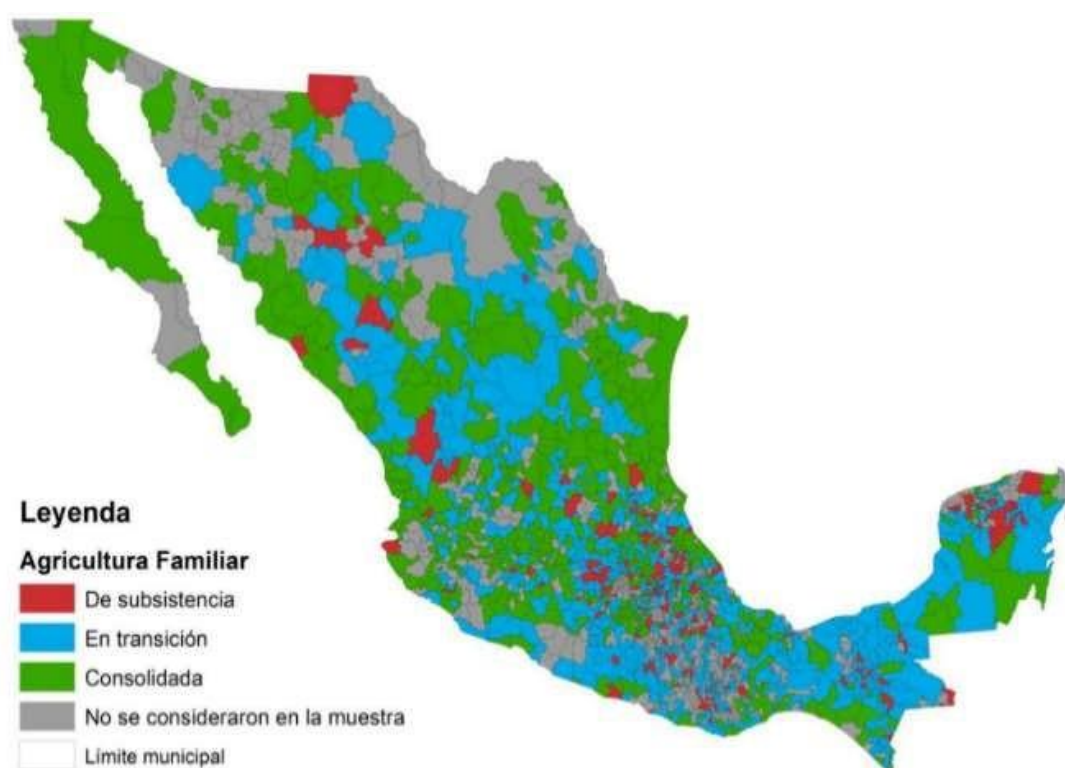
**Figura 1. Tipos de agricultura reconocidos por SAGARPA.**



Fuente: SAGARPA, 2019

Dentro del territorio mexicano, la mayor parte de estos estratos de agricultura familiar se concentra en siete estados: Coahuila, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Estado de México, teniendo una mayor representatividad de Agricultura Familiar en Transición (Figura 2)

**Figura 2. Distribución de los tipos de agricultura a nivel nacional.**



Fuente: SAGARPA, 2019

### *1.1.1 Sistemas de agricultura familiar de subsistencia.*

Este tipo de agricultura está compuesta por “los productores agrícolas, pecuarios, silvicultores, pescadores artesanales y acuicultores de recursos limitados que, pese a su gran heterogeneidad, poseen las siguientes características principales:

- Acceso limitado a recursos de tierra y capital,
- Uso preponderante de fuerza de trabajo familiar, siendo el(la) jefe(a) de familia quien participa de manera directa del proceso productivo; es decir, aun cuando pueda existir cierta división del trabajo, el(la) jefe(a) de familia no asume

funciones exclusivas de gerente, sino que es un trabajador más del núcleo familiar” (FAO y SAGARPA, 2014).

Estos sistemas están orientados exclusivamente al autoconsumo, cuenta con la disponibilidad de terreno suficiente para garantizar su cosecha, pero tienden a recurrir a otras fuentes para garantizar los ingresos económicos, también rentan parte de la superficie disponible y dependen en gran medida de apoyos gubernamentales.

Así, se estima que los agricultores familiares contribuyen a la seguridad alimentaria mundial a través del uso de prácticas más sostenibles que la agricultura corporativa. (Gómez y Thóme, 2017).

De acuerdo con reportes de la FAO (2021), se muestra en cifras la importancia de la agricultura familiar como las siguientes:

- Más del 80% de todas las explotaciones del mundo tienen menos de 2 hectáreas.
- Las unidades familiares ocupan entre el 70% y el 80% de las tierras agrícolas y producen más del 80% de la alimentación mundial.
- Más del 90% de granjas están dirigidas por un individuo o un grupo familiar.
- Las mujeres participan en casi el 50% de la mano de obra agrícola, pero sólo poseen el 15% de las tierras.
- El 22% de la superficie terrestre es territorio indígena tradicional.
- El 80% de la biodiversidad del planeta se encuentra en este 22%.

En América Latina la agricultura familiar se ve reflejada en más de 16,5 millones de explotaciones agrícolas, de las cuales el 56% se encuentran en América del Sur; el 35 % en América Central y México; y el 9% en el Caribe, por ejemplo, en países como Antigua y Barbuda, Chile, Guyana, Haití, Honduras, Paraguay y Surinam, más del 90% de todas las explotaciones agrícola forman parte de la agricultura familiar (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2019).



En otras naciones de la región como Brasil, República Dominicana, El Salvador, Granada, Guatemala, Nicaragua, Panamá y Santa Lucía el porcentaje disminuye cerca del 80% de las explotaciones, pero continúan representando a la mayoría del sector agrícola (ONU, 2019).

### *1.1.2 Sistemas de Transición.*

Para los sistemas de transición la producción agrícola se percibe hacia el autoconsumo y comercialización, cuentan con una superficie mayor al sistema familiar; sin embargo, en términos económicos se presentan dificultades para generar sus ingresos, además de tener problemas para relacionarse con mercados por lo que hace que dependan de otros ingresos y de apoyos gubernamentales.

Este estrato predomina en el campo mexicano, comprenden el 50.6% de las Unidades Económicas Rurales, lo que equivale a 2,696,735 unidades y se caracterizan por contar con ingresos bajos, vender su fuerza de trabajo y por incursionar en actividades no agropecuarias como pequeñas tiendas y tortillerías. El principal problema que enfrenta este estrato es falta de capacidades, pues el 86.8% presentan ingresos netos anuales menores a \$32,885, establecido como el umbral de pobreza de capacidades (FAO y SAGARPA, 2014).

Sin embargo, en la búsqueda de que los sistemas agrícolas sean sostenibles, garanticen la seguridad alimentaria, reduzcan la pobreza y a su vez se preserve el medio ambiente. En este estrato de transición se ha impulsado las iniciativas de sistemas de producción agroecológicos promoviendo la agricultura local a partir de la innovación y manejo de recursos locales (Gerritsen y Vázquez, 2021).

Así, se incentiva el acceso a mercados locales y seguros que garanticen la adquisición de la diversidad productiva, característica de la agricultura familiar de transición, siendo uno de los principales desafíos para el avance de los procesos a las prácticas agroecológicas (Bona, 2008).

Por lo tanto, estos sistemas agroecológicos pretenden ser más resilientes, esto es, tienen una mayor capacidad para recuperarse de las perturbaciones, en particular de

fenómenos meteorológicos extremos como la sequía, las inundaciones o los huracanes, y para resistir el ataque de plagas y enfermedades (FAO, 2018)

Lo anterior, se sustenta en la agroecología, disciplina científica que se dedica al estudio, el diseño de agroecosistemas sostenibles acompañado de buenas prácticas por parte del agricultor, enfocándose en imitar los procesos naturales y aplicando los principios básicos como lo son “: reciclar los nutrientes y la energía de la explotación agrícola, en lugar de introducir insumos externos; integrar los cultivos y la cría” (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo [AECID], 2018).

Algunos de los principios que se aplican en la agroecología dependerá de cada agricultor y de la zona de acuerdo con las características biofísicas y socioeconómicas de esta. Este tipo de sistemas agrícolas tienen como principio clave la diversificación, es decir, que haya variedades de cultivo, sistemas de cultivos intercalados, integración animal, etc., para obtener efectos positivos como la productividad, el mejor aprovechamiento de los recursos como agua y suelo, así como regulación natural de plagas (Altieri y Nicholls, 2012).

### *1.1.3 Sistemas Consolidados.*

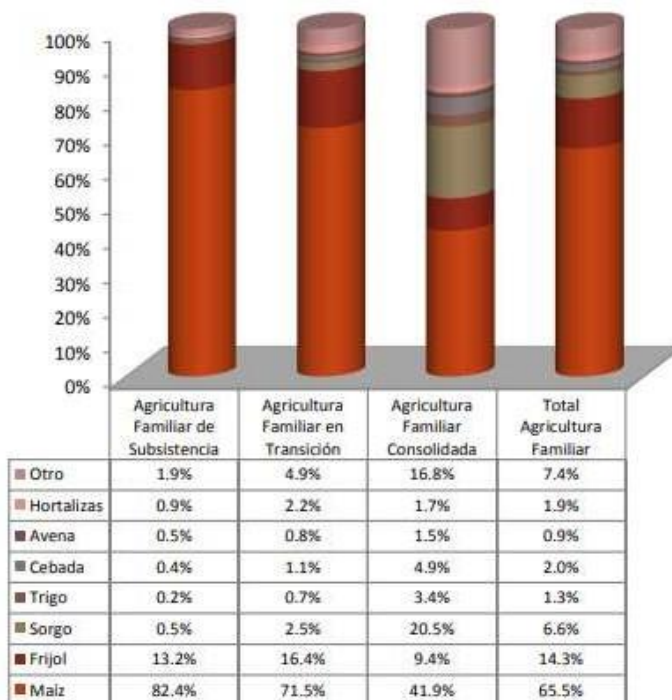
Los sistemas consolidados son aquellos que cuentan con el sustento suficiente para una producción destinada a la comercialización y se relacionan con mercados locales. Cuentan con acceso a apoyos gubernamentales y otras fuentes de ingreso.

Estos productores comprenden sólo el 15% del total, comercializan la mayor parte de su producción, utilizan mano de obra asalariada, están integrados con agroindustrias y supermercados y tienen mayor acceso a información, crédito y tecnología (Silva, 2019).

Considerando lo anterior, de acuerdo con la FAO (2003) estos sistemas agrícolas podrían considerarse sostenibles cuando son económicamente viable y socialmente aceptable; no obstante, es preciso e importante definir la temporalidad, puesto que lo que es viable y aceptable hoy, puede no serlo en el futuro.

Si bien en México existe una diversidad de cultivos, el que mayor se destaca en los tres estratos antes mencionados, es el maíz, como se ilustra en la Figura 3, de ahí parte su importancia en este estudio.

**Figura 3. Producción por estrato agrícola y cultivo.**



Fuente: SAGARPA, 2019.

### 1.1.4 Sistema de producción de maíz

México ocupa el 8° lugar en producción mundial de maíz, en 2017 exportó a 17 países, en términos de valor principalmente a Venezuela (58%), Kenia (33%), Estados Unidos (4%), entre otros (6%) lo que nos ubica como el 10° exportador mundial de maíz grano (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios, [ASERCA], 2018).

Los sistemas agrícolas de maíz en México representan a los cultivos más importantes, el maíz de grano blanco y el maíz de grano amarillo; son la base de la alimentación mexicana, acompañada del frijol. En nuestro país el 60 % de la producción de maíz grano proviene de los productores de pequeña escala (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020).

La producción de maíz blanco se destina principalmente al consumo humano, mientras que la producción de maíz amarillo se destina a la industria o la fabricación de alimentos balanceados para la producción pecuaria (ASERCA, 2018).

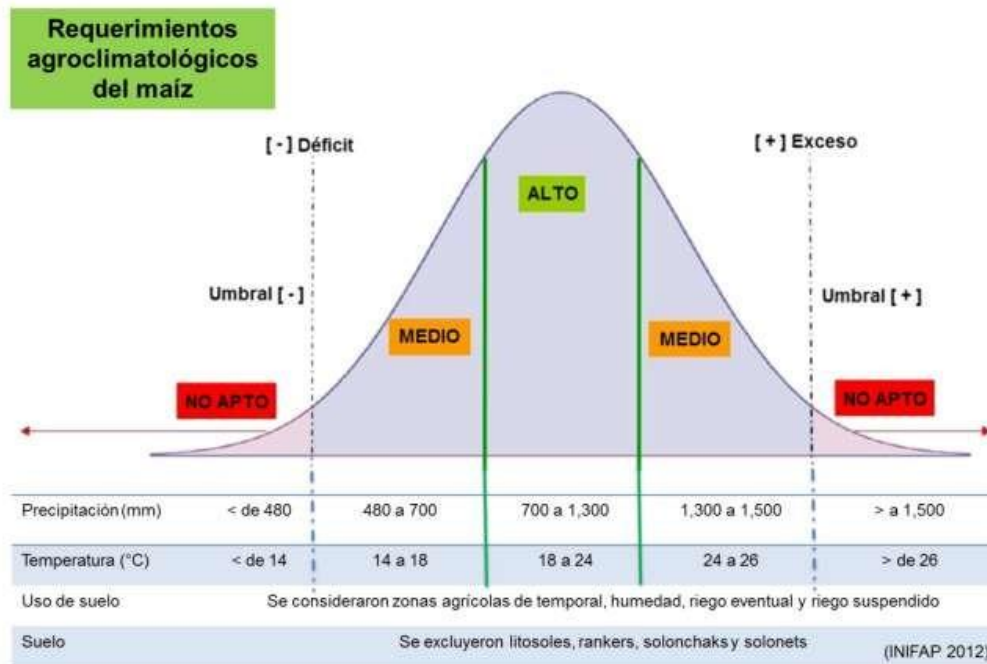
Los principales estados productores son Sinaloa (22%), Jalisco (14%), México (8%), Michoacán (7%), Guanajuato (6%), Guerrero (5%), Veracruz (5%), Chiapas (5%), Chihuahua (4%), Puebla (4%) y el resto de los estados representan el (20%) restante (ASERCA, 2018).

El maíz es uno de los principales cereales en México, su producción disminuyó en 2.1% para el 2018. En este sentido, México enfrenta el reto no solo de incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz, sino que ésta debe de ser de manera sustentable, aplicando prácticas agrícolas que no representen un deterioro del medio ambiente o de las condiciones de vida de la población rural (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT], 2019; Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria [CEDRSSA], 2019).

La diversidad del cultivo de maíz en México hace que las regiones agrícolas tengan una diversidad en sus prácticas y que permite a los sistemas de producción enfrentar limitantes y por tanto modificación en las actividades como métodos de siembra, fertilización, control de plagas y malezas y cosecha de grano. La planta de maíz además tiene necesidades importantes durante su crecimiento, como condiciones agroclimáticas favorables para su desarrollo y condiciones en la calidad de suelo para su desarrollo (CIMMYT, 2019).

En cuanto a agua, los rangos de precipitación acumulada para una producción de mediano rendimiento son de 480 mm (lámina mínima acumulada para un cultivo con escasez de agua), de 1300 a 1500 mm (para una lámina de precipitación con exceso) y de 700 a 1300 mm para un rendimiento óptimo del cultivo (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], 2012). La temperatura los promedios de la media para el maíz son de 14 a 18 °C con déficit y de 24 a 26 °C con exceso para una aptitud agroclimática media y de 18 a 24 °C para una aptitud agroclimática alta, como se ilustra en la Figura 4 (INIFAP, 2012).

Figura 4. Requerimientos agroclimáticos del maíz



Fuente: INIFAP, 2012.

Las afectaciones más comunes que el cultivo de maíz tiene son ECE tales como altas temperaturas y precipitaciones extremas, sobre todo en la agricultura de temporal que es más vulnerable por lo que en México se presentan escenarios poco resilientes ante los eventos climáticos y dependerá de la región donde se establezcan los sistemas de producción (FAO y SAGARPA 2014).

## 1.2. Variabilidad climática y sus efectos en la agricultura.

La susceptibilidad de la agricultura ante la variabilidad climática es una realidad actual. Los impactos más importantes previstos para el sector agropecuario con relación a la variación de la temperatura son la disminución de rendimientos de los cultivos en medios más cálidos debido al estrés causado por el calor, el aumento de plagas y enfermedades. Otras situaciones como las sequías, las lluvias extremas, las granizadas y los ciclones provocan daños severos a los cultivos, erosión del suelo, imposibilidad para cultivar por saturación hídrica de los suelos, efectos adversos en la

calidad del agua, estrés hídrico y aumento de la muerte del ganado, entre otros (FAO y SAGARPA, 2012).

Lo anterior, se refiere a las amenazas que afectan a la población; una amenaza se define como aquel potencial de un fenómeno de provocar daños en el área en que se produce, sean de origen natural o causados por el hombre. Para efectos de este estudio se toman en consideración a las amenazas climáticas que son todas aquellas como los eventos climáticos extremos, los cambios graduales y de manifestación lenta (Acosta et al., 2011), teniendo en cuenta que se relacionan con los diversos elementos y procesos climatológicos, provocando daños a comunidades, ecosistemas, servicios, infraestructura y actividades económicas, entre otros (Abud et al., 2022).

De acuerdo con Chavarro et al. (2008) una amenaza se define como *“La, probabilidad o potencialidad que cambios o fenómenos climáticos (sequia o periodos anormalmente húmedos o lluviosos, por ejemplo) afecten por un tiempo prolongado lugares específicos, cultivos, espacios de trabajo, sitios sagrados, zonas de habitación, o el bienestar y la salud de las personas o poblaciones en sus territorios”* (p. 9).

Se analizan desde diversas perspectivas y dimensiones, dependiendo del tipo de dimensión temporal sean eventos extremos o lentos, las sinergias, el contexto geográfico, que puede incrementar o disminuir la amenaza; el tamaño del lugar en que ocurren lo cual determina el grado de exposición; las oportunidades político-institucionales para la elaboración e implementación de planes de mitigación y de adaptación, manejo de riesgo de desastre y/o de resiliencia (Siclari, 2020).

En el Cuadro 1 se muestran la clasificación de las amenazas climáticas que afectan a la población dependiendo al grupo de amenaza al que pertenezcan.

**Cuadro 1. Clasificación de amenazas climáticas para la población**

<b>Grupo de Amenaza</b>	<b>Amenaza (Tipo principal)</b>	<b>Amenazas a la población</b>
<b>Meteorológica</b>	Precipitación	Tormenta de lluvia
		Fuertes nevados
	Viento	Viento fuerte
		Tornado
		Ciclón (Huracán/ Tifón)
		Tormenta Tropical
	Relámpagos	Tormenta eléctrica
	Niebla	Niebla
	Temperatura extrema: frío	Condiciones extremas de invierno
		Ola fría
		Clima extremadamente frío
	Temperatura extrema: calor	Ola de calor
		Clima extremadamente caluroso
	<b>Climatológica</b>	Escasez de agua
Fuego descontrolado		Incendio forestal
		Incendio de laderas
<b>Hidrológica</b>	Inundación	Inundación superficial repentina
		Inundación del río
<b>Biológica</b>	Insectos y microorganismos	Enfermedades (Colera, Zika, Influenza)
		Plagas (escarabajos de pino, abejas asesinas, termitas,)

Fuente: Siclari, 2020

### 1.2.1 Variabilidad climática

Se entiende por variabilidad climática a todas aquellas variaciones atípicas en la media de los datos estadísticos, es decir, las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etcétera, en escalas temporales y espaciales, estas variaciones que se presentan van más allá de los fenómenos meteorológicos ya determinados (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2018). Aunado a esto, se presenta en periodos de tiempo relativamente cortos, lo que lo diferencia del cambio climático.

Los valores de las variables climatológicas como la temperatura y la precipitación son comparados con un valor normal, identificando así ciertas anomalías en los valores (Álzate et al., 2015). Al alterarse dichos valores llevan a fenómenos meteorológicos que conducen a eventos climáticos extremos, como heladas, inundaciones, tormentas severas y sequías (FAO, 2010).

Esta variabilidad se debe a dos procesos diferentes, uno puede ser por procesos naturales dentro del mismo sistema climático (variabilidad interna), la segunda se debe a las alteraciones antropogénicas, como el incremento de CO<sub>2</sub> (variabilidad externa).

Las escalas temporales de la variabilidad se consideran de mayor relevancia para determinar y modular los procesos atmosféricos por lo que se describen a continuación:

*“Estacional: A esta fase corresponde la fluctuación del clima a escala mensual. La determinación del ciclo anual de los elementos climáticos es una fase fundamental dentro de la variabilidad climática a este nivel. En latitudes medias, la secuencia de las estaciones de invierno, primavera, verano y otoño es algo común para los habitantes de dichas regiones, en tanto que, en latitudes tropicales, lo frecuente es la alternancia de temporadas lluviosas y temporadas secas (IDEAM, 2016).*

*Intraestacional: Existen evidencias de que dentro de las estaciones se presentan perturbaciones que determinan las condiciones de tiempo durante decenas de días.*

*La mayoría de las veces estas oscilaciones pasan inadvertidas porque su amplitud es pequeña, en comparación con las del ciclo anual. Dentro de las oscilaciones*



*intraestacionales se destaca una señal de tipo ondulatorio, denominada de 30-60 días (IDEAM, 2016).*

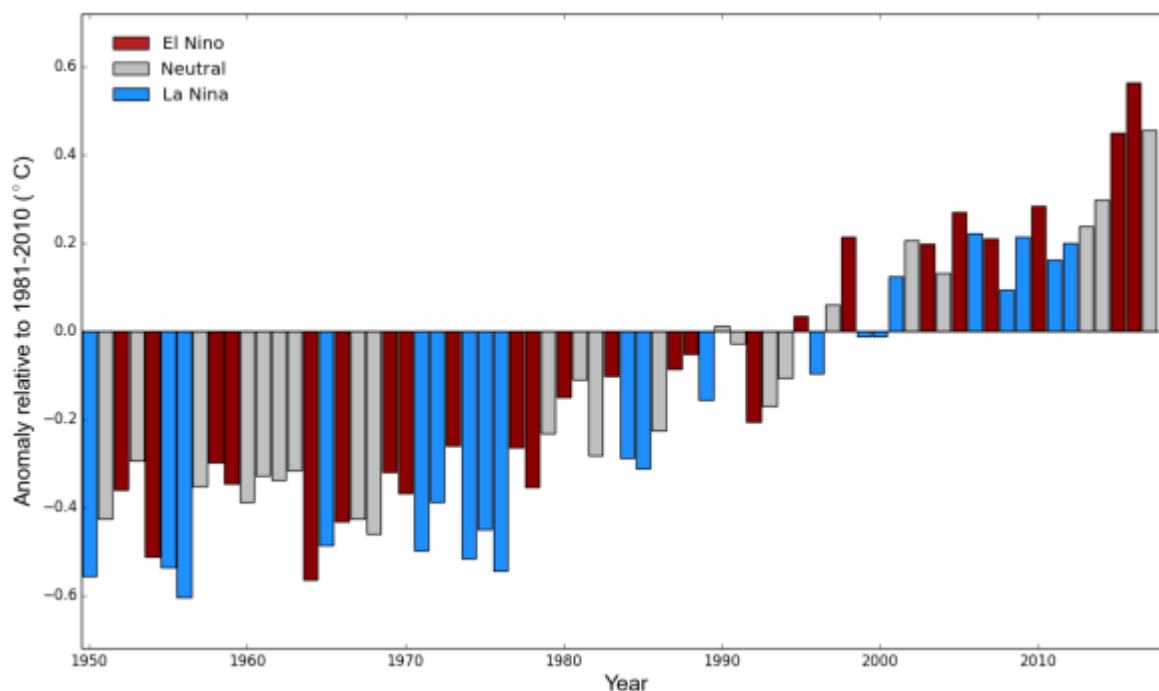
***Interdecadal:** En esta escala se manifiestan fluctuaciones del clima a nivel de décadas. Comparativamente con la variabilidad interanual, la amplitud de estas oscilaciones es menor. Ésta es una de las razones por las cuales este tipo de variabilidad pasa inadvertida para el común de la gente (Montealegre, 2009).*

***Interanual:** A esta escala corresponden las variaciones que se presentan en las variables climatológicas de año en año (IDEAM, 2016).*

*Normalmente percibimos que la precipitación de la estación lluviosa en un determinado lugar no siempre es la misma de un año a otro, sino que fluctúa por encima o por debajo de lo normal. Ejemplos típicos de la variabilidad climática interanual corresponden a los fenómenos enmarcados dentro del ciclo El Niño - La Niña - Oscilación del Sur, ENSO y la Oscilación Cuasibienal, la cual corresponde a una oscilación de largo plazo en la dirección del viento zonal de la baja y media estratosfera ecuatorial, con un período irregular que varía entre 20 y 35 meses; en cada lapso se alternan los vientos de componente Este con los del Oeste (IDEAM, 2016)".*

Teniendo en cuenta estos fenómenos como el evento cálido de El Niño y su contraparte fría La Niña, donde en los años 2015, 2016 y 2017 fueron confirmados como los tres años más cálidos de los que se tienen datos, en el año 2016 sigue manteniendo el récord mundial, aunque el 2017 ha sido el año más cálido sin el fenómeno de El Niño, el cual provocó un aumento de las temperaturas anuales mundiales (Aldunce et al., 2012).

Figura 5. Anomalías de temperatura de 1981 a 2010



Fuente: Organización Meteorológica Mundial, 2018.

En la Figura 5 se muestran las variaciones meteorológicas que han tenido lugar durante los últimos 30 años, donde se destaca que el año 2017 ha sido uno de los años más calurosos de los cuales se tiene registro. En paralelo a las altas temperaturas de este año, se tuvo la presencia de eventos meteorológicos extremos en muchos países del mundo. Los Estados Unidos de América tuvieron que hacer frente al año más costoso en términos de desastres meteorológicos y climáticos, al igual que otros países de Latinoamérica tuvieron que hacer frente en términos económicos y constató un desarrollo más lento o un retroceso de este como consecuencia de los ciclones tropicales, las crecidas y las sequías (OMM, 2018).

Estas variaciones en los regímenes pluviales y las precipitaciones, las heladas más frecuentes, los incrementos continuos e impredecibles en las temperaturas, contribuyen a la presencia de nuevas plagas y pestes que afectan cultivos y animales. Además de la reaparición o aparición de enfermedades en zonas donde se habían erradicado o donde no se habían reportado respectivamente, los incrementos en las temperaturas promedio de los océanos y mares, entre otros, son algunos de los reflejos más

comunes y mejor documentados de los efectos del calentamiento global que las sociedades, especialmente rurales, deben enfrentar (FAO, 2019). Estos impactos de la variabilidad climática se caracterizan por ser locales, es decir, afectan principalmente zonas o regiones puntuales, entre los sectores más afectados está el agrícola (Acevedo et al., 2017).

Pese a que estos impactos son locales afectan la producción de alimentos y fibra a nivel global, algunos estudios sugieren que la mayor pérdida de cultivos será debido a la variabilidad climática y el aumento en la frecuencia de eventos extremos tales como sequías e inundaciones o cambios en las precipitaciones y en la variación de la temperatura, los sistemas alimentarios en escala global podrían verse especialmente afectados durante la primera mitad del siglo XXI (Altieri et al., 2013).

### *1.2.2 Eventos climáticos extremos*

Son aquellas condiciones climáticas que se intensifican y ocurren de manera esporádica; suelen provocar severos daños a la población, afectando el suministro de agua, daños a la infraestructura, consecuencias para la salud y el bienestar, provocan alteraciones en los ecosistemas y producción de alimentos (Alpízar et al., 2017).

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) se pronostica que eventos como los huracanes de alta intensidad e inundaciones, olas de calor, sequías prolongadas, vientos fuertes y heladas severas, tendrán mayor incidencia y frecuencia en diversas regiones del mundo (Álvarez y Martínez, 2015).

Estos pronósticos acerca de los eventos climáticos extremos provocan afectaciones, especialmente en las comunidades rurales donde los medios de subsistencia dependen directamente de los recursos naturales (Chacón et al., 2015)

Otras definiciones que se pueden mencionar respecto a los ECE son aquellos fenómenos climáticos, de gran intensidad y poca frecuencia que tiene efectos ambientales y sociales adversos, ya sea regional o local, ejemplos de ellos pueden ser:

- Huracanes

Se considera como un sistema meteorológico tropical con una circulación ciclónica bien definida y vientos sostenidos máximos de 119 km/h (74 mi/h o 64 nudos) o más, con base a su intensidad, velocidad del viento, la presión de su centro y su potencial de daños se clasifica en cinco categorías en la escala Saffir/Simpson, siendo las últimas tres las que provocan mayores impactos a la sociedad (Secretaría de Marina, 2015).

Otros autores como Jáuregui (2003), Chang et al. (2013) explican, que, en las últimas décadas, ha aumentado significativamente la frecuencia y el poder de destrucción de los huracanes en México, teniendo más fenómenos de este tipo de alta intensidad en categoría 4 y 5 en la escala de vientos de Saffir/Simpson. Este incremento en los huracanes se ha relacionado con cambios en la temperatura superficial de los mares tropicales (Álvarez y Martínez, 2015).

- Inundación.

Derivados de los huracanes y otros eventos como el oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, se tienen las inundaciones que se provocan por el incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, a su vez causan daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura (Giménez y Lanfranco, 2018).

Las inundaciones pluviales, son consecuencia de la acumulación del agua en un terreno saturado, esta precipitación se debe a diferentes fenómenos meteorológicos y en México ocurren en el verano de junio a octubre afectando a gran parte del país. Los efectos que tienen en el sector agrícola en esta temporada son inmediatos, ya que, lleva a la destrucción de los cultivos, ya sea por el deslave de tierras, erosión del suelo, reducción de su fertilidad o una mezcla de suelos de textura indeseable y la contaminación del suelo y agua de riego (Salas y Jiménez, 2021).

- Sequía:

Es el periodo seco a causa de la falta prolongada de lluvias que provoca fallos en el balance hídrico. Las proyecciones de sequía muestran un aumento de la frecuencia y severidad de las sequías a futuro (Alpizar et al., 2017). Además, que los impactos son determinados de acuerdo a la intensidad magnitud, extensión espacial y severidad; por supuesto que esto depende de las condiciones naturales de cada sitio, pero históricamente han causado fuertes hambrunas, migraciones masivas, así como graves crisis económicas, sociales y políticas (Avila et al., 2010).

La sequía agrícola, se denomina así a la falta de humedad en el suelo, especialmente en la zona radicular, dado que la cantidad de agua es diferente para cada cultivo, e incluso puede variar a lo largo del crecimiento de una misma planta, no es posible establecer umbrales de sequía agrícola válidos ni tan siquiera para un área geográfica (Alpizar et al., 2017). Por lo que trae consigo diversas afectaciones como la pérdida en los cultivos agrícolas, en especial los de subsistencia, pérdida de cosecha de granos básicos por falta de agua, la degradación del suelo (fertilidad, resequedad y salinización), la falta de agua para el riego y el aumento de enfermedades en cultivos (Chacón et al., 2015).

En países en vías de desarrollo los ECE traen consigo efectos más catastróficos que a los países desarrollados, debido a que los primeros, dependen de la agricultura y cuentan con un capital más reducido para enfrentarlos, estando expuestos a la ocurrencia de eventos climáticos extremos, así como a niveles de calor que actualmente son demasiado elevados (CEPAL, 2015).

En Latinoamérica se han desarrollado mejoras para los agricultores, tomando en cuenta que los niveles de pobreza altos los hacen vulnerables ante variabilidad climática y los eventos climáticos extremos, por ejemplo, entre 2000 y 2013, se presentaron 13,883 muertes y 53.8 millones de personas afectadas; además de las pérdidas económicas estimadas ascendieron a \$ 52 mil millones de dólares. La agricultura, por su parte, fue la actividad más vulnerable teniendo afecciones en los cultivos de estos países (CEPAL, 2015)

En la actualidad, la mayor parte de los gobiernos y productores agropecuarios enfrentan los eventos climáticos adversos, implementando medidas de “manejo de la crisis” una vez ocurridos dichos eventos, estas estrategias implican costos elevados al Estado y a la sociedad en su conjunto (Giménez y Lanfranco, 2018).

La evidencia que países como Guatemala han padecido los efectos de ECE en los últimos 10 años, la población ha enfrentado la presencia de estos eventos, principalmente de huracanes y tormentas tropicales, que han afectado al sector agrícola los impactos negativos han comprometido a la población a ser más vulnerable en su economía. Como consecuencia se presentan problemas en la sociedad como desnutrición, pérdida de bancos de semillas, pérdidas de cosechas, y un incremento de inseguridad alimentaria. Por lo que la población ha respondido con migración, es decir, abandonan sus comunidades para enfrentar esta problemática (Chacón et al., 2015).

Otro caso similar, en Uruguay, con una pérdida de producción por excesos hídricos, ocurridos en los años 2000 y 2001 impactaron fuertemente en el desarrollo y rendimiento de cultivos de invierno (trigo y cebada) haciendo colapsar sistemas de seguros agropecuarios vigentes para esas condiciones y causaron pérdidas importantes en cultivo de durazno por la enfermedad asfixia radicular (Giménez y Lanfranco, 2018).

### **1.3. Resiliencia**

El término resiliencia se ha abordado desde diferentes disciplinas tales como la salud, psicología, pedagogía, sociología y en las ciencias ambientales. De acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española se define como “capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había estado sometido” (Fortes, 2019: 5).

En el campo ambiental surge por la propuesta de Holling (1973), quien propone que la resiliencia es una condición, una capacidad de los sistemas ecológicos que se mide a través de su estabilidad ante la persistencia de perturbaciones y amenazas de cualquier tipo para después volver estabilizarse en su condición original. A partir del siglo XXI es que este concepto se amplía en el ámbito de la sustentabilidad en el

contexto del desarrollo internacional en el medio ambiente visto desde la adaptación al cambio climático (Fortes, 2019).

Resiliencia puede considerarse también como la aptitud para enfrentar los desequilibrios, alteraciones y/o estrés en el ambiente y llevara a cabo acciones para fortalecer los ecosistemas y reducir los impactos, con la intervención de gobiernos, las asociaciones y expertos del área, dando solución a problemáticas globales preservando la sanidad climática y la sostenibilidad de todas las regiones (Pacheco, 2020).

El IPCC define la resiliencia como la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosa, respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC, 2014).

Otra aseveración de la resiliencia indica que los sistemas pueden adaptarse a los desafíos futuros y transformarse para que mantengan la capacidad de seguir funcionando y brindando los servicios ecosistémicos, todo esto mientras son capaces de enfrentarse a perturbaciones y cambios (Keck y Sakdapolrak, 2013). Teniendo en cuenta esta propiedad de un sistema, de acuerdo con Carpenter et al. (2010), la resiliencia incluye tres componentes:

- 1) Resistencia:** la capacidad de un sistema para tolerar impactos
- 2) Adaptabilidad:** la capacidad de un sistema para ajustarse a los cambios externos y procesos internos
- 3) Transformación:** dirección del cambio del ecosistema desde una línea base histórica en respuesta a ciertas condiciones

Existen diferentes definiciones relacionadas con la resiliencia dependiendo el enfoque que se tiene, de acuerdo con la FAO, se clasifican en tres grupos principales de impactos, como lo son las amenazas naturales, incluyendo eventos extremos de cambio climático; crisis en la cadena alimentaria, incluyendo plagas y enfermedades en

plantas, enfermedades de animales, y crisis prolongadas, incluyendo conflictos violentos (FAO, 2017).

### *1.3.1 Resiliencia Climática*

En los sistemas ecológicos la resiliencia está representada por productividad primaria neta, mantenimiento de biomasa y biodiversidad y estabilidad de los ciclos hidrológicos, mientras que en sistemas sociales consiste en la estabilidad de las relaciones sociales, el mantenimiento del capital social y la prosperidad económica, con la finalidad de mantener la diversidad y la abundancia biológica, la conectividad de los ecosistemas, fomentar el aprendizaje, la participación y los sistemas de gobernanza. En otras palabras, es resistir y prosperar ante los impactos del cambio climático (FAO, S/f).

La FAO menciona tres propiedades básicas de la resiliencia climática: (i) La magnitud del disturbio que puede ser tolerado por el socio ecosistema, (ii) El grado en el cual el sistema es capaz de autoorganizarse y (iii) El grado en el cual el sistema puede construir la capacidad de aprender y adaptarse (FAO, S/f).

La resiliencia climática puede manifestarse de diferentes maneras considerando a sociedades rurales y su relación con entornos naturales, circunstancias generales o particulares que hacen que el proceso de adaptación resuelva los problemas provocados por eventos climáticos. De tal manera que, se define a la resiliencia climática rural como la capacidad que tienen los entornos naturales y las sociedades - rurales en este caso- para enfrentar las diferentes presiones y los impactos causados por cambios en los patrones climáticos (FAO, 2019).

Las sociedades rurales, incluyendo pequeños agricultores, comunidades pesqueras, grupos indígenas, puedan mantener o mejorar su resiliencia climática a través de la adaptación donde incluyen diferentes estrategias tales como la diversificación productiva, prevención y gestión de riesgos, adquisición de seguros climáticos, desarrollo de infraestructura de mitigación y el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, dentro de un abanico de posibilidades (AECID, 2018). Los conceptos de “adaptación”, “prevención” y “gestión del riesgo” se usan en ocasiones indistintamente



para referirse, en términos generales, a la resiliencia con miras a buscar respuestas que se dan frente a presiones climáticas de diversa índole (FAO, 2019).

La resiliencia climática, propone espacios de oportunidad, que hace referencia a diversos factores que la amenazan, entre estos factores se encuentra el cambio climático, la variabilidad climática, el cambio de uso del suelo, la degradación de los ecosistemas, la pobreza y desigualdad y factores culturales.

### *1.3.2 Resiliencia agrícola*

La agricultura se encuentra en constantes impactos por la variabilidad climática por lo que es importante identificar los elementos que le permiten enfrentar estos cambios que se viven actualmente, ante esto, existen estudios para sobrellevar y enfrentar tanto a la variabilidad como a los eventos climáticos extremos.

La resiliencia agrícola aplica estrategias de adaptación, de diversificación, de prevención y gestión de riesgos, y de aprovechamiento de la biodiversidad, que pueden hacer frente a la variabilidad del clima en temperaturas, precipitaciones y fenómenos climáticos extremos, enfrentando shocks externos y reorganizándose para poder cumplir la función de garantizar la seguridad alimentaria de la población (AECID, 2018).

De acuerdo con la FAO (2009: 18) se define como *“la capacidad de prevenir desastres y crisis, así como de preverlos, amortiguarlos, tenerlos en cuenta o recuperarse de ellos a tiempo y de forma eficiente y sostenible, incluida la protección, el restablecimiento y la mejora de los sistemas de vida frente a las amenazas que afectan a la agricultura, la nutrición, la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos”*.

Esta resiliencia en los sistemas agrícolas puede verse fortalecida considerando características agroecológicas de los sistemas tradicionales u otros sistemas diversificados que han resistido la variabilidad climática y ambiental (Nicholls&Altieri, 2017) así como la interrelación entre los factores físicos o naturales y los factores culturales o humanos, uno de estos factores que permiten la resiliencia de la tierra, es la estabilidad continua de los niveles de productividad del suelo.

Por ejemplo, Cartes (2013), resalta que el suelo es un recurso no renovable y altamente vulnerable a la acción antrópica y a las condiciones de variabilidad y cambio climático global. Siendo así, la pérdida del equilibrio de sus propiedades (degradación del suelo), lo limita a su productividad y a su resistencia ante los ECE. Esto disminuye la rentabilidad de los sistemas agro-productivos, haciéndolos insostenibles y, por consiguiente, deteriorando la calidad de vida de la población rural.

La resiliencia en el discurso mundial, va encaminada a soportar y recuperarse de eventos que afecten las necesidades básicas de las sociedades rurales, lo que conlleva a responder a las preguntas ¿cómo hacer una agricultura más resiliente, con capacidad de producción a pesar de las limitaciones provenientes del cambio climático; las necesidades de la naturaleza y del medio ambiente?; ¿cómo conseguir al mismo tiempo que el medio ambiente, el entorno ecológico, sea más resiliente y esté más sano?; y plantear un enfoque que no pierda de vista las necesidades de alimentación y nutrición de la población, el mantenimiento de sus medios de vida, su propia capacidad de resiliencia (AECID, 2018).

Se hace necesario de manera complementaria incluir conocimientos locales, así como las semillas y biodiversidad local, debido a los largos procesos históricos de adaptación a un determinado contexto, los cuales resultan fundamentales para trabajar la resiliencia. La recuperación de saberes –tanto de hombres como de mujeres– y el rescate de semillas nativas y criollas debe ser un componente importante de las estrategias de adaptación al cambio climático (AECID, 2018).

La adaptación como respuesta de resiliencia puede contener diversas acciones en donde se incluyan modificaciones en el manejo agrícola como respuesta a la variabilidad climática, por ejemplo, la implementación de barreras vivas, mejoras en el drenaje de los suelos, implementación de políticas, desarrollo de sistemas de alerta temprana y uso eficiente de recursos hídricos pueden ser respuesta a un evento climático como lo puede ser una sequía (Aldunce et al., 2012).

Actualmente existen aún millones de agricultores a pequeña escala (familiares, indígenas y pequeños) que tiene prácticas agrícolas de conservación y que regeneran los recursos naturales. De acuerdo con Altieri et al. (2013) identifican cerca de 172

estudios donde las prácticas de agricultores tradicionales muestran su contribución a la resiliencia por diversas estrategias como la protección y restauración de los ecosistemas, el uso sostenible del suelo y el agua, la agrosilvicultura, la diversificación de los sistemas agrícolas, diversos ajustes en las prácticas de cultivo y el uso de cultivos tolerantes al estrés, manteniendo la conservación de la agrobiodiversidad y a su vez la seguridad alimentaria a nivel local, regional y nacional.

Estos sistemas agrícolas tradicionales, que todavía hay en los países en desarrollo, refuerzan la resiliencia de los agroecosistemas a través de opciones y diseños de manejo que incrementan la biodiversidad funcional en los campos de cultivo, (Altieri y Koohafkan, 2010).

Los elementos que componen la resiliencia son de diferente naturaleza, que va desde características del medio biofísico, rasgos sociales y culturales, prácticas de manejo de cultivos y agua, diversidad biológica y agrícola, y aspectos técnicos, organizativos y políticos que permiten evaluar las limitaciones y potencialidades de cada agroecosistema para prepararse, afrontar y transformarse a sí mismo y a su contexto socio ecológico frente a situaciones de estrés y crisis, en particular aquellas asociadas con fenómenos de variabilidad climática (Albiño, 2020). Figura 6 ilustra los elementos que intervienen en la resiliencia de los sistemas agrícolas bajo una matriz compleja del paisaje, con sistemas de cultivo genéticamente heterogéneos y diversificados, manejados con suelos ricos en materia orgánica y técnicas de conservación del agua, de esta manera los agroecosistemas serán más resilientes (Altieri et al., 2013).

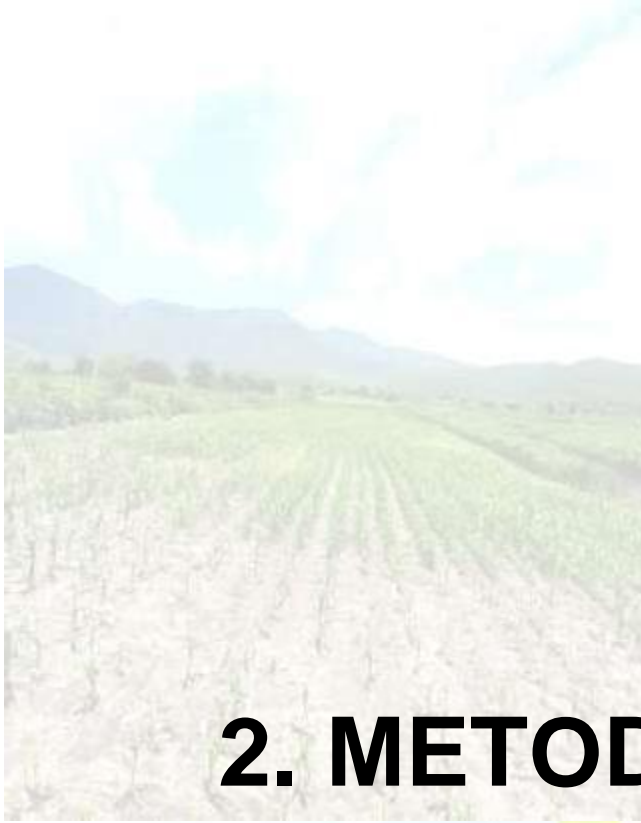
Figura 6. Elementos de agricultura resiliente



Fuente: Altieri et al., 2013

Estudios de caso que demuestran lo anterior es en Soconusco, Chiapas y en Holguín y Las Tunas, Cuba, sistemas de café con niveles altos de complejidad y diversidad de vegetación los cuales se vieron afectados por daños menores causados por el huracán Stan en comparación con sistemas de café más especializados. En el caso del café, los sistemas con más sombra mostraron mayor protección a los cultivos cuando se presentaba menor precipitación y había una menor disponibilidad de agua en el suelo, ya que la cubierta forestal era capaz de reducir la evaporación del suelo y aumentar la infiltración del agua. En 2008 en Cuba, cuarenta días después del huracán Ike, varios investigadores realizaron una encuesta encontraron que las fincas diversificadas exhibieron pérdidas de 50% comparadas con el 90 o el 100% en las fincas vecinas con monocultivos. Igualmente, explotaciones manejadas agroecológicamente, mostraron una recuperación más rápida de producción (80-90%) (Altieri y Nicholls, 2013).

Una vez considerando la información anterior, se tiene un panorama para identificar las herramientas de apoyo para llevar a cabo la investigación y desarrollar la metodología.



## 2. METODOLOGIA



El desarrollo metodológico inicia con la selección y caracterización del caso de estudio, el diseño metodológico esta dividido en el trabajo de campo y el trabajo de gabinete, y las herramientas de análisis de resultado que se empleó para dar cumplimiento con los objetivos establecidos.

La investigación se llevó a cabo a través del método hipotético- deductivo y de tipo mixta en la cual se integran tanto datos cualitativos como cuantitativos. El diseño metodológico de la investigación comprendió dos etapas, la primera fue el trabajo de campo, iniciando con un sondeo con actores clave y con el instrumento metodológico; y la segunda fue el trabajo de gabinete de la revisión teórica documental y bases de datos climatológicos.

## **2.1 Selección del caso de estudio**

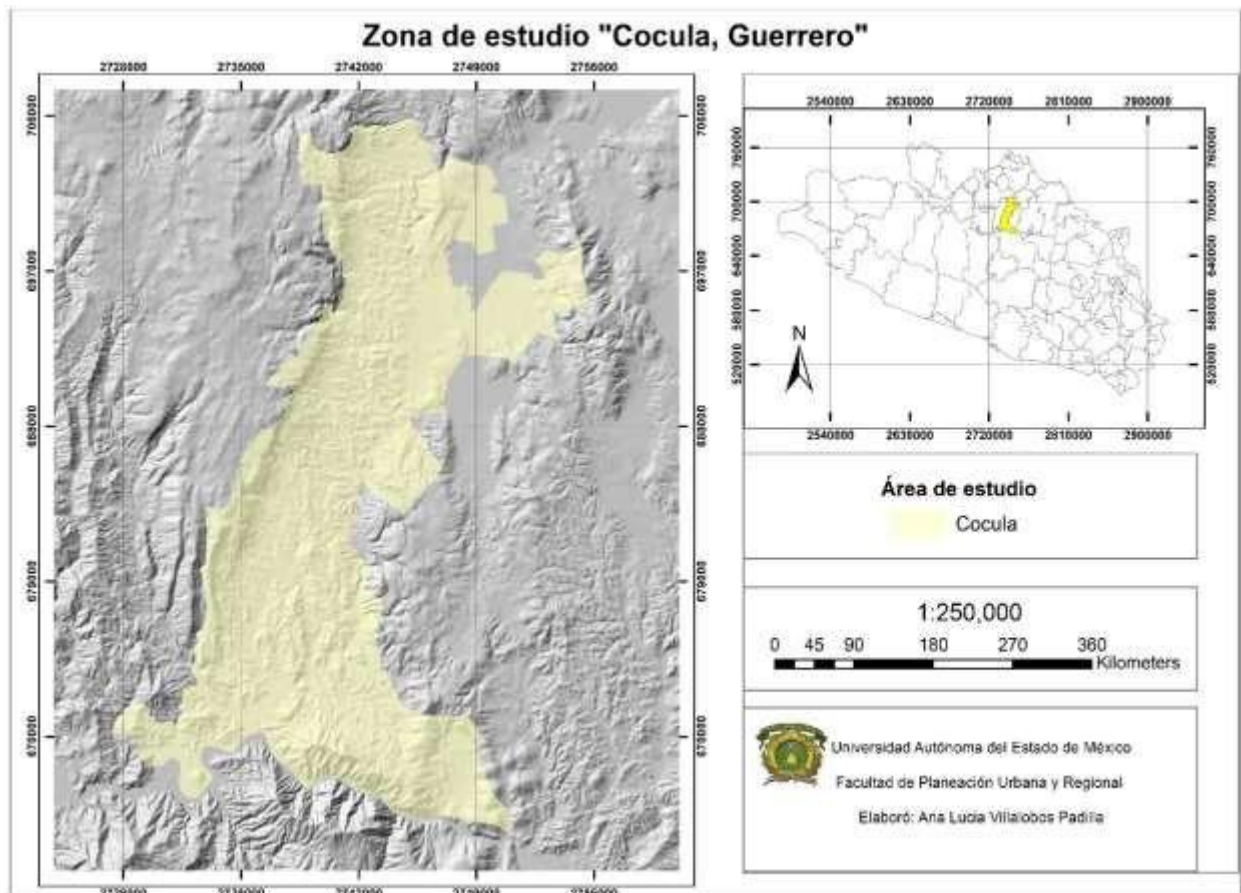
El trabajo de campo se realizó en la localidad de Cocula, del municipio con el mismo nombre. El municipio de Cocula se localiza en la zona Norte del estado de Guerrero, al norte de la capital Chilpancingo, entre las coordenadas 17° 50' 35" y 18°19' 09" de latitud norte, y los 99° 34' 09" y 99° 50' 04" de longitud oeste (Figura 7). Se considera como uno de los principales productores de maíz, caña, arroz, frijol y calabaza, sin embargo, en el pasado fue uno de los principales productores agrícolas en la región, pero en la actualidad la producción agrícola ha perdido importancia como actividad económica.

### **Localización**

El municipio de Cocula cuenta con una extensión territorial de 570 km<sup>2</sup>, lo que representa el 0.9% del total estatal. Colinda con los municipios siguientes: al norte con Iguala y Teloloapan, al sur con Eduardo Neri y Cuetzala del Progreso, al este con Iguala, y al oeste con Cuetzala del Progreso (Sánchez, 2015). La localidad de Cocula se encuentra específicamente al norte del municipio a una altura de 620 msnm, tiene una extensión aproximada de 5.44km<sup>2</sup> y se divide en 8 barrios diferentes los cuales son: El municipio, La Guadalupe, San Bartolo Alto, San Bartolo Bajo, San Francisco, La Concepción, La Nueva Concepción y San Miguel.

Cada uno de estos barrios cuentan con características diferentes, El Municipio, La Guadalupe y San Bartolo Alto tienen un relieve escarpado y con pendiente ya que se encuentran en la zona alta de la localidad. Por otro lado, el barrio de La Concepción y San Francisco no cuentan con terrenos agrícolas, por lo que, la población agrícola de esta zona se desplaza a otros lugares del municipio fuera de la localidad donde tienen sus terrenos para sembrar.

Figura 7. Ubicación del municipio de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI, 2022

## Clima

El municipio de Cocula cuenta con dos tipos de clima, el cálido subhúmedo y el semicálido subhúmedo, en la localidad de Cocula el clima que presenta es cálido subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2015a).

El clima cálido subhúmedo Aw<sup>2</sup> de acuerdo con la clasificación de Köppen y modificado por García (2004), tiene características de una temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 10% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual. En la localidad de Cocula las temperaturas promedio se encuentran entre los 18 a 30°C y el rango de precipitación va desde los 1000 a los 1200 mm anuales (Aguilar et al., 2000).

## **Geología**

La zona de estudio presenta rocas sedimentarias en la totalidad del municipio, divididas en lutita arenisca, caliza y conglomerado (INEGI, 2015c). El relieve que cuenta es formado por la Sierra Madre del Sur, donde se observan superficies del 25% de zonas accidentadas; las zonas semiplanas, que ocupan el 40% del territorio; el tercer tipo lo forman las zonas planas, que están en la parte central del municipio y las riberas del río Cocula, estas últimas ocupan el 35% de la superficie municipal (Sánchez, 2015).

## **Edafología**

En el municipio de Cocula se encuentran cuatro tipos de suelos, dentro de la localidad de estudio el que predomina es el chernozem o negro, un suelo de clima árido o semiárido, con una capa superficial gruesa, negra o muy oscura y rica en carbono orgánico, fértiles en magnesio, potasio y carbonatos en el subsuelo (INEGI, 2015b).

La localidad también cuenta con vertisoles, estos suelos se crean bajo condiciones alternadas de saturación y sequía, con grietas las cuales son anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas (INEGI, 2015b).

Por otro lado, se tienen suelos como los Leptosoles y los Regosoles, que están fuera de la zona de estudio, pero cabe señalar que de acuerdo con los productores algunos de ellos siembra fuera de la localidad, trabajando en este tipo de suelos.



Los Leptosoles son suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas que son muy susceptibles a la erosión y se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente (INEGI, 2015b).

Por último, los Regosoles se extienden en el sur del municipio, suelos que son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados frecuentemente con Leptosoles (INEGI, 2015b).

### **Hidrología:**

El municipio de Cocula se encuentra dentro de la cuenca hidrológica RH18B: R. Balsas-Mezcala, formando parte de la subcuenca RH18Bh: R. Cocula o Iguala, cuenta con los ríos Cocula, Chiquito, San Juan y Ahuehuepan, los cuales son afluentes del Balsas. Cuenta con dos pozos profundos y tres bordos de abrevadero que se ubican en las localidades de Apipulco, Cocula y La Mohonera (INEGI, 2015c).

### **Uso de suelo y Vegetación**

El municipio de Cocula cuenta con uso de suelo agrícola de temporal y riego, el temporal se extiende por el lado oeste principalmente hacia el sur del municipio, mientras que el riego se extiende al noreste del municipio y dentro de la localidad de estudio (INEGI, 2015e).

La vegetación predominante es de selva caducifolia en el norte y centro con mayor superficie, pero también cuenta con una superficie de bosque de encino hacia el sur (INEGI, 2015e). Otras especies existentes son: Tepehuaje, cacahuananche, amate negro y parota; árboles frutales, como mango, ciruelo, mamey, chicozapote y cocoteros; y árboles de generación espontánea, entre los cuales se encuentra el huamúchil y el cazahuate (Sánchez, 2015).

### **Aspectos socioeconómicos**

El municipio tiene una población total de 15,579 habitantes, de los cuales 7,948 son mujeres y 7,631 son hombres, la localidad de Cocula cuenta con 3,637 habitantes, lo

que representa el 23.4% del municipio, la población femenina es de 1897 y con 1740 hombres.

La población económicamente activa (PEA) se encuentra en un rango de edad entre 12 y 80 años, con un total de 1665 personas de las cuales, 702 son mujeres y 963 son hombres, así como 35 habitantes que se encuentra en edad para laborar que se quedaron sin trabajo o está en busca de uno (INEGI, 2020).

En cuanto a las actividades económicas, durante los años 2000 el principal sector económico era el primario, como la agricultura, principalmente bajo los cultivos de maíz, calabaza, jitomate, pápalo y en temporada la flor de cempaxúchitl. Seguido del sector terciario, comercio y servicios, empleos de gobierno o para particulares (INEGI, 2000)

Actualmente, según datos del Censo Económico 2019, el sector económico principal es ahora el terciario ya que concentran más unidades económicas en comercio y servicios, dejando al sector primario como la agricultura y ganadería después de este (INEGI, 2019).

## **2.2 Trabajo de campo**

Se llevó a cabo a través de 3 etapas:

La primera etapa se inició con la revisión teórica y documental a través de diversas fuentes tales como libros, tesis, artículos científicos, sitios web, entre otros. Así como información obtenida por parte de las instituciones como CONAGUA, INEGI, SEMARNAT, etc.

Como resultado, se identificaron cuatro áreas temáticas relacionadas con la resiliencia. Las áreas temáticas fueron sobre la estructura social; la agrobiodiversidad; conocimiento y organización; y amenazas con base a lo propuesto por Altieri y Nicholls 2017 y Córdoba 2016, adecuándose a las características de la localidad.

Se solicitó vía oficio el compendio de datos de las variables meteorológicas al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO) ubicado en el municipio de Cocula y responsable de la estación meteorológica, con los registros de la Comisión

Nacional del Agua (CONAGUA) del “Inventario de Registros por Década Año” y de la estación metrológica 12164 E.T.A. 274 COCULA se realizó el análisis de datos. Estos datos van desde 1970 hasta 2010 donde los datos se agrupan anuales y por década, posteriormente se tienen datos de 2016 a 2022, del 2016 solo se cuenta con dos meses de registro, es decir, de noviembre y diciembre, en cuanto al 2020 por cuestiones de pandemia no se tienen los meses de enero a mayo, para el 2022 se tiene registro de enero a junio, así como algunos días de septiembre del 2021 de los cuales no se cuenta con registro.

Las variables para la temática de amenazas utilizadas del CLIMDEX Climate Extremes UNSW SYDNEY, fueron precipitación y temperatura. Se analizaron además datos de la estación meteorológica de Cocula con el fin de identificar anomalías en las variables de precipitación y temperatura para corroborar la presencia de eventos climáticos extremos como las sequías y las lluvias torrenciales.

En la segunda etapa, se diseñó un instrumento para aplicarlo en la entrevista semi-estructurada a partir del trabajo de gabinete. El instrumento de recolección de información (Anexo 1) consta de preguntas abiertas y de opción múltiple esto con el fin de conocer las diferentes percepciones que se tienen acerca de la relación de la agricultura con la variabilidad climática y las opciones múltiples se enfocaron más en el manejo de la producción del maíz.

Las preguntas que se aplicaron fueron generales e informales, describiendo la actividad agrícola en el pasado y relacionando esta actividad con la variabilidad climática, estas entrevistas se realizaron en los meses de febrero y marzo del 2021, en este tiempo que se realizó estaba la pandemia por covid-19, por lo que solo se aplicó a seis actores clave. Los actores clave fueron familiares cercanos, vecinos y personas del H. Ayuntamiento que se relacionan con el sector agrícola de la localidad, con la finalidad de contar con descripción general de la situación actual de la agricultura y los fenómenos que afectan la producción agrícola principalmente del maíz.

Para determinar el tamaño de muestra se realizó una revisión en el padrón oficial que tiene el H. Ayuntamiento y el Comisariado Ejidal en el cual se identificaron 425 agricultores registrados para el año 2022. Por ello se definió un tamaño de muestra del 10% que correspondió a 43 agricultores, se les aplicó un cuestionario durante los meses de mayo-agosto de 2022, a un año después de las entrevistas a los actores clave, ya que la situación por covid-19 había mejorado y había mayor apertura por parte de la comunidad, además estos meses son cuando los agricultores comienzan con la preparación de la tierra y la siembra del maíz porque inicia con el temporal de lluvias.

Se abarcaron los 8 barrios de la localidad para tener una perspectiva mayor y conocer las diversas practicas dependiendo de cada uno de los barrios que cuentan con características diferentes en función de su ubicación y su cercanía a cuerpos de agua.

La técnica para aplicar los cuestionarios fue a través del método “bola de nieve”, en donde se seleccionaron conocidos y a su vez ellos referían a otros agricultores, siendo este patrón en al menos 30 entrevistas aplicadas, ajustándose a la disponibilidad de las personas para contestar. Las ultimas 10 entrevistas se aplicaron al azar porque no se cubrían en totalidad los barrios, por motivos de inseguridad que se vive en la localidad algunas personas fueron renuentes al contestar la encuesta negándose en su totalidad a contestar o bien algunos de los datos no son totalmente reales.

En la tercera etapa, se seleccionaron 7 parcelas de fácil acceso y aquellas que no se encontraran en puntos retirados a la población, debido a los problemas de inseguridad era complicado visitar algunas con características interesantes, como lo son aquellas parcelas que manejan riego y temporal, pero para salvaguardar la integridad del agricultor y la propia fue imposible.

Las parcelas que se visitaron fueron al suroeste donde fue posible acceder para observar algunas de las prácticas agrícolas, como la segunda fertilización y la aplicación de insecticidas.

## 2.3 Herramienta de análisis

El Cuadro 2 resume las variables que se consideraron durante el trabajo de campo, los elementos de resiliencia en los sistemas de producción agrícola en el municipio de Cocula en el cuales se clasifican por área temática, componentes y variables de resiliencia.

**Cuadro 2. Elementos de resiliencia**

Área Temática	Componente de resiliencia	Variable de resiliencia
<b>Área Temática: Estructura Social</b>	Rasgo social	Barrio
		Nombre
		Edad
		Ocupación
		Escolaridad
		Alfabetización
		Años agricultura
		Tamaño de la tierra
		Propiedad de la tierra
		Tenencia de la tierra
		Familia que se involucra en el campo
		Carreteras
<b>Área Temática: Agrobiodiversidad</b>	Biofísico	Relieve
		Suelo
	Prácticas de cultivo	Tipos de cultivo
		Tipos de producción
		Sistema de producción
		Nivel de tecnificación
		Tipo de semilla
		Tipo de labranza
		Prácticas de preparación
		Fertilización y control de plagas
		Cosecha
		Agricultura de riego
<b>Área Temática: Organización social y conocimiento</b>	Organización social	Asociación
		Programa
		Apoyo
		Asistencia técnica
	Conocimiento	Conocimiento en cambio climático
		Conocimiento agrícola
<b>Área Temática: Amenazas (Eventos Climáticos Extremos)</b>	Variabilidad Climática	Percepción climática
	Amenazas	Eventos que afectan la producción agrícola
		Afectaciones en la producción
		Años de las afectaciones
		Acciones para enfrentarlo

Fuente: Elaboración propia adaptado de los autores Altieri, 2017 y Córdoba, 2016.

En el cuadro anterior se toma en cuenta cuatro áreas temáticas obtenidas de dos fuentes la primera área se toma y adapta principalmente de Córdoba (2016) tomando en cuenta las variables sociales, de organización y conocimiento. Posteriormente se toma las variables de Agrobiodiversidad de Altieri (2017), todos estos elementos fueron considerados en la elaboración del instrumento con el fin de conocer las prácticas agrícolas, la capacidad de organización y conocimiento de la localidad, así como la percepción local del clima por parte de los agricultores.

El análisis de la información se llevó a cabo a través de herramientas de estadística descriptiva en hojas de Microsoft Excel. Se presenta bajo las cuatro temáticas de resiliencia las cuales se estructuran de la siguiente manera:

1. Rasgos sociales de la comunidad.

Datos del entrevistado, comenzando por su nombre, su edad, barrio al que pertenece, la escolaridad con la que cuenta, la ocupación o profesión que desempeña, el rol de la familia en las actividades agrícolas, las condiciones de las vías de acceso en este caso carreteras para llegar a las parcelas, la propiedad, tenencia del terreno y su extensión en hectáreas.

2. Manejo del cultivo

El este apartado se concentra en el manejo del cultivo, comenzando con la descripción general del relieve y suelo, enseguida el nivel de tecnificación que lo realiza, es decir, si su proceso de producción es manual o con ayuda de maquinaria, si siembra de riego o temporal, el sistema de producción (monocultivo y policultivo), la preparación que lleva del terreno para la siembra, la semilla que usa, el fertilizante y los controles de plagas que emplea, como realiza su cosecha y cuál es el destino final de la misma.

3. Percepción del clima y las amenazas.

Que puede identificar el productor, como los son la temperatura, la precipitación, vientos, los eventos que ha presenciado como lo son sequias, lluvias torrenciales, inundaciones del terreno, aumentos de plagas, como lo anterior afecto su producción agrícola, cuando los identifico (años en específico), así como que hizo para enfrentarlo.

4. Por último, el cuarto apartado se enfoca en la organización social y el conocimiento, es decir, si recibe asistencia o apoyo técnico de alguna organización gubernamental, externa o si entre ellos se encuentran organizados para recibir apoyo mutuo entre agricultores, por otro parte, si se recibe algún apoyo del gobierno como lo son semillas o fertilizantes. En la última parte del conocimiento se hace énfasis en el conocimiento sobre el cambio en la variabilidad climática que ellos pudieran describir y cómo es que ellos adquieren las habilidades para la producción del maíz.



### **3. RESULTADOS**





Este capítulo presenta los resultados obtenidos a través del trabajo de campo y de investigación, se presentan en tres partes dando seguimiento a lo presentado en el proceso metodológico. La primera parte caracteriza el sistema de producción del cultivo de maíz en el caso de estudio; la segunda, caracteriza las amenazas climáticas y la tercera presenta un análisis integral de los componentes de resiliencia identificados.

### **3.1 Caracterización del sistema productivo de maíz**

#### ***Preparación del terreno:***

Inicia con la incorporación de abono<sup>1</sup> de corral que incluye excremento bovino con residuos de zacate, hoja trillada de mazorca, restos de avena y hojas de árboles. La aplicación de abono se lleva a cabo entre los meses de febrero y marzo.

A finales del mes de abril se lleva a cabo el barbecho de la parcela para preparación e incorporación del abono de corral, seguido de la rastra con la finalidad de trillar los terremotes<sup>2</sup> y que la tierra quede más fina.

**Figura 8. Terreno con incorporación de materia**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

---

<sup>1</sup> De acuerdo con el trabajo de campo los informantes identifican “abono” como estiércol que es producto de la producción animal en la unidad familiar campesina.

<sup>2</sup> Terremotes. Se refiere a terrones grandes de tierra.

### **Siembra:**

En mayo se hace la adquisición de la semilla y primeros agroquímicos como selladores herbicidas, foliares e insecticidas para control de plagas en el suelo.

La siembra (Figura 9) se realiza entre la segunda semana de julio hasta el primero de agosto, por lo general después de dos lluvias fuertes, se lleva a cabo con sembradora y aplicación de abono químico (sulfato de amonio con 18-46-0) con “caunter” (insecticida-nematicida) incorporado al propio fertilizante, esto permite combatir el gusano de alambre identificado como “tlalomite”, la germinación se presenta a los 5 o 7 días dependiendo la humedad de la tierra y calidad de semilla. Cabe señalar que los productores mencionan que en los últimos años han tenido que recorrer las fechas de siembra por esperar estas dos lluvias iniciales.

La aplicación del sellador y herbicida (glifosato) será de 1 a 3 días como máximo después de la siembra esto con el fin de no dañar la germinación de la planta y en un suelo con una humedad del 70% al 85% de humedad para su correcta función.

**Figura 9. Agricultor sembrando mateado**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

### ***Germinación y crecimiento:***

En esta etapa, se lleva a cabo la aplicación de insecticidas, pesticidas y abonos para un desarrollo óptimo del cultivo, en la primera aplicación inicia a finales de julio cuando la planta tiene de 6 a 9 hojas, los agricultores consideran una fumigación preventiva para combatir el gusano trozador y la paloma blanca.

A finales de agosto, se aplica fertilizante foliar para que la planta adquiera los minerales ausentes en el suelo y una segunda aplicación de pesticidas (Figura 10) para el control de plagas como el gusano cogollero, la aplicación tanto del fertilizante foliar como de los insecticidas se aplican de manera conjuntas ya que pueden ser mezclados juntos.

En la primera semana de septiembre se aplica una segunda abonada al suelo con urea o un preparado de fósforo, potasio y calcio conocido como abono cañero. Se realiza la observación y control de malezas, en caso de presentarse se aplica herbicidas tanto para hoja angosta como para hoja ancha. Las actividades de fertilización se concluyen con una tercera aplicación de sulfato de amonio tres días antes de la floración o a principios de floración. El uso de abono químico es de 4 bultos (40kg c/u) por hectárea de acuerdo a las instrucciones del empaque, pero los agricultores consideran pobres a sus terrenos por lo que aplican de 6 a 8 por hectárea.

En la última semana de septiembre se realiza la aplicación de insecticida y acaricida para control de gusano cogollero, araña roja y pulgón.

**Figura 10. Agricultor aplicando agroquímicos**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

### ***Floración:***

Una vez que inicia el periodo de floración, como se muestra en la Figura 11 (que proporciono uno de los actores clave) entre la última semana de septiembre y la primera de octubre, se recomienda no aplicar ningún agroquímico con el fin de no dañar el fruto, a menos de que se presente una plaga, se aplica una dosis ligera de insecticida para no afectar a la floración.

Una segunda aplicación de herbicida selectiva o de contacto se aplica para evitar daños y adicionalmente se aplica fertilizante foliar nuevamente e insecticidas con el fin de que el fruto se desarrolle correctamente. En la segunda semana de octubre comienza la maduración del fruto y al inicio de noviembre hasta la tercera semana de diciembre se lleva a cabo el secado de los granos.

**Figura 11. Planta de maíz en floración**



Fuente: Floración [Fotografía] por Arenas L., 2022

***Cosecha:***

Es la última etapa del proceso de producción de maíz en la región, que se realiza en la última semana de diciembre y se estima un aproximado de inversión por hectárea de \$15,000.00 a \$25,000.00 para todo el proceso de producción, y el rendimiento en maíz por hectárea es de 3 a 7 toneladas, y con ello el precio de maíz varía de \$6,800.00 por tonelada hasta llegar a \$4,500.00 rigiéndose por la ley de la oferta y la demanda.

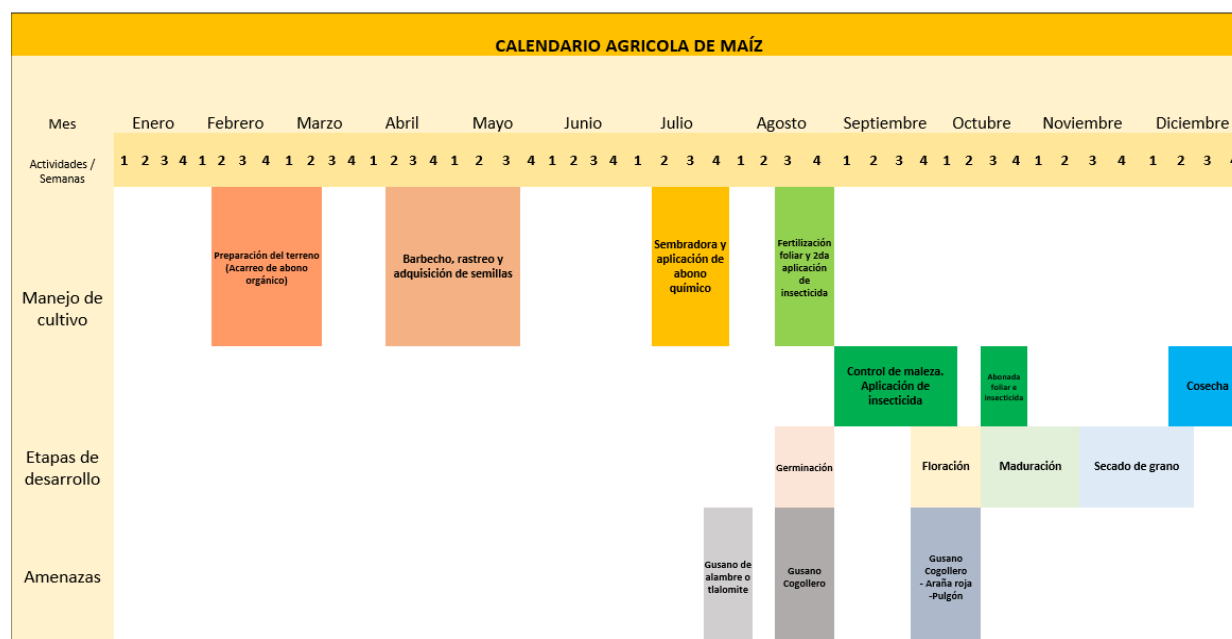
Considerando que, en un buen año, los agricultores mencionan que pueden obtener una cosecha aproximada de siete toneladas con la ganancia en una hectárea al precio máximo sería de \$47,800.00 recuperando la inversión y obteniendo ganancias. Por el contrario, si se obtiene un rendimiento mínimo con el mismo precio de \$6,800.00 la inversión no se recupera ya que se obtienen \$ 20,400.00.

Los factores que pueden afectar la cosecha de maíz son principalmente la escasez de agua, ventoleras<sup>3</sup> y nuevas plagas que aparecen en periodos prolongados de sequía, causando pérdidas de rendimiento de un 40% a un 80% de la producción total obligando al productor a incrementar los precios de los granos y con esto se elevan los costos de productos derivados del maíz.

Cabe señalar que actualmente, se han incorporado otros cultivos como lo son el de jamaica, sorgo, ajonjolí y cacahuate, ya que económicamente resulta más rentable que los cultivos de maíz y se ha ido diversificando según cada agricultor.

En la Figura 12 se observa el calendario agrícola general de la localidad de Cocula, se realizó con los datos en promedio de lo que los actores clave mencionaron de acuerdo con las prácticas de manejo de cultivo anteriormente mencionadas, según las etapas de desarrollo de la planta del maíz y se incorporaron las principales amenazas como lo son las plagas y en las fechas que estas aparecen mayormente.

**Figura 12. Calendario de actividades agrícolas de maíz**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

<sup>3</sup> Vientos fuertes

Esta caracterización del proceso de producción de maíz nos permitió identificar y comprender las prácticas de cultivo que realizan los agricultores, de lo que se rescatan algunos elementos que ayudan con el entendimiento de la resiliencia. Por ejemplo, el uso de semillas mejoradas, los sistemas de producción de cultivo, el hecho de que ahora la producción de maíz no sea tan rentable y se vean en la necesidad de sembrar otros cultivos mejor pagados. Asimismo, la caracterización de la producción indica que depende en gran medida de las condiciones climáticas de la región y que esto da pauta para revisar las condiciones climáticas que se identifican en la siguiente sección.

### **3.2 Caracterización de amenazas climáticas**

#### **Variables meteorológicas**

La información se obtuvo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) del “Inventario de Registros por Década Año” y de la estación meteorológica 12164 E.T.A. 274 COCULA, que pertenece al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, ubicado en el municipio de Cocula. Considerando que solo hay una estación meteorológica para el monitoreo de las variables climáticas, la falta de algunos datos se debió al mantenimiento de la estación y por pandemia.

#### **Temperatura**

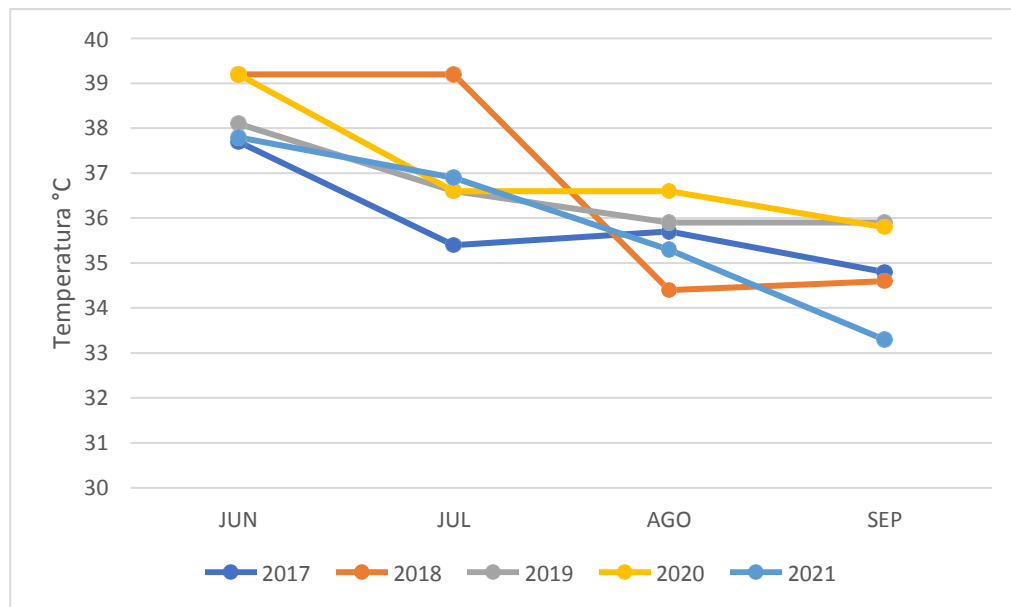
Se tiene registro, de acuerdo con CONAGUA, datos de 1975 por década hasta 2022. Las temperaturas máximas promedio mensuales son de 33.7°C y las temperaturas máximas promedio diarias son de 45°C, mientras que las temperaturas mínimas promedio mensuales son de 17.5°C y las temperaturas mínimas promedio diarias registradas son de 6.2°C. Las temperaturas mínimas presentan durante los meses de invierno, incluyendo noviembre en los meses más fríos de la localidad, mientras que los meses con las temperaturas más altas son abril y mayo llegando hasta los 45°C.



En mayo de 2014 se alcanza por primera vez los 45°C de temperatura de acuerdo con los registros y a partir de ahí se tiene el registro de esta temperatura cada año en los meses de abril y mayo.

De manera particular, se muestran las temperaturas medias mensuales de los meses junio a septiembre del periodo 2017-2021 en la Figura 13.

**Figura 13. Temperatura media mensual de junio a septiembre de 2017-2021**



Fuente: Adaptado de Estación meteorológica 12164 E.T.A. 274 COCULA, 2022

Se puede observar que las temperaturas medias máximas de estos meses rebasan los 33° y en algunos años hasta los 39°C, junio y julio de 2018 fue uno de los meses con las temperaturas más altas, así como en agosto de 2020, mes en el que reportan la aparición de plagas por la falta de precipitación y las altas temperaturas que puedan favorecer la reproducción de estas.

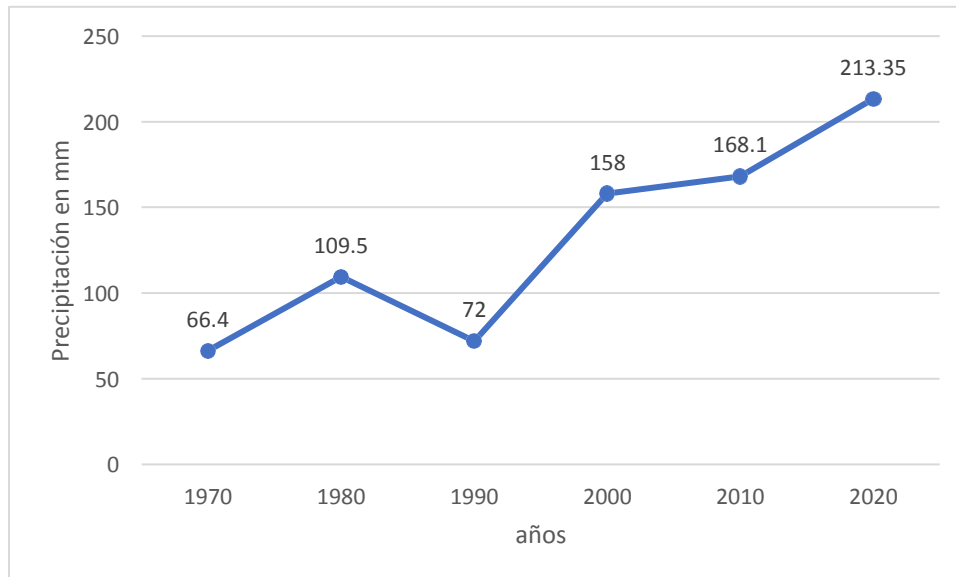
### Precipitación

De acuerdo con la interpretación de CONAGUA la temporada más lluviosa dura 4.4 meses, de junio a octubre y la temporada más seca dura 7.6 meses, de noviembre a abril. El mes con menos días lluviosos en Cocula es diciembre, con un promedio de 0.5 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.



Los registros por década indican un patrón de cambio en donde se percibe un aumento de precipitación (mm) desde 1975 hasta 2021. La Precipitación media de la década según los datos de CONAGUA se presentan en la Figura 14.

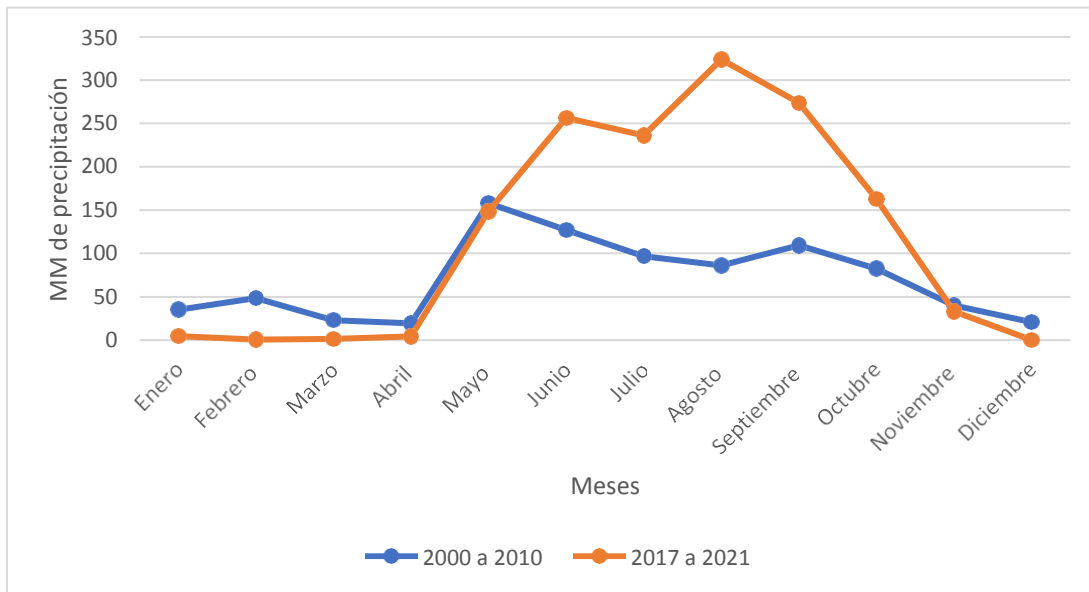
**Figura 14. Precipitación por década**



Fuente: Adaptado de Estación meteorológica 12164 E.T.A. 274 COCULA, 2022

Se observa que desde la década de los 70s hasta 2021 existe un incremento en la precipitación máxima anual por década, excepto para las décadas de los 70s y 90s, los cuales tienen meses sin registros de precipitación. Se debe tener reservas sobre la validez de estas décadas. Pero es claro que del 1980 al 2000 hay un incremento de casi 100 mm, no se conoce si su distribución es uniforme o refiere a eventos climáticos extremo como lluvias torrenciales. De acuerdo con los datos de CONAGUA de 2000-2010 de la precipitación media mensual se indica que durante esta década la precipitación máxima se presentó en el mes de mayo. Posteriormente, se obtienen los datos diarios de precipitación para calcular las precipitaciones medias mensuales de los años 2017-2020 de la estación meteorológica de Cocula. En este segundo periodo los datos arrojan que el mes con mayor precipitación es agosto. Las precipitaciones medias de ambos periodos se presentan en la Figura 15.

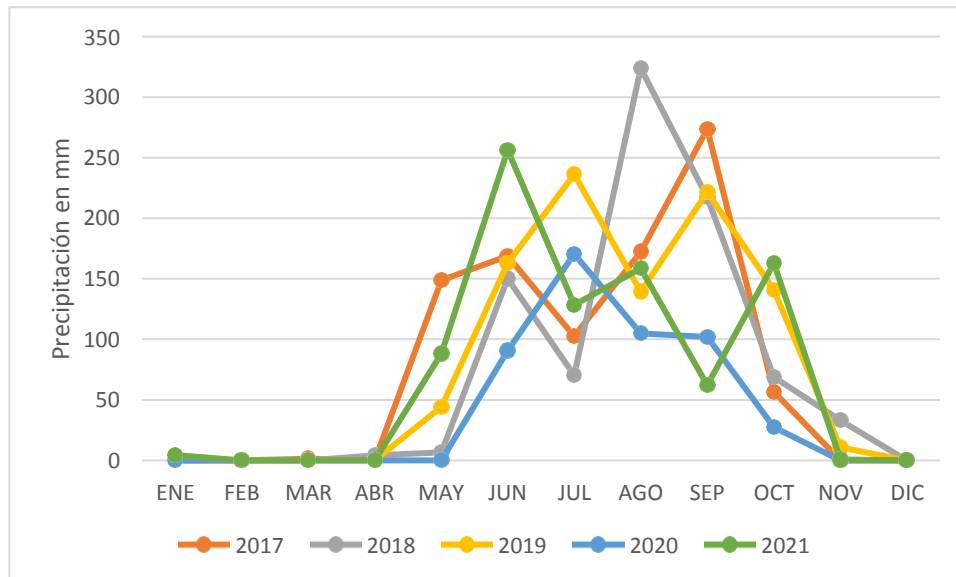
**Figura 15. Patrones de precipitación 2000 a 2021**



Fuente: Adaptado de Estación meteorológica 12164 E.T.A. 274 COCULA, 2022

En la Figura 16, se muestra el comportamiento de la precipitación en un periodo de 5 años (2017 a 2021) en donde se observa las variaciones anuales de la precipitación.

**Figura 16. Distribución de la precipitación de 2017 a 2021**



Fuente: Adaptado de Estación meteorológica 12164 E.T.A. 274 COCULA, 2022

De acuerdo con la figura anterior, en el 2020 la cantidad de milímetros en estos 3 meses (julio, septiembre y agosto) fue baja con una cantidad total de 367.6 mm con respecto a los otros años. La precipitación en estos años respecto a lo que menciona la literatura de un promedio anual de 1000 a 1200mm, teniendo que en los últimos años en promedio se ha alcanzado 821.86mm por año por debajo del rango estimado.

En el Cuadro 3, se muestra la distribución de precipitación diaria de los meses de julio, agosto y septiembre durante del 2017 al 2021, se observa en negritas las lluvias torrenciales que se tienen y posteriormente en color rojo los días que se tienen con baja o nula precipitación, es decir, la precipitación durante estos meses no es uniforme.

**Cuadro 3. Valores diarios de precipitación de 2017 a 2021**

AÑO DIA/MES	2017			2018			2019			2020			2021	
	Julio	Agos	Sep	Julio	Agos	Sep	Julio	Agos	Sep	Julio	Agos	Sep	Julio	Agos
1	3.6	<b>37.6</b>	<b>44.7</b>	0.0	<b>37.3</b>	68.8	15.7	0.0	<b>0.0</b>	3.0	0.0	0.3	<b>28.4</b>	4.6
2	4.6	<b>15.5</b>	15.7	0.0	9.7	0.0	14.2	0.0	<b>0.0</b>	11.7	0.0	0.0	<b>20.6</b>	3.8
3	1.3	1.0	4.6	10.7	<b>50.8</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0	<b>6.6</b>	18.3	<b>14.2</b>	0.8	4.1	2.5
4	0.0	8.4	<b>60.2</b>	0.0	0.0	<b>22.9</b>	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	12.7	6.6	0.0	0.3	13.2
5	4.3	3.6	0.5	0.0	<b>19.3</b>	<b>53.6</b>	<b>0.0</b>	20.3	<b>0.0</b>	15.0	0.0	0.0	0.0	6.3
6	7.4	0.0	0.0	0.0	4.3	<b>2.0</b>	<b>0.3</b>	2.0	<b>0.0</b>	13.7	0.3	1.0	3.8	20.6
7	2.3	0.0	1.5	0.0	0.3	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	11.7	<b>0.0</b>	9.1	7.9	5.6	0.0	0.0
8	11.2	0.0	8.9	11.9	4.1	<b>0.0</b>	<b>16.8</b>	4.1	<b>32.3</b>	2.3	3.3	0.3	10.7	<b>34.5</b>
9	<b>0.5</b>	1.3	16.8	<b>0.3</b>	3.0	<b>0.0</b>	2.5	0.0	0.0	0.0	0.3	3.3	<b>0.0</b>	0.0
10	<b>3.3</b>	<b>35.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	8.6	<b>0.0</b>	13.0	0.5	<b>36.3</b>	0.3	4.3	2.8	<b>0.3</b>	3.0
11	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	<b>1.5</b>	0.0	<b>0.0</b>	5.1	0.3	0.3	0.5	<b>0.0</b>	0.5	<b>0.0</b>	2.8
12	<b>4.8</b>	0.0	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>35.3</b>	<b>0.0</b>	0.0	11.4	22.9	0.0	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
13	<b>0.0</b>	1.3	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	2.3	10.9	<b>16.5</b>	<b>31.8</b>	24.6	1.0	<b>0.5</b>	1.0	<b>0.0</b>	0.0
14	<b>0.0</b>	<b>20.6</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	0.8	4.1	0.3	<b>21.6</b>	9.7	0.0	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	12.4
15	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	22.4	5.1	10.4	<b>0.0</b>	4.8	<b>26.7</b>	<b>0.0</b>	10.7	7.6	0.0
16	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	3.0	3.3	<b>28.4</b>	<b>1.0</b>	0.0	0.0	<b>3.6</b>	4.6	3.6	<b>17.8</b>
17	<b>1.8</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>20.8</b>	0.0	4.8	0.3	<b>0.0</b>	8.4	0.0	<b>0.3</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
18	<b>0.8</b>	<b>1.3</b>	<b>0.3</b>	2.8	0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	0.8	<b>1.3</b>	<b>19.8</b>	0.0	<b>0.0</b>
19	12.7	7.6	<b>0.0</b>	0.0	<b>49.3</b>	0.0	0.8	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	3.8	0.0	<b>0.0</b>
20	0.0	<b>0.0</b>	<b>3.3</b>	7.1	1.3	1.3	20.3	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	12.7	<b>2.0</b>	0.3	0.8	<b>0.0</b>
21	0.0	<b>0.0</b>	2.5	<b>1.3</b>	0.0	7.1	8.1	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	0.0	6.1	3.7	15.7	<b>1.8</b>
22	0.0	<b>0.0</b>	15.7	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>22.9</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	1.0	0.0	0.8	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>
23	0.0	<b>1.0</b>	<b>48.3</b>	<b>0.0</b>	<b>32.3</b>	1.5	4.8	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	1.3	0.0	7.9	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>
24	<b>25.4</b>	<b>0.8</b>	13.5	<b>0.0</b>	0.0	0.0	0.0	<b>2.5</b>	<b>0.0</b>	0.0	<b>14.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
25	<b>16.5</b>	<b>14.5</b>	0.3	<b>0.0</b>	0.0	<b>17.5</b>	<b>34.5</b>	<b>0.0</b>	5.8	<b>26.9</b>	4.1	1.0	<b>0.0</b>	<b>21.6</b>
26	<b>1.0</b>	1.5	0.0	<b>0.0</b>	0.0	5.1	<b>13.0</b>	<b>0.0</b>	0.3	0.0	7.1	0.0	<b>0.0</b>	0.0
27	<b>0.0</b>	4.8	4.6	<b>1.3</b>	<b>25.1</b>	9.1	3.0	11.9	<b>41.1</b>	5.6	0.5	2.8	<b>0.0</b>	10.7
28	<b>1.0</b>	8.6	2.8	<b>2.0</b>	0.3	0.0	0.0	3.0	10.4	0.3	3.0	17.5	<b>0.8</b>	1.0
29	<b>0.0</b>	3.0	<b>28.2</b>	<b>0.0</b>	0.0	0.0	5.1	17.0	14.2	0.0	4.8	3.3	<b>1.5</b>	0.0
30	<b>0.0</b>	0.8	0.3	<b>0.8</b>	14.5	0.0	0.3	0.0	1.8	4.8	0.0	0.3	<b>30.2</b>	0.8
31	<b>0.0</b>	0.8		9.4	0.0	___	0.0	0.0	___	2.8	<b>20.8</b>		0.0	0.5
<b>TOTAL</b>	102.5	172.3	273.8	70.20	324.0	217.1	236.3	139.0	221.5	171	105	92.1	128.4	158.5

Fuente: Adaptado de Estación meteorológica 12164 E.T.A. 274 COCULA, 2022

La presencia de estas lluvias torrenciales entre los años 2017 a 2021, se observa en el cuadro anterior, teniendo días con una precipitación alta y por otro lado se tienen varios días consecutivos sin lluvia, es decir, periodos con sequía que podrían relacionarse a la aparición de las plagas.

Por ejemplo, para septiembre de 2017 se observan tres días con precipitación por arriba de los 40 mm, representando un 56% de la precipitación total del mes, es decir, de los treinta días de septiembre hubo tres días con lluvias torrenciales, donde dos días fueron casi consecutivos teniendo lluvias el 1° de septiembre con 44.7 mm y en el día 4 hubo una precipitación de 60.2 mm, lo que representa que durante estos días haya mayor humedad y a su vez proliferen plagas, así como la planta tenga problemas en el desarrollo correcto, ya que, se tienen también 12 días consecutivos sin presencia de lluvia.

Para julio de 2018 se reporta el mes con menor precipitación con tan solo 70.2 mm de lluvia repartidos en tan solo 5 días, donde la precipitación máxima es de 20.8 mm en el resto de los días se tuvo de los 7.1 mm a los 11.9 mm, con días en donde la precipitación fue mínima y con diecisiete días (más de la mitad del mes) sin presencia de precipitación.

En agosto de 2020, donde la máxima precipitación diaria que se presenta en este mes fue de 20.8mm y dos días con 14.2mm y 14.0mm, teniendo el resto del mes con una precipitación por debajo de los 10mm de lluvia y diez días consecutivos con precipitación muy baja o nula.

Lo que nos demuestra que existe la presencia de los ECE, al menos en los últimos 5 años y coincide con la descripción que brindada por los productores en cuanto a la percepción del clima.

## Viento

Esta variable se consideró ya que agricultores mencionaron problemas en el cultivo debido al viento, en este caso toma en la velocidad en km/h, en el Cuadro 4 se puede observar la velocidad máxima del viento, teniendo en septiembre de 2019 y 2020 se presenta los picos más altos de la velocidad con velocidades arriba de los 40km/h, tomando en cuenta estos meses, ya que es cuando la planta de maíz es vulnerable ante este evento. Los productores indicaron que en estos meses (julio a septiembre) los vientos extremos son muy peligrosos para su producción, ya que la planta de maíz esta “jiloteando” (floreciendo), por lo que es susceptible a que el viento la derribe y se pierda parte de la cosecha.

**Cuadro 4. Velocidad máxima en km/h del viento mensual de 2017 a 2021**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>2017</b>	30.6	32.2	32.2	32.2	33.8	40.2	38.6	27.4	32.2	40.2	33.8	25.7
<b>2018</b>	32.2	35.4	25.7	32.2	<b>54.7</b>	38.6	37	38.6	40.2	27.4	27.4	37
<b>2019</b>	30.6	33.8	38.6	48.3	32.2	41.8	<b>45.1</b>	25.7	<b>45.1</b>	41.8	27.4	19.3
<b>2020</b>	—	—	—	—	—	35.4	40.2	30.6	43.5	19.3	—	25.7
<b>2021</b>	33.8	30.6	30.6	37	38.6	40.2	27.4	37	22.5	37	20.9	—

Fuente: Adaptado de Estación meteorológica 12164 E.T.A. 274 COCULA, 2022

Esta caracterización climática ayuda a identificar los patrones de temperatura, precipitación y viento, de esta manera se reconoce que existe un cambio en los patrones de lluvia desde décadas atrás pero también se identifican fenómenos específicos como periodos prolongados sin precipitación en meses en específico, de esta manera se comprende la percepción de los agricultores que se explica en la siguiente sección de acuerdo con lo que ellos contestaron en la encuesta aplicada.

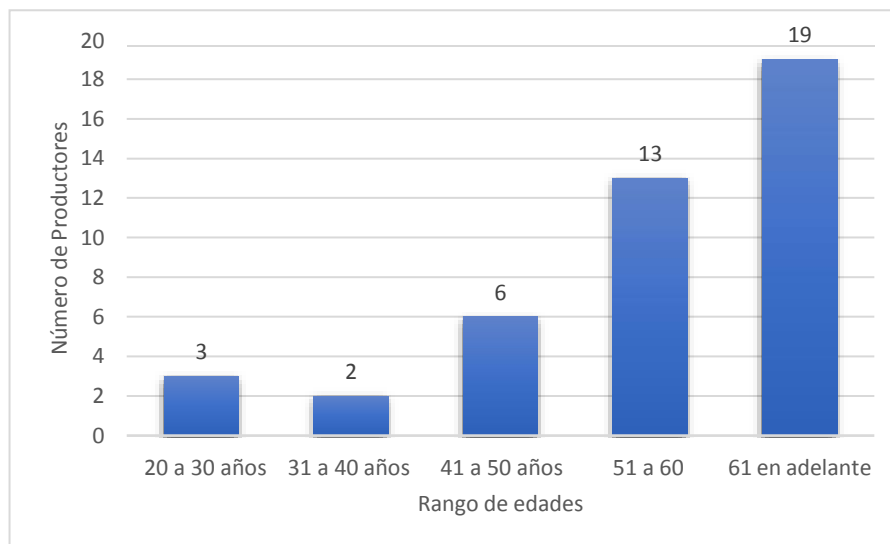
### **3.3 Componentes de resiliencia**

Se presentan los resultados obtenidos a través del instrumento metodológico aplicado a los productores, en el que se desglosa por cada uno de los componentes de resiliencia considerados en la metodología.

#### **Elementos Sociales**

En la localidad de Cocula, los habitantes se dedican en su mayoría a actividades relacionadas con la agricultura. El 45% de los encuestados reportan una edad mayor de 61 años; el rango de edad entre 50 y 60 años comprende un 30%, mientras entre 20 a 50 años está representada en un 25%. La distribución de los entrevistados se muestra en la Figura 17. Cabe mencionar que se buscaron encuestar a productores de los primeros rangos, pero no se encontraron en la localidad. Lo que indica que los tomadores y mano de obra es principalmente adultos mayores.

**Figura 17. Edad de los agricultores**

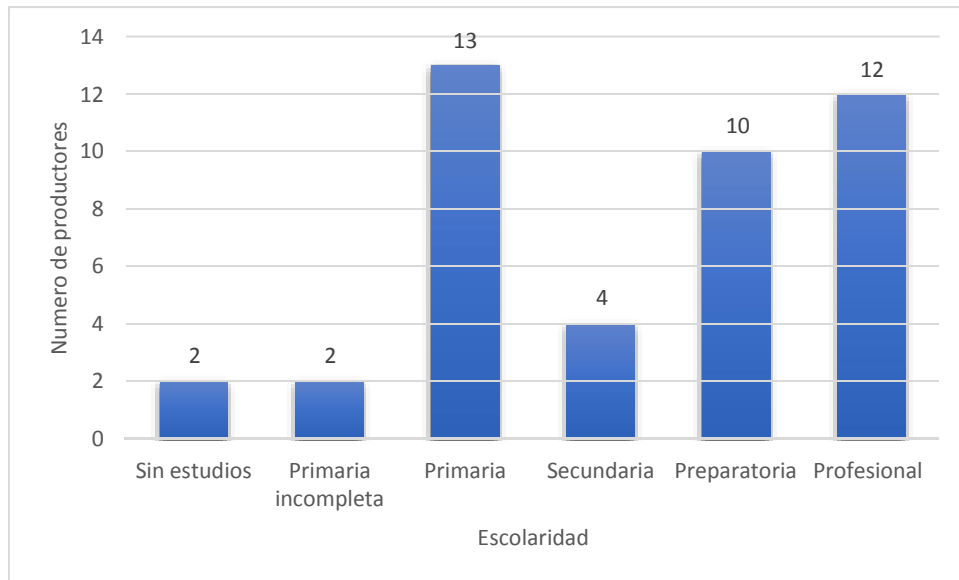


Fuente: Trabajo de campo, 2022

El grado de escolaridad de los 43 productores encuestados (Figura 18), comprende el 28% con una preparación profesional; 63% cuentan con educación básica mientras que solo 9% no cuenta con estudios. La evidencia indica que el grado de escolaridad no influye en abandonar la actividad agrícola ya que los encuestados mencionan que las

actividades no agrícolas representan una alternativa para continuar con la actividad agrícola al interior de las unidades familiares.

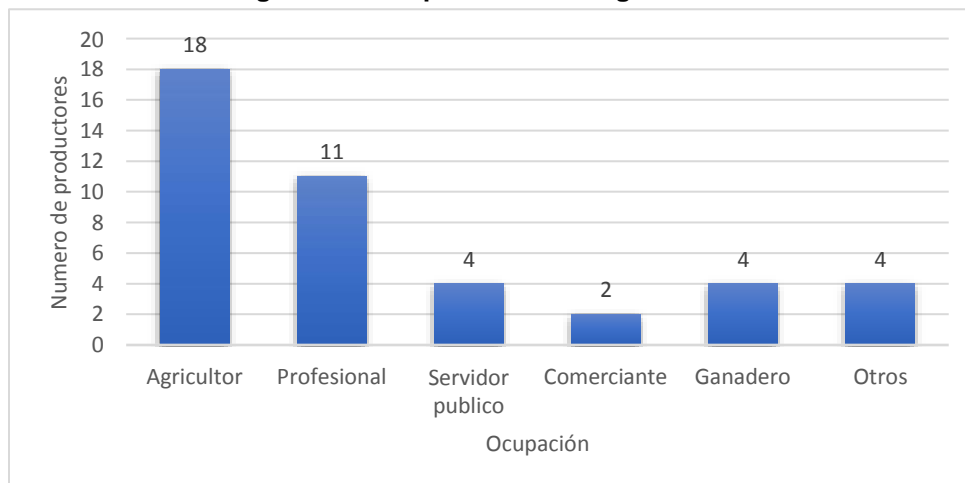
**Figura 18. Escolaridad de los agricultores**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

En cuanto a ocupación, se considera aquí a la actividad económica que realizan los productores encuestados de los cuales nos muestra que, de las 43 personas, el 42% se dedican a la agricultura y es su medio de ingresos, mientras que el 58% tienen otro oficio o profesión con la que obtienen el sustento económico para ellos y su familia (Figura 19).

**Figura 19. Ocupación de los agricultores**

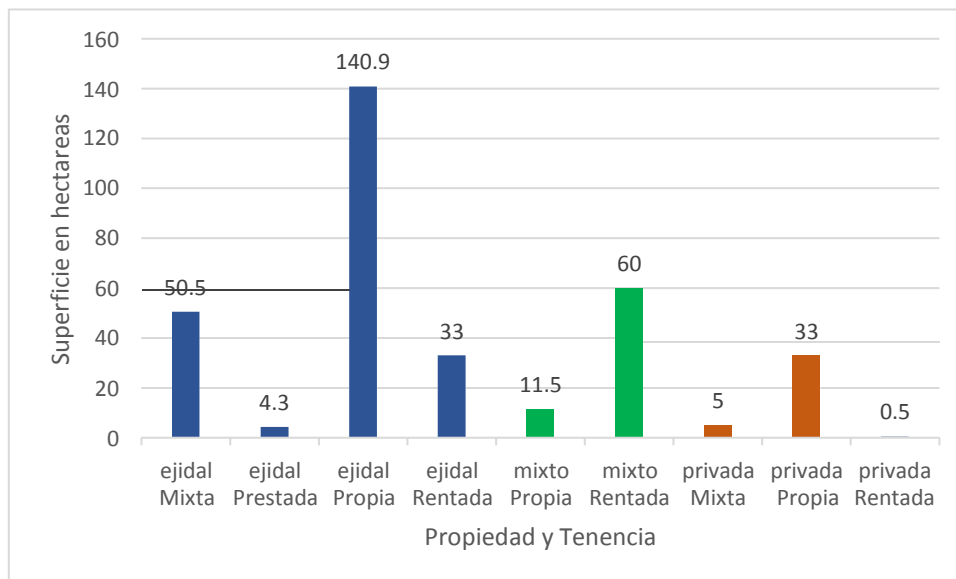


Fuente: Trabajo de campo, 2022

La superficie total (Figura 20) de los 43 entrevistados fue de un total de 338.7 hectáreas aproximadamente, de las cuales 228.7 ha corresponden a una tenencia ejidal; 38.5 ha fueron propiedad privada y 71.5 ha de mixta (comprende tenencia ejidal y privada en la unidad familia). Otras opciones de acceso a tierras de cultivo son a través de la renta se identificó que cerca de 93.5 has son rentadas mientras que 4.3 has son tierras prestadas de familiares o amigos cercanos.

Una de las implicaciones que tiene el tipo de tenencia en los sistemas de producción es que aquellos que son propietarios de manera privada o ejidal tienen un mayor acceso a los recursos aportados por instituciones gubernamentales mientras que aquellos que rentan no tiene este tipo de apoyo, ya que normalmente rentan de una a tres hectáreas para poder desarrollar la actividad. Lo que implica que los primeros tengan más posibilidades de tener una mayor resiliencia ante eventos que afecten la producción.

**Figura 20. Propiedad y tenencia de las parcelas**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

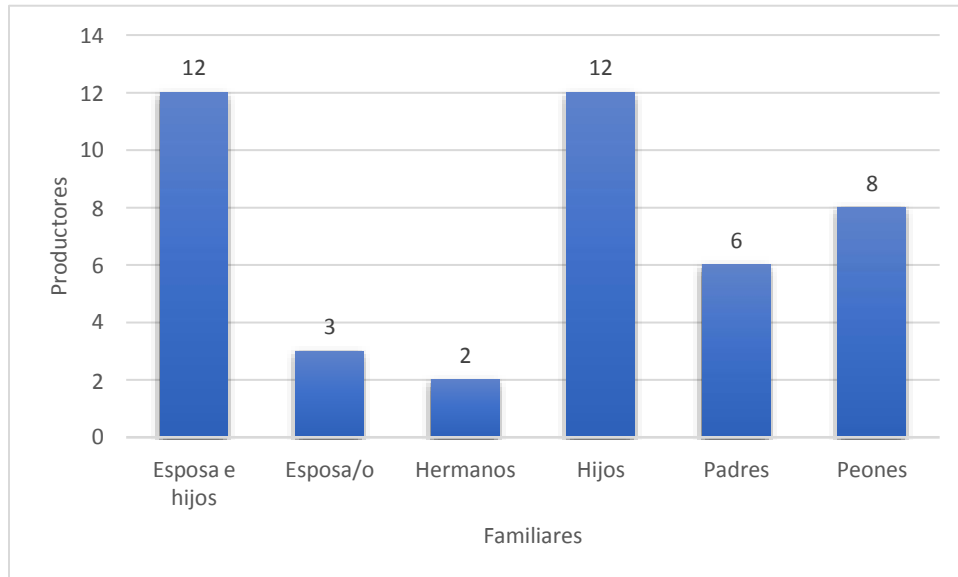
La presencia de la familia en las actividades agrícolas es fundamental ya que aportan mano de obra y recursos económicos en el proceso de producción principalmente para la siembra, de los 43 productores, el 19% utiliza mano de obra contratada en contraste con el 81% de las unidades familiares que utilizan mano de obra familiar. Es importante resaltar que cuando los hijos tienen posibilidad de desarrollarse en actividades no



agrícolas, éstos aportan contribuyen de manera económica al jefe de familia para que lleve a cabo las labores de cultivo de tiempo completo.

La Figura 21 y 22 ilustran la contribución de la familia a las actividades relacionadas con el cultivo.

**Figura 21. Distribución de la mano de obra familiar en actividades agrícolas**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

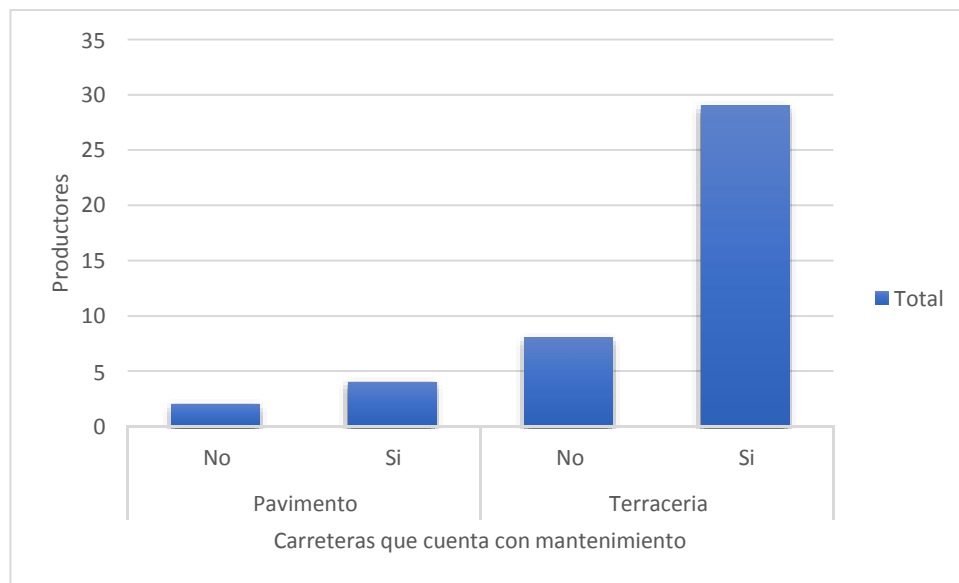
**Figura 22. Participación de la familia en actividades agrícolas**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

La infraestructura carretera (Figura 23) en el caso estudio se toma en cuenta de carreteras pavimentadas o terracerías que conectan de la localidad con los terrenos de los productores, siendo algunas de fácil acceso y, por otro lado, algunas otras vías que dificultan la entrada a los terrenos ya que se encuentran casi intransitables. En periodos de lluvia la dificultad para ingresar aquellos terrenos que cuentan con carreteras de terracería en condiciones sin mantenimiento afecta directamente a los productores para desarrollar sus actividades agrícolas.

**Figura 23. Carreteras**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

## **Elementos de Agrobiodiversidad**

### *Aspectos biofísicos.*

El relieve que describen los agricultores se relaciona con sus terrenos de cultivo. El relieve lo consideran de dos tipos, plano y lomerío. De los encuestados, 33 productores describen el relieve de su terreno como una superficie plana, el resto de ellos lo consideran, ladera, lomerío o bien mixto, que incluye lomerío y planicie, lo cual coincide con lo reportado en la bibliografía que menciona la mayor parte de la superficie del municipio son zonas con superficies semiplanas (Figura 24).

**Figura 24. Relieve de la zona**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

Es importante mencionar que el relieve desempeña un papel fundamental en la distribución del agua recibida por medio de la lluvia y condiciona la vegetación de las zonas, en este caso se tiene parcelas que a su alrededor cuentan con árboles y en algunas otras no se tiene más que las plantas de maíz en la temporada de cultivo.

Los aspectos de suelo (Figura 25) que menciona los agricultores hacen énfasis en su descripción física del color y textura, así como la cantidad de materia orgánica y problemas de inundación. Las personas entrevistadas describieron su suelo, primero el contenido de materia orgánica por lo que 27 personas mencionaron que sus suelos contienen MO, mientras que 16 personas dijeron que no. Identificando la materia orgánica como la hojarasca que hay sobre el suelo, tomando en cuenta también que los agricultores consideran que el suelo color negro contiene más MO.

El suelo que más describieron fue el arcilloso con la mitad de las personas entrevistadas, mientras que la otra mitad lo describió como, arenoso, poroso, chicloso y mixto. En cuanto a color 21 agricultores dijeron que el color de su suelo es café, 18 personas mencionaron que negro y 4 personas lo describieron como suelo rojo.

La última descripción sobre suelo es el espacio inundable, es decir, si el agua se "encharca" fácilmente o se escurre sin problemas, a lo que 10 de los encuestados mencionaron que, si el agua se encharca, mientras que 33 personas comentaron que no.

**Figura 25. Suelo de la zona**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

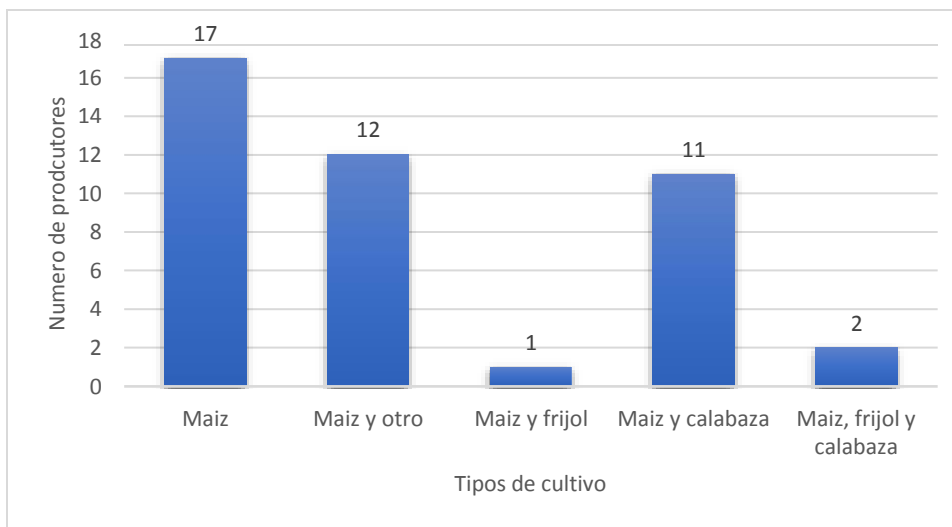
De acuerdo con las características en conjunto que ellos describen, coinciden con el tipo de suelo de la literatura como lo son los Chernozems, Vertisoles, Leptosoles y los Regosoles.

Se considera aquí el cultivo de maíz como el principal cultivo de la región, no obstante, no se descarta la presencia de otros cultivos comerciales como son sorgo, arroz, caña, cacahuate, ajonjolí, tomate y jamaica, es decir, que no solo depende de la cosecha del maíz. Cabe señalar que la mayoría de estos cultivos no se contemplan en las 332.7 hectáreas que son específicamente para la producción de maíz. Sin embargo, el cultivo asociado al maíz de relevancia es la calabaza lo que permite no depender en su totalidad del cultivo de maíz exclusivamente.

Algunos productores señalaron que optaron por cultivar otros productos, considerando la pérdida de rentabilidad del maíz, por lo que, comenzaron a sembrar este tipo de cultivos como el ajonjolí, el cacahuate, el tomate y la jamaica. Por su parte. Los agricultores que siembran sorgo son porque cuentan con ganado y este lo utilizan para

su alimentación. La mayoría de estos productos se siembran con sistema de riego, mientras que el maíz es cultivado en temporada de lluvias. La Figura 26 muestra la distribución de cultivos presentes en el caso de estudio.

**Figura 26. Tipos de cultivo**

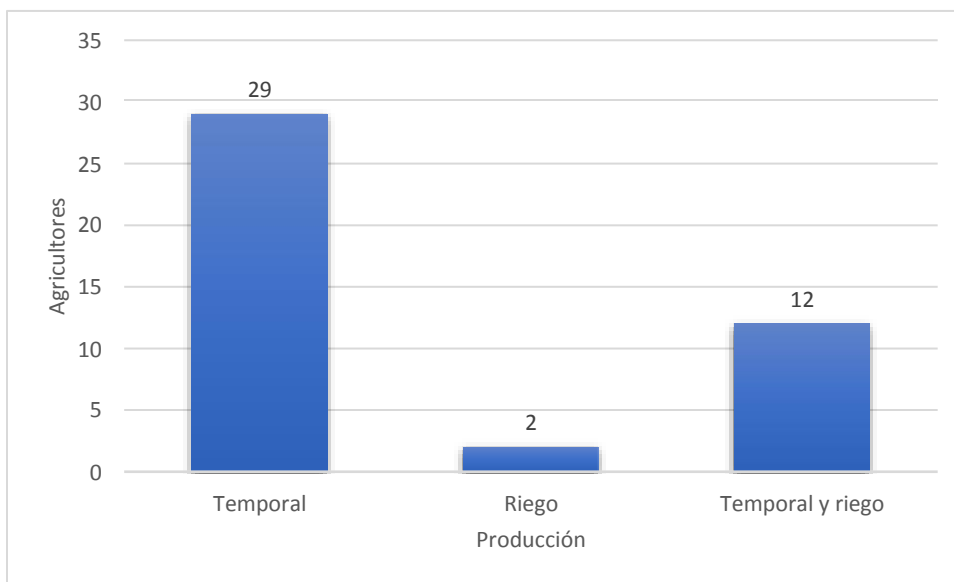


Fuente: Trabajo de campo, 2022.

La producción que se desarrolla en la localidad se lleva a cabo de manera tradicional rigiéndose con la temporada anual de lluvias, dos productores realizan solo agricultura de riego y el resto de ellos lo hace tanto temporal como riego (Figura 27).

Algunos de los agricultores mencionaron que anteriormente ellos se dedicaban a la siembra tanto de temporal y de riego pero que, con el paso del tiempo, el acceso al agua se ha dificultado para realizar los dos tipos de producción, por lo que tuvieron que dejar de sembrar de riego concentrándose solo en agricultura de temporal.

**Figura 27. Tipos de producción**

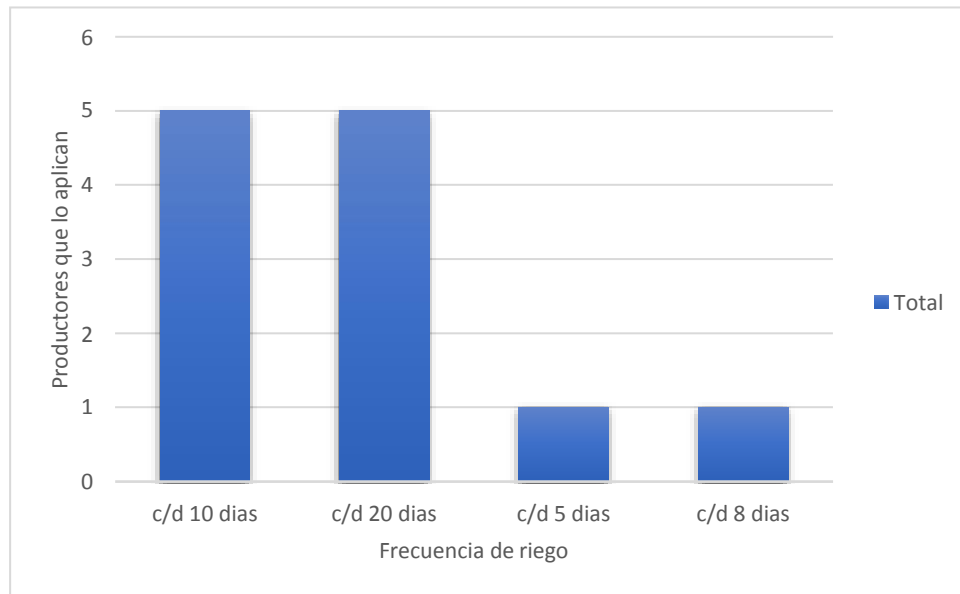


Fuente: Trabajo de campo, 2022.

El barrio con mayor cantidad de producción de riego es San Bartolo Bajo (tiene mayor cercanía al río del municipio), por su parte La Concepción que es el barrio que se ubica en el centro de la localidad es la que cuenta con mayor cantidad de producción de temporal, la ubicación de los terrenos de estas personas se encuentra a las afueras de la zona urbana.

La agricultura de riego se abastece de dos fuentes principales de agua, una de ellas es el río Balsas, el cual atraviesa este municipio y la segunda es un canal que desvía el agua del río para llevarlo al otro lado de la localidad del cual algunos agricultores utilizan el agua, la Figura 28 indica la frecuencia del riego de acuerdo con el acceso al recurso.

**Figura 28. Frecuencia de riego**



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

El sistema de producción como se ha mencionado anteriormente puede ser de monocultivo o policultivo, los resultados indican que solo cuatro personas, practican el sistema de policultivo sembrando calabaza y/o frijol al mismo tiempo que el maíz; sin embargo, el resto de los productores realizan el monocultivo sembrando solamente maíz, lo cual en algunos casos los terrenos son explotados durante todo el año por este sistema de producción, ya que suele utilizarse en agricultura de temporal y de riego.

La práctica del sistema monocultivo con lleva a la percepción de los agricultores a una pérdida de la fertilidad del suelo y rendimiento del cultivo, requiriendo cada vez más de insumos externos como lo mencionaron algunos testimonios “...antes se sembraba solo maíz, pero el rendimiento de la cosecha comenzó a disminuir por lo que comenzó a asociarlo con la calabaza obteniendo mejores resultados...”

Otra estrategia que utilizan los agricultores para eficientar los recursos es la siembra por mateado (Figura 29) en zonas de lomerios y laderas y en hilera en las zonas planas. Ellos explican que esto se debe a que es difícil el acceso a sembrar de manera mecánica por lo que ellos prefieren realizar esta actividad para facilitar la siembra.



**Figura 29. Distribución por mateado**



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

En la localidad de Cocula el nivel de tecnificación depende de las condiciones de relieve en parcelas se encuentran localizadas en lomerios y laderas no utilizan mecanización por lo que la mayoría de las actividades se llevan a cabo de manera manual, y a su vez las parcelas que se localizan en zonas planas realizan sus actividades desde la siembra hasta la cosecha con la implementación de maquinaria, pero dependiendo si hay limitaciones económicas para su pago. De los 43 agricultores, solo 6 realizan el proceso totalmente manual, 16 agricultores ocupan maquinaria para todo el proceso del cultivo y 21 de ellos realizan actividades mixtas utilizando maquinaria (Figura 30) y otras labores las hacen manualmente. El nivel de tecnificación por lo tanto es medio con un 58%, con un 28% un nivel alto y para el nivel bajo con un 14%.

La mayoría de los agricultores se apoyan de maquinaria para llevar a cabo sus labores agrícolas, lo que facilita las actividades del cultivo, que aumente su producción y en algunas ocasiones por la edad del agricultor es viable para el contratar la maquinaria y se encargue de sus labores.



**Figura 30. Aplicación de fertilizante con tractor**



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

El uso de semillas que los productores utilizan tanto orgánicas como mejoradas, las semillas mejoradas que mencionaron son DKALB-357 que cuenta con características que se adaptan a la región. Los agricultores indican que ésta es buena opción para usarla tanto para grano como para forraje, además de que se ha adaptado a las condiciones climáticas de la zona de estudio y con buenos resultados en la cosecha. Y la segunda es la semilla PIONEER que al igual que la anterior obtiene mejores cosechas ya que se ha adaptado a la zona.

Por otro lado, tenemos al maíz amarillo (Figura 31) y liso que es propio de la región de Cocula y otro que se le denomina maíz costeño debido a que es originario de las costas del estado de Guerrero. Sin embargo, el uso de maíz criollo tiene una baja producción en comparación con las anteriores. Solo tres agricultores utilizan la semilla criolla; dos combinan semilla criolla con híbrida, mientras que, 38 agricultores utilizan únicamente semillas mejoradas que compran cada año, usando aproximadamente de

18 a 20 kilos por hectárea de estas semillas, por lo que, se infiere que el maíz criollo está siendo desplazado por las variedades mejoradas.

**Figura 31. Maíz amarillo nativo**



Fuente: Trabajo de campo, 2022

La preparación del terreno antes de la siembra es convencional para los 43 productores, la actividad se realiza con un barbecho en los primeros 15 cm de suelo, roturando, el suelo para que se aire y se incorporen los residuos de la cosecha anterior, facilitar la filtración de agua, incorporación de nutrientes, y reducción de plagas y malezas en la superficie.

La preparación del terreno se lleva a cabo por yuntas y arados en las zonas de lomerío y laderas, y la implementación de tractor en las zonas con planicie (Figura 32). Se realiza el barbecho días antes de la siembra, dependiendo del terreno a ocupar si es manual o con maquinaria, los 43 agricultores encuestados mencionaron que aplican esta técnica porque para ellos favorece de mejor manera la siembra del maíz.

**Figura 32. Agricultor preparando el terreno**



Fuente: Barbecho, Arenas L., 2022

La fertilización en el cultivo de maíz en la localidad de Cocula es de dos maneras, la orgánica a través de la aplicación de abonos orgánicos son principalmente composta, estiércol de animales y bocashi, aunque de los 43 entrevistados, 36 agricultores colocan fertilizante químico o inorgánico, 5 usan mixto, es decir, aplican composta al principio y posteriormente aplican un fertilizante químico y 2 productores usan totalmente abono orgánico.

La fertilización inorgánica se basa en la aplicación de Sulfato de Amonio (SAM), Fosfato diamónico (DAP), se realizan dos aplicaciones, así como la aplicación de fertilizantes foliares, cada uno de los fertilizantes aplicados va a depender de la capacidad económica de los productores y de las necesidades del suelo para suplir los nutrientes necesarios al maíz.

Los insecticidas que se aplican son químicos para combatir plagas principalmente como la del gusano, 34 agricultores aplican un insecticida químico, dos aplican



insecticidas orgánicos a través de repelentes con feromonas, es por ello que mencionan que aplican insecticidas orgánicos y uno de ellos aplico también las feromonas pero al no obtener los resultados esperados opto por aplicar un insecticida químico es por ello que solo uno es mixto, el resto de los agricultores comentan no aplicar ningún tipo de insecticida. Las plagas que principalmente les afectan son el gusano cogollero (Figura 33), la gallinita ciega, el moyote y el izticuil, como se observa en la figura 32 el ataque de éstas a la planta de maíz.

**Figura 33. Plaga (gusano cogollero)**



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

En cuanto al control de malezas 39 agricultores usan herbicidas químicos y cinco retiran la maleza de manera manual sin aplicar ningún tipo de herbicida. En la Figura 34 se muestran algunos de los productos que utilizan los productores en sus procesos de cultivo.

**Figura 34. Productos que emplean en el cultivo**



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

En el Cuadro 5 muestran los nombres de los productos más utilizados por los agricultores encuestados. Algunos de los principales herbicidas que ellos utilizan contienen glifosato, cabe señalar que los agricultores no toman ninguna medida sanitaria al aplicarlo, no usan guantes, cubrebocas o las medidas mínimas para la aplicación de este producto.

**Cuadro 5. Productos que se aplican en los cultivos**

Fertilizante	Herbicida	Insecticida
DAP	Faena*	Massada
Urea	Gesaprim calibre 90	Denim
Sulfato	Adengo	Karate
Bayfolan	Faena clásica*	Piraña
Mezfer 44	Esteron	Counter
Potasio	Stratus	Foley
Zima	Primagram	Clavis
Triple 17	Gramoxone	Regent
Sulfato de amonio	Tordon	Monitor
Triple 15 o urea	Take*	Lorsban
Ever Green	Integrity	Ringo
	Polar 90	Rimon
	Hierbamina	Palgus
	Candela super*	
	Coloso total*	
	Atrazina	

Fuente: Trabajo de campo, 2022.

\*su mayor componente es glifosato

La cosecha también conocida como pizca<sup>4</sup> regularmente se lleva de manera manual en las laderas y lomeríos, o bien en algunos casos porque la superficie sembrada es considerablemente pequeña, por otro lado, se usa la maquinaria como la trilladora en las zonas de planicie o para los productores que siembran una cantidad mayor de hectáreas.

En su mayoría la cosecha es de manera manual 26 de los agricultores es de esta manera y el resto mecánica, la ventaja de manera manual es que resulta más económica sobre todo en aquellos con superficies pequeñas, en contraste, para

<sup>4</sup> Recolección del maíz cuando ya está seco luego se acomoda en montones o costales.

aquellos agricultores que cuentan con extensiones grandes de terreno rentan al municipio la trilladora para llevar a cabo de manera mecánica la cosecha.

Los agricultores después de la cosecha (Figura 35) continúan con el secado de grano por unas dos semanas para su comercialización o bien para autoconsumo. En el caso que sea alimento para animales, se muele todo para tenerlo listo como es el caso de los productores que son ganaderos ya que de eso depende para alimentar a sus animales. De este modo más de la mitad de los agricultores destinan sus cosechas a autoconsumo, venta y alimento de animales.

La cosecha que obtienen en promedio cada agricultor es de 5.4 toneladas por hectárea, teniendo un mínimo de 2 toneladas y un máximo de hasta 12 toneladas por hectárea de acuerdo con las respuestas de los agricultores. Esto dependerá de las características de los terrenos de cada agricultor, ya que, algunos tienen sus terrenos en laderas y normalmente se destina solo autoconsumo. Además de tener en consideración el capital con el que cuenta cada uno de los agricultores.

**Figura 35. Cosecha**

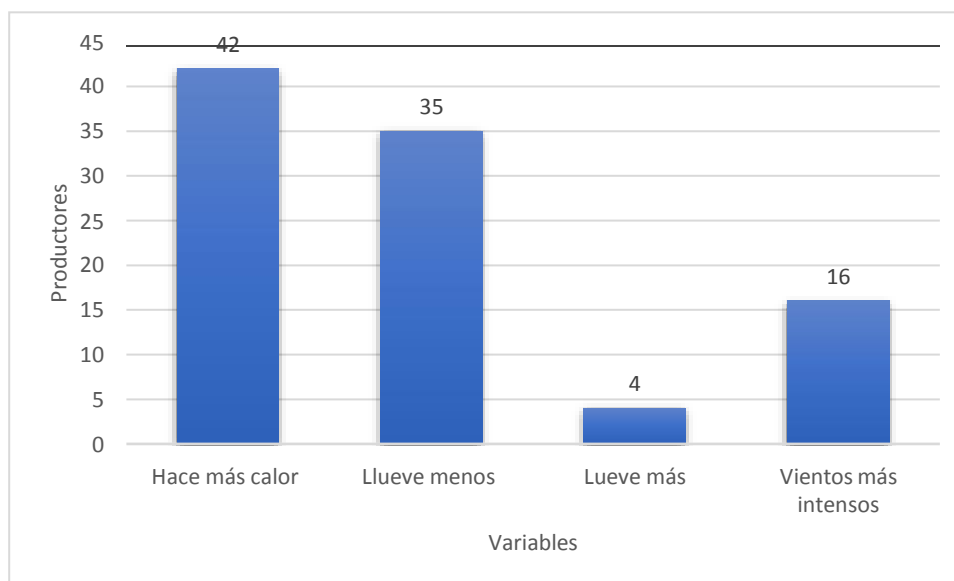


Fuente: Cosecha [Fotografía] por Arenas L., 2022

## **Elementos de la percepción del clima y amenazas**

De acuerdo con la percepción climática (Figura 36) de los entrevistados en respuesta a la pregunta ¿cómo han notado su entorno al momento de llevar a cabo la siembra del maíz? reportan que en los últimos diez años desde su percepción han notado cambios considerables principalmente un aumento de temperatura y con este el temporal de lluvia cada vez se reduce, es decir, llueve menos y se recorre hacia los siguientes meses. También comentaron que, aunque llueve menos, en ciertas ocasiones han presenciado lluvias torrenciales, en ciertos días llueve mucho más de lo que llovía en semanas anteriores. Además, con estas lluvias ha habido vientos fuertes que de igual forma perjudican la siembra del maíz, porque trozan la planta.

**Figura 36. Percepción del clima**

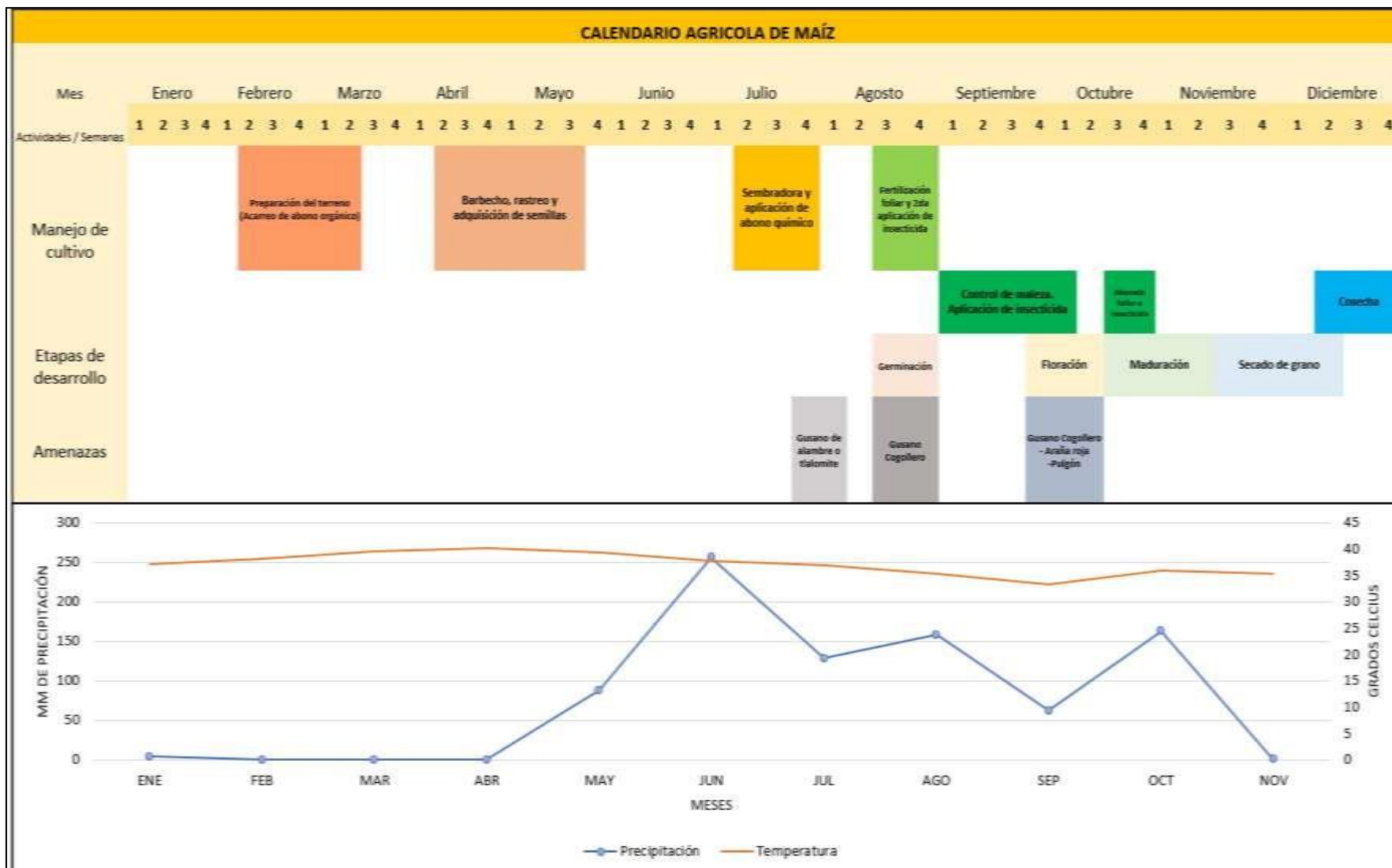


Fuente: Trabajo de campo, 2022.

La Figura 37 ilustra el calendario agrícola relacionado con eventos climáticos como son precipitación y temperatura del año 2021 y la relación entre cada proceso del agricultor con los datos reales sobre dichas variables.



Figura 37. Calendario agrícola en relación a la temperatura y precipación media del 2021



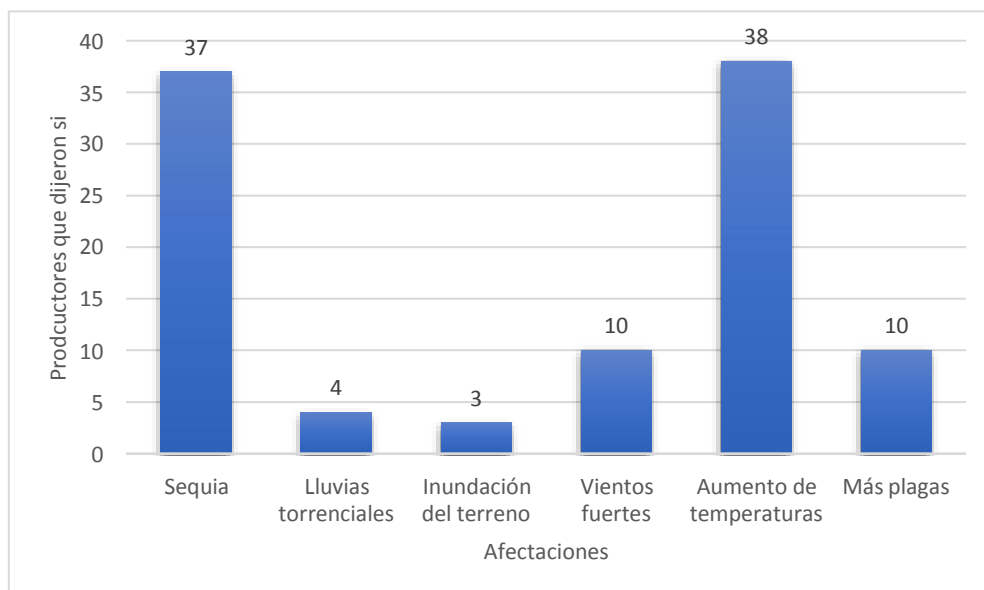
Fuente: Trabajo de campo, 2022

De acuerdo, con el “testimonio 1” quien ha sembrado desde hace 60 años, menciona “...actualmente se ha tenido que recorrer las fechas de siembra, debido a que anteriormente se comenzaba a sembrar a mitad de junio, pero por el cambio de temporal que se ha ido recorriendo ahora se siembra a finales de julio y principios de agosto”. De manera adicional, comenta “... para poder dar inicio esperan dos “aguaceros” es decir, después de lluvia fuertes es que ellos deciden sembrar para que el suelo se encuentre en las condiciones óptimas para recibir la semilla”.

La Figura 37 indica que el mes más lluvioso del 2021 fue junio; sin embargo, cada año es muy distinto de acuerdo con los testimonios de los agricultores por lo que han recorrido casi un mes la fecha de siembra. Las fechas que dieron los entrevistados fueron como la más temprana 10 de julio y 1 de agosto como la fecha más lejana para sembrar según los agricultores.

De acuerdo con los productores entrevistados dieron a conocer los principales eventos que han tenido ( Figura 38) en la localidad desde 2010 hasta la actualidad y cuáles fueron los eventos que más les han afectado.

**Figura 38. Eventos que han afectado a los cultivos**



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

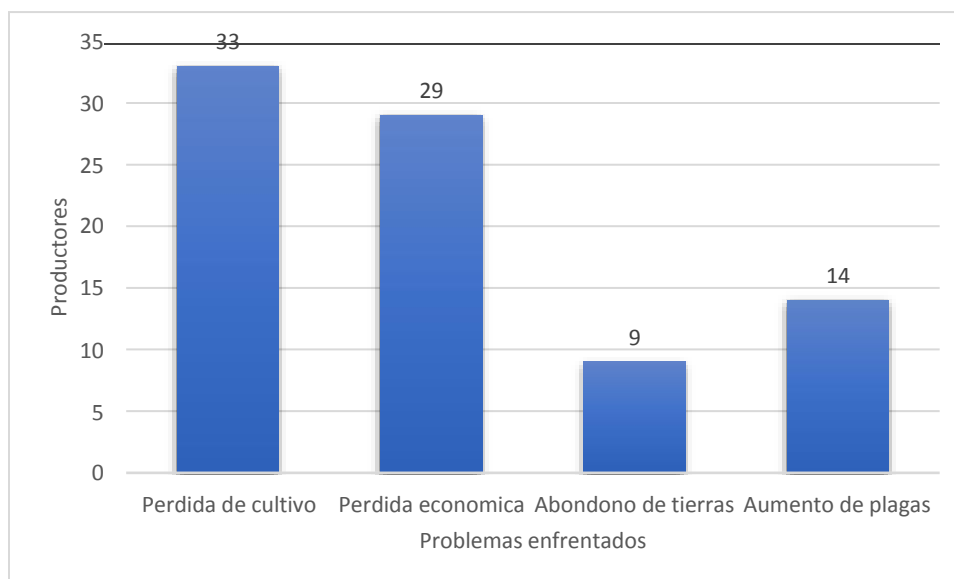
La sequía y el aumento de temperaturas se relacionan porque de acuerdo con los productores entre menos llueve más calor se siente y este aumento de las

temperaturas no solo afecta a la planta sino a la población en general, ya que, en temperaturas extremas trabajar bajo el sol intenso en actividades como abonar o retirar maleza ha afectado su condición de salud, con deshidrataciones severas, jaquecas e insolaciones. Por otro lado, también se ve relacionado que si hay sequía y un aumento de temperaturas las plagas tienden a reproducirse más rápido.

Los problemas que han traído consigo los eventos anteriores son principalmente la pérdida parcial y total de los cultivos, que a su vez representa una pérdida económica importante. En cuanto al abandono de tierras se han reportado hasta 7 hectáreas que se dejaron de trabajar, en algunos casos se vendieron o bien cambiaron de cultivo a árboles frutales, pero en su mayoría los productores comentaron que prefieren quedarse solo con una hectárea para seguir sembrando maíz para autoconsumo.

Respecto a las plagas implica un gasto económico mayor porque para enfrentar estas plagas se debe fumigar más de lo que se tenía previsto para salvaguardar la cosecha y no se vea afectada o se llegue a una pérdida del cultivo (Figura 39). Estas plagas se relacionan con el aumento de la temperatura y la reducción de la precipitación ya que estas condiciones favorecen su proliferación, se observa que las plagas tales como la araña roja, el gusano cogollero y el pulgón se presentan en los meses de septiembre y octubre en los periodos sin precipitación. Además de que existen otras plagas que por el contrario se desarrollan en ambientes húmedos debido al exceso de agua por las lluvias torrenciales.

**Figura 39. Afectaciones a los agricultores**

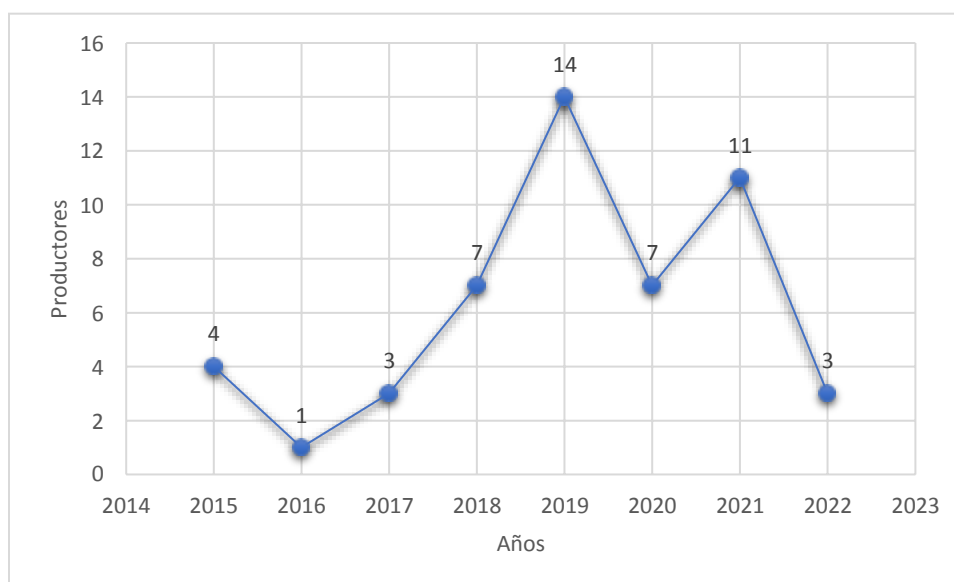


Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Los años con mayor incidencia (Figura 40) de eventos como sequias, lluvias torrenciales y vientos se reportan entre los años de acuerdo con su percepción y donde ellos fueron afectados mayormente, en contraste, con los datos de la estación.

De los 43 encuestados, 26 de ellos reportan un solo año con mayores afectaciones, mientras que 17 de ellos mencionan que hubo más de un año donde resultaron afectados, de los cuales los años que se reportan es el 2019 con 14 personas que reportan afectaciones en este año y el 2021 con 11 productores afectados.

**Figura 40. Años con mayor incidencia de eventos**



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

El 2021 es el segundo año con mayor reporte de incidencias, los datos muestran que septiembre fue uno de los meses de 2021 donde menor precipitación hubo, en este mes incrementaron las plagas y aunado a esto el viento fue intenso y quebró en algunos casos las plantas por lo que hubo incluso para algunos agricultores pérdidas significativas, obteniendo solo 1 tonelada de maíz.

Para el 2020 hubo siete agricultores que comentaron haber tenido problemas en este año en cuanto a sequía, aunque de acuerdo con los datos este año hubo menor precipitación que años pasados, sin embargo, la distribución de precipitación en los meses fue más uniforme que en otros años, es decir, pese a que la cantidad de precipitación es menor respecto al resto de los años, la distribución se dio entre los 170 y los 100mm de precipitación por mes.

En el 2018 los agricultores mencionan que este año fue en el que tuvieron problemas de inundación del terreno, aumento de la humedad por lluvias intensas, esto se debió a que en el mes de agosto se alcanzaron los 323.9 mm, señalando que algunas de las plantas se pudrieron por el exceso de agua y tuvieron pérdidas en su cultivo, no solo en el maíz sino en otros cultivos como de calabaza y frijol.

La mayoría de los encuestados mencionaron no haber realizado ninguna acción para poder solucionar o enfrentar los problemas, debido a que la sequía fue el problema que más se presentó pocos de ellos tuvieron acceso a riego en sus cultivos de temporal, mientras que otros tuvieron el recurso económico para aplicar un “antiestrés por sequía” pero realmente en el caso de las sequias no hubo mucho para enfrentar perdiendo sus cultivos. Por el lado de las plagas algunas fueron imposibles de controlar perdiendo el cultivo mientras que algunos productores pudieron aplicar insecticidas para enfrentar la situación. En cuanto a lluvias torrenciales los productores comentan que se pudre la planta de esta manera no hay nada por hacer y en cuanto a los vientos ellos mencionan que en algunas ocasiones se “acuesta” la planta y después se vuelve a levantar para seguir con su crecimiento normal mientras que si el viento troza la planta por la mitad no hay nada que hacer y las utilizan como alimento para animales.

### **Elementos de organización y conocimiento**

La asociación con la que cuenta la localidad es al Ejido, es decir, los ejidatarios pertenecen a este grupo y de los 43 encuestados, 11 de ellos son ejidatarios.

Respecto a los grupos de apoyo o asistencia solo 2 productores de los entrevistados trabajan en un programa piloto con el INIFAP de los cuales, los agricultores están aprendiendo a usar insecticidas y abonos orgánicos.

El abono orgánico es vermicomposta el cual se prepara con 10 litros de este abono, 200 litros de agua y un litro de melaza de caña, se aplica 4 veces durante todo el periodo de cosecha a través de una bomba de aspersión. La primera aplicación es después de los 15 días de siembra, las siguientes aplicaciones se realizan después de 20 a 25 días. Los dos agricultores que aplican fue en una sola parcela de media hectárea como parte del programa piloto (Figura 41).

El uso de insecticida fue a través de feromonas en los mismos 2 cultivos de las personas que participan en el programa de fertilizante. La utilización de este insecticida es a través de feromonas como se muestra en la Figura 42 se coloca en las bolsas y se deja ahí un mes, donde atrae a los insectos para un mejor control.

**Figura 41. Abono orgánico**



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

**Figura 42. Insecticida orgánico**



Fuente: Trabajo de campo, 2022.

Los programas gubernamentales con los que cuentan 23 de los productores es con el apoyo de paquetes de fertilizante (nitrógeno, fósforo y potasio) a través del programa Segalmex, programa federal que apoya a productores, ya que, busca la autosuficiencia alimentaria en los cuatro granos básicos (maíz, trigo, arroz, frijol) y leche, fomentar el desarrollo económico y social del país.

En cuanto a la asistencia municipal o asesoría los mismos dos productores que cuentan con el apoyo del INIFAP cuentan con el apoyo del H. Ayuntamiento municipal para seguir desarrollando el sistema piloto ya que entre el Ayuntamiento y el INIFAP existe una vinculación.

El conocimiento sobre la variabilidad climática se relacionó con preguntas abiertas acerca de la opinión sobre el clima, lo que se ha percatado y como ha visto esta variabilidad a lo largo del tiempo, por lo que 22 de los productores mencionan que ellos solo se percatan que el aumento de temperatura es evidente, además de que la temporada de lluvias se ha recorrido y han tenido que modificar sus calendarios agrícolas. Algunos de los comentarios que hicieron:

“Ahora no se conoce el temporal porque es muy variable y antes el pueblo era templado”

Por otro lado, algunas mencionan que nada del cambio climático o estos eventos existen que solo es un invento y que ellos consideran que todo sigue normal.

Los conocimientos sobre agricultura en la localidad fueron transmitidos en su mayoría por padres y abuelos, donde ellos relatan cómo eran las prácticas agrícolas en esta

localidad. En el siguiente texto se describe lo comentado por los agricultores acerca de la actividad agrícola en el pasado.

### *Agricultura Temporal en Cocula (1940 a 1980)*

Los preparativos para iniciar con la siembra del maíz eran desde abril en estas fechas se acarrea el estiércol de vacas, caballos y demás animales con el fin de que el suelo se nutriera. En los últimos días de mayo se comenzaba con las actividades de preparación del terreno, teniendo dos opciones para llevar a cabo, uno de ellos era el “sacamoleado”, es decir, una clase de barbecho donde se apoyaban de la yunta con caballos, machos y bueyes. El segundo se conocía como “empalmar” en donde realizaban una clase bordos delgados y gruesos para tener el surco listo para la siembra.

A mediados de junio entre los días 15 y 24 se sembraba el maíz, que era originario de la región conocido como maíz liso y maíz pipitaya. Esto se realizaba ya que cada año se recolectaban los mejores granos para guardarlos y así utilizarlos el siguiente año para la siembra. En aquellos tiempos no se aplicaban fertilizantes porque en la preparación del terreno se incluía colocar el estiércol de los animales como fertilizante previo a la siembra.

Una vez que se había realizado la siembra contando ocho días después volvía a pasarse la yunta, esto con el fin de “dar tierra”, acción que se hacía con la intención de proteger la planta de los fuertes vientos, evitando así que el viento tirara la planta que recién comenzaba a desarrollarse.

Después de eso las labores que se realizaban era eliminar la maleza, esto de manera manual con machete y una vez se retiraban de raíz del suelo, se colocaban a lado de las plantas con el fin de que abonara el maíz. Además, se realizaban otras acciones como la “zacateada” que lo describen como quitarle hojas a la caña del maíz con el fin de alimentar a los animales.

Estas últimas acciones se hacían dependiendo de la maleza y las necesidades de cada agricultor desde la fecha de siembra hasta los últimos días de noviembre, periodo en el que se comenzaba la cosecha durante una semana aproximadamente, haciendo todo



manual apoyándose de costales para la recolección de la mazorca y posteriormente se desgranaba en “oloterías” que son un conjunto de mazorcas sin maíz posicionadas verticalmente formando un círculo para así desgranar el maíz.

#### *Agricultura de Riego en Cocula (1940 a 1980)*

Este tipo de siembra se realizaba en las fechas de enero en adelante dependiendo de cada persona, cabe señalar que en la agricultura de riego se hacía en policultivos, porque se sembraba maíz y caña.

Realizando el mismo proceso que la agricultura de temporal, solo que en la de riego se hacía canales de tierra para transportar el agua, lo que en ese entonces se conocía como “apancales” estos sin necesidad de utilizar la yunta y se llevaba a cabo el riego cada 8 días en un periodo de 7 a 8 riegos. Cosechando en el mes de abril.

En estos terrenos donde se dedicaban a sembrar solo de riego (por la ubicación a cuerpos de agua) se realizaba una rotación de cultivos ya que tres años consecutivos sembraban la caña y al año siguiente se sembraba arroz para después otra vez sembrar durante tres años caña junto con el maíz. Además de que tanto en temporal como en agricultura de riego se realizaba policultivo de maíz con guacamote.

En contraste, el conocimiento de las actividades anteriores que se había heredado de generación en generación por los padres y abuelos se tuvo que ver modificado a partir del año 1975, en donde los señores mayores comentan que, fue el inicio de las primeras plagas como el gusano cogollero y el nixticuil, que se comía la raíz de la planta, fue hasta ese entonces en donde comenzaron a usar semillas tratadas con venenos para evitar esta situación.

Después de esto, llegó también el moyote, animal que se comía las hojas y se empezaron a implementar los métodos de fumigación que esparcían el herbicida en toda la planta, que desde ese entonces hasta la fecha se aplica en estos métodos para combatir las plagas.

Por último, se comenta que además de que se tenían terrenos exclusivos para riego y temporal, también se sembraba un año un terreno de temporal y al siguiente otro o un

mismo terreno se dividía en dos partes para intercalar en un año una sección y al siguiente la otra con el fin de “dejar descansar las tierras”, teniendo en cuenta que la cosecha de maíz en general era para autoconsumo y no para comercializar.

### **3.4 Procesos de resistencia, adaptación y/o transformación de los elementos de resiliencia**

La evidencia encontrada durante el trabajo de campo permitió identificar la situación del sistema de producción de maíz, en la localidad de Cocula, así como el sistema familiar al que pertenece de acuerdo con la clasificación que se tienen en México. Se determina la presencia de variabilidad climática desde la percepción local y con base en los datos meteorológicos. Se presenta la información que se realizó conforme cuadros-resumen de las variables de resiliencia tomando en cuenta las categorías de resistencia, adaptación y transformación, que permiten la continuidad del sistema de producción de maíz en condiciones óptimas ante la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos.

#### *Elementos sociales y resiliencia.*

En el Cuadro 6 se observan los elementos sociales, estos se encuentran dentro de la categoría de resistencia del sistema ante las amenazas climáticas.

Los agricultores son ejidatarios quienes cuentan con terrenos propios y mantienen a la familia en el campo, esto implica que el sistema se mantendrá, mientras los agricultores continúen con el apoyo de sus familias de manera económica y disponibilidad de mano de obra en actividades como la cosecha, y que aseguran la producción de maíz. El escenario que aquí se presenta es que hay un abandono paulatino del sistema, su permanencia dependerá enteramente de la estructura de la familia, por ejemplo, si los miembros jóvenes de la familia le dan continuidad al sistema se mantendrá la resistencia o habrá un proceso de transformación y por tanto preservan el conocimiento que se mantiene desde hace 80 años o modificaran el conocimiento para enfrentar a los agentes externos que los afecten.

**Cuadro 6. Elementos sociales en la resiliencia**

<i>Elementos</i>	<i>Resistencia</i>	<i>Adaptación</i>	<i>Transformación</i>
<i>Edad</i>	Los agricultores son más adultos mayores		
<i>Escolaridad</i>	Cuentan con educación básica		
<i>Ocupación</i>		Tienen otros ingresos aparte de la agricultura	
<i>Años agricultura</i>	Experiencia con prácticas agrícolas desde hace 80 años		
<i>Tamaño de la tierra</i>	Cuenta con un promedio de 3 hectáreas por agricultor.		
<i>Propiedad y tenencia de la tierra</i>	Mayormente propia de tipo ejidal.		
<i>Familia que se involucra en el campo</i>		Los integrantes de la familia	

Fuente: Trabajo de campo, 2022.

### *Elementos de agrobiodiversidad y resiliencia*

Los elementos de la agrobiodiversidad (Cuadro 7) nos muestran que el sistema depende del uso de agroquímicos para combatir las plagas, a su vez esto representa mayor disponibilidad de recursos económicos. No obstante, los agricultores los aplican como un método de adaptación, al igual que el uso de las semillas mejoradas que han reemplazado a las variedades criollas, dado que estas semillas se han adaptado a las condiciones de la región, como respuesta a que las semillas locales perdieron la capacidad de enfrentar los ECE y la variabilidad climática.

El escenario que se presenta en torno a la agrobiodiversidad es que enfrentara un proceso de transformación por el desplazamiento de variedades criolla por las mejoradas lo que contrapone por lo supuesto de Nicholls y colaboradores (2015) mencionan que es *“importante incrementar la diversidad de la vegetación y la complejidad de los sistemas agrícolas para reducir la vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos”*. Destacando que la implementación de los policultivos brinda una mayor estabilidad en los rendimientos y se reducen las pérdidas ante condiciones de sequía. Mientras que la mano de obra familiar se utiliza como recursos de amortiguamiento en actividades como la cosecha.

Actualmente el contexto general de los agricultores es de resistencia y de transformación, en este último aspecto, los agricultores optan por nuevos cultivos (calabaza, cacahuate, etc.) para obtener mayores rendimientos que con el maíz. Además, el cultivo de maíz como monocultivo de semillas criollas se ha transformado a monocultivo de semillas mejoradas y a su vez se ha transformado a la introducción de cultivos asociados. Esto para hacer frente a los ECE y al desplazamiento del temporal de lluvias.

**Cuadro 7. Elementos de agrobiodiversidad en la resiliencia**

<i>Elementos</i>	<i>Resistencia</i>	<i>Adaptación</i>	<i>Transformación</i>
<i>Relieve</i>	Se mantienen las mismas condiciones.		
<i>Suelo</i>		El uso de abonos orgánicos.	Perdida de fertilidad suelo (maíz) e introducción de otros cultivos como respuesta.
<i>Tipos de cultivo</i>			Diversificación de los cultivos además de maíz.
<i>Tipos de producción</i>			Cultivo de maíz como monocultivo de semillas criollas hacia monocultivo de semillas mejoradas.
<i>Sistema de producción</i>	Producción de temporal		
<i>Nivel de tecnificación</i>		Medio, utilización de maquinaria y actividades manuales.	
<i>Tipo de semilla</i>			Utilizan semillas mejoradas con el fin de resistir las amenazas climáticas
<i>Tipo de labranza</i>	Tradicional		
<i>Prácticas de preparación</i>	Utilizan las practicas desde heredadas por sus padres.		
<i>Fertilización y control de plagas</i>		Dependencia al uso de agroquímicos para fertilizar y enfrentar las plagas	
<i>Cosecha</i>	Incorporando mano de obra familiar.		
<i>Disponibilidad de riego</i>		La práctica de esta agricultura ha disminuido por la falta de la disponibilidad de agua	

Fuente: Trabajo de campo, 2022.

### *Elementos de amenazas climáticas y resiliencia*

En cuanto a las amenazas climáticas se observa en el Cuadro 8 que los agricultores mostraron un proceso de adaptación al tener que modificar su calendario de actividades agrícolas recorriendo la fecha de siembra casi un mes después de lo que se hacía desde hace 80 años, esto con el fin de enfrentar la variabilidad en términos de temperatura y en el retraso del temporal de lluvias, así como para afrontar los eventos climáticos extremos, por la cual han adaptado su calendario conforme a la incertidumbre de cada año. En particular, los agricultores indicaron que desde 1975 se han modificado las prácticas agrícolas de acuerdo con las amenazas que se enfrentan tanto de tipo biológicas (plagas), así como climáticas (ECE),

Sin embargo, ante las lluvias intensas no hay una adaptación, solo se resiste a estos eventos, dado que, en estos casos los agricultores mencionaron que no hacen nada para enfrentarlo y pierden sus cultivos total o parcialmente. Para las sequías aquellos agricultores que cuentan con la cercanía a cuerpos de agua pueden aplicar riego en sus cultivos, el resto de ellos pierden sus cosechas y en el mejor de los casos obtienen alimento para sus animales ya que el cultivo afectado lo muelen. En el caso del viento no es tan frecuente este tipo de afectaciones, pero varios de los agricultores han tenido pérdidas de hasta 4 hectáreas de cultivo, sin llevar a cabo acciones para enfrentarlos.

Se observa entonces que ante los eventos climáticos extremos los agricultores resisten los impactos pese a que su producción es afectada se continua con la actividad agrícola al siguiente año, ya que, no tienen la capacidad de poder enfrentarlos y solo asumen la realidad de perder sus cultivos.

**Cuadro 8. Amenazas climáticas**

<i>Amenazas climáticas</i>	<i>Resistencia</i>	<i>Adaptación</i>	<i>Transformación</i>
<i>Lluvias torrenciales</i>	No realizan acciones para enfrentarlas		
<i>Sequías</i>			Uso de riego (solo aquellos que contaban con cuerpos de agua cercanos).
<i>Tendencias en los patrones de precipitación</i>		Modificaron el calendario agrícola para que el temporal coincidiera con las fechas de cultivo.	Cambio de tipo de cultivos (periodos más cortos)
<i>Vientos</i>	No realizan acciones para enfrentarlos		

Fuente: Trabajo de campo, 2022.

### *Elementos de organización social y conocimiento*

Respecto a la organización social y el conocimiento (Cuadro 9), el elemento de asociación se considera de resistencia porque solo están organizados asamblea de ejidatarios donde el representante principal es el comisariado ejidal y su comité. Ellos se encargan de difundir la información de programas gubernamentales, aunque ellos no los gestionan. No reportaron alguna otra forma de organización local, sino la interacción con actores externos como INIFAP, CESAEGRO, y el H, ayuntamiento.

El municipio ha tenido programas e iniciativas en cuanto a la fertilización orgánica y control de plagas, impulsando a los agricultores a través de vinculaciones con instituciones como el INIFAP en donde se les apoya con insumos y con asesoría técnica para llevar a cabo estas acciones. Sin embargo, en cuanto al conocimiento que se tiene el municipio sobre la variabilidad climática están conscientes de los cambios, pero desconocen cómo actuar ante ellos, por ello no se observan estrategias gubernamentales para apoyar esta situación a nivel local.

La presencia de plagas e incertidumbre de las amenazas climáticas crean un escenario negativo especialmente bajo un contexto de limitado acceso a capacitación y asistencia técnica. Actualmente cuentan con un programa del gobierno federal de fertilizantes, que los ayuda mantener las producciones de maíz.

El conocimiento agrícola en la localidad es enseñado de generación en generación, con algunas modificaciones principalmente porque algunos ya no dependen completa de la agricultura sino tienen otras actividades económicas, que limitan sus tiempos para participar en las prácticas de manejo, se observa que van modifican sus prácticas con cambios paulatinos dependiendo de las plagas y condiciones climáticas que vayan experimentando, aunque siempre está limitado a los recursos económicos y de mano disponibles.



**Cuadro 9. Elementos de organización social y conocimiento en la resiliencia**

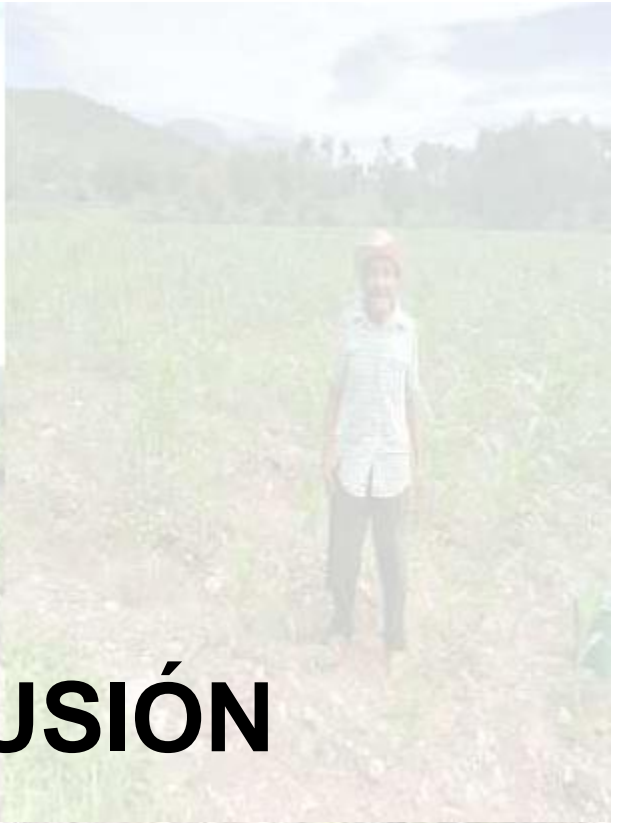
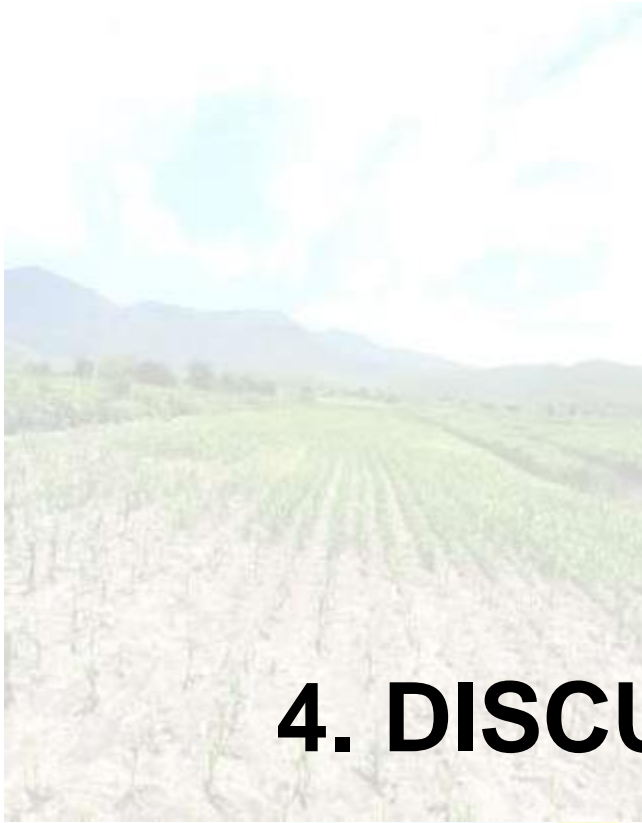
<i>Elementos</i>	<i>Resistencia</i>	<i>Adaptación</i>	<i>Transformación</i>
<i>Asociación</i>	Pertencen al Comisariado Ejidal		
<i>Programa y Apoyo</i>		Programa de fertilizantes por parte del gobierno federal	
<i>Asistencia técnica</i>			A través del H. Ayuntamiento y el INIFAP desarrollan programas piloto de fertilizantes e insecticidas orgánicos.
<i>Conocimiento en cambio climático y variabilidad climática</i>	No cuentan con información		
<i>Conocimiento agrícola</i>		Se conserva el conocimiento transmitido de generación en generación de como cultivar.	

Fuente: Trabajo de campo, 2022.

En este sentido la agricultura familiar de los sistemas de producción de maíz que se desarrolla en la localidad de Cocula es de tipo de transición (es decir, entre la subsistencia y la comercial), los agricultores entrevistados cuentan con una extensión de tierras para el cultivo de maíz de 5 has, lo que representa un acceso suficiente de tierra. Este tipo de agricultura depende económicamente de otros ingresos para lograr mantener la agricultura y las cosechas se comercializan en los mercados locales.

Sin embargo, en términos de elementos de organización social de resiliencia se consideran de resistencia por no tener asociaciones agrícolas de los ejidatarios para la venta, el enfrentar los problemas relacionados con el clima o plagas. Respecto al conocimiento local, se observa que las prácticas agroecológicas son limitadas, resalta la diversificación de cultivos comerciales como Jamaica, cacahuete entre otros de ciclos de más cortos con el fin de mantener el campo activo. También este conocimiento está siendo complementado recientemente con programas y asistencia técnica para guiar a los agricultores hacia practicas sostenibles como la fertilización orgánica y promoviendo el uso de insecticidas orgánicos. Estos elementos permiten un proceso de adaptación y transformación. En este capítulo, se dio evidencia de las

variables que se consideraron en cuenta para llegar a un análisis completo de los elementos de resiliencia con los que cuenta el sistema agrícola de maíz en la localidad de Cocula, si bien los datos indican un nivel de resiliencia, es importante considerar que este 10% de la población agrícola permite vislumbrar las acciones que realizan agricultores, considerando que cada uno de estos elementos se relacionan entre sí, desde los elementos sociales que van de la mano con aquellos sobre las prácticas de cultivo así como la percepción local de amenazas, es decir, todos estos elementos tienen un impacto el uno con el otro y dependen tanto de agentes externos como internos que se discuten en el siguiente capítulo.



## 4. DISCUSIÓN



Se lleva a cabo tomando en cuenta el análisis de la caracterización del sistema de producción de maíz, las amenazas climáticas, los componentes de resiliencia y sus procesos de resistencia, adaptación y transformación, y la literatura presentada en el marco teórico.

El sistema de producción de maíz en la localidad de Cocula se puede considerar como un sistema de agricultura familiar en transición, ya que, el proceso de productivo se lleva a cabo con fuerza de trabajo familiar, ingresos que aportan familiares, proveniente de integrantes jóvenes que apoyan económicamente a sus padres. De ahí parte que este proceso de agricultura a pequeña escala los agricultores recurren a otras estrategias como otros ingresos a partir de trabajos externos o apoyos del gobierno para garantizar la producción de maíz.

Los agricultores basan la toma de decisiones para el manejo de cultivo, de acuerdo con la disponibilidad y acceso a los recursos económicos como la adquisición de insumos, así como factores externos que no se tomaron en principio de este trabajo como fue la inseguridad que atraviesa el municipio.

La percepción de los agricultores ante la variabilidad climática se da con una disminución de la precipitación por periodos que ellos consideran prolongados y el incremento de la temperatura. Como estrategia los agricultores han modificado prácticas agrícolas locales, acorde con la presencia o no del temporal de las lluvias que ha iniciado más tarde en estos últimos años, por ejemplo, un ajuste en las fechas de siembra de maíz de temporal.

De acuerdo con Altieri y Nicholls (2013), estas experiencias que se tiene a través de los años por la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos modifican el conocimiento tradicional para incrementar la resiliencia ante estas amenazas climáticas para que el sistema subsista y se desarrollen acciones para encontrar estrategias locales de adaptación.

Es por lo que Albiño (2020) menciona que la resiliencia debe verse como ese proceso de dinámico de adaptación y transformación ante los nuevos escenarios de la

variabilidad climática, en donde la base para la implementación de nuevas estrategias permita la mitigación y minimice estos impactos.

En el caso de la localidad de Cocula considerando que se presentan tres escenarios ante la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos como lo son un escenario de resistencia, uno de adaptación y un escenario de transformación.

En resistencia, los elementos que sobresalen aquí es que se mantienen las prácticas de labranza y las prácticas de preparación tradicional que han sido heredadas a través de las generaciones, además de que los principales agricultores de la zona son adultos mayores, sin embargo, el escenario que se presenta en el caso de estudio indica que a medida que la población se haga mayor y el abandono de los jóvenes de la actividad agrícola se pierda el sistema maíz como un cultivo tradicional, Esto se contrapone con lo mencionado por Nicholls y Altieri (2012), sugieren que a partir de estas prácticas se diseñen prácticas de manejo agroecológicas del cultivo que incrementen la resiliencia para continuar con la producción agrícola, rescatando estos sistemas tradicionales que en un futuro tengan mayor sostenibilidad.

Para la adaptación, el cambio de semilla criolla por mejoradas ha sido la estrategia para mantener el sistema maíz y que responde a lo indicado por Altieri et al. (2013) menciona que las variedades tradicionales de maíz son menos resistentes a la variabilidad climática en comparación con otros tipos de cultivos. En ese sentido, el escenario de transformación, los agricultores han introducido otros tipos de cultivos para reemplazar al maíz, como lo son con cultivos de calabaza, cacahuete, jamaica, teniendo en consideración que este cambio se lleva a cabo siempre y cuando se cuente con el recurso agua.

Los elementos antes mencionados establecen que pudiera presentarse un escenario de transformación en el sistema maíz. En el sentido estricto la evidencia indica que el proceso de transformación se podría dar con el desplazamiento de cultivo económicamente más viables que el maíz, pero sujetos a la disponibilidad del recurso agua. El elemento externo de inseguridad que no se contempló en este estudio pero que fue durante el trabajo de campo fue la inseguridad lo que podría limitar la continuidad de los sistemas agrícolas y coincide con lo señalado por Franco et al.

(2010), que evidencian la influencia del narcotráfico en actividades agrícolas y turísticas en la Sierra Nanchititla.

La evidencia aquí presentada proporciona un panorama amplio de la situación agrícola en Cocula, Guerrero, y que si bien existen potencialidades de desarrollo de proyectos agroecológicos (por ejemplo, composteo) dependerá en gran medida del acceso a los recursos por parte de los agricultores y su interés. El enfrentar a los shocks climáticos en el proceso de producción permitirá una resiliencia con estrategias a corto plazo, pero no a largo plazo, por lo que, se abre la posibilidad de contribuir a la construcción de un marco teórico en un futuro en la comunidad.



## 5. CONCLUSIONES



Se cumplieron con los objetivos planteados en esta investigación al lograr caracterizar los elementos de resiliencia de los sistemas de producción de maíz en la localidad de Cocula. El análisis fue de tipo exploratorio que permitió la caracterización de las prácticas de manejo de los cultivos de maíz; el análisis de las variables climáticas; la percepción local de estas variables y los elementos de resiliencia empleados.

Se identificaron prácticas de cultivo y el manejo de los sistemas de producción, en las cuales el uso de semillas mejoradas más que representar un aspecto negativo de resiliencia, indica una estrategia para mantener a la unidad de producción con miras a tener una mayor resiliencia, aunque negativamente afecte en la pérdida de semillas de la región.

Las amenazas climáticas que se identificaron son una tendencia a aumento de temperatura media mensual en los meses de junio a septiembre durante periodo 2017-2021, rebasando los 45°C, este aumento ha sido gradual lo que permite que la población se haya acostumbrado año con año. Sin embargo, se identificó la presencia de los ECE con los datos climatológicos diarios de la estación meteorológica, en los cuales se evidencia que en los meses se pueden observar días consecutivos sin precipitación pluvial y lluvias torrenciales (5 a 8 días al mes) en las que se descarga entre 30 al 60% de la lluvia mensual. Por ello, los productores reportan mayores temperaturas bajas las cuales trabajar y lluvias intensas que inundan sus parcelas.

Las variables climáticas de los datos de Conagua y la estación meteorológica dan evidencia de que existen una tendencia de cambio en los patrones de lluvia, es decir, una variabilidad climática y por otro lado se tienen eventos climáticos extremos muy puntuales que afectan de manera directa a los agricultores, sin embargo, los productores no cuentan con las herramientas necesarias para enfrentarlos y solo pueden resistir ante estos eventos.

Como parte del proceso de adaptación, las prácticas de manejo que emplean, principalmente el uso de fertilizantes e insecticidas químicos, el uso de las semillas mejoradas con el fin de mejorar el rendimiento del maíz ante las amenazas presentes. Se observó además que los agricultores se están diversificando en cuanto a otros



cultivos ya que el rendimiento del maíz es bajo en cuanto a producción y económicamente no redituable, lo que indica un proceso de transformación para algunos productores de la localidad.

Los elementos que se analizaron nos permitieron ver que el estado de la resiliencia en la localidad se encuentra en la categoría de resistencia, ya que solo cuenta con 8 elementos de transformación, 7 de adaptación y 12 de resistencia de los 27 elementos ubicados en las categorías, dejan en visto que solo resisten ante las perturbaciones y afectaciones que se presenten.

De estos elementos se puede rescatar aquellos que pueden favorecer a la resiliencia es la aplicación de abonos orgánicos por el agricultor, la incorporación de las semillas mejoradas, el desarrollo de los programas de fertilizantes e insecticidas orgánicos (lixiviado de lombricomposta) del municipio, algunos casos de parcelas con policultivos, la diversificación de cultivos

Aquellos elementos que no favorecen a la resiliencia agrícola son el uso desmedido de los agroquímicos, la presencia de los eventos climáticos extremos y las limitantes en información acerca de prácticas de cultivo agroecológicas y sobre la variabilidad climática. Existe un acceso a recursos que pueden identificar procesos de resiliencia pero que sin lugar a duda dependerá de la disponibilidad de recursos externos.

Por lo que se concluye que los sistemas de producción de maíz en la localidad de Cocula, la resiliencia cuenta con procesos de resistencia ante los eventos climáticos extremos, ante la variabilidad climática se han transformado las prácticas agrícolas dentro del calendario, sin embargo, es un sistema de agricultura de transición dadas las otras características por la disposición de terreno cultivable y el mercado local en el que se desenvuelve.



## 7. SUGERENCIAS



### Limitaciones:

1. La inseguridad a la que se enfrenta el municipio en general limitó la oportunidad de aplicar más entrevistas; sin embargo, con la entrevista aplicadas se logró conocer la situación actual de la agricultura en la localidad.
2. La pandemia COVID-19, alargó el proceso del trabajo de campo, ya que por situaciones de salud los agricultores se negaban a la participación en las entrevistas aplicadas.

### Recomendaciones;

1. Educación ambiental para promover el uso adecuado de pesticidas a los agricultores y disminuir un uso excesivo y los impactos en la salud.
2. Explorar el manejo de agua como un recurso limitado que debe de ser mantenido o las relaciones sociales en torno al acceso del agua.
3. Realizar estudios de suelo para el análisis de calidad de éste y así emplear adecuadamente la fertilización de preferencia orgánica y sus interacciones con alternativas de seguir conservarlos y mejorar su productividad.
4. Fomentar la organización social y su relación con instituciones de desarrollo gubernamentales o no gubernamentales para un conocimiento integrado con el fin de la preservación de los sistemas agrícolas en el municipio y con potencial a gestionar apoyos antes eventos climáticos.
5. Incentivar a la juventud al acercamiento para el desarrollo de prácticas agropecuarias.
6. Guiar a los agricultores en la diversificación de los nuevos cultivos que podrían asociar de manera adecuada con el maíz para implementar policultivos.
7. Fomentar el desarrollo de prácticas agroecológicas, como la conservación de los suelos y las cosechas de agua para el mejor rendimiento de esta en la agricultura de riego.



## 8. BIBLIOGRAFIA



- Abud, M., Cuadros, L., Guerrero, J., Prüssmann, J., Suárez, F., & Urbano, C. (2022). Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático en la transición Andes, Amazonía y Orinoquía. Cuencas abastecedoras a los Parques Nacionales Naturales Sumapaz, Cordillera de los Picachos, Sierra de la Macarena, Tinigua y Serranía de Chiribiquete. [https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/informe\\_vulnerabilidad\\_\\_\\_final.pdf](https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/informe_vulnerabilidad___final.pdf)
- Acevedo, Á., Durán, M. V. L., Leitón, A. A., & Quiroga, K. L. F. (2017). Sustentabilidad y variabilidad climática: Acciones agroecológicas participativas de adaptación y resiliencia socioecológica en la región altoandina colombiana. *Revista Luna Azul*, 44, 6–26. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.2>
- Acidri, J., Petty, C., Sawdon, G. E., & Seaman, J. A. (2014). The Household Economy Approach. Managing the impact of climate change on poverty and food security in developing countries. *Climate Risk Management*, 4–5, 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2014.10.001>
- Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA). (2018). Maíz grano cultivo representativo de México. <https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-mexico>
- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). (2018). Cultivando resiliencia frente al cambio climático lecciones aprendidas para contribuir a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en américa latina y el caribe. [https://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Guia%20did%C3%A1ctica\\_rev.pdf](https://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Guia%20did%C3%A1ctica_rev.pdf)
- Aguilar, C., Arriaga, L., Espinoza, J.M., Gómez, L., Loa, E., & Martínez, E. (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>

- Albiño, J. I. (2020). Los sistemas de producción de cacao de Shushufindi y su resiliencia al cambio climático. *Letras Verdes Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 27, 91–114. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.27.2020.4147>
- Aldunce, P., Carvajal-Escobar, Y., & Quintero-Angel, M. (2012). Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: intersecciones con la gestión del riesgo. *Revista Luna Azul*, (34), 257-271.
- Alpizar, F., Donatti, C. I., Harvey, C. A., Martínez Rodríguez, M. R., & Viguera, B. (2017). El clima, el cambio climático, la vulnerabilidad y acciones contra el cambio climático: conceptos básicos. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto Cascada (Conservación Internacional- CATIE)., Agosto 2018, 44.
- Altieri, M., Funes, F., Henao, A., León, T., Nicholls, C., Vázquez, L., & Zuluaga, G. (2011). Hacia una metodología para la identificación, diagnóstico y sistematización de sistemas agrícolas resilientes a eventos climáticos extremos. *Red Iberoamericana de Agroecología Para El Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático*, 21. <http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2012/03/Hacia-una-metodología-para-la-identificacióndiagnóstico-y-sistematización-de-sistemas-agrícolas-resilientes-a-eventos-climáticos-extremos.pdf>
- Altieri, M. A., Henao, A., Montalba, R., Nicholls, C. I., & Talavera, Y. E. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático.
- Altieri, M. A., & Koohafkan, P. (2010). Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial Un Legado para el Futuro. <https://www.fao.org/3/i1979s/i1979s.pdf>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2012). *Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecologica*. 7(2), 65–83.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático. *Agroecología*, 8(1), 7–20.

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas.

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). Nuevos caminos para reforzar la resiliencia agroecológica al cambio climático. *Agroecología y Cambio climático*, 94. <https://foodfirst.org/wp-content/uploads/2017/10/Libro-REDAGRES-Caminos-a-la-resiliencia.pdf>

Altieri, M., Nicholls, C., & Ríos, L. (2013). Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. [https://cooperativenewschool.com/sites/default/files/publications/roge\\_preveniendose\\_2013.pdf](https://cooperativenewschool.com/sites/default/files/publications/roge_preveniendose_2013.pdf)

Álvarez-Yépiz, J. C., & Martínez-Yrizar, A. (2015). Eventos climáticos extremos en México: huracanes, sequías y heladas. *Oikos*, 1(14 Diciembre 2015), 1–4. <http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/articulos/fracturacion-hidraulica/8-articulos/165-eventos-climaticos-extremos-y-sus-impactos-en-los-socio-ecosistemas-de-mexico>

Álzate, D., Mosquera, J., Ramón, J., & Rojas, E. (2015) Cambio y variabilidad climática para el periodo 1981-2010 en las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita, Norte de Santander – Colombia. *Luna Azul*, (40).

Arenas, L. (2022) Barbecho [Fotografía]

Arenas, L. (2022) Cosecha [Fotografía]

Arenas, L. (2022) Floración [Fotografía]

Ávila, B., Hernandez, M., & Landa, R. (2010). Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para America Latina y el Caribe. 140pp.

Bona, L. C., Marques, da C., & Niedzielski, A. (2008). Mercados locales para la agricultura ecológica: trayectoria y desafíos. Recuperado febrero de 2023, de <https://leisa-al.org/web/index.php/volumen-24-numero-1/1853-mercados-locales-para-la-agricultura-ecologica-trayectoria-y-desafios>

- Bula, A. (2020). Importancia de la agricultura en el desarrollo socioeconómico. <https://observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-econ%C3%B3mico.pdf>
- Carpenter, S. R., Chapin, T., Folke, C., Rockström, J., Scheffer, M., & Walker, B. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability, and transformability. *Ecology and Society: A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability*, 15(4). <https://doi.org/10.5751/es-03610-150420>
- Cartes, G. (2013). Degradación de suelos agrícolas y el SIRSD - S. Degradación de Suelos Agrícolas y el SIRSD - S, 1–6. [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2014). Elementos para la definición de la Agricultura Familiar. [http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/90Agricultura\\_familiar.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/90Agricultura_familiar.pdf)
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2019). Producción de granos básicos y suficiencia alimentaria 2019-2024. <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/39ProduccionGranosB%C3%A1sicos.pdf>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (2019). Maíz para México Plan Estratégico 2030. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/20219/60937.pdf>
- CEPAL. (2011). Agricultura y cambio climático: instituciones, políticas e innovación. *Seminarios y Conferencias*, 65, 120.
- CEPAL (2015). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37310/S1420656\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37310/S1420656_es.pdf)
- Chacón-Cascante, A., Gutiérrez Montes, I., Lozano Sivilsaca, D. C., & Robalino H., J. (2015). Eventos climáticos extremos y migración interna en Guatemala, un análisis basado en percepciones de expertos. *Ciencia ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 22(1), 35-44.



- Chang, H.-R., Curry, J. A., Holland, G. J., & Webster, P. J. (2005). Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science* 309 (5742), 1844–1846. <https://doi.org/10.1126/science.1116448>
- Chavarro, M., García, A., García, J., Pabón, J. D., Prieto, A., & Ulloa, A. (2008). Preparándose para el futura. Amenazas, riesgos, vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático. (pág. 9). <https://www.unodc.org/documents/colombia/2013/Agosto/DA2013/MATERIAL-DIFUSION-No.3-ADAPTACION.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2015). Cambio climático y actividades agropecuarias en América Latina (1.a ed., Vol. 1).
- Córdoba, C. A. (2016). Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca - Colombia) [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58147>
- Corona, I. (2016). El desarrollo de la agricultura y el impacto que tendría en las finanzas públicas de México. Gob.mx. [https://cefp.gob.mx/formulario/Trabajo\\_12a.pdf](https://cefp.gob.mx/formulario/Trabajo_12a.pdf)
- Eckstein, D., Schäfer L., & Künzel, V. (2021). *Índice de Riesgo Climático Global 2021*. Germanwatch e.V.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome (FAO) y Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, (SAGARPA), (2012). México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. Organización de las Naciones para la Alimentación y la Agricultura, 428.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome (FAO) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2014). México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. Organización de las Naciones para la Alimentación y la Agricultura, 437.
- FAO. (s/f). Resiliencia Climática. Gob.mx. Recuperado julio de 2021, de <http://www.ccpy.gob.mx/cambio-climatico/resiliencia.php>

- FAO. (2003). El Programa de Apoyo a los Modos de Vida Sostenibles. <https://www.fao.org/3/AD682s/ad682s07.htm>
- FAO (2009). Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres. <https://www.fao.org/3/i0304s/i0304s.pdf>
- FAO. (2010). Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile: Estudio piloto sobre la vulnerabilidad y la gestión local del riesgo.
- FAO. (2017). Trabajo estratégico de la FAO para incrementar la resiliencia de los medios de vida. <https://www.fao.org/3/i6463s/i6463s.pdf>
- FAO. (2018). Los 10 Elementos de la agroecología, guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. Onu, 12. <http://www.fao.org/3/i9037es/i9037es.pdf>
- FAO. (2019). Resiliencia climática rural en América Latina. 17.
- FAO (2021). La agricultura familiar: el 80% de la alimentación mundial. Azada Verde. <https://azadaverde.org/la-agricultura-familiar-el-80-de-la-alimentacion-mundial>
- Fortes, A. (2019). La resiliencia ambiental y el (re)posicionamiento del derecho ante una nueva era sostenible de obligada adaptación al cambio. Actualidad Jurídica Ambiental, n. 92, Sección “Artículos doctrinales” ISSN: 1989-5666 NIPO: 693-19-001-2.
- Franco, S., Nava, G., Osorio, M., & Ramírez, I. L. (2010). Crimen organizado en Sierra de Nanchititla: un viaje a través de las escalas implicadas en el desarrollo turístico sustentable (DTS) (Vol. 17). Revista Lider.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (5ta ed.) Instituto de Geografía-UNAM. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251-1>
- Gerritsen, P., & Vázquez, S. (2021). Transición agroecológica y dinámica de uso de suelo agrícola en la cuenca media del Río Ayuquila-Armería en el sur del Estado de Jalisco: un acercamiento. Unam.mx. <https://doi.org/10.14350/rig.60403>

- Giménez, A., & Lanfranco, B. (2018). Adaptación al cambio climático y la variabilidad: algunas opciones de respuesta para la producción agrícola en Uruguay. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(3), 611–620. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i3.1454>
- Gómez, W., & Thomé, H. (2017). Estudios de caso sobre ciencias agropecuarias y rurales en el siglo XXI. Colofón. Falta el libro
- Herrera, F. (2018). Agricultura familiar: importancia para las políticas públicas y posición dentro del marco legal. [https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Tapia3/publication/326560052\\_Agricultura\\_Familiar\\_Importancia\\_para\\_Politicas\\_Publicas\\_y\\_Posicion\\_dentro\\_del\\_Marco\\_Legal/links/5b560c2faca27217ffb6beea/Agricultura-Familiar-Importancia-para-Politicas-Publicas-y-Posicion-dentro-del-Marco-Legal.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Tapia3/publication/326560052_Agricultura_Familiar_Importancia_para_Politicas_Publicas_y_Posicion_dentro_del_Marco_Legal/links/5b560c2faca27217ffb6beea/Agricultura-Familiar-Importancia-para-Politicas-Publicas-y-Posicion-dentro-del-Marco-Legal.pdf)
- Holling, C. S. (1973). “Resiliencia y estabilidad de los sistemas ecológicos” /en/ *Revisión anual de ecología y sistemática*, vol. 4, pág. 1-23
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y FAO. (2018). Manual de transición agroecológica para la agricultura familiar campesina. <https://www.redinnovagro.in/pdfs/manual-transici%C3%B3n-agroecologica-afc.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2016). Conocer: el primer paso para adaptarse. Guía básica de conceptos sobre el cambio climático. Zeta Comunicadores S.A. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023631/ABC.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2018). Variabilidad Climática y el cambio climático en Colombia. Bogotá, D.C., 53.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INEEC). (2015). Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015\\_indc\\_esp.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020, 29 de octubre) El INEGI y

la SADER presentan los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019 [comunicado de prensa]. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/ENA/Ena2019.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015 a). Diccionario de datos climatológicos, versión 2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015 b). Diccionario de datos edafológicos, versión 2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015 c). Diccionario de datos geológicos, versión 2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015 d). Diccionario de datos hidrológicos, versión 2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015 e). Diccionario de datos uso de suelo y vegetación, versión 2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020) Censo de Población y Vivienda 2020 [Conjunto de datos]. Panorama sociodemográfico de Guerrero 2020.

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bviniegi/productos/nueva\\_estruc/702825197858.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bviniegi/productos/nueva_estruc/702825197858.pdf)

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2012). Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. Publicación especial No. 8.

<https://www.cmdrs.gob.mx/sites/default/files/cmdrs/sesion/2018/09/17/1474/materiales/inifap-estudio.pdf>

IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D.

- Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).
- Jauregui, E. (2003). Climatology of landfalling hurricanes and tropical storms in Mexico. <http://www.ejournal.unam.mx/atm/Vol16-4/ATM16401.pdf>
- Keck, M., y Sakdapolrak, P. (2013). What is Social Resilience? Lessons Learned and Ways Forward. *Erdkunde*, 5-19.
- Lopez, A. (2015). Cambio climático y actividades agropecuarias en América Latina. Repositorio CEPAL, 75.  
[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39824/S1501286\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39824/S1501286_es.pdf?sequence=1)
- Montealegre, J. E. (2009). Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/Estudio+de+la+variabilidad+clim%C3%A1tica+de+la.pdf/643c4c0e-83d7-414f-b2b4-6953f64078d3>
- Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2018). La Organización Meteorológica Mundial confirma 2017 como uno de los tres años más cálidos de los que se tienen datos. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-organizaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica-mundial-confirma-2017-como-uno-de-los-tres>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2019). La agricultura familiar es un aliado fundamental para lograr el desarrollo sostenible. <https://news.un.org/es/story/2019/05/1456841>
- Pacheco, V. H. (2020). Sensibilización y resiliencia climática. <https://latinoam.com/2020/12/25/sensibilizacion-y-resiliencia-climatica/>
- Rivera, G. (2017). Agricultura familiar: definición, fortalezas y retos. En *Estudios de caso sobre ciencias agropecuarias y rurales en el siglo XXI* (pp. 19–30). Colofón.

Sánchez, F. (2015). Enciclopedia Guerrerense [Consultado el 23 de mayo de 2021]  
Disponible en: <https://enciclopediaagro.mx/indice-municipios/municipio-de-cocula/>

Salas Salinas, M. A., & Jiménez Espinosa, M., (2021). Inundaciones. Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2012). Agricultura familiar con potencial productivo en México. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-agricultura-familiar-con-potencial-productivo-en-mexico.pdf>

Secretaria de Marina (SEMAR). (2015). Saber lo básico. Prepararse para un Ciclón tropical. [http://www.semar.gob.mx/planmarina/medidas\\_preventivas.pdf](http://www.semar.gob.mx/planmarina/medidas_preventivas.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA), (sin fecha). Glosario de términos ambientales. Definición Agricultura [en línea]. Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA). [Consultado el 10 de julio de 2022]. Disponible en: <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/glosario-definicion/Agricultura>

Siclari, P. (2020). Amenazas de cambio climático, métricas de mitigación y adaptación en ciudades de América Latina y el Caribe. En Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/185) [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46575/4/S2000867\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46575/4/S2000867_es.pdf)

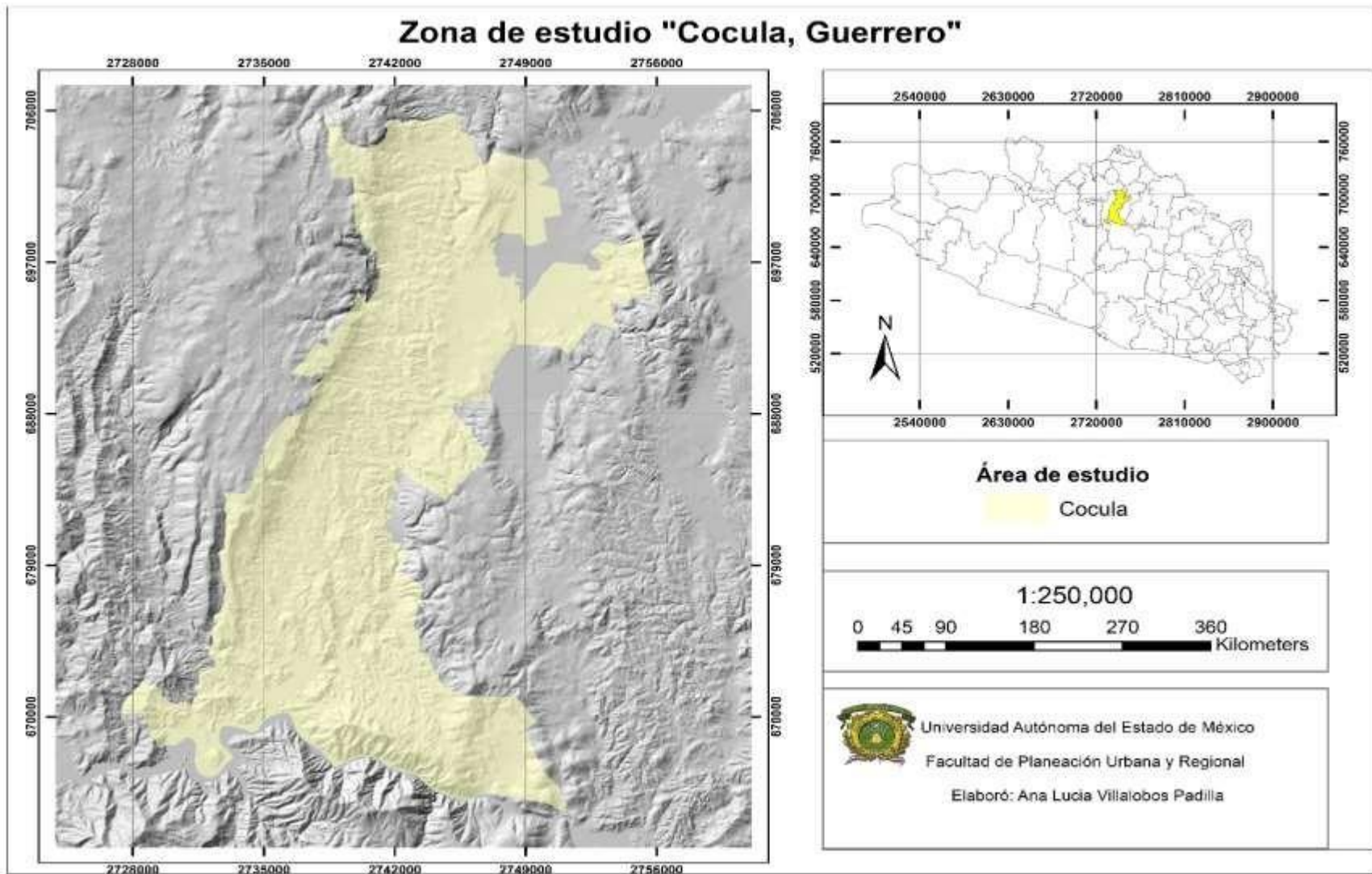
Silva, F. (2019). Contexto Internacional para el Sector Agroalimentario Mexicano. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-contexto-internacional-para-el-sector-agroalimentario-mexicano.pdf>



## 9. ANEXOS



## Anexo 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2022



## Anexo 2. Cuestionario aplicado



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL**  
**LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES**



### Cuestionario

Municipio: Cocula

Colonia/Barrio: \_\_\_\_\_

Nombre completo (NO NECESARIO): \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

RASGO SOCIAL				
<b>Escolaridad:</b>				
<b>Sabe leer y escribir:</b>	SI	NO		
<b>Años de experiencia en la agricultura:</b>				
<b>Tipo de cultivo:</b>	Maíz	Frijol	Calabaza	Otro:
<b>Integrantes de la familia que trabajan en el campo:</b>				
<b>Parentesco</b>	<b>Ocupación</b>		<b>Tarea asignada</b>	
<b>Condiciones de las carreteras o senderos para llegar a sus parcelas:</b>	Terracería	Pavimento		Otro:

<b>Cuentan con mantenimiento:</b>	SI	NO	Tipo de mantenimiento:		
<b>Coordenadas:</b>	N:		O:		
<b>Altitud:</b>					
<b>Superficie por sembrar:</b>					
<b>Tipo de propiedad:</b>	Ejidal	Comunal		Privada	
<b>Tenencia de la tierra:</b>	Rentada	Prestada		Propia	
<b>Relieve:</b>	Planicie	Hondada	Ladera	Cima	Lo me río
<b>PERCEPCIÓN DEL CLIMA Y AMENAZAS</b>					
<b>En los últimos años usted se ha percatado de:</b>					
Hace más frío	Hace más calor	Llueve menos	Llueve más	Vientos más intensos	Vientos menos intensos
<b>Han afectado su producción agrícola</b>	SI		NO		
<b>En los últimos años su producción agrícola ha sido afectada por:</b>					
Sequia	Lluvia intensa	Inundación del terreno	Vientos fuertes	Aumento de la temperatura	Plaga
<b>¿Cómo fue afectado?</b>	Perdida del cultivo	Pérdida económica	Abandono de tierras	Aumento de plagas	Otro
<b>NOTA</b>					

¿En qué año sucedieron?	
¿Qué hizo para enfrentarlo?	

MANEJO DEL CULTIVO							
<b>En el proceso de cultivo usted lo realiza de manera</b>		Manual			Maquinaria		
<b>Nivel de tecnificación</b>	Bajo (uso de maquinaria básica)	Medio (se apoya de maquinaria y realiza trabajo manual)			Alto (realiza todo con maquinaria)		
<b>Tipo de suelo (Características básicas del suelo)</b>							
Poroso	Chiclosos	Materia orgánica: SI NO	Arenoso	Limoso	Arcilloso	Color:	Espacios inundables: SI NO
<b>Se trabaja con facilidad:</b>		Pendiente del suelo: Inclinado			Plano		
<b>Considera que su suelo presenta algún tipo de erosión (su suelo está desgastado):</b>							
<b>Tipo de erosión</b>	Eólica		Hídrica		Química		
<b>Su terreno presenta pedregosidad</b>	Bajo		Medio		Alto		
<b>Manejo del rastrojo</b>	Quema		Incorpora		Otro:		
<b>Tipo de producción</b>	Temporal			Riego (en caso de ser de riego)			

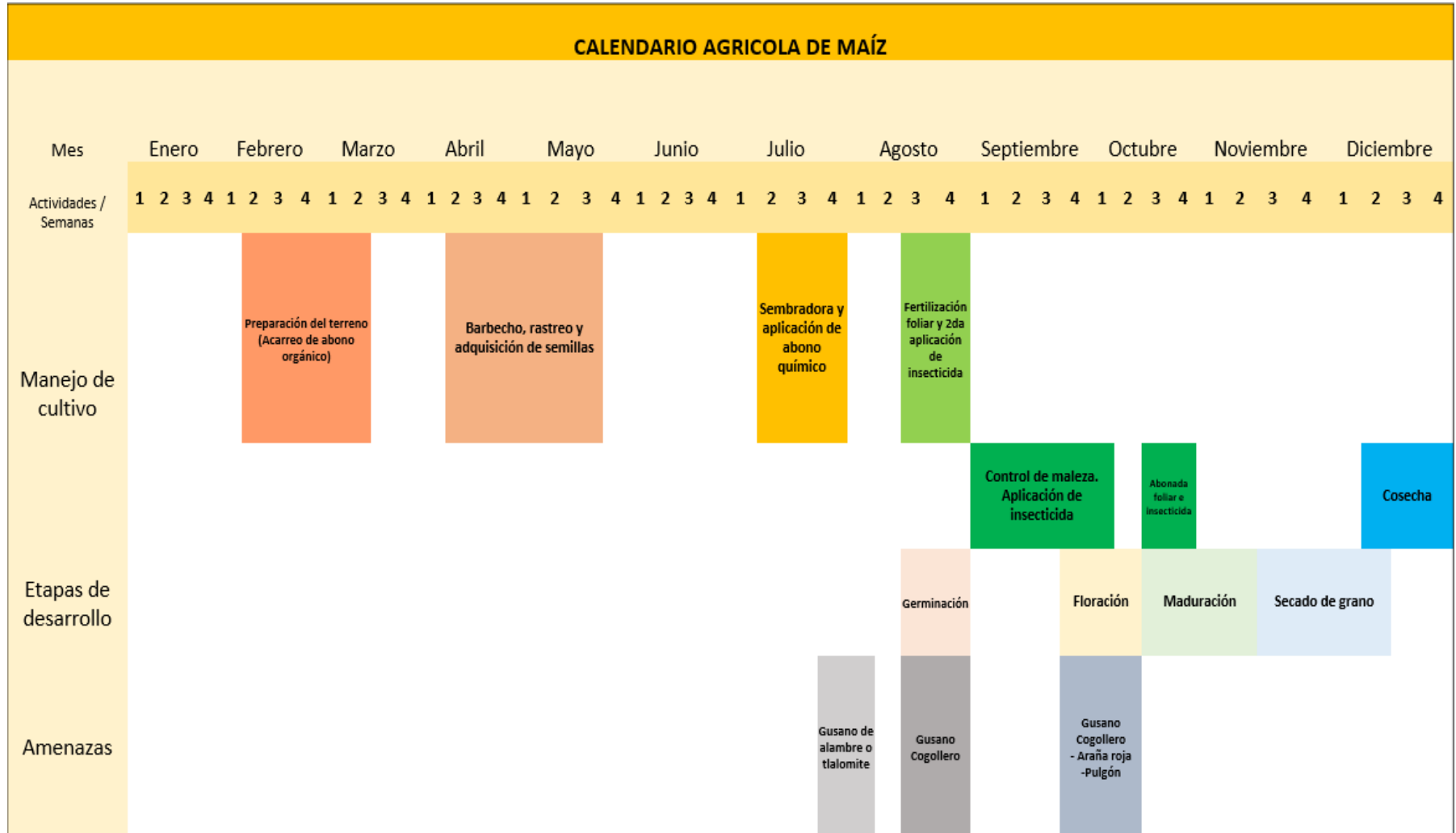
<b>De donde obtiene el agua para el riego</b>							
<b>Como distribuye el agua en su cultivo:</b>		Aspersores			Otro:		
<b>Con que frecuencia riega el cultivo:</b>							
	Siembra	Barbecho	Abono	Manejo de arvenses	de		Cosecha
Fecha							
<b>Sistema de producción de maíz</b>	Monocultivo		Policultivo		Cultivo con el que se asocia:		
<b>¿Cómo distribuye su cultivo?</b>	Mateado		Hilera		Doble hilera		
<b>¿Qué tipo de semilla usa?</b>				<b>Cantidad</b>			
<b>Hibrida:</b>							
<b>Criolla:</b>							
<b>Si es hibrida cada cuanto y donde la adquiere:</b>							
<b>Si es criolla como la conserva:</b>							
<b>Tipo de labranza:</b>	Convencional		Mínima		Conservación		
<b>Fecha:</b>							
<b>Prácticas de preparación del terreno:</b>	Quema	Surcado	Barbecho	Rastreo	Escarda	Arado	Yunta
	Otro						
<b>Fecha de inicio de siembra temporal:</b>							
<b>¿Qué tipo de fertilizante</b>	Químico:			Orgánico:			

usa?	Cantidad:	Cantidad:	
Fecha de aplicación			
¿Qué tipo de insecticida usa?	Químico: Cantidad:	Orgánico: Cantidad:	
Fecha de aplicación			
¿Qué tipo de herbicida usa?	Químico: Cantidad:	Mecánica: Cantidad:	Orgánico: Cantidad:
Fecha de aplicación			
¿Cómo realiza la cosecha?	Mecánica		Manual
Pizca	Desgrane	Deshoje	Otro:
Fecha de la cosecha			
¿Qué hace con su cosecha?	Autoconsumo	Venta	Alimento de animales Otro:
Producción total del año anterior:			

ORGANIZACIÓN SOCIAL Y CONOCIMIENTO			
Pertenece a alguna asociación:	SI	NO	Especifique:
Pertenece alguna agrupación de apoyo o asesoría:	SI	NO	Especifique:
¿Cuenta con algún apoyo de gobierno u otra entidad?	SI	NO	Especifique:

<b>¿Qué tipo de apoyo recibe?</b>				
Semillas	Fertilizante	Plaguicidas	Herbidas	Maquinaria,
Otro:				
Recibe asistencia técnica por parte del H. Ayuntamiento. (Como sembrar)	SI	NO	Especifique:	
Usted ¿Qué opina del cambio climático existe o no existe?				
Cree que existe una relación entre cambio climático y agricultura.				
Los conocimientos agrícolas los obtuvo de sus familiares ¿Cómo aprendió a sembrar maíz?				

### Anexo 3. Calendario agrícola



Fuente: Trabajo de campo, 2022

### Anexo 4. Valores diarios de precipitación en el periodo 2017 a 2021

ANO	2017			2018			2019			2020			2021	
DIA/MES	Julio	Agos	Sep	Julio	Agos	Sep	Julio	Agos	Sep	Julio	Agos	Sep	Julio	Agos
1	3.6	37.6	44.7	0.0	<b>37</b>	68.8	15.7	0.0	<b>0.0</b>	3.0	0.0	0.3	28.4	4.6
2	4.6	15.5	15.7	0.0	<b>10</b>	0.0	14.2	0.0	<b>0.0</b>	11.7	0.0	0.0	20.6	3.8
3	1.3	1.0	4.6	10.7	<b>51</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0	<b>6.6</b>	18.3	14.2	0.8	4.1	2.5
4	0.0	8.4	<b>60.2</b>	0.0	0	<b>22.9</b>	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	12.7	6.6	0.0	0.3	13.2
5	4.3	3.6	0.5	0.0	19	<b>53.6</b>	<b>0.0</b>	20.3	<b>0.0</b>	15.0	0.0	0.0	0.0	6.3
6	7.4	0.0	0.0	0.0	4	<b>2.0</b>	<b>0.3</b>	2.0	<b>0.0</b>	13.7	0.3	1.0	3.8	20.6
7	2.3	0.0	1.5	0.0	0	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	11.7	<b>0.0</b>	9.1	7.9	5.6	0.0	0.0
8	11.2	0.0	8.9	11.9	4	<b>0.0</b>	16.8	4.1	<b>32.3</b>	2.3	3.3	0.3	10.7	<b>34.5</b>
9	<b>0.5</b>	1.3	16.8	<b>0.3</b>	3	<b>0.0</b>	2.5	0.0	0.0	0.0	0.3	3.3	<b>0.0</b>	0.0
10	<b>3.3</b>	<b>35.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	9	<b>0.0</b>	13.0	0.5	<b>36.3</b>	0.3	4.3	2.8	<b>0.3</b>	3.0
11	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	<b>1.5</b>	0	<b>0.0</b>	5.1	0.3	0.3	0.5	<b>0.0</b>	0.5	<b>0.0</b>	2.8
12	<b>4.8</b>	0.0	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	35	<b>0.0</b>	0.0	11.4	22.9	0.0	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	0.0
13	<b>0.0</b>	1.3	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	2	10.9	16.5	<b>31.8</b>	24.6	1.0	<b>0.5</b>	1.0	<b>0.0</b>	0.0
14	<b>0.0</b>	20.6	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	1	4.1	0.3	<b>21.6</b>	9.7	0.0	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	12.4
15	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	22	5.1	10.4	<b>0.0</b>	4.8	26.7	<b>0.0</b>	10.7	7.6	0.0
16	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	3	3.3	28.4	<b>1.0</b>	0.0	0.0	<b>3.6</b>	4.6	3.6	17.8
17	<b>1.8</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	20.8	0	4.8	0.3	<b>0.0</b>	8.4	0.0	<b>0.3</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
18	<b>0.8</b>	<b>1.3</b>	<b>0.3</b>	2.8	0	0.0	0.0	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	0.8	<b>1.3</b>	19.8	0.0	<b>0.0</b>
19	12.7	7.6	<b>0.0</b>	0.0	<b>49</b>	0.0	0.8	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	0.0	<b>0.0</b>	3.8	0.0	<b>0.0</b>
20	0.0	<b>0.0</b>	<b>3.3</b>	7.1	1	1.3	20.3	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	12.7	<b>2.0</b>	0.3	0.8	<b>0.0</b>
21	0.0	<b>0.0</b>	2.5	<b>1.3</b>	0	7.1	8.1	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	0.0	6.1	3.7	15.7	<b>1.8</b>
22	0.0	<b>0.0</b>	15.7	<b>0.0</b>	0	0.0	22.9	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	1.0	0.0	0.8	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>
23	0.0	<b>1.0</b>	<b>48.3</b>	<b>0.0</b>	<b>32</b>	1.5	4.8	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	1.3	0.0	7.9	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>
24	25.4	<b>0.8</b>	13.5	<b>0.0</b>	0	0.0	0.0	<b>2.5</b>	<b>0.0</b>	0.0	14.0	0.0	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
25	16.5	14.5	0.3	<b>0.0</b>	0	17.5	34.5	<b>0.0</b>	5.8	26.9	4.1	1.0	<b>0.0</b>	21.6
26	<b>1.0</b>	1.5	0.0	<b>0.0</b>	0	5.1	13.0	<b>0.0</b>	0.3	0.0	7.1	0.0	<b>0.0</b>	0.0
27	<b>0.0</b>	4.8	4.6	<b>1.3</b>	25	9.1	3.0	11.9	<b>41.1</b>	5.6	0.5	2.8	<b>0.0</b>	10.7
28	<b>1.0</b>	8.6	2.8	<b>2.0</b>	0	0.0	0.0	3.0	10.4	0.3	3.0	17.5	<b>0.8</b>	1.0
29	<b>0.0</b>	3.0	28.2	<b>0.0</b>	0	0.0	5.1	17.0	14.2	0.0	4.8	3.3	<b>1.5</b>	0.0
30	<b>0.0</b>	0.8	0.3	<b>0.8</b>	15	0.0	0.3	0.0	1.8	4.8	0.0	0.3	<b>30.2</b>	0.8
31	<b>0.0</b>	0.8		9.4	0		0.0	0.0		2.8	20.8		0.0	0.5
<b>TOTAL</b>	102.5	172.3	273.8	70.20	324	217.1	236.3	139	221.5	171	105	92.1	128.4	158.5

Fuente: Estación meteorológica 12164 E.T.A. 274 COCULA, 2022



