

Dipartimento di

SOCIOLOGIA E RICERCA SOCIALE

Dottorato di Ricerca in SVILUPPO UMANO SOSTENIBILE Ciclo XXXIII

EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA: ESTRATEGIAS DE  
ADAPTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y FRIJOL EN LA COMUNIDAD DE SAN  
DIEGO MUNICIPIO DE CONDEGA-ESTELÍ. 2019-2020.

Cognome: Detrinidad Almanza

Nome: Ana María

**Matricola:** 835777

Supervisor: Dr. José Ramón Velásquez Coordinatore: Prof.ssa Manuela Cazzaro

**ANNO ACCADEMICO / ACADEMIC YEAR**

**2019-2020**

## ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos .....	ii
Índie de tablas .....	iii
Índice de gráficos .....	iv
Índice de anexos.....	v
Abreviaturas.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. Introducción .....	1
II. Problema de investigación .....	3
III. Antecedentes de la investigación.....	6
IV. Justificación .....	29
V. Objetivos de la Investigación.....	33
5.1. General:.....	33
5.2. Específicos:.....	33
VI. Preguntas de investigación.....	34
VII. Fundamentación teórica.....	35
7.1. Teorización del primer objetivo sobre el comportamiento de los indicadores de medición del cambio climático y su vinculación con el desarrollo óptimo de los cultivos de maíz y frijol. 36	
7.1.1. Clima y variabilidad climática.....	36
7.1.2. Definición de cambio climático.....	39
7.1.3. Indicadores de medición del cambio climático.....	40

7.1.4. Causas del cambio climático .....	44
7.1.5. Impactos del cambio climático .....	47
7.1.5.1. Efectos del cambio climático en la agricultura.....	48
7.1.6. Plagas y enfermedades en los cultivos de maíz y frijol. ....	59
7.2. Teorización del segundo objetivo sobre la definición de escenarios climáticos .....	63
7.2.1. Escenarios de cambio climático.....	63
7.2.2. Modelos climáticos de reducción de escala dinámica (PRECIS). ....	65
7.3. Teorización del tercer objetivo referente a las estrategias de adaptación para enfrentar los impactos del cambio climático. ....	66
7.3.1. Estrategías de adaptación frente al cambio climático.....	68
7.3.2. Adaptación al cambio climático en los cultivos de maíz y frijol. ....	69
VIII. Metodología del estudio.....	71
8.1. Área de estudio .....	71
8.1.1. Localización geográfica del área de estudio. ....	71
8.1.2. Suelos del municipio y comunidad. ....	72
8.2. Paradigma de la investigación. ....	74
8.3. Diseño metodológico. ....	75
8.4. Tipologías de la investigación .....	77
8.4.1. Por su finalidad. ....	77
8.4.2. Nivel de profundidad de la investigación.....	77
8.4.3. Por su alcance temporal. ....	78
8.5. Población y muestra.....	78
8.5.1. Muestra.....	79
8.5.2. Tipo de muestreo.....	79

8.6.	Etapas del proceso investigativo .....	80
8.6.1.	Fase i. Fase preparatoria.....	80
8.6.2.	Fase ii trabajo de campo. Métodos empíricos.....	81
8.6.2.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de la información .....	81
8.6.2.2.	Instrumentos de investigación.....	95
8.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	95
8.8.	Procesamiento de la información.....	96
8.9.	Análisis de los datos. ....	99
8.10.	Limitantes de la investigación .....	100
8.11.	Consideraciones éticas.....	101
IX.	Análisis y discusión de resultados .....	103
9.1.	Capitulo I: comportamiento de la temperatura y precipitación y su incidencia en el desarrollo de los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego.....	104
9.1.1.	Contextualización socioproductiva de la comunidad de San Diego.....	105
9.1.1.1	datos generales de los productores.....	106
9.1.1.2.	Aspectos de la producción agrícola en la comunidad. ....	107
9.1.2.	Comportamiento de la temperatura y su relación con el rendimiento del cultivo en la comunidad de San Diego. ....	109
9.1.3.	Comportamiento de la precipitación y su vínculo con los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego .....	110
9.1.4.	Impacto del comportamiento de la temperatura y precipitación en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego .....	115
9.2.	Capitulo II: Escenarios climáticos futuro para los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego.....	132
9.2.1.	Efectos esperados en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego. ...	137

9.3.	Capitolo III: strategie di adaptación ante cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego. ....	147
9.3.1.	Estrategías generales.....	147
9.3.2.	Estrategías específicas .....	152
X.	Conclusiones.....	156
XI.	Recomendaciones .....	162
XII.	Referencias bibliográficas.....	164
XIII.	Anexos.....	170

## **DEDICATORIA**

A Dios por sobre todas las cosas, que es el ser supremo quien permite que podamos gozar de salud y vida y el que hace posible que las metas se puedan cumplir, a mis padres José Luis Detrinidad Nicaragua y María Lourdes Almanza Sequeira, y a mi esposo Mario Montoya por estar presente en momentos de angustias, alegrías y servir de apoyo para seguir adelante como profesional.

A los productores y sus familias que dieron espacio en sus hogares y facilitaron la recolección de información para lograr cada uno de mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mi agradecimiento a:

A la UNAN-Managua por brindarme la oportunidad de seguir formándome profesionalmente.

A los productores quienes facilitaron la recolección de información para lograr cada uno de mis objetivos.

## ÍNDIE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las reuniones que se han realizado por los organismos internacionales para tratar el tema climático.....	7
Tabla 2. Requerimiento climático del cultivo de maíz .....	54
Tabla 3. Crecimiento y fases de desarrollo de la planta de frijol.....	56
Tabla 4. Plagas y enfermedades que atacan a la planta del frijol.....	62
Tabla 5. Modelos Global Climate Model.....	87
Tabla 6. Análisis de consistencia de las variables precipitación y temperatura media del municipio de Condega. periodo de datos 1984-2005.....	90
Tabla 7. Mejores Modelos para Condega .....	91
Tabla 8. Matriz de categorías y subcategorías .....	96
Tabla 9. Condiciones óptimas que requiere el cultivo del maíz y frijol en Nicaragua .....	114
Tabla 10. Plagas que atacan al cultivo de frijol y maíz durante las diferentes etapas fenológicas en Nicaragua. ....	119
Tabla 11. Pérdida de producción en la comunidad de San Diego.....	128
Tabla 12. Afectaciones económicas y sociales producto de la pérdida de la producción agrícola en la comunidad de San Diego. ....	129
Tabla 13. Años proyectados con mayor déficit de precipitaciones para el ciclo de primera según escenarios RCP4.5 y RCP8.5 .....	138
Tabla 14. Años proyectados con mayor déficit de precipitaciones para el ciclo de postrera según escenarios RCP4.5 y RCP8.5.....	139



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Población de la comunidad de San Diego por rango de edad.....	74
Gráfico 2:Análisis de consistencia Precipitación y temperatura del municipio de Condega vs Modelos CMIP5. Periodo 1984-2005. ....	91
Gráfico 3:Actividad económica en la comunidad de San Diego .....	106
Gráfico 4. Comportamiento de la temperatura media en la comunidad de San Diego del año 2000 al 2020.....	109
Gráfico 5.Comportamiento de la precipitación en la comunidad de San Diego del año 2000 al 2019. ..	112
Gráfico 6.Comportamiento de la precipitación en la comunidad de San Diego del año 2020. ....	113
Gráfico 7: Impacto del cambio climático en la comunidad de San Diego.....	116
Gráfico 8: Fenómenos climáticos que más afectan los cultivos en la comunidad de San Diego .....	116
Gráfico 9:Nivel de afectación del cambio climático a los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego .....	118
Gráfico 10: Principales plagas que atacan al cultivo del maíz en la comunidad de San Diego.....	123
Gráfico 11: Principales plagas que atacan al cultivo del frijol en la comunidad de San Diego. ....	124
Gráfico 12: Ciclo agrícola en el que los cultivos de maíz y frijol sufren mayores daños por plagas y enfermedades .....	126
Gráfico 13: Rendimiento productivo del cultivo de maíz y frijol por ciclo agrícola del cultivo de frijol en la comunidad de San Diego, año 2020 .....	129
Gráfico 14: Incrementos de temperatura máxima y mínima respecto al período histórico (1984-2005) esperados a lo largo del siglo XXI en el municipio de Condega para los escenarios RCP45 y RCP85. ....	133
Gráfico 15: Proyección anual de la temperatura máxima y mínima para el municipio de Condega de los años 2021 al 2100 .....	134
Gráfico 16:Cambios relativos de precipitación respecto al período histórico (1984-2005) esperados a lo largo del siglo XXI para el municipio de Condega.....	135
Gráfico 17: Proyección anual de la precipitación para el municipio de Condega de los años 2021 al 2100.....	136
El gráfico 18. Proyección de precipitación anual y por ciclo agrícola para el municipio de Condega para los años 2021- 2100. ....	141

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Gráficas resultantes de la aplicación de modelos climáticos de temperatura máxima, media y mínima y de precipitación para el municipio de Condega .....	170
Anexo 2: Instrumentos aplicados a los pobladores de la comunidad de San Diego. ....	171
Anexo 3: Validacion de instrumentos por parte de los expertos .....	178
Anexo 4: Carta aval de instrumentos por expertos.....	179
Anexo 5: Imágenes que evidencian el trabajo de campo. ....	180

## **ABREVIATURAS**

CAPS: Comité de Agua Potable y Saneamiento

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CIIFEN: Centro Internacional de Investigación sobre el Fenómeno del Niño.

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y agricultura.

GCM: Modelos Climáticos Globales.

GEI: Gases de Efecto Invernadero

INETER: Institutito Nicaragüense de Estudios Territoriales

INTA: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático

MARENA: Ministerio de los Recursos Naturales

MCGs: Modelos de Circulación General

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

DFID: Departamento para el Desarrollo Internacional

INMCM4: Modelo global de Rusia, Instituto de Matemáticas Numéricas.

HadGEM2.AO: Modelo global de Korea del sur, Instituto Nacional de Investigaciones Meteorológicas / Administración Meteorológica de Corea.

GISS.E2.H.CC: : Modelo global de EEUU, Instituto Goddard de Estudios Espaciales - NASA

MPI-ESM-MR: Modelo global de Alemania, Max-Planck-Institut für Meteorologie (Max Planck Institute for Meteorology)

## RESUMEN

El clima constituye un factor fundamental para la producción de alimentos y los efectos del cambio climático que se experimentan la ponen en riesgo, es por tal motivo que el estudio se centró en explicar cómo el cambio climático incide en el desarrollo de los cultivos de maíz y frijol para proponer estrategias de adaptación que le permita a los productores enfrentar el impacto del cambio climático en los cultivos antes mencionados en la comunidad de San Diego.

La investigación se ha desarrollado dentro del paradigma sociocrítico, con un enfoque de investigación mixto, de tipo retrospectiva y transversal. Se trabajó con una muestra de 55 productores de la comunidad de San Diego y las técnicas implementadas fueron la encuesta, entrevista y el taller participativo para recopilar información relacionada a las afectaciones que han sufrido los cultivos, el rendimiento productivo y las pérdidas económicas de los cultivos de maíz y frijol en la zona, además de conocer las expectativas y percepciones de los productores respecto a la implementación de estrategias de adaptación que disminuyan el impacto que han sufrido los cultivos por el cambio climático.

Los resultados indican que más del 80 % de los productores sufren pérdidas en la producción superiores al 71 %, lo que deja altas pérdidas económicas para las familias que se dedican al cultivo de maíz y frijol y los escenarios a futuro indican que la temperatura experimentará incrementos de  $1.5^{\circ}\text{C}$  con respecto al comportamiento histórico y la precipitación tendrá disminución del 10% y 18 %, lo que influirá en el desarrollo de los ciclos productivos en la comunidad. Por lo tanto, la implementación de estrategias enfocadas al manejo de los medios de vida y a la puesta en marcha de prácticas agroecológicas permitirán que los productores se adapten al impacto que el cambio climático está ocasionando en la zona.

**Palabras clave:** Cambio climático; cultivos; escenarios climáticos, estrategias; adaptación.

## ABSTRACT

Climate is a fundamental factor for food production and the effects of climate change that are experienced put it at risk, it is for this reason that the study focused on explaining how climate change affects the development of corn and corn crops. beans to propose adaptation strategies that allow producers to face the impact of climate change on the aforementioned crops in the San Diego community.

The research has been developed within the socio-critical paradigm, with a mixed, retrospective and cross-sectional research approach. We worked with a sample of 55 producers from the San Diego community and the techniques implemented were the survey, interview and participatory workshop to collect information related to the effects that the crops have suffered, the productive yield and the economic losses of the crops. of corn and beans in the area, in addition to knowing the expectations and perceptions of producers regarding the implementation of adaptation strategies that reduce the impact that crops have suffered due to climate change.

The results indicate that more than 80% of the producers suffer losses in production greater than 71%, which leaves high economic losses for the families that are dedicated to the cultivation of corn and beans and future scenarios indicate that the temperature will experience increases of 1.5 0 C with respect to the historical behavior and the precipitation will have a decrease of 10% and 18%, which will influence the development of the productive cycles in the community. Therefore, the implementation of strategies focused on the management of livelihoods and the implementation of agroecological practices will allow producers to adapt to the impact that climate change is causing in the area.

**Keywords:** Climate change; crops; climate scenarios, strategies; adaptation.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El cambio climático es un fenómeno global sin fronteras, que afecta cada vez más el desarrollo de las actividades agrícolas, lo que pone en riesgo la disponibilidad de alimento para las familias campesinas; y el impacto que la agricultura está teniendo a casusa del fenómeno climático hace que esta actividad económica como proveedora de alimentos a la población sea considerada una de las actividades económicas más afectadas, debido a su alta dependencia y sensibilidad a los cambios del clima; es así que el presente documento hace referencia al tema del cambio climático y su impacto en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego en el municipio de Condega-Estelí.

Esta comunidad esta ubicada en el norte del pais y forma parte corredor seco nicaragüense, se caracteriza por ser una localidad eminentemente rural, donde se desarrollan actividades primarias como la agricultura y ganadería, en las que se mantienen las prácticas ancestrales para la obtención de alimento como medio de subsistencia. Los cambios en los elementos climáticos (humedad, temperatura y precipitación) han contribuido a la interrupción de las labores del campo y por consiguiente ha llevado a la disminución de la producción en la localidad, alterando el bienestar nutricional y calidad de vida de los miembros que las integran.

La investigación de esta problemática se realizó con el interés de analizar el impacto que genera el cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego para proponer a los agricultores estrategias de adaptación al cambio climático en el contexto geográfico del municipio de Condega. El documento brinda datos sobre el comportamiento de la temperatura y precipitación a nivel local, rendimiento productivo e inversion económica en los cultivos de interés; además brinda datos de los escenarios a futuro del comportamiento de la temperatura y precipitación y cómo afectarán el desarrollo de los cultivos en la comunidad.

El enfoque metodológico aplicado fue mixto, se trabajó con variables de tipo cualitativo y cuantitativo, este enfoque permitió representar un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos. Para conocer el impacto que el cambio climático está causando en la producción agrícola y cómo esto afecta el desarrollo

de las actividades económicas en la comunidad, se aplicaron diversas técnicas como la entrevistas a funcionarios de la alcaldía y actores claves, la encuesta a la población en general y talleres participativos a los productores. Para la generación de los escenarios se utilizó el modelo MPI.ESM.LR para la variable de precipitación; INMCM4 para la variable de temperatura máxima; el HadGEM2.AO para la variable de temperatura mínima y el GISS.E2.H.CC para la variable de temperatura media.

En la comunidad, los productores han venido experimentando bajas en el rendimiento de los cultivos y muchos de ellos creen que se debe a las condiciones cambiantes del clima, las que cada vez más impiden el desarrollo de la agricultura en la zona. Producto del incremento de la temperatura y disminución de las precipitaciones, algunos productores en San Diego han registrado bajos rendimientos productivos, otras pérdidas totales de la producción, lo que genera bajos ingresos económicos para todos.

En este trabajo de investigación se brindan datos de número de productores dedicados a la producción de granos básicos, sus épocas de siembra, rendimientos productivos e identifica las variaciones del clima a futuro, además de muestra cómo el cambio climático ocasiona reducciones en la producción, los rendimientos y pérdidas económicas de los agricultores de la comunidad de San Diego y de acuerdo a los resultados de los modelos se esperan años donde la temperatura tendrá un comportamiento por encima del registro actual y déficit en las precipitaciones. En función de lo anterior se proponen estrategias de adaptación ante el cambio climático, que ayuden a los productores de granos básicos a mitigar los daños en sus parcelas, mejorar los niveles productivos, la economía y la seguridad alimentaria de las familias campesinas.

Este documento está estructurado en tres componentes generales; el primero contiene información de forma general, donde se encuentra, la introducción, el planteamiento del problema, los antecedentes, los objetivos de investigación, la justificación, la fundamentación teórica planteada por objetivos y la metodología. En un segundo componente, están los resultados, estructurados por capítulos que son tres y como tercer componente están las conclusiones y recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

## II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El cambio climático es la mayor amenaza ambiental de los últimos tiempos, sus efectos económicos, sociales y ambientales son de gran magnitud, los que están afectando a todos sin excepción. En su quinto informe el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC<sup>1</sup> (2014)) afirma que, en las últimas décadas, los cambios en el clima causaron impactos en los sistemas naturales y humanos de todos los continentes y los océanos, incluida América Latina.

Según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. (2014).

Los impactos producidos como consecuencia del cambio climático son generalizados y sustanciales. En las últimas décadas, el cambio climático ha afectado a los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y en los océanos. Los impactos son más evidentes en los sistemas naturales - incluyendo la criosfera, los recursos hídricos, los sistemas costeros y los ecosistemas terrestres y marinos - pero también se han observado en los sistemas humanos (p.19).

Lo anterior evidencia que hay localidades que por su condición natural o social son más vulnerables a sufrir los impactos del cambio climático y hay que implementar acciones que permitan minimizar los efectos tanto socioeconómicos como naturales, pero sabemos que este, es uno de los mayores desafíos que enfrentamos y supone una carga adicional para los estados y sobre todo para el medio ambiente.

Además de su grave impacto sobre el medio ambiente y las personas, el cambio climático también es una de las mayores amenazas para la estabilidad económica. Las olas de calor merman la capacidad de trabajo y la productividad. Los huracanes, ciclones y tifones dejan a millones de

---

<sup>1</sup> El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con el objetivo de analizar la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático y evaluar sus consecuencias medioambientales y socioeconómicas, y de formular estrategias de respuesta.



personas en la más absoluta pobreza tras arrasar poblaciones con total indiferencia. Y las sequías reducen las cosechas, dificultando cada vez más la ardua tarea de alimentar a una población mundial que promete alcanzar los 10.000 millones de personas en 2050 (Perspectivas de la Población Mundial 2019, ONU).

En este sentido la FAO (2016), hace referencia que (...) las zonas más afectadas serán aquellas que ya sufren altos índices de hambre y pobreza, los aumentos de los precios de los alimentos afectarán directamente a millones de personas de bajos ingresos. Entre los más vulnerables estarán quienes dependan de la agricultura para sus medios de vida e ingresos, especialmente los pequeños productores de los países en desarrollo. Así mismo Nelson *et al* (2009), afirman que, la agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático. El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos deseados, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas y pestes. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo.

El cambio climático está afectando a todas las naciones, pero más a los países en desarrollo por el nivel de vulnerabilidad económica que estos tienen, en su mayoría dependen de actividades sensibles al clima como la agricultura y no disponen de mucho dinero para adaptarse a las consecuencias del mismo. Sabemos que hoy en día hay más poblaciones que sufren los efectos del cambio climático y Nicaragua por su posición geográfica, condición social y económica, es uno de los países de la región que más sufre sus efectos, esto por encontrarse en la zona del corredor seco centroamericano y por tener su economía basada principalmente en el sector agropecuario. Esta condición incrementa las pérdidas en las cosechas, provoca que las familias no tengan cómo plantar la siguiente, y que se aumente el riesgo de caer en crisis alimentaria.

En Nicaragua la producción de maíz y frijol es vital para la seguridad alimentaria y nutricional de su población, la mayor parte de la producción, está en manos de pequeños productores, en la zona norte del país (departamentos de Madriz, Estelí, Nueva Segovia) los cuales viven en condiciones de pobreza con acceso limitado a servicios sociales y económicos. Estas características los hacen actores claves en la respuesta al cambio climático, pero al mismo tiempo son muy vulnerables a su impacto. A esta vulnerabilidad están más expuestos los agricultores pobres, que no tienen tierra,

se encuentran aislados y practican la agricultura de subsistencia.

Según (Ramírez et al, 2010) en Nicaragua se estima que cerca del 32% de los productores son agricultores de subsistencia. Debido a su condición de pobreza, su falta de acceso al mercado e información, pero sobre todo la escasa infraestructura con la que cuentan hace muy difícil que estas personas puedan hacer frente a las consecuencias adversas del cambio climático.

Particularmente, la comunidad de San Diego del municipio de Condega - Estelí, se caracteriza por ser una localidad eminentemente rural, donde se desarrollan actividades primarias como la agricultura y ganadería, en las que se mantienen las prácticas ancestrales para la obtención de alimento como medio de subsistencia. Los cambios en los elementos climáticos (humedad, temperatura y precipitación) han contribuido a la interrupción de las labores del campo y por consiguiente ha llevado a la disminución de la producción en la comunidad, alterando el bienestar nutricional y calidad de vida de los miembros que las integran.

En este sentido, enfrentar el cambio climático representa retos inmensos a los esfuerzos de seguridad alimentaria. Por tal motivo, toda actividad que brinde apoyo a la adaptación agrícola también mejorará la seguridad alimentaria, brindando a los pobres, especialmente a los de las áreas rurales los recursos para adaptarse al cambio climático.

Por lo antes expuesto se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo la adaptación ayuda a enfrentar el impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego, del municipio de Condega- Estelí?

### **III. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

En el siguiente apartado se muestran los antecedentes más relevantes relacionados con la investigación. En esta etapa del estudio, se realizó la búsqueda de investigaciones, tesis doctorales y de maestría vinculadas con el impacto del cambio climático en la agricultura, otras con las estrategias que se pueden implementar para combatir al cambio climático. La presentación de los estudios se hace partiendo del esfuerzo que se ha realizado por parte de los organismos internacionales y nacionales por implementar medidas que ayuden a las poblaciones humanas a sufrir menos el impacto del cambio climático.

El cambio climático es uno de los fenómenos más estudiados en los últimos tiempos, esto por el impacto negativo que ocasiona en la economía, la vida de las personas y las comunidades a nivel mundial. Es así que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) asegura que ningún país es inmune a los efectos del cambio climático, que ya repercute en la economía, la salud, la seguridad y la producción de alimentos, entre otros.

Cada vez más se hacen evidentes los efectos que el cambio climático está generando a los sistemas naturales y sociales, por su parte el IPCC (2014) señala que:

En los últimos decenios, los cambios del clima han causado impactos en los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos. Los impactos se deben al cambio climático observado, independientemente de su causa, lo que indica la sensibilidad de los sistemas naturales y humanos al cambio del clima. Además, afirma que la evidencia más sólida y completa de los impactos observados del cambio climático corresponde a los sistemas naturales. En muchas regiones, las cambiantes precipitaciones o el derretimiento de nieve y hielo están alterando los sistemas hidrológicos, lo que afecta a los recursos hídricos en términos de cantidad y calidad.

Es evidente el impacto del cambio climático a los ecosistemas y qué su radio de afectación es cada vez mayor; muchas especies terrestres y marinas han modificado sus áreas de distribución geográfica, sus rutas migratorias, así como la interacciones con otras especies, estas modificaciones, no solo afectan la vida de los animales, sino que también la humana.

A lo largo de la segunda mitad del siglo XX se evidenció la percepción de que todo el dióxido de carbono generado por la sociedad, estaba repercutiendo en la atmósfera, lo que alteraba el clima, es así que a finales de 1950 varios estudios evidenciaron de que el planeta ya no es capaz de absorber todo el CO<sub>2</sub> generado por la humanidad y que esto afectaría drásticamente el clima del planeta. A partir de aquí es que los organismos internacionales acordaron la celebración de diversas reuniones periódicas, como las siguientes. (Espada. L (2016)). (ver tabla 1).

Tabla 1.

*Resumen de las reuniones que se han realizado por los organismos internacionales para tratar el tema climático.*

1972	<p>Conferencia de las naciones unidas sobre el medio humano (denominada conferencia de estocolmo).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se abordaron temas relacionados a las bombas atómicas, a la contaminación química y a la caza de ballenas.</li> <li>• Se llegó a la declaración de 26 principios sobre el ambiente y el desarrollo.</li> <li>• Fue el evento que convirtió al medio ambiente en un tema de relevancia a nivel internacional.</li> <li>• Un plan de 109 recomendaciones y 1 resolución.</li> <li>• Asistieron 113 países, 19 organismos internacionales y 400 organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.</li> <li>• Fue la primera vez que los políticos abordaron el tema del cambio climático.</li> </ul>
	<p>Primera conferencia mundial sobre el clima en ginebra (Suiza).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fue convocada por la organización meteorológica mundial</li> </ul>
1979	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se emitió una declaración aconsejando a los gobiernos del mundo a controlar los diversos cambios potenciales del clima provocados por la acción humana que resultaron adversos.</li> <li>• Se elaboró un programa mundial sobre el clima bajo la tutela del programa de</li> </ul>

---

naciones unidas para el medio ambiente, la organización meteorológica y el consejo internacional de la ciencia.

---

1983 Primera comisión mundial sobre el medio ambiente y el desarrollo (comisión Brutlan).

- Se destacó la importancia de seguir con las negociaciones para desarrollar tratados mundiales sobre el clima.
  - Se destacaron los problemas como la destrucción de la capa de ozono y el progresivo calentamiento global.
- 

Se crea el grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático (IPCC)

1988

- Este organismo surge de la función de la organización meteorológica mundial y el programa de naciones unidas para el medio ambiente.
  - Nació con el fin de evaluar los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático.
  - Este organismo es formado por 195 países en la actualidad y se reúnen periódicamente
- 

1990 Creación del “Comité Intergubernamental de Negociación De Naciones Unidas”

- Se publica el primer informe de evaluación del ipcc donde se confirma la amenaza del calentamiento global.
  - Se crea el comité intergubernamental de negociación con el objetivo de elaborar una convención sobre el cambio climático
- 

1992 Conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo” de río de janeiro, brasil.

- En la cumbre de río, se produjeron dos acuerdos: la denominada "declaración sobre ambiente y desarrollo" y la "agenda 21".
- En esta conferencia se hacen referencia a 27 principios sobre el desarrollo y el medioambiente.
- Se crean las áreas de actuación sobre la lucha contra el cambio climático, la protección de la biodiversidad y la eliminación de sustancias tóxicas.
- Se firma el convenio sobre el cambio climático.

1994 Convención Marco Sobre Cambio Climático (CMNUCC)

- Esta convención reconoció por primera vez la importancia del cambio climático como un problema.
- La convención siguió los siguientes principios: la protección del clima en beneficio de las siguientes generaciones; iniciativa a cargo de los países desarrollados; se debe actuar siempre contra el cambio climático cuando exista amenaza grave; y cooperación entre todas las partes.

---

1995 Conferencia de las partes (cop) 1, en Berlín, Alemania.

- Es el año de la celebración anual de cumbres de las partes.
- En esta cumbre se examina periódicamente las obligaciones de las partes, los arreglos institucionales en el marco del convenio y la evolución de los conocimientos científicos y tecnológicos sobre el cambio climático.
- La cumbre facilita el intercambio de información sobre las medidas adoptadas por las partes para abordar el cambio climático se preparan los inventarios de gases de efecto invernadero.

---

1996 COP 2 en Ginebra, Suiza

- Varios países entregan información correspondiente al inventario de gases de efecto invernadero.

---

COP 3 en Kyoto, Japón

- 1997
- Es la primera vez que se firma un acuerdo en el que los países industrializados establecen objetivos cuantitativos y se adoptan compromisos jurídicamente vinculantes.
  - Se firma el conocido protocolo de kyoto donde se establecen metas vinculantes para la reducción de la cantidad de los gases de efecto invernadero más contaminantes.
  - Este tratado fue firmado por 141 países, pero EEUU y los países emergentes no lo firmaron porque consideraban que estas políticas de reducción lastraron su desarrollo económico posterior.
  - Los países que sí firmaron el acuerdo se comprometían a reducir en un 5.2 % las

Fuente: Espada. L (2016)

➤ **A nivel internacional.**

Partiendo de la preocupación de los organismos internacionales por frenar el avance de las emisiones de gases de efecto invernadero, los que según la (FAO 2016, p. 11) están llevando a nuestro planeta hacia un calentamiento global irreversible cuyas repercusiones se harán notar durante muchas décadas. Estos riesgos a largo plazo son la razón fundamental por la que la comunidad internacional se ha comprometido con el objetivo de estabilizar el clima de la Tierra. La preocupación por el tema climático cada vez aumenta más y son más las personas e instituciones que realizan estudios para conocer el nivel de impacto que este fenómeno está generando en todos los sistemas a nivel global.

Es así que, Mercado en el año 2016, elaboró un estudio acerca de la Gestión del Cambio Climático. Un análisis conceptual hacia un modelo de gestión y gobernanza, el eje central de la investigación giró en torno a conocer, describir, analizar y comprender cuál es el nuevo ejercicio de Gobernanza necesario para su implementación estratégica. Parte del desarrollo expuesto, aborda el análisis de la Gobernanza al Cambio Climático como una nueva categoría conceptual y propone un modelo de gestión. El mismo surge de la comprensión teórica y de la construcción colectiva del conocimiento alrededor de un fenómeno de carácter transdisciplinario.

La estrategia metodológica asume una perspectiva cualitativa desde un enfoque global. En principio, destacando el desarrollo económico, la lógica de la localización espacial de las actividades productivas y el papel de las instituciones para el análisis y caracterización de los potenciales impactos del calentamiento global, su tratamiento, mitigación y adaptación en la Sociedad de Riesgo en diversas escalas territoriales.

El documento hace mención que el impacto climático es independiente del lugar de emisión y afectan al clima global como consecuencia de las concentraciones mundiales: Por tanto, es inútil contar con sistemas de gestión localizados sin tener controles globales sobre indicadores de efectividad para todo el Planeta. Lo interesante es generar estos mecanismos y pensar en entes reguladores de aplicación, tal como lo requiere la necesaria gestión de los impactos climáticos que

causan la modificación de las concentraciones globales en la troposfera e independiente del lugar de su emisión.

Además, se hace hincapié que el crecimiento económico con recursos naturales infinitos tampoco se puede sustituir con una producción tecnológicamente optimizada indefinidamente: ya que se puede usar una determinada cantidad de baja entropía solamente una vez. Así se desarrolla en el modelo de Gestión sobre la Vulnerabilidad y Resiliencia propuesto con la producción y, en general, la actividad económica se constituye un proceso de organización y transformación de energía y materia de baja entropía, en energía y materia de alta entropía. Y se está inexorablemente en un flujo continuo de uso de materias primas, recursos, capital natural que luego se tornará en energía disipada no utilizable y, por tanto, ningún trabajo podrá ser obtenido sin que se utilice materia y ésta, puede nunca podrá ser completamente desacoplada de sus elementos contaminantes.

Finalmente, la tesis busca generar la propuesta de un modelo de GCC, cuya matriz de decisión nos plantea que existe una directa vinculación entre la Gobernanza económica democrática y el tratamiento del Cambio Climático como Bien Público Global en el ejercicio de la Responsabilidad Común Diferenciada. En este sentido, la investigación pretende aportar varias respuestas.

Así mismo, en el año 2017, la FAO elaboró, La Estrategia de la FAO sobre El Cambio Climático. La estrategia tiene como finalidad facilitar la contribución de este organismo a la transición de los sistemas agrícolas y alimentarios y los medios de vida que de ellos dependen para que sean más resistentes ante el cambio climático, así como las transiciones nacionales hacia economías de bajo carbono.

En este sentido la FAO como organismo de las Naciones Unidas se interesa por lograr que los países miembros implementen estrategias para combatir el hambre, la malnutrición, la reducción de la pobreza rural, y hacer que la agricultura, la actividad forestal y la pesca sean más productivas y sostenibles.

En el documento se hace referencia a las repercusiones del cambio Climático en los sectores de la alimentación y la agricultura, repercusiones que están interrelacionadas a través de aspectos ambientales, sociales y económicos. Según las previsiones, el cambio climático también repercutirá



de forma notable en la frecuencia e intensidad de los brotes de plagas de plantas y enfermedades. Por ejemplo, un aumento de los fenómenos meteorológicos extremos (como episodios de sequía o precipitaciones intensas y de corta duración generalizadas, como los ciclones), que ya causan graves perturbaciones de por sí, puede conllevar que los brotes de plagas de plantas y enfermedades sean más frecuentes e intensos (.....).

Como resultado de la aplicación de la estrategia, la FAO logró que los países miembros aplicarán las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (CDN) en los sectores alimentario y agrícola, respaldadas directamente en los países a través de procesos normativos e intervenciones de desarrollo de la capacidad y técnicas sobre el terreno, así como aumentar el número de países en los que se ha fortalecido la capacidad de las instituciones gubernamentales y otras instituciones pertinentes para aplicar políticas, estrategias o mecanismos de gobernanza que fomenten la producción sostenible y hagan frente al cambio climático y la degradación ambiental.

Cabe destacar que la intervención de la FAO permite unir esfuerzos con los países a nivel nacional, regional y mundial para combatir el cambio climático. Esto se refleja en las actividades de los cinco programas estratégicos y en la cartera de proyectos de la Organización. Gran parte de la labor sobre cambio climático está integrada en actividades y proyectos que abordan otras cuestiones técnicas. La FAO ha ido ampliando su capacidad para proporcionar apoyo a los países en la aplicación de sus políticas sobre cambio climático, el acceso a la financiación relacionada con el clima, el apoyo a la aplicación de las CDN y el seguimiento de la mitigación del cambio climático en los sistemas agrícolas.

Del mismo modo la FAO en el año 2016 presentó un documento sobre El Estado Mundial de la Agricultura y La Alimentación. Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria, en este se hace referencia que para cumplir los objetivos de erradicar el hambre y la pobreza para el año 2030 y hacer frente a la amenaza del cambio climático se requiere una profunda transformación de los sistemas alimentarios y agrícolas en todo el mundo. Lograr la transformación para la agricultura sostenible supone un gran desafío. Será necesario realizar cambios de una manera que no ponga en peligro la capacidad de los sectores agrícolas (los cultivos, la ganadería, la pesca y la actividad forestal) para satisfacer las necesidades mundiales de alimentos.

La FAO advierte que se espera que los efectos del cambio climático en la producción agrícola y los medios de vida se intensifiquen con el tiempo y que sean diferentes según países y regiones. En muchas regiones, la producción agrícola ya se está viendo afectada negativamente por un aumento y una mayor variabilidad de las temperaturas, cambios en el nivel y la asiduidad de las precipitaciones, una mayor frecuencia de períodos sin lluvia y sequías, la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos, el aumento del nivel del mar y la salinización de los terrenos de cultivo y del agua dulce.

Además, los cultivos que se siembran para la obtención de alimentos, fibra y energía requieren condiciones específicas para desarrollarse, tales como un grado óptimo de temperatura y una cantidad de agua suficiente. Hasta cierto punto, unas temperaturas más cálidas pueden beneficiar el crecimiento de determinados cultivos en algunas partes del mundo. Sin embargo, si las temperaturas superan los niveles óptimos para el cultivo, o si no se dispone de agua o de nutrientes suficientes, probablemente se producirá una disminución del rendimiento. Un aumento en la frecuencia de los fenómenos extremos, especialmente de inundaciones y sequías, también es perjudicial para los cultivos y reduce los rendimientos.

Combatir la sequía podría convertirse en un importante reto en zonas en las que se prevé un aumento de la temperatura media y una disminución de las precipitaciones. Existen numerosas malas hierbas, plagas de insectos y enfermedades que crecen en condiciones de temperaturas más cálidas, climas más húmedos y niveles más altos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera. Un incremento de las temperaturas extremas, unido a una disminución de las precipitaciones, puede impedir que los cultivos lleguen a crecer.

Por otro lado, los sectores agrícolas se encuentran también entre los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento del planeta y el consiguiente cambio climático, pero los sectores de la agricultura tienen también, por lo tanto, un potencial único para contribuir a la estabilización del clima mundial a través de una mejor gestión de los cultivos, la tierra y el ganado, de modo que se reduzcan las emisiones y se incremente el secuestro de carbono en la biomasa de las plantas y en los suelos.

En este sentido la FAO, propuso una agricultura climáticamente inteligente en donde las respuestas al cambio climático que se apliquen en los diferentes países deberán contemplarse en un contexto más amplio que comprenda el desarrollo agrícola sostenible, y reflejarán las prioridades de cada país para su consecución. Asimismo, los países tendrán diferentes prioridades, según sus circunstancias específicas, que habrán de tenerse en cuenta a la hora de diseñar las respuestas al cambio climático.

El enfoque de la agricultura climáticamente inteligente tiene tres objetivos: i) aumento sostenible de la productividad agrícola para favorecer incrementos equitativos en los ingresos, la seguridad alimentaria y el desarrollo; ii) aumento de la capacidad de adaptación y resistencia a las crisis en diferentes planos, desde la granja hasta el plano nacional; iii) reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y aumento del secuestro de carbono en la medida de lo posible.

Puesto que las condiciones locales varían, una característica esencial de la agricultura climáticamente inteligente es determinar los efectos de las estrategias de intensificación agrícola sobre la seguridad alimentaria, la adaptación y la mitigación en lugares específicos. Esto es especialmente importante en los países en desarrollo, donde el crecimiento agrícola es generalmente una prioridad absoluta. A menudo, aunque no siempre, las prácticas que reportan grandes beneficios en términos de adaptación y seguridad alimentaria pueden dar lugar también a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero o a un aumento del secuestro de carbono.

Finalmente, la FAO expone que la vulnerabilidad de la agricultura frente al cambio climático no siempre ha recibido la atención que merece. La evaluación de los efectos del cambio climático, fundamentalmente mediante el empleo de modelos económicos mundiales, ha tendido a pasar por alto las repercusiones en la agricultura debido a la decreciente contribución de esta al PIB en todo el mundo.

La puesta en marcha de los acuerdos internacionales en materia de la mitigación y adaptación al cambio climático y los esfuerzos que se hacen para evidenciar las repercusiones del cambio climático cada vez es mayor, es así que, en Colombia, Fernández (2013), investigó los Efectos del Cambio Climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Evaluación del riesgo

agroclimático por sectores. El estudio se centró en determinar los efectos del cambio climático en la producción y rendimientos de cultivos agrícolas seleccionados, mediante la utilización de modelos agroclimáticos.

En este sentido se muestran datos del aporte que tiene el sector productivo en la economía del país, el que ocupa un PIB del % 2.2 y de acuerdo Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural este se ha visto afectado gravemente debido a la ocurrencia de eventos climáticos extremos especialmente durante las fases del Fenómeno El Niño y La Niña.

Las anomalías climáticas involucradas en el cambio climático a través de la variabilidad climática generan un impacto socioeconómico de grandes proporciones en el ámbito regional, en donde la agricultura depende del régimen de lluvias y comportamiento de temperatura, lo que se ocasiona inundaciones y deslizamientos en terrenos cultivados, proliferación de plagas y expansión de enfermedades, cambios en los ciclos vegetativos de los cultivos, cambios en los ciclos de plagas, mayor estacionalidad de la producción, pérdidas en la producción y rendimiento de cultivos, importación de productos agrícolas y amenaza a la seguridad alimentaria entre otros.

La investigación hace mención que los rendimientos de muchos cultivos, podrían disminuir significativamente por las mayores temperaturas, como consecuencia, por ejemplo, del estrés térmico e hídrico, del acortamiento de la estación de crecimiento y de la mayor presencia de plagas y enfermedades. Las producciones animales también se verían afectadas, por el impacto del cambio climático en la productividad de las pasturas y forrajes y según sus requerimientos específicos.

La (CEPAL, Costa Rica, 2010), citada por Fernández, M. 2013, hace referencia que una de las actividades económicas sobre la que más se resentirá los efectos del calentamiento global es la agricultura. Adams y otros (1988) destacan entre los efectos principales: la modificación en los cultivos debido a un incremento atmosférico en la concentración de CO<sub>2</sub>; mayor probabilidad de un incremento en la población de plagas, y ajustes en las demandas y ofertas de agua para irrigación. Como resultado se espera que la productividad de algunos cultivos importantes disminuya.

Para concluir el autor indica que las altas temperaturas del aire pueden detener la fotosíntesis, evitar la fertilización de los óvulos de las plantas e inducir a una deshidratación; en las plantas C3 la tasa máxima de fotosíntesis está entre temperaturas de 20 y 32°C, a temperaturas superiores la tasa muestra una declinación y al alcanzar los 40°C, cesa enteramente, a esta temperatura la planta se encuentra en shock térmico, buscando la manera de subsistir (Brown, 2003) (Fernández, M. 2013).

Lo anterior evidencia que una de las actividades económicas que más resiente los efectos del cambio climático es la agricultura, esto por las variaciones en la temperatura y en los regímenes pluviométricos, que impiden que los cultivos puedan desarrollarse adecuadamente y tengan los rendimientos óptimos para que los productores puedan obtener los ingresos económicos necesario para hacer frente a las condiciones cambiantes del clima.

En el año 2013, se elaboró un Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario. Propuesta Ministerial Elaborada en el Marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 de Chile. En este se proponen medidas para la implementación del Plan Nacional de adaptación al cambio climático en el sector silvoagropecuario, ante el evidente cambio en los regímenes de precipitación que está viviendo el país sudamericano, los datos muestran que de acuerdo al Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, dos de los escenarios de emisiones globales de gases de efecto invernadero definidos por el IPCC: A2 (severo) y B2 (moderado), las mediciones realizadas entre los años 1930 y 2000 indican que las precipitaciones, entre los 30°S y los 39°S, muestran una clara tendencia a la disminución hasta aproximadamente 1970, pero una mayor frecuencia de inviernos relativamente lluviosos en las décadas siguientes ha contribuido a revertir en parte la tendencia decreciente del período anterior.

La evolución del régimen pluviométrico en la región centro-sur y austral del país ha sido marcadamente diferente a la observada en la región subtropical, con una significativa tendencia hacia una mayor precipitación hasta mediados de los años 70, para dar paso a una tendencia decreciente que se mantiene hasta ahora.

Por el contrario, el comportamiento térmico ha tenido pocas fluctuaciones, esto según un análisis de las tendencias en los regímenes de temperaturas extremas diarias (máxima - mínima), a partir de 1960, sugiere que el régimen térmico superficial se ha mantenido relativamente estacionario

durante las décadas más recientes, con excepción de la región comprendida entre Santiago y Concepción, donde se aprecian aumentos decadales de  $0,05^{\circ}\text{C}$  y  $0,18^{\circ}\text{C}$  en los promedios anuales de temperatura máxima y mínima, respectivamente. Sin embargo, las proyecciones reflejan que la temperatura aumentaría en todas las regiones, siendo mayores para el escenario A23. El cambio térmico medio del escenario A2, respecto al clima actual, sobre Chile continental sería de  $2^{\circ}$  a  $4^{\circ}\text{C}$ , siendo más acentuado hacia las regiones andinas y disminuyendo de norte a sur. Sólo en la Región Austral, bajo el escenario B24, habría pequeños sectores con calentamiento  $<1^{\circ}\text{C}$ . El calentamiento sería mayor en verano, excediendo los  $5^{\circ}\text{C}$  en algunos sectores andinos altos.

Como consecuencia, se pronostica una reducción generalizada de las precipitaciones en el territorio nacional, especialmente en las zonas centro y sur, con una importante reducción del área andina con capacidad de almacenar nieve, y en consecuencia de regular los caudales a lo largo del año. Considerando que la isoterma de  $0^{\circ}\text{C}$  sufriría un alza de altura, las crecidas invernales de los ríos con cabecera andina se incrementarían por el consiguiente aumento de la escorrentía de las cuencas aportantes, viéndose disminuida la reserva nivel de agua. En la región cordillerana entre las latitudes  $30$  y  $40^{\circ}\text{S}$ , habría una reducción del área comprendida arriba de la isoterma cero en todas las estaciones del año, siendo muy significativa durante los cuatro primeros meses del año.

Los datos anteriores muestran el posible impacto que puede sufrir la agricultura en este país sudamericano si tanto la temperatura como la precipitación siguen registrando cambios tan bruscos, es así que respecto a la agricultura, el IPCC señala que estudios para Chile y otros países proyectan disminuciones en las cosechas para un número de cultivos, como el maíz y el trigo, y que en las zonas más áridas, como el norte y zona central de Chile, el cambio climático puede llevar a la salinización y desertificación de tierras agrícolas.

En función de lo anterior en el documento se plantea una propuesta de plan de acción sectorial parte de la base de que el sector silvoagropecuario debe incorporar una serie de atributos que le permitan adaptarse mejor a nuevas condiciones climáticas. En consecuencia, las medidas propuestas tienen como objetivo incorporar o reforzar estos atributos en la agricultura nacional.

Entre los principales atributos que debiera tener el sector silvoagropecuario para una adecuada adaptación a las nuevas condiciones climáticas, se cuentan los siguientes:

Ser eficiente en el uso de los recursos, generando sistemas productivos con un menor consumo de agua, de energía y de agroquímicos. El ser eficientes involucra sistemas productivos que además contarían con menor huella de carbono (aporte agregado a la mitigación) y con menor huella del agua, además de contar con sistemas productivos más biodiversos, más dependientes de insumos locales (reciclaje/uso de residuos de cultivos o de plántulos animales), más diversificados en cuanto a estrategias de control de plagas y enfermedades, y ser sustentable desde la perspectiva de la gestión de los suelos, lo que significa usarlos respetando sus restricciones y no excediendo sus potenciales productivos, con el objeto de minimizar o neutralizar procesos erosivos y/o degradantes.

Para finalizar están las Medidas propuestas para la implementación del plan nacional de adaptación al cambio climático en el sector silvoagropecuario, estas son 21, las hacen referencia a fortalecer la planificación y gestión de recursos hídricos a nivel nacional para optimizar el uso del agua en la agricultura; establecer un programa nacional para fomentar la gestión eficiente y sustentable del agua en la agricultura de riego; reforzar el Programa de Riego Campesino; Optimizar el Sistema Nacional para la Gestión de Riesgos Agroclimáticos, GRA.

Por su parte, Bárcena A. et al, en el 2013 realizó la investigación acerca de los Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica. En este estudio se hace referencia al interés que tiene el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) consciente de la importación de adoptar medidas de respuesta para el sector agropecuario y la seguridad alimentaria y nutricional ante el cambio climático incluyó en su agenda de trabajo desde 2007 y en 2012 creó el Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo. Este Grupo y la Secretaría Ejecutiva del CAC acordaron un programa de trabajo con la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), del que este análisis de los impactos potenciales del cambio climático en los granos básicos es parte.

Este análisis estimó los niveles de producción y rendimiento de granos básicos en 95 unidades geográficas subnacionales (departamentos, provincias, distritos y comarcas de la región) en la década de 2000, que por facilidad de lectura se denominaría “departamentos” al referirse a la

región. Implicó preparar una climatología ajustada a los promedios de temperatura y precipitación mensual para la misma década. Utilizando el método de funciones de producción, estimó el efecto de la temperatura y la precipitación sobre los rendimientos. Sobre la base de esta función, estimó los impactos potenciales del cambio climático, utilizando dos escenarios del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), denominados B2 y A2, el primero menos pesimista y el segundo más pesimista.

Del mismo modo en el 2012, se elaboró un Estudio Básico de Adaptación al Cambio Climático, Sector Agricultura, por Méndez M., Barba R de la consejería de medio ambiente de Andalucía, España. El estudio se centró en el análisis de las repercusiones e impactos del cambio climático en los diversos sectores económicos de la comunidad, así como el establecimiento de las medidas necesarias para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Andalucía.

El presente trabajo se enmarca en el Programa de Adaptación, que parte de la base de que el Cambio Global ya se está produciendo en todo el mundo, y no sólo a nivel climático, sino también a nivel del funcionamiento del planeta en sí, como macrosistema.

A nivel andaluz, los objetivos del Programa de Adaptación son, por un lado, analizar el grado de vulnerabilidad que poseen los sectores productivos y económicos andaluces, y, por otro, estudiar los impactos del cambio climático sobre los mismos. Se trata, en definitiva, de prevenir, de tomar las medidas necesarias, de adelantarse a estos sucesos para adaptarse a esos cambios que se prevean que van a ocurrir en los distintos escenarios posibles.

Una de las ventajas de este estudio radica, entre otras, en que permite disponer de información a escala local, identificando, por ejemplo, aquellas zonas territoriales más vulnerables a los cambios climáticos, lo que permitirá a las administraciones competentes tomar iniciativas planificadas y adaptativas a la nueva situación climática previsible.

El estudio permitió conocer posible impacto en los cultivos por el cambio climático en la región de Andalucía, entre estos tenemos que: posibles daños y/o pérdidas de cosechas por el incremento en la demanda de agua y la disminución de la disponibilidad del recurso en determinados sectores; Los fenómenos meteorológicos extremos como las olas de calor y los períodos de sequía, pueden



ocasionar importantes perturbaciones de la producción, especialmente durante las fases críticas del desarrollo vegetativo.

El aumento de la temperatura, por ejemplo, provocará la disminución en la productividad de los cultivos de secano, debido al aumento de la demanda evapotranspirativa y al estrés hídrico; Pérdidas y/o daños de cultivos y cosechas por un aumento de las lluvias torrenciales, que es probable que sean más frecuentes y violentas, así como Cambios en el comportamiento de plagas y enfermedades y Posible aumento de las tasas fotosintéticas de los cultivos debido al incremento de la concentración de CO<sub>2</sub>.

En función de lo anterior se proponen las Principales medidas y opciones de adaptación para los cultivos, como: Diseño de Regadíos y Planificación de Riegos; Estrategias de adaptación para cultivos (Seguimiento de los cultivos, los usos del suelo y las secuencias de manejo y Realización de estudios para cada sistema de cultivo con objeto de evaluarlos) Establecimiento de un sistema de indicadores para analizar la evolución del sector de la agricultura en relación al cambio climático; Elaboración de programas de formación a agricultores para la puesta en práctica de técnicas de adaptación al cambio climático; Dotar de mayor protagonismo a los sistemas de incentivos a las prácticas agrarias más sostenibles y a las que contemplen la adopción de medidas básicas de adaptación desde el aspecto agronómico; Potenciación de los cultivos energéticos en el marco de coordinación entre las políticas de mitigación de GEI y las de Adaptación y Control de la erosión del suelo en las áreas más vulnerables.

Así mismo, Aguilar (2011) Investigó los Impactos del cambio Climático en la agricultura de América Central y en las familias productoras de Granos básicos. Este estudio se realizó en los países del CA-4, Honduras, El Salvador, Guatemala y Nicaragua, en este se hizo una evaluación de los impactos que ha generado el Cambio Climático en la producción, encontrándose que Nicaragua es uno de los países que más es afectado por los fenómenos meteorológicos.

Los efectos adversos del cambio climático en CA-4 se han visto exacerbados por los altos niveles de vulnerabilidad climática, debido al deterioro ambiental y a las condiciones de alto riesgo provocadas por contextos socioeconómicos adversos, particularmente para las poblaciones

humanas en situación de pobreza. La agricultura ha sido uno de los sectores más impactados con pérdidas y daños recurrentes y significativos, lo cual ha sido magnificado por la alta sensibilidad climática de todos los subsectores y rubros agrícolas, y por las políticas agrícolas vigentes desde hace 30 años. Debido a las limitantes del entorno socioeconómico y ambiental, las familias campesinas, mujeres, pueblos originarios y comunidades afro-descendientes se ven expuestos a altos riesgos climáticos y obligados a abandonar sus parcelas, actividades agrícolas, viviendas o territorios frecuentemente, y eventualmente a convertirse en refugiados ambientales dentro o fuera de sus fronteras nacionales o regionales.

En el estudio, se realizó una interpretación general de los modelos de las manifestaciones del cambio climático observado y futuro en América Central, mediante diversas metodologías usando modelos climáticos de escala mundial y regional, incluyendo técnicas de reducción de escala y se realizó una interpretación general de ese conjunto de resultados, aplicando algunas de las recomendaciones emanadas de la reunión de expertos del IPCC (IPCC 2010), de la cual provienen una serie de criterios y recomendaciones de buenas prácticas para el desarrollo de los escenarios climáticos, incluyendo el ámbito regional, así como para su interpretación y aplicación en las evaluaciones de impactos.

Asimismo, el AR4 plantea que existen múltiples estresores, que aumentan la sensibilidad al cambio climático y reducen la resiliencia en el sector agrícola, tales como: incendios forestales, brotes de insectos, disponibilidad limitada de agua, pérdida de biodiversidad y contaminación del aire. Los recursos naturales terrestres están siendo degradados a través de la erosión del suelo, la salinización de las áreas irrigadas, la degradación de tierras secas debido al sobrepastoreo, la sobreexplotación del agua subterránea, la creciente susceptibilidad a enfermedades y al aumento de la resistencia de las plagas favorecidas por la expansión del monocultivo y el uso de plaguicidas, la pérdida de biodiversidad y la erosión de la base genética, debido al desplazamiento de las variedades tradicionales por otras introducidas más recientemente.

Finalmente, la (CEPAL, 2010) citado por Aguilar, y. 2011. Hace referencia que en América Central se observa que, en promedio, la temperatura máxima ya ha sobrepasado en varios grados la óptima para el índice de producción agropecuario de varios cultivos, lo que parece indicar que habría

mayores pérdidas si se registran nuevos aumentos. Asimismo, durante la temporada de lluvias, los niveles de precipitación acumulada en la región son, en promedio, mayores al nivel óptimo para maximizar la producción. Asimismo, en las regiones con menor precipitación, como la vertiente del Pacífico, se observan pérdidas en la producción de granos básicos.

### ➤ **A nivel nacional.**

En el año 2017, se realizó el estudio enfocado en los Efectos del cambio climático sobre la agricultura en Nicaragua realizado por Ramírez. D, et al. Este se efectuó como respuesta al mandato de la Cumbre Presidencial Centroamericana sobre Cambio Climático de mayo de 2008, la Sede Subregional en México de la CEPAL está implementando el proyecto *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica* con las Autoridades de Ambiente, los Ministerios de Finanzas/Hacienda de esta región, la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) y la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) con el financiamiento del Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID) del Gobierno Británico.

En las últimas décadas, la temperatura y precipitación se han modificado como consecuencia del cambio climático, las proyecciones indican que los cambios se acentuaron en los próximos años. El presente estudio analiza algunos de los efectos potenciales del cambio climático sobre el sector agropecuario de Nicaragua. En particular, se evalúan las variaciones en la producción y el valor de la tierra, así como sus efectos económicos utilizando dos escenarios climáticos y distintos horizontes temporales.

Los resultados para el sector en su conjunto exhiben pérdidas importantes en la producción, asimismo, el examen de impacto sobre algunos de los cultivos más importantes (maíz, frijol y café) muestra disminuciones importantes en sus rendimientos. Por su parte, el modelo Ricardiano evalúa los efectos sobre el valor de la tierra de los agricultores nicaragüenses. Aunque los mayores impactos se esperan en el largo plazo los resultados de este estudio revelan que ya se están presentando efectos adversos. Por tanto, de no tomarse medidas que busquen compensar tales tendencias, las pérdidas económicas podrían ser considerables.

En el estudio se incluyen los posibles impactos económicos derivados de cambios futuros en el

clima, los cuales muestran un escenario poco alentador sobre la producción agropecuaria. Las estimaciones muestran que las pérdidas acumuladas al año 2100 de la producción agropecuaria representan alrededor de 22% del PIB de 2007, considerando una tasa de descuento de 2%.

Desde el año 2010 Nicaragua, cuenta con la Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático (ENACC) y su Plan de Acción (2010-2015). Esta estrategia, liderada por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, (MARENA), representa el marco general para la adaptación al cambio climático y está conformada por cinco lineamientos estratégicos que se describen a continuación: 1. Educación Ambiental para la Vida 2. Defensa y Protección Ambiental de los Recursos Naturales 3. Conservación, Recuperación, Captación y Cosecha de Agua 4. Mitigación, Adaptación y Gestión de Riesgo ante el Cambio Climático.

Como base para el desarrollo de este Plan se han tomado como referencias antecedentes importantes respecto al análisis de vulnerabilidad de la agricultura como el realizado en la cuenca 64, en el sector caficultor, en el sector ganadero, así como los elementos de la Segunda Comunicación de Cambio Climático elaborada por MARENA en el año 2008.

El Plan de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario, forestal y pesca, está concebido como un instrumento estratégico que contribuirá con el fortalecimiento de la capacidad productiva de estas y estos productores en un horizonte de 20 años. Además, y en virtud de la coyuntura de sequía actual, se ha considerado oportuno contar con una visión estratégica de corto plazo enfocada a dar respuesta a las demandas de las familias productivas de 26 municipios con mayor vulnerabilidad económica, social y ambiental, localizados en las zonas muy secas situadas en laderas.

En correspondencia con lo anterior, Gutiérrez y Chavarría (2014) realizaron un estudio sobre las Estrategias de adaptación ante el cambio climático en granos básicos: maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en cinco comunidades de San Ramón, Matagalpa. El estudio fue realizado en cinco comunidades del municipio de San Ramón. Las variables de estudio fueron: Características de sistemas de producción, impacto del cambio climático sobre granos básicos, efectos del cambio climático en seguridad alimentaria y adaptación al cambio climático en sistemas de producción

de granos básicos.

El objetivo principal de la investigación fue identificar las estrategias de adaptación ante los efectos del cambio climático en granos básicos. Para la recopilación de información se usaron dos técnicas de investigación, en primer lugar, con la realización de grupos focales con productores de cada comunidad y posteriormente la aplicación de encuestas en los hogares.

El estudio muestra cómo la situación económica, social y productiva ha venido cambiando en comparación a los años anteriores y atribuyen dichos cambios a las variaciones del clima y al manejo inapropiado de los recursos naturales, sobre todo de los bosques, los suelos y los recursos hídricos. Los productores aseguran que los suelos ya no son buenos, que son poco fértiles en comparación a una década anterior debido a que antes no era necesario tanto el uso de abonos sintéticos y que corresponden más a una agricultura orgánica y aun así obtenían altos rendimientos productivos, en la actualidad para obtener altos niveles de producción como los de hace diez años es necesario tecnificar o semi-tecnificar las plantaciones con la incorporación de nuevas tecnologías pero por los costos no son rentables.

Los resultados más relevantes muestran cómo los pequeños productores de granos básicos fueron muy influenciados por el Cambio Climático; los principales efectos fueron la disminución de los rendimientos productivos, pérdidas totales de cultivos, daños en las parcelas como pérdidas de suelo por escorrentías, afectación por muchas lluvias, sequía.

Esto causó daños económicos a los productores que debieron dedicarse a trabajar en otras fincas para poder suplir las necesidades del hogar. La seguridad alimentaria para las familias campesinas está en riesgo debido a las afectaciones del clima que han ocasionado baja producción y pérdidas totales de los cultivos.

Las principales estrategias de adaptación que se están realizando son: implementación de obras de conservación de suelo y agua, reforestación, selección de semillas, adecuación del calendario de siembra, asociación de cultivos, diversificación de las fincas, sistemas agroforestales; los resultados permiten recomendar estrategias para adaptarse ante el cambio climático.

La investigación concluye en que el cambio climático ha afectado negativamente a los sistemas productivos de granos básicos con bajos rendimientos debido a los fuertes vientos que causan

requemo en el frijol, pudrición de maíz por muchas lluvias y pérdidas totales por la sequía. Los suelos ya no son fértiles debido a la pérdida de nutrientes por el lavado de las lluvias, erosión eólica por la sequía y los fuertes vientos, se siembra y no se obtienen buenos rendimientos.

Nicaragua, por su posición geográfica, está expuesta a diversos eventos vinculados a la variabilidad climática natural, tales como el fenómeno ENSO (El Niño-La Niña), los sistemas Monzónicos del Pacífico, los huracanes, entre otros; los cuales generan significativas amenazas de sequía, inundación, deslizamiento de tierras, déficit de agua, destrucción de cultivos, bosques y viviendas. Todos estos fenómenos ocultan o modulan la señal del cambio climático, el que se manifiesta en Nicaragua con un clima más cálido y con déficit de precipitaciones.

Debido a factores económicos, sociales, culturales y ambientales, Nicaragua es muy vulnerable a las amenazas generadas por la variabilidad climática y el cambio climático, lo que implica importantes pérdidas y daños de vidas humanas y económicas anuales.

En este contexto, el Gobierno de Nicaragua basa su política en favorecer el desarrollo económico y social, a través de la protección de los sectores de población más vulnerables, mediante un modelo de trabajo directo con las familias y las comunidades, creando capacidades, conocimientos y conductas que permitan a la población enfrentar y recuperarse de todos los riesgos a desastres, por medio de un modelo de economía creativa con el sector productivo, para enfrentar los retos del desarrollo económico, la generación de empleo y reducción de la pobreza.

Nicaragua, como país miembro de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, ha cumplido sus compromisos ante la convención, se cuenta con las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés), primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de 1994, segunda comunicación del año 2000 y a tercera comunicación del 2000 al 2010 y los Niveles de Referencias de las Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques en el periodo 2005-2015.

En el año 2017, el Gobierno de Nicaragua, elaboró los Ejes del Programa Nacional de Desarrollo Humano 2018-2021, dentro de los cuales aborda en su capítulo VII (Desarrollo socio productivo), inciso C, al sector agropecuario, para el cual se plantean diferentes ejes bajo los cuales se pretenden que se rijan los sistemas de producción en el país, pues como uno de sus objetivos está el

“Fortalecer los sistemas y métodos asociados de protección y sanidad agropecuaria y forestal, inocuidad de los alimentos y trazabilidad en todos los campos, que aseguren la calidad y potencien las exportaciones”.

Del mismo modo, en el capítulo X se abordan las Políticas Ambientales y de Protección de los Recursos Naturales, en las cuales se plantea continuar implementando la política ambiental de preservación y sostenibilidad del medio ambiente y los recursos naturales, así como el fomento del uso y manejo sostenible de las áreas protegidas, del mismo modo, se quiere impulsar la conservación y recuperación de los recursos suelo, agua y bosques y tanto regular como controlar la contaminación ambiental para la conservación de los ecosistemas y la salud humana.

Siempre dentro del Programa Nacional de Desarrollo Humano, se aborda, el tema del Cambio Climático (capítulo XVIII), con el que se pretende desarrollar acciones acordes a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, incluyendo el Acuerdo de París, así como mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la reducción de sus efectos y las alertas tempranas. Otro de los objetivos a seguir de este programa es formular la política de desarrollo económico y social de bajas emisiones de carbono, bajo el modelo de diálogo, alianzas y consensos, además contempla la elaboración del Plan Nacional de Adaptación al Cambio climático, sobre la base de una evaluación de los riesgos actuales y futuros, facilitando las principales líneas de acción para una adaptación eficiente, bajo el modelo de diálogo, alianzas y consensos.

En 2011 la Universidad Centroamericana, UCA, realizó el estudio Enfoques innovadores en la simulación del cambio climático y su impacto en la seguridad alimentaria. La experiencia de Nicaragua, elaborado por Ribalaygua, J. et al. en el cual plantean como un gran reto lograr evaluar el impacto del cambio climático a partir de predicciones científicamente contrastadas a escala local, lo que a su vez permitiría definir estrategias de adaptación adecuadas considerando las características propias de cada zona. La metodología utilizada en este estudio pretende que las comunidades puedan definir sus estrategias de adaptación con base en evidencias científicas contrastadas, y convenientemente tratadas para poder responder a sus demandas. Se utilizaron dos herramientas complementarias para el análisis de los riesgos climáticos.

Este proceso metodológico del estudio en cuestión, responde a las tres etapas necesarias para afrontar la adaptación al cambio climático: la descripción de las posibles condiciones del clima futuro; la evaluación de los impactos que ese clima futuro tendrá en la población y en diferentes sectores afectados; y la definición de medidas y políticas de adaptación que minimicen los impactos negativos que se identifiquen y aprovechen los positivos.

El proyecto se desarrolló en seis comunidades de los departamentos de Matagalpa y la RAAN. En Matagalpa se seleccionaron las comunidades de Potrerillo y Dulce Nombre de Jesús en el municipio de Ciudad Darío, el Zarzal y Susulí en el municipio de San Dionisio; En la RAAN se seleccionaron dos comunidades: Tuskru Tara en el municipio de Waspan y Sahsa en el municipio de Puerto Cabezas.

Como conclusiones Ribalaygua, J. et al. (2011), plantean que el estudio despertó el interés de las instituciones nacionales nicaragüenses las cuales generaron escenarios de cambio climático a nivel local para todas las estaciones de Nicaragua de las que se dispone de suficiente información: 17 de temperatura y 197 de precipitación. Al mismo tiempo el estudio concluye que existen una serie de impactos a mediano y largo plazo en el clima sobre los medios de vida y la seguridad alimentaria, los cuales se observan en una mayor variabilidad en las temperaturas y precipitaciones, incremento de hasta dos grados de temperatura entre las medias obtenidas en la segunda mitad del siglo XX y el escenario previsto para mediados del siglo XXI. Una disminución en la precipitación anual acumulada, la cual será más pronunciada en el trópico seco y se dará en mayor medida en el periodo de lluvias de Primera, así como también prevé una mayor frecuencia de años con mayor intensidad de las precipitaciones. El adelanto e incremento de la extensión de la canícula en la zona del trópico seco.

Dichas conclusiones, llevaron a Ribalaygua, J. et al. (2011) a plantear una serie de estrategias de adaptación las cuales, la población prefiere sean poco arriesgadas para mantener los medios de vida actuales, demostrando así el arraigo sus tradicionales sistemas de producción. Dentro de estas están la diversificación, la necesidad de experimentación participativa con “nuevos” rubros y la utilización de variedades de ciclos más cortos.



En cuanto a los antecedentes encontrados, es evidente la preocupación global que existe entorno al fenómeno del cambio climático, pues poblaciones enteras sufren sus efectos, quienes por su posición geográfica, condición económica o social se encuentran en alto nivel de vulnerabilidad ante este fenómeno, si bien hay aportes importantes sobre el cambio climático, conceptualizaciones, indicadores de medición, estrategias económicas, pero pocos estudios hacen referencia a estrategias que le permita a la población identificar los riesgos del cambio climático basados en la vulnerabilidad existente de las poblaciones afectadas y centrada en el análisis de medios de vida, lo que convierte a esta investigación en una oportunidad para brindar aportes necesarios para el análisis de las estrategias de adaptación al cambio climático a nivel local.

#### **IV. JUSTIFICACIÓN**

El cambio climático está empujando rápidamente a muchas comunidades, particularmente las más pobres y marginalizadas, más allá de su capacidad de respuesta. En todo el mundo, los cultivos principales de subsistencia están alcanzando los límites de viabilidad por intervalos de temperatura; las pautas erráticas de las precipitaciones y de las estaciones alteran los ciclos agrícolas y convierten la alimentación de muchas familias en una lucha continua (Pettengell, 2010).

El clima es esencial en la producción de alimentos y el cambio climático la pone en peligro, para contrarrestar esto, es preciso la planificación y adaptación como estrategias principales para garantizar la disponibilidad de alimento para las poblaciones futuras, para esto es importante incluir acciones en las planificaciones nacionales de todos los países, que permitan contrarrestar los efectos que puede provocar el cambio climático en la producción de alimentos, sobre todo en los naciones en desarrollo como Nicaragua donde gran parte de su población se dedica a las labores agrícolas.

Como bien sabemos, la agricultura tiene un papel importante que desempeñar en la respuesta al cambio climático, pues la ampliación de la misma genera aumentos en la temperatura que representan una amenaza real para la producción mundial de alimentos, pero, es la agricultura misma la que, con una buena práctica, ayudará a adaptarse al cambio climático, permitiendo mejorar la producción agrícola, al contribuir y contrarrestar los efectos que este fenómeno está causando a dicha actividad.

De lo anterior se deduce la importancia de implementar acciones que permitan a los agentes productivos adaptarse a las condiciones meteorológicas cambiantes provocados por el cambio climático y que año con año causan cuantiosas pérdidas económicas por los bajos rendimientos en los cultivos, ocasionando que los agricultores terminen altamente endeudados con los bancos o sistemas de créditos. En este sentido la adaptación al cambio climático se hace cada vez más necesaria y debe de ser parte de la agenda de los investigadores, políticos y encargados de programas conscientes de que el cambio climático es real y amenaza con socavar la sostenibilidad social y ecológica. En agricultura, los esfuerzos de adaptación se centran en la implementación de medidas que ayuden a fomentar medios de vida rurales que sean más resilientes ante la variabilidad

climática y los desastres. (Nelson *et al*, 200, p. 13).

La relevancia social del estudio radica en conocer la situación de los indicadores climáticos como temperatura y precipitación, y su influencia en el desarrollo óptimo de las plantas de maíz y frijol en la comunidad de San Diego. Esto ayudará a crear estrategias de adaptación en conjunto con los actores locales, que faciliten la adaptación al cambio climático y permitan mejorar los niveles de producción y rendimiento de los cultivos en estudio, respondiendo así al ODS número 2 que es poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible, con su indicador 2.4. Centrado en Asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo.



*Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.*

Así mismo se dará respuesta al objetivo 11, que hace referencia a Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, se le dará respuesta a la meta 11.a, que es Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional.



*Ciudades y asentamientos humanos más inclusivos, seguros y sostenibles.*

De igual forma, se da respuesta al objetivo 13 que es Combatir el cambio climático, Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Con sus indicadores 13.1 Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países y el 13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana



*Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*

lograr que las inversiones en todos los sectores de la agricultura pueden apoyar simultáneamente la adaptación y mitigación del cambio climático.

Lo anterior es posible si se logra el aumento en la producción agrícola, que es eficaz para reducir el hambre y la malnutrición en las familias que se dedican a las labores del campo, es así que la mejora de las condiciones agrícolas, el incremento en la producción, y la participación de los pequeños agricultores reducen el hambre, aumentan los ingresos económicos de los trabajadores, generan empleo para los pobres y fortalecen el vínculo entre las zonas urbanas y rurales, pues se reducen las migraciones del campo a la ciudad y mejoran la planificación del desarrollo local.

De igual forma el estudio responde al Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016 de Nicaragua, el que hace referencia a la Mitigación, Adaptación y Gestión de Riesgo ante el Cambio Climático, y refleja la preocupación del gobierno de Nicaragua por enfrentar y mitigar los efectos del Cambio Climático. El aspecto 685 se centra en:

Promover medidas de adaptación ante cambio climático para mejorar las capacidades de respuesta del entorno social, ambiental, económico, de infraestructura, energía, habitacional y cultural del territorio nacional, logrando prevenir y minimizar los impactos, principalmente en las poblaciones más vulnerables.

Es por eso que la implicación práctica está en que esta investigación puede contribuir a la mejora de la práctica agrícola garantizando su continuidad a pesar de las afectaciones por cambio climático que cada vez es más agresivo y atenta con la seguridad alimentaria de las familias que se dedican a la producción agrícola e implementando acciones para fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima a nivel local.

Además, permitirá establecer un marco de referencia para la planificación, desarrollo de estrategias y la toma de decisiones sobre la problemática encontrada en la zona, entidades gubernamentales (INTA, MAG, MINSA, MEFCCA y Alcaldía Municipal) y no gubernamentales, formulen y focalicen programas y proyectos orientados a fortalecer la producción de maíz y frijol en la comunidad en estudio y a la adaptación ante el cambio climático en otros sectores.

Esta investigación es importante porque brinda la posibilidad de estudiar el impacto del Cambio Climático en los cultivos de maíz y frijol, para complementar los estudios sobre la influencia del Cambio climático en sector productivo y su afectación socioeconómica en el país. En términos sociales, se dará un aporte científico en donde se analizan el impacto actual y futuro del cambio del clima en el desarrollo de la producción de maíz y frijol, y que finalmente contribuya a mejorar la calidad de vida.

La utilidad metodológica de la investigación radica en que los instrumentos diseñados fueron validados para lograr efectividad y eficacia en su aplicación.

## **V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1.GENERAL:**

Analizar el impacto que genera el cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego para la creación de estrategias de adaptación en el contexto geográfico del municipio de Condega – Estelí.

### **5.2.ESPECÍFICOS:**

1. Explicar el comportamiento de los indicadores de medición del cambio climático y su incidencia en el desarrollo óptimo de los cultivos de maíz y frijol para evidenciar el impacto en los rubros productivos en la zona de estudio.
2. Generar escenarios climáticos para evidenciar el impacto futuro del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego.
3. Analizar la relación que existe entre el comportamiento de los indicadores del cambio climático y los escenarios climáticos en la comunidad de San Diego.
4. Diseñar estrategias de adaptación para enfrentar los Impactos del Cambio Climático en los cultivos de maíz y frijol en la Comunidad de San Diego del Municipio de Condega, Estelí.

## **6. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

1. ¿Cómo es el comportamiento de los indicadores de medición del cambio climático y su incidencia en el desarrollo óptimo de los cultivos de maíz y frijol en la comunidad en estudio?
2. ¿Cómo los escenarios climáticos permiten evidenciar el impacto futuro del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego?
3. Cuál es la relación que existe entre el comportamiento actual de los indicadores del cambio climático y los escenarios climáticos en la comunidad de San Diego.
4. ¿Cómo las estrategias de adaptación contribuyen a que la población pueda enfrentar los Impactos del Cambio Climático en los cultivos de maíz y frijol en la Comunidad de San Diego del Municipio de Condega- Estelí?

## 7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para la realización de este apartado fue necesario realizar una búsqueda minuciosa de lo que se ha investigado en torno al fenómeno del cambio climático tanto a nivel internacional como nacional, que sustente el impacto que el cambio climático está causando en los distintos sectores de la sociedad y en particular a las actividades agrícolas, así como el vínculo de las condiciones climáticas con los requerimientos de la planta de maíz y frijol para su óptimo crecimiento y desarrollo y que brinde a los productores interesados una herramienta para implementar medidas que permitan adaptarse a las condiciones cambiantes del clima.

El desarrollo de cada variable presente en la investigación, se ha realizado siguiendo el orden que llevan en cada uno de los objetivos propuestos.

Para el abordaje de las variables se hace necesario partir de la teoría del desarrollo humano y como la propuesta de medidas de adaptación al cambio climático contribuyen al desarrollo local de los pobladores en la comunidad en estudio.

El desarrollo según la Real Academia Española es visto como la acción y efecto de desarrollar o desarrollarse y desde el punto de vista económico es la evolución de una economía hacia mejores niveles de vida. Desde sus inicios el desarrollo era considerado solamente como la mera acumulación de bienes materiales y según Pérez J. 2015. El desarrollo se defendía que un aumento del producto interior bruto per capita reduciría la pobreza e incrementaría el bienestar de la población. Esta premisa se basaba en que, a más producción, más renta, y, a más renta, mayor bienestar económico. Es decir, que el desarrollo estaba directamente relacionado con el crecimiento económico, tanto de los países como de las personas.

Pero es en los años 70, el desarrollo es visto como un proceso de cambio y crecimiento relacionado con el individuo y deja de ser visto solamente como un proceso de acumulación de bienes materiales para ser considerado un desarrollo holístico, multidimensional y complejo, donde entran en juego el aspecto físico, cognitivo, emocional y social del individuo. Amartya Sen quien sentó las bases de la teoría del desarrollo humano y propuso una concepción distinta para medir y abordar el desarrollo. El enfoque superó la visión economicista centrada en el tener (dinero y



mercancías), por una visión holística centrada en el ser y hacer del ser humano (bienestar y capacidades) en el cual la participación de las instituciones juega un papel determinante en el desarrollo.

El enfoque del desarrollo humano cuestiona que exista una relación directa entre el aumento de los ingresos y la ampliación de las operaciones que se ofrecen a las personas. No basta con analizar la cantidad, es más importante tener en cuenta la calidad de ese crecimiento. Por eso, el desarrollo humano no es que muestre desinterés por el crecimiento económico, sino que enfatiza la necesidad de que ese crecimiento debe evaluarse en función de que consiga o no que las personas puedan realizarse cada vez mejor. (Pérez J. 2015).

Partiendo de lo anterior, es importante dotar a los individuos de las herramientas necesarias para enfrentar los retos que se le presentan, tales como el cambio climático, la escasez de agua, las desigualdades sociales y el hambre, retos que solo se pueden resolver desde una perspectiva global y promoviendo el desarrollo sostenible local.

### **7.1. Teorización del primer objetivo sobre el comportamiento de los indicadores de medición del cambio climático y su vinculación con el desarrollo óptimo de los cultivos de maíz y frijol.**

Antes de hablar de cambio climático es preciso definir qué es clima y como la variabilidad climática entra en juego en el cambio del clima tanto global como local.

#### **7.1.1.1. Clima y variabilidad climática.**

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas caracterizado por los estados y la evolución del tiempo, en el curso de un periodo suficientemente largo y en un dominio espacial determinado. Hann, citado por Linés (2010) definió el clima como un conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra. El autor propone que el clima, debería de contemplar básicamente el hecho de que la fisionomía de la atmósfera, sus características físicas, su variación estacional y los valores de parámetros tales como la temperatura, la precipitación, la nubosidad y el viento, deben ser resultantes de las interacciones del sistema atmósfera, suelo y mares, sistema alimentado por la radiación solar.

Es así que el clima es el resultado de la interacción de los subsistemas terrestres (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criosfera y biosfera), y su relación con la energía proveniente del sol, para (Duarte, C, 2009), el clima a nivel global, es el estado del planeta desde el punto de vista físico y está determinado por la energía que proviene del Sol. Estos estados han cambiado durante la evolución del Sistema Tierra, debido a que la energía solar incidente en el mismo no siempre es igual, tanto en el tiempo como en su distribución espacial.

Existe consenso científico, que el modo de producción y consumo energético está alterando el clima global, lo que provoca, serios impactos sobre el sistema terrestre y a su vez producen alteraciones en las variables climáticas (temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc.) a muy diversas escalas de tiempo, lo que altera el sistema socioeconómico. Estas alteraciones en cada uno de los sistemas, son en parte producto de la variabilidad climática, la que es definida como una medida del rango en que los elementos climáticos, como temperatura o precipitación, varían de un año a otro. Incluso puede incluir las variaciones en la actividad de condiciones extremas, como las variaciones de un aguacero de un verano a otro. (CIIFEN<sup>2</sup>, 2016).

Por su parte el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM, 2016) define la variabilidad climática como las variaciones en el estado medio del clima en todas escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. Esto se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variaciones externas).

Dentro de las escalas temporales de la variabilidad climática, las siguientes se consideran las de mayor importancia en la determinación y modulación de procesos atmosféricos:

- Estacional: a esta fase corresponde la fluctuación del clima a escala mensual. La

---

<sup>2</sup> Centro Internacional de Investigación sobre El Fenómeno El Niño / Oscilación Sur (ENOS) en Ecuador es resultado de la resolución emitida por la Asamblea General de Las Naciones Unidas Sobre Cooperación Internacional para reducir el Impacto negativo del Fenómeno El Niño, en la declaración de Guayaquil del 13 de noviembre de 1998 y tras la alianza entre la OMM (Organización Meteorológica Mundial), la EIRD (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres) y El Gobierno del Ecuador, inicia operaciones en el 2003, con fondos iniciales provistos por el Gobierno del Ecuador y el decidido apoyo de la Organización Meteorológica Mundial y la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres.

determinación del ciclo anual de los elementos climáticos es una fase fundamental dentro de la variabilidad climática a este nivel.

- Interanual: a esta escala corresponden las variaciones que se presentan en las variables climatológicas de año en año. Normalmente se percibe que la precipitación de la estación lluviosa en un determinado lugar no siempre es la misma de un año a otro, si no que fluctúa por encima o por debajo de lo normal. Ejemplo de esta fase corresponde 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 periodo irregular que varía entre 20 y 35 meses; en cada lapso se alternan los vientos de componente Este con los del Oeste.
- Interdecadal: en esta etapa se manifiestan fluctuaciones del clima a nivel de décadas. Comparativamente con la variabilidad interanual, la amplitud de estas oscilaciones es menor. Esta es una de las razones por las cuales este tipo de variabilidad pasa inadvertida para el común de la gente. (Montealegre, 2009, citado por IDEAM 2016).

No obstante, existe una diferencia entre variabilidad climática y cambio climático. La variabilidad climática se presenta cuando con cierta frecuencia un fenómeno genera un comportamiento anormal del clima, pero es un fenómeno temporal y transitorio. El cambio climático, por otra parte, denota un proceso que no es temporal y que puede verificarse en el tiempo revisando datos climáticos. (CIIFEN, 2017). Es así que a la variabilidad climática podemos atribuirle la existencia de los fenómenos meteorológicos y los eventos climáticos extremos que se presentan en una zona geográfica determinada, estos como resultado de las fluctuaciones o cambios que se dan en la atmósfera en tiempos relativamente cortos, pero no al cambio climático, este último incide en la frecuencia y severidad de estos tipos de fenómenos, pero no son denominados como cambio climático como suele confundirse.

Es importante resaltar que el CC interactúa con la variabilidad climática y otros factores no climáticos, haciendo que no siempre sea posible distinguir claramente entre sus respectivos impactos, teniendo en cuenta que establecer la frontera entre variabilidad climática y CC, es especialmente difícil en regiones en las que se presenta una fuerte influencia de la variabilidad

climática en las condiciones corrientes del clima (OMM, 2009, citado por Quintero. et al, 2012).

#### **7.1.1.2. Definición de Cambio climático.**

El cambio climático, es definido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC<sup>3</sup>) como el resultado de la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. Este puede deberse a procesos internos naturales o/a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo<sup>4</sup>.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) citado por Quiroga. R. (2017), afirma que el cambio climático es uno de los mayores desafíos de nuestra época, pues el sistema climático terrestre (atmósfera-océanos-criosfera) está cambiando, y seguirá haciéndolo a un ritmo sin precedentes en la historia humana reciente. Dicho cambio se vuelve un desafío precisamente porque se debe nadar contracorriente ante una sociedad que muestra desinterés y hasta incredulidad frente a las advertencias de la naturaleza que pide a gritos se frene tanta contaminación y mal uso de los recursos.

Ahora bien, teniendo en cuenta que el cambio climático es, según los expertos, todo cambio que ocurre en el clima, sea por variabilidad natural o provocado por la actividad humana y que, a como lo indica Semarnat (2009), el calentamiento global es la manifestación más evidente del mismo, traducido en el incremento promedio de las temperaturas terrestres y marinas globales; resulta

---

<sup>3</sup> El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es el órgano internacional encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático. Fue establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para facilitar a las instancias normativas evaluaciones periódicas sobre la base científica del cambio climático, sus repercusiones y futuros riesgos, así como las opciones que existen para adaptarse al mismo y atenuar sus efectos.

<sup>4</sup> IPCC, 2013: Glosario [Plantón, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.

importante decir que pese a que el clima cambia de forma natural, el calentamiento del planeta registrado en los últimos 50 años puede ser atribuido a los efectos de las actividades humanas. De ahí la importancia de ejecutar acciones que desaceleren este cambio o bien nos permitan adaptarnos para lograr sobrevivir en un mundo cada vez más cambiante y complejo, pues de ello depende la subsistencia de las especies.

Según el (CIIFEN, 2017), el cambio climático es, en parte, producto del incremento de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). los GEI o gases de invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero. (IDEAM, 2016). Controlar que estos GEI se mantengan equilibrados en la atmosfera es el reto, pues desde la revolución industrial estas concentraciones han venido en aumento por las emisiones de dióxido de carbono emitido a la atmosfera proveniente de las grandes industrias, las que han alterado el equilibrio que de manera natural contienen la atmosfera, intensificando así el efecto invernadero, provocando el incremento de la temperatura.

### **7.1.2. Indicadores de medición del Cambio Climático**

Un indicador, es, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), citado por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía, “un parámetro, o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, y que posee un significado más amplio que el estrictamente asociado a la configuración del parámetro”. Estos parámetros según el IPCC (2007), son utilizados para identificar, registrar, conocer y hacer evidente el cambio climático. Estos indicadores permiten tener un registro del cambio ocurrido en cada uno de los elementos climáticos y así poder llevar un registro de su comportamiento.

Según Williams y Eggleston (2017), un enfoque prometedor para transmitir la realidad del cambio climático consiste en desarrollar indicadores, es decir, números y escalas destinados a realizar el seguimiento del estado o nivel de algún aspecto del clima. La variación de la temperatura media

mundial de la atmósfera inferior es uno de los indicadores más utilizados y constituye uno de los objetivos establecidos por el Acuerdo de París de 2015 sobre el cambio climático, que exige mantener un aumento de la temperatura mundial para este siglo muy por debajo de 2 °C por encima de los niveles preindustriales mientras se intenta limitar aún más el aumento de temperatura, hasta 1,5 °C.

La OMM y sus asociados centran su atención en los indicadores del clima físico, para lo cual cuentan con el mandato y la experiencia que abarca los ciclos de la energía, el agua y el carbono. Por supuesto, también tienen una importancia crítica los indicadores socioeconómicos que miden los efectos del clima en sectores como la salud y la agricultura. El desarrollo de esos indicadores supone un gran reto debido a la diversidad de impactos climáticos y a la falta de datos recopilados sistemáticamente sobre impactos climáticos en los sectores afectados por parte de fuentes autorizadas. (William & Eggleston, 2017).

Los criterios propuestos por estos autores, responden a una serie de cinco criterios, los que se centran en:

- Relevancia: cada indicador principal debería ser un indicador claro y comprensible del cambio climático mundial, con una amplia relevancia para un rango de audiencias. Algunos de estos indicadores mundiales pueden tener valor también en los ámbitos nacional y regional.
- Representatividad: el paquete de indicadores debería ofrecer una imagen representativa de los cambios en el sistema Tierra relacionados con el cambio climático.
- Trazabilidad: cada indicador debería calcularse utilizando un método acordado (y publicado) internacionalmente y datos accesibles y verificables.
- Puntualidad: cada indicador debería calcularse de forma regular (al menos una vez al año), con un breve retraso entre el final del período y la publicación de los datos.
- Adecuación de los datos: los datos necesarios para el indicador han de ser suficientemente robustos, fiables y válidos.

Un reto fundamental a la hora de generar un conjunto de indicadores principales, que sean mutuamente compatibles y consistentes y que conformen un paquete verdaderamente coherente, es la necesidad de armonizar los períodos y valores de referencia. Teniendo en cuenta los criterios

y las limitaciones anteriores se puede determinar rápidamente que algunos indicadores son fáciles de soportar con mediciones fiables y no son demasiado difíciles de comunicar. La temperatura constituye un buen ejemplo. Otros son mucho más difíciles. (William y Eggleston, 2017).

Incluso algo tan aparentemente básico para el clima como es la precipitación no puede reducirse fácilmente a un solo indicador mundial.

1. **Temperatura media anual mundial en la superficie:** Como se señaló anteriormente, el Acuerdo de París se conoce mejor por su énfasis en la necesidad de mantener la temperatura superficial mundial muy por debajo de los 2 °C por encima de los niveles preindustriales, si bien aún se requiere definir con mayor claridad la era preindustrial. La temperatura superficial mundial ofrece un indicador relativamente fácil de comprender, pero refleja solo una parte de los aumentos de energía del sistema mundial. Sin embargo, puesto que la temperatura en la superficie constituye uno de los objetivos críticos para el Acuerdo de París, parece esencial incluirla en el conjunto de indicadores principales del clima, aunque debería complementarse con indicadores de temperatura fundamentales en los niveles regional, nacional y local.

2. **Contenido calorífico de los océanos:** Más del 90% de la energía adicional capturada por el cambio climático producido por el ser humano se almacena en los océanos. El resto calienta la tierra y funde el hielo, con tan solo entre un 1 y un 2% calentando la atmósfera. Así pues, el aumento del calor en los océanos es un buen indicador del calentamiento del sistema Tierra en su conjunto.

3. **Concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono:** Debido a que el nivel de GEI en la atmósfera influye en la cantidad de energía atrapada en el sistema Tierra, las concentraciones atmosféricas proporcionan un indicador útil del cambio climático. En la actualidad, el programa de la Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la OMM reúne datos de todo el mundo de las concentraciones de los principales GEI y publica un informe anual con un retardo de diez meses.

4. **Nivel medio mundial del mar:** el océano juega un papel vital en la configuración de nuestro clima al almacenar inmensas cantidades de calor y moverlo por todo el planeta. La forma en que el cambio climático influye en el océano tiene también una gran importancia para la humanidad. Entre los impactos climáticos hay que incluir el calentamiento de las aguas y la acidificación, que afectan a las poblaciones de peces y a otra biodiversidad, y el aumento del nivel del mar con sus

implicaciones para las ciudades y comunidades costeras.

5. **Cambio en la extensión o en la masa de la criosfera:** La criosfera terrestre comprende la precipitación sólida, la capa de nieve, el hielo marino, el hielo de lagos y ríos, los glaciares, los casquetes glaciales, la capa de hielo, el permafrost y el suelo que se congela estacionalmente. La criosfera proporciona algunos de los indicadores más útiles del cambio climático, aunque se trata de uno de los dominios menos muestreados del sistema Tierra.

6. **Precipitación mundial:** En la actualidad los análisis de precipitación se ofrecen con una periodicidad mensual tras superar un control de calidad. La información sobre la distribución geográfica de los extremos de precipitación a escalas estacional, anual y plurianual puede ofrecer una buena percepción de los cambios en los patrones y en la naturaleza (sólida o líquida) de la precipitación mundial, de los cambios en la distribución geográfica, de las tendencias en la sequía y en los temporales de lluvias intensas, y de la influencia de otras características variables del sistema climático, como es el caso de monzones, El Niño-Oscilación del Sur, dipolos, etc. Estas ideas pueden utilizarse para informar decisiones sobre adaptación.

Una de las consecuencias más importantes del cambio climático es la variación en la frecuencia y/o en la intensidad de fenómenos meteorológicos y climáticos extremos resultantes de la variabilidad del clima y del cambio climático. El Quinto Informe del IPCC subraya ocho riesgos fundamentales para el bienestar del ser humano que requerirán medidas de adaptación. La mayoría de estos riesgos están causados por fenómenos extremos, como mareas de tempestad, inundaciones en zonas costeras y del interior, calor extremo, sequía, inundaciones, y variabilidad y extremos de la precipitación.

Como se puede observar en la propuesta de los indicadores de medición del cambio climático global presentada por William y Eggleston, (2017), son indicadores muy sólidos que permiten medir las variaciones de las variables climáticas en el tiempo, pero otros no son tan fáciles de medir, es por eso ellos consideran que para todos los indicadores es necesario la creación de otros indicadores que refuercen la información para conocer que realmente pasa a nivel regional, nacional y local, puesto que los cambios en algunos indicadores como el cambio del nivel del mar, las precipitaciones, temperatura, no son uniformes en todo el mundo, y debería complementarse con análisis regionales allí donde sea necesario.



Para el caso de las precipitaciones, ellos proponen la creación de indicadores basados en un análisis de la distribución global de la precipitación que capture las variaciones anuales, plurianuales y a largo plazo, puesto que la anomalía de la precipitación mundial no sería un buen indicador climático.

Tomando en cuenta lo anterior y para efectos del estudio se toman en cuenta los indicadores de temperatura media y máxima y la precipitación media anual a nivel local, esto se hace por la disponibilidad del dato y por la importancia que tiene conocer el comportamiento de estas dos variables para el manejo de los cultivos. Como sabemos Controlar la temperatura y precipitación en los cultivos es un factor primordial para poder evitar pérdidas y generar rentabilidad en la producción. Se toma en cuenta la temperatura media y máxima porque la primera ayuda a saber el umbral estable del comportamiento térmico de la planta y la segunda es importante porque permite conocer el umbral máximo en los territorios y comparar los picos o registros máximos de temperatura y poder controlar el estrés hídrico al que pueda ser sometida la planta. Y al medir y registrar con sensores y estaciones meteorológicas estas variables, el agricultor puede reaccionar a tiempo y ajustar sus prácticas de cultivo para protegerse de las condiciones climáticas adversas o para aprovechar las condiciones ventajosas del medio.

### **7.1.3. Causas del cambio climático**

La Convención Marco sobre el Cambio Climático hace una distinción entre “cambio climático”, atribuible a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera, y “variabilidad del clima”, atribuible a causas naturales. Así mismo el (PNUMA, 2012), afirma que el sistema Tierra es un sistema “socio-ambiental complejo de componentes y procesos físicos, químicos, biológicos y sociales que interactúan y determinan el estado y la evolución del Planeta y la vida en él.” Partiendo de esto, resulta importante determinar las causas principales que generan el cambio climático, si bien es cierto son muchos los factores que lo generan, caben mencionar que el principal es el provocado por la raza humana que es la que más incidencia tiene es estos procesos que al final modifican la vida, no solo de las personas, sino de todos los ecosistemas.

El IPCC (2014) afirma con un 95% de certeza de que la actividad humana es actualmente la causa principal del calentamiento global. Los aspectos científicos y económicos más relevantes, afirma que todo comienza con las actividades humanas que expulsan a la atmósfera GEI. Estas se transforman en concentraciones que difícilmente pueden ser eliminadas y que provocan aumentos de la temperatura global media. Dichos incrementos de la temperatura alteran los distintos parámetros relacionados con el clima (precipitaciones, etc) lo que, finalmente, da lugar al cambio climático a nivel global y regional. (García, 2011).

Por ello, (Garea, B. 2008), (Duarte, C. 2009). Manifiestan que, si ocurren cambios en el medio ambiente mundial como alteraciones en el clima, en la productividad del suelo, en los recursos oceánicos o de agua dulce, en la química de la atmósfera o en la ecología de los sistemas, se podría alterar la capacidad del Planeta para sustentar la vida. Esto lleva al mismo autor a señalar que “los cambios en el medio ambiente mundial, (...) tienen causas diversas y combinadas, provienen de diferentes actores y operan en múltiples escalas espacio-temporal” y que, para entender los cambios, evaluar sus consecuencias, desarrollar acciones para contrarrestarlos, impedir sus avances y adaptarse a ellos, se hace imprescindible identificar las causas indirectas y directas que los provocan.

Existen muchos factores que causan el cambio climático, (Miller, 2007) citado por Díaz (2012), señala que uno de ellos es el desnivel del mar, que afecta los cambios en la temperatura media de la tierra, así como los efectos de las nubes, la emisión de aerosoles a la atmósfera, el aumento en las emisiones de dióxido de carbono, gas metano, hidratos de metano, además de los cambios de reflexión terrestres y los cambios en el campo magnético exterior, unido a estos se suman la contaminación del aire, los cambios en el hielo polar, el contenido de vapor de agua, la cantidad de cobertura de nubes y la cantidad de energía solar que alcanza la Tierra.

Por otro lado, en los informes del IPCC, se resalta que las causas del cambio climático son de origen natural y antropogénicas. Hay una cadena de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), las concentraciones atmosféricas, el forzamiento radiactivo, las respuestas climáticas y los efectos del clima. Los datos arrojan que entre 1970 y 2004, el aumento más significativo de las emisiones de GEI proviene de los sectores de suministro de energía, transporte e industria; la

vivienda, el comercio, la silvicultura y la agricultura han crecido más.

Para nadie es un secreto que el avance de la ciencia nos ha llevado a realizar actividades inimaginables, así como a simplificar la vida al ser humano, sin embargo, los altos precios de ese beneficio los está pagando el planeta, puesto que el uso de la maquinaria trae efectos nocivos al medio ambiente. Díaz. G. (2012), destaca que solo las actividades humanas generan emisiones de cuatro GEI de larga permanencia, tales como CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y halocarbonos (grupo de gases que contienen flúor, cloro o bromo).

Ahora, si bien es cierto los gases de efecto invernadero (GEI) se han generado de fuentes naturales como el vulcanismo, la vegetación y los océanos, así como la respiración de las plantas, los animales y la descomposición de la materia orgánica, es la actividad humana la que más ha contribuido en arrojar estos gases a la atmósfera, incrementando la concentración de los mismos y es precisamente a los generados por los humanos a los que se les atribuye el reciente calentamiento del planeta. (Semarnat, 2009).

Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas han aumentado, desde la era preindustrial, en un 70% entre 1970 y 2004. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aunque menos nocivo que otros, es el GI antropogénico más importante, porque es el que más se emite. Sus emisiones anuales aumentaron en torno a un 80% entre 1970 y 2004, (IPCC, 2007), por esa razón se afirma que “el calentamiento del sistema climático es innegable” y que la mayor parte del incremento registrado se debe “al incremento observado en las concentraciones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico” (IPCC, 2007a). Esto ha provocado incrementos en la temperatura del aire (aproximadamente, 0,7 °C) durante los últimos 100 años, así como de las aguas, con el consecuente aumento del nivel del mar de entre 2,4 mm y 3,8 mm por año (entre 1993 y 2003). (García, 2011).

Es así que la producción, consumo y utilización de energía, constituyen la fuente antropogénica principal de emisiones de GI. Para (García, 2011), la combustión del carbón, petróleo y gas natural, genera alrededor de las 3/4 partes de todas las emisiones de carbono. La tala de bosques, la expansión de la agricultura y la destrucción de tierras húmedas. Producen el resto de las emisiones de CO<sub>2</sub>. La deforestación que produce alrededor de 1/5 del total del CO<sub>2</sub> expulsado y la mitad del metano liberado. La extracción en origen y uso de los combustibles fósiles produce

aproximadamente 1/5 de todo el metano antropogénico, la mayor parte del CO<sub>2</sub>, monóxido de carbono y otros contaminantes. El sector industrial produce más de 1/3 de las emisiones globales procedentes de los combustibles fósiles (CF). Los sectores comercial y residencial son responsables del 32% de emisiones CF. El sector de transporte genera más del 21% de emisiones y seguirá aumentando.

#### **7.1.4. Impactos del cambio climático**

Toda causa, tiene su consecuencia y el cambio climático no es la excepción. La humanidad está sufriendo las consecuencias de las acciones en contra del ambiente. El (PNUD), en su informe de Desarrollo Humano (2007-2008), citado por Díaz (2012) afirma que “Los modelos climáticos actuales predicen un calentamiento mundial de cerca de 1.4-5.8 grados Celsius entre 1990 y 2100, proyecciones que se basan en un conjunto de hipótesis acerca de las principales fuerzas que dirigen las emisiones futuras; tales como el crecimiento poblacional y el cambio tecnológico. Los cambios esperados en el clima son el aumento de las temperaturas, cambios en las precipitaciones, la elevación del nivel del mar y el incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos que producen mayor variabilidad climática, así como cambios en el clima, ya que según el informe la composición de la atmósfera está cambiando, debido a las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero, como el CO<sub>2</sub> y el metano (CH<sub>4</sub>).

El PNUMA, (2012), plantea que existen varios cambios bruscos e irreversibles como la ampliación del calentamiento, que se observa por la tendencia de cambio de la temperatura desde 1850 hasta 2010; el derretimiento acelerado de la capa de hielo del Ártico; así como la rapidez con la que se están derritiendo la mayoría de los glaciares montañosos del, lo que se constata por su balance de masa en el período 1992 a 2009.

Todo esto presentado como una consecuencia del mal uso de los recursos, pues las grandes concentraciones de gases de efecto invernadero están llevando al planeta a un rumbo en el que llegará a ser inhabitable, ya que el cambio en el clima cada vez es más notorio. El IPCC (2002), afirma que las manifestaciones del cambio climático son, en primer lugar, el aumento de temperatura, que refleja una tendencia lineal de 0.7 [entre 0.56°C y 0.92°C] a cien años (1906-

2005), con un calentamiento lineal de (0.13 [entre 0.10° C y 0.16° C] por decenio) entre 1956 y 2005, lo que refleja un calentamiento de casi el doble del experimentado en los cien años transcurridos desde 1906 hasta 2005. En segundo lugar está la disminución de la extensión de nieves y hielos: Los datos satelitales obtenidos desde 1978 indican que, en promedio anual, la extensión de los hielos marinos árticos ha disminuido en 2.7 [entre 2.1 % y 3.3%] por decenio, y en mayor medida en los veranos, en que ascendió a 7.4 [entre 5.0 % y 9.8 %] por decenio desde 1900; la extensión máxima de suelo estacionalmente congelado se ha reducido en torno a un 7% en el Hemisferio Norte, con disminuciones de hasta un 15% durante la primavera. Otra manifestación es el aumento de la actividad ciclónica tropical intensa en el Atlántico Norte desde aproximadamente 1970.

Por otro lado, los efectos del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos son los impactos. Estos impactos constituyen las consecuencias de este cambio en la vida, la salud, los ecosistemas, los medios, los servicios, la infraestructura, las economías, las culturas (IPCC-WGII AR5, 2013) y, en general, en el bienestar humano; las que afectan el desarrollo de los sistemas ecológicos y sociales. Garea B, Pichs R, & González Z. (s.f). Esto constituye un cambio en toda forma de vida, obligando a la población a buscar acciones que intenten frenar un poco estos cambios y de esta manera reducir los impactos, que con el ritmo de vida que se lleva cada vez son mayores y más acelerados.

#### **7.1.4.1. Efectos del cambio climático en la agricultura.**

Según Yirda (2020) la agricultura es la actividad que se encarga de la producción de cultivo del suelo, el desarrollo y recogida de las cosechas, en la que intervienen una serie de factores como el suelo, el clima, los capitales (inversión del dinero) y la propiedad territorial. Tomando en cuenta esta definición y la dependencia de esta actividad para con el clima, resulta importante abordar los efectos que genera el cambio climático en su desarrollo, pues de ello depende la buena productividad de las cosechas.

Garea B, Pichs R, & González Z. (s.f). Señala que el clima y sus variaciones son determinantes de la producción agrícola; influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de plantas y cultivos, en el balance hidrológico, en la frecuencia, tipo e intensidad de los cultivos y en la

erosión de la tierra. Por ello, los efectos del clima han provocado pérdidas cuantiosas en el sector agrícola de Centroamérica, por ejemplo, el fenómeno del Nino ha provocado la disminución de la precipitación en la vertiente del Pacífico, ha retrasado la época de lluvias, aumentado la temperatura media, reducido la nubosidad, prolongado el verano y traído mayor insolación.

Esta disminución de las precipitaciones, causada por el cambio climático, genera innumerables pérdidas para los pequeños productores, que no cuentan con los recursos suficientes para montar un sistema de riego, por ello sus cosechas dependen en un cien por ciento de la calidad del clima, y si este no es bueno se pierden los cultivos, atentando así con la seguridad alimentaria de la población que vive de la actividad agrícola, principalmente.

Tapia & Mayorga (2015), señalan que el cambio climático es un problema que afecta a todo el mundo, pero más a los países pobres los que están entre los más vulnerables a las catástrofes naturales provocadas por el clima, como inundaciones, sequías, tormentas, ciclones y aumento del nivel del mar, por esta razón es de mucha importancia proporcionar una asistencia adecuada a la población para la gestión de riesgo, prevención de catástrofes naturales y la adaptación al cambio climático.

Por su parte, la CEPAL (2013), señala que la organización Germanwatch califica a los países centroamericanos entre los más expuestos a grandes riesgos climáticos en un ranking de 183 países. Los resultados del período 1992-2011 indican que Honduras es el país con mayores impactos recibidos, Nicaragua el tercero, Guatemala el decimoprimer, El Salvador el decimoquinto, Belice el vigésimo sexto y Costa Rica el sexagésimo segundo.

Siendo Nicaragua uno de los países más afectados de la región por fenómenos meteorológicos como tormentas, huracanes, sequías, entre otros, los efectos o consecuencias del cambio climático se ven evidenciados en la degradación de los suelos y los recursos hídricos, lo que crea grandes presiones sobre la seguridad alimentaria de las poblaciones, los rendimientos de los cultivos variarán dependiendo de la tolerancia al calor y humedad necesaria para cada uno, algunos cultivos están cerca de su tolerancia máxima a la temperatura y podrían estar experimentando una reducción significativa en sus rendimientos. Ramírez et al. (2010).

Así mismo, señala que algunos efectos directos esperados del cambio climático sobre la agricultura son:

- Reducción de productividad y rendimiento asociados a menor disponibilidad de agua en los acuíferos, incremento de la concentración de contaminantes, pérdida de humedad del suelo, etc.
- Impactos directos sobre las plantas y cosechas por efecto de los fenómenos extremos (huracanes, tormentas, etc.), como la rotura de tallo, defoliación, volcado, etc.
- Impacto sobre la fenología de la planta, manifestándose a través de floraciones erráticas, o cosechas continuas.
- Erosión y degradación de la tierra, sedimentación en cauces y reservorios de agua, desbordamientos, inundaciones, deslizamientos y derrumbes provocados por lluvias inesperadas, lluvias torrenciales y otros eventos extremos como huracanes.
- Incremento de la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos (incluidas las que afectan durante la postcosecha y almacenamiento). Algunos hongos, insectos y virus se verán favorecidos por las nuevas condiciones climáticas, más calientes y de humedad variable y por el debilitamiento de los enemigos naturales, así como por la introducción de nuevos patógenos asociados a nuevas variedades.
- Reducción de polinizadores. La distribución y abundancia de polinizadores, esenciales para la producción de ciertos cultivos, podrán verse afectados por las nuevas condiciones climáticas, especialmente las abejas por condiciones de sequía y los cambios en la época de floración, sincronizada con las lluvias.

Los cultivos que más sufren en el impacto del cambio climático son los que no logran adaptarse a los cambios ocurridos en el medio, es así (Detrinidad & Montoya, 2012) definen cultivo como la variedad de productos que se cultivan en una determinada zona o región y que estos se adapten a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona donde se desarrollan. Entonces vemos que dependiendo de la variedad y tipo de cultivo que se desarrolle en una zona geográfica, así será la afectación que estos puedan tener a causa del cambio climático.

En Nicaragua, una de las expresiones del cambio climático es el aumento de la temperatura y disminución de las precipitaciones, situación que hace que la sequía se agudice y que su nivel de acción y afectación sea mayor. Los agricultores pierden sus cultivos de granos básicos, maíz y frijoles por el aumento de la temperatura y por la falta de lluvia, la sequía es uno de los fenómenos más drásticos que impacta la zona norte del país. Al ser afectados los cultivos por la falta de lluvia, las familias pierden la oportunidad de recibir ingresos y de contar con reservas de alimentos para el resto del año.

El cultivo del maíz es uno de los más diversificados en el mundo y ocupado tanto para la alimentación humana como en la alimentación de animales de todo tipo desde aves hasta vacunos de carne o leche se encuentra a nivel mundial después del trigo y el arroz que cobra gran importancia en la alimentación tanto humana como animal. (Flores, 2007). Este es un cultivo tradicional ancestral que está presente como el principal rubro productivo en la región centroamericana y que, a su vez, es base fundamental en la alimentación de la población nicaragüense.

El maíz (*Zea mays* L.), es un cultivo que se puede sembrar todo el año, en cinco épocas de siembra: primera (mayo-junio), postrerón (julio), postrera (agosto-septiembre), apante (noviembre-febrero) y riego (noviembre-febrero). Es el cereal nutritivo básico en la alimentación humana, debido al aporte en calorías y proteínas. El grano de maíz está constituido: 77% almidón, 2% azúcares, 9% proteínas, 5% aceites, 5% pentosanas y 2% ceniza (INTA, 2010). Gutiérrez P. & Chavarría R. (2015)

El maíz, es una planta monoica (produce flores masculinas y femeninas en distintos órganos de la planta), con flores femeninas en mazorcas laterales, flores masculinas que surgen de uno a dos días antes de la floración femenina. De polinización libre y cruzada, con gran producción de polen (25 a 30 mil granos por óvulos); granos en hileras incrustados en la tusa; mazorcas cubiertas por hojas; granos de tipo cariopsis (no tiene membrana); metabolismo fotosintético (radiación solar) tipo C4. (INTA, 2010)



❑ Crecimiento y fases de desarrollo de la planta de maíz.

En los puntos de germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica se delinean diferentes fases, la duración de estas fases depende del genotipo y la temperatura.

El INTA en la guía Tecnológica de producción del maíz, ha establecido las distintas fases por las que pasa la planta del maíz desde que germina, hasta que se da la cosecha, estas fases son:

#### Fase vegetativa

Las semillas germinan y se forman las plántulas; se expande el follaje y se inicia la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa y está correlacionada con el tamaño final de la mazorca, que ocupa el 40% del peso total.

#### Fase reproductiva

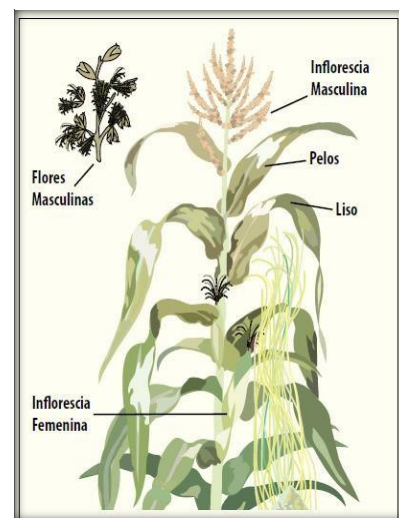
El período va de uno o dos días, entre la emisión de polen y la salida de los estigmas en la floración, ambos aspectos hacen que la polinización y la producción de polen sea sensitiva al estrés ambiental.

*Figura 1: planta de maíz en su fase de germinación*



*Fuente:INTA, Nicaragua.*

*Figura 2: planta de maíz en fase vegetativa*



*Fuente: INTA, Nicaragua*

### Fase llenada de grano

Comienza después de la polinización y determina el peso final del grano de la mazorca. El peso del grano está relacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada, durante esta fase y es afectada por falta de agua. El llenado tiene tres fases:

- Fase de arresto que dura de 12 a 20 días, en esta fase el grano se comienza a formar.
- Fase lineal de acumulación de materia seca, tiene una duración de 35 días.
- Fase de acumulación lenta, tiene una duración de 7 a 14 días y concluye con la aparición de la capa negra y la madurez fisiológica.

Por otro lado (CIMMYT, 2013), ha establecido otras etapas de crecimiento de la planta, las que están en función de: crecimiento de las plántulas (del día 0 al día 9), crecimiento vegetativo (del día 10 al día 54), floración y fecundación (del día 55 al día 70) y llenado de grano y madurez (del día 71 al día 112). Es un cultivo de crecimiento rápido que rinde más con temperaturas moderadas que van de los 24 °C a los 30 °C. Más allá de este umbral, el rendimiento decrece. La cosecha se debe realizar cuando el maíz está seco ya que la humedad impide su conservación. Los suelos más propicios para su cultivo son los de textura media, fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua. Los suelos menos favorables son los arenosos y los arcillosos (Red SICTA, IICA y COSUDE, 2009). Así, la cantidad de maíz producida depende del sistema climático, del sistema de producción, tipo de suelo y su preparación y control de plagas.

### *Condiciones de suelos y clima para el cultivo del maíz..*

El maíz es una planta de días cortos: El progreso para la floración se retrasa a medida que el fotoperíodo excede un valor crítico mínimo. Para la mayoría del germoplasma de maíz, el período crítico se encuentra entre 11 y 14 horas.

En el trópico comprendido entre los 0° y 30° de latitud, el fotoperíodo varía de un mínimo y máximo de 11.6 a 14.4 horas a través del año. Es el cultivo de mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental. Se siembra en latitudes que oscilan desde los 55° Norte a los 40° Sur y

alturas entre 0 y 1,800 metros sobre el nivel del mar. Hay cultivos precoces de 90 días, intermedios de 110 días y tardíos de 120 días.

La demanda de agua en el cultivo de maíz es de 500 a 800 mm de lluvia, bien distribuidos para un crecimiento normal. La reducción del rendimiento de grano en los primeros 30 días depende de diferentes variables, germinación y humedad superficial del suelo. Las etapas críticas del cultivo de maíz van de la floración masculina a la etapa de grano lechoso (R2). En esta etapa, el grano se puede perder por marchitamiento de la planta y falta de agua hasta en 50% del potencial de rendimiento.

En la tabla 2, se muestran los requerimientos climáticos de la planta de maíz en cuanto a la precipitación son altos, necesita de 700 a 850 mm de lluvia para poder producir lo óptimo y en la temperatura lo ideal es entre los 19 °C y 24 °C para su óptimo desarrollo.

El clima, cantidad, distribución y regularidad de las lluvias, son factores esenciales que proveen a los suelos de la humedad necesaria para satisfacer las demandas de agua del maíz en sus diferentes etapas fenológicas, sobre todo en la floración y llenado de grano. La evapotranspiración total del maíz varía desde los 500 a 550 mm para el ciclo del cultivo. La necesidad de agua en el cultivo del maíz varía desde 2 mm/día durante etapas iniciales hasta 6.5 mm/día en los días antes de maduración. Luego baja hasta 3 mm/día en los días antes de maduración completa.

Tabla 2. *Requerimiento climático del cultivo de maíz*

Adaptabilidad	Temperatura (°C)	Precipitaciones (mm/ciclo)	Altura (msnm)
<i>Óptimo</i>	19 a 24	700 a 850	200 a 800
<i>Bueno</i>	15 a 19	500 a 700	100 a 1000
	24 a 28	850 a 1000	
<i>Marginal</i>	+ 28	-500 y + 1000	0 a 100

Fuente: INTA 2001, Nicaragua.

## Cultivo del frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es una planta anual, herbácea, pertenece a la familia de las fabáceas de la subfamilia de las papilionoidae, se cultiva desde la zona tropical hasta las zonas templadas. Existen dos centros de origen del frijol que son la región de Los Andes y la Mesoamericana.

Existen muchas variedades criollas adaptadas a diferentes condiciones climáticas, con semillas de diversos colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se destina en su mayoría a la obtención de grano seco, también se consume como grano tierno o en vainas. (INTA, 2009). La producción de frijol se efectúa bajo condiciones de secano, en todas las regiones del país en alturas que varían entre 50 a 800 msnm y bajo condiciones variables de temperaturas y precipitación. La mayor intensidad de siembra se realiza en la época de postrera y apante, por coincidir la cosecha con la época seca.

El 95% de la siembra la realizan pequeños y medianos productores en áreas de 0.5 a 3 manzanas, el 5% restante es explotado por productores grandes, los que poseen recursos económicos y están ubicados en suelos planos a ondulados que permiten la mecanización.

El cultivo del frijol, para tener un buen rendimiento necesita de suelos profundos, fértiles, con buenas propiedades físicas, de textura franco limosos y franco arcilloso para el buen drenaje y la aireación, además de adaptarse desde 200 hasta 1.500 metros sobre el nivel del mar, para su crecimiento esta planta necesita entre 300 a 400 mm de lluvia a lo largo de su vida. (Tapia & Mayorga, 2015).

La producción de frijol es muy sensible al cambio climático, los impactos con relación a la variación de temperatura son: la disminución de rendimientos en medios más cálidos debido al estrés causado por el calor, el aumento de plagas y enfermedades, pérdida de biodiversidad y contaminación del aire, del suelo, la reducción en el suministro de agua y problemas en la calidad del agua.

La CEPAL (2013), caracterizando el cultivo del frijol eludiendo a (Doorenbos y Kassam, 1979),

señala que su ciclo vegetativo dura de 90 a 120 días. Su forma de cultivo más frecuente es la de relevo o asocio con otros cultivos, generalmente el maíz. Los sistemas de producción de frijol más comunes en Centroamérica son el sistema manual utilizado por pequeños productores en terrenos con pendiente, el sistema semi mecanizado utilizado por productores de autoconsumo y para el mercado; el mecanizado practicado en parcelas con más de 3,5 ha, y el sistema de tapado practicado en la zona del litoral Atlántico lo cual consiste en apartar la maleza, hacer la siembra manual y luego cubrirla con la misma maleza (Red SICTA, IICA y COSUDE, 2009).

El rango de temperatura apropiado es de 15°C a 27°C. La temperatura óptima para máxima fotosíntesis en tierras bajas (menos de 1,500 metros) es de 25°C a 30°C, y para tierras altas (más de 1,500 metros) es de 15°C a 20°C (Ortiz, 1982) (CEPAL, 2013).

En Centroamérica el frijol se siembra en tres temporadas: primera, postrera y apante. La primera se ejecuta entre mayo y junio en áreas pequeñas por el riesgo de cosechar la producción aún en época de lluvia. La postrera se siembra en agosto por la oportunidad de sembrar extensiones grandes ya que se obtiene una mejor calidad en esta siembra. El apante es la siembra de diciembre en el litoral Atlántico de Honduras, norte de Guatemala y centro de Nicaragua. En Panamá esta siembra es la principal debido a la distribución temporal de la lluvia, mientras que en El Salvador no se practica (Red SICTA, IICA y COSUDE, 2009).

En la tabla que a continuación se representa, se muestran las distintas fases de crecimiento y desarrollo de la planta de frijol.

Tabla 3.

*Crecimiento y fases de desarrollo de la planta de frijol.*

Fases de desarrollo	Características
Germinación (V-0)	En esta etapa la semilla absorbe agua para favorecer el proceso de germinación con la aparición de la radícula, la cual se convierte en la raíz primaria. En la parte alta de la

	radícula se desarrollan entre tres y siete raíces secundarias. Sin embargo, si la semilla es de mala calidad ésta no germina o se pudre en el suelo.
Emergencia (V-1)	El hipocotilo, corresponde a la parte subterránea del tallo principal, comienza a desarrollarse uno a dos días después de la aparición de la radícula y conduce a los cotiledones hacia arriba hasta que son visibles sobre el suelo. Si la semilla es de calidad, emerge uniforme y crece con vigor.
Hojas primarias (V- 2)	Son unifoliadas, opuestos y se desarrollan a partir del segundo nudo del tallo. En la medida que la planta alcanza otras etapas fenológicas, las hojas primarias se desprenden en alguna etapa del cultivo y dejan visible el segundo nudo del tallo.
Primera hoja trifoliada (V-3)	Al inicio los folíolos todavía unidos aumentan de tamaño, luego se separan, al final se despliegan y extienden en un solo plano, cuando se inicia la etapa V-3 la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias.
Tercera hoja trifoliada (V-4)	Se presenta entre los 18 y 22 días después de la siembra, el frijol comienza a producir los brotes laterales que posteriormente se convierten en ramas principales donde se fijará la producción de vainas. En este momento las plantas demandan mayor cuidado en lo que respecta a las malezas, por ser el período crítico de competencia. Se debe realizar control de malezas mecánico o químico con la aplicación de herbicidas selectivos para que su efecto sea incrementar el rendimiento.
Prefloración (R-5)	En las variedades de hábito indeterminado el inicio de esta etapa se presenta con la aparición de racimos en los nudos inferiores.

Floración (R-6)	La floración ocurre entre los 28 y 38 días después de la siembra. Las variedades precoces florecen más rápido mientras que la floración en variedades tardías lo realizan en mayor número de días. Las variedades de color rojo tienen flores de color blanco.
Formación de vainas (R-7)	La formación de vainas en las variedades comerciales ocurre entre 40 y 60 días después de la siembra.
Llenado de vainas (R-8)	Las vainas después de la floración comienzan su desarrollo y el grano comienza a crecer. Las vainas aumentan entre los 15 a 20 días después de la floración. Los granos crecen rápido y alcanzan su peso máximo entre los 30 a 35 días después de la floración.
Madurez fisiológica y cosecha (R-9)	<p>Cuando las plantas entran en madurez fisiológica, las hojas comienzan Cuando las plantas entran en madurez fisiológica, las hojas comienzan a madurar y se desprenden de la planta, las vainas cambian de color verde a crema o amarillo rojizo de acuerdo con la variedad.</p> <p>Las variedades de color negro pueden tener vainas rojas o verdes que cambian de forma progresiva a rojo oscuro o crema de acuerdo a la variedad. Las variedades de grano color rojo tienen vainas verdes que cuando maduran son cremas.</p>

Fuente: INTA, Nicaragua. 2009.

### Requerimientos edafoclimáticos del frijol.

En Nicaragua el frijol se cultiva en alturas que varían entre 50 a 800 msnm. En zonas bajas, las lluvias pueden ser más intensas y durar cortos períodos esto hace que el cultivo sea vulnerable a daños por lavado de cosecha, por estas condiciones se ocasionan pérdidas considerables a la

producción. En climas favorables al frijol donde las lluvias son moderadas y tienen mejor distribución los rendimientos son más altos.

El frijol se cultiva en suelos francos o franco arcillosos con buen drenaje y fertilidad de suelo. Es una especie que presenta susceptibilidad a excesos de humedad en el suelo. Los suelos con topografía plana, profundos, buena fertilidad, drenaje superficial e internos apropiados, permiten el desarrollo normal del cultivo y tener buena cosecha.

El frijol requiere 3.4 mm de agua por día, desde la siembra hasta la etapa fenológica de prefloración, 6 mm de agua por día, durante la floración y 5 mm de agua por día de la formación de vainas al llenado de grano. Las etapas críticas son 15 días antes de la floración y 18 a 22 días en la fase de maduración de las primeras vainas. Se ha determinado que las necesidades de agua durante el ciclo del cultivo de 60-120 días, varían entre 300-500 mm de agua según el clima. Existen nuevas líneas de frijol tolerantes a baja e irregular lluvia las que deben ser utilizadas en zonas marginales, estas no han sido liberadas comercialmente. (INTA, 2009).

#### **7.1.5. Plagas y enfermedades en los cultivos de maíz y frijol.**

##### Cultivo del maíz.

La producción de maíz, es afectada por un complejo de plagas entre las que se destacan: *Diatraea lineolata* (taladrador menor del tallo) y *Spodoptera frugiperda* (cogollero) estas ocasionan fuertes pérdidas en la producción. No obstante, si se controla con efectividad, estas plagas y el resto de insectos que atacan el maíz, se aumentará la producción.

- Gallina ciega (*Phyllophaga* spp): Las larvas grandes se alimentan de las raíces, debilitan y matan las plántulas, a menudo se observan en parches bien definidos en el cultivo. Son de color cremoso, de tipo escarabeiforme, en forma de "C", con la cabeza de color café o rojizo y pueden alcanzar tamaños de hasta 5 cm. Los adultos son escarabajos grandes o medianos de color café oscuro, café pálido o rojizo.

Este insecto pasa por cuatro etapas en su ciclo de vida, presenta metamorfosis completa: huevo, larva, pupa y adulto. Su control se realiza a través de la preparación del suelo 15 días antes de la



siembra. Las larvas quedan expuestas al sol, las que mueren por insolación o son depredadas por pájaros. También se puede realizar tratamiento al suelo (surco de siembra) con una aplicación de volaton (30 lb/mz) al momento de la siembra.

- Falso alambre (*Epitragus sallei*)

Son muy similares a los elatérides, son de hábito subterráneas que dañan las raíces y hacen galerías en los tallos, dejan orificios que permiten la entrada de microorganismos causantes de pudriciones. Los adultos son escarabajos de color gris opaco y miden de 5 a 8 mm, cortan y dañan los tallos jóvenes. Su control es similar al utilizado para la gallina ciega.

- Coralillo (*Elasmopalpus lignosellus*)

El coralillo es una plaga del suelo muy dañina, es conocida como barrenador menor del maíz, taladrador de la raíz o gusano saltarín, es común encontrarlo, sobre todo en la época de primera y con mayor incidencia en la zona norte de Nicaragua. El daño principal lo causan las larvas que perforan o rodean los tallos de las plántulas y provocan marchitez, desarrollo retardado o la muerte de las mismas (plantas quebradas). Las hembras prefieren los suelos sin cobertura vegetal para poner sus huevos. Cuando se quema y se siembra en suelos arenosos se favorece el desarrollo de esta plaga.

### **Insectos plagas del follaje**

Se debe hacer recuento una vez por semana y se registran todas las plagas y benéficos presentes, lo mismo que su población y daño.

- Cogollero (*Spodoptera frugiperda*): El daño lo inicia la larva pequeña que efectúa raspadura de la epidermis en las hojas. Las larvas grandes se alimentan del cogollo, hacen agujeros grandes e irregulares y dejan excrementos como huella. Daña al maíz en todas sus etapas: a nivel de plántula como cortador, en desarrollo vegetativo como cogollero, al llenado del grano como elotero y en el tallo como barrenador.

El daño en la flor masculina resulta en una disminución de la cantidad de polen, que puede incidir en la fecundación. Si en el recuento encuentra una población mayor del umbral permisible de daño (40% de cogollos dañados), debe aplicar una medida de control. La aplicación de tierra, aserrín o agua con azúcar dirigida al cogollo da buenos resultados. También puede aplicar arena y/o aserrín mezclado con insecticida (Diazinon o cipermetrina). Aplicaciones VPN (virus de la poliedrosis nuclear) son efectivas para el control de la plaga.

- Chicharrita del maíz (*Dalbulus maydis*): Este insecto ocasiona dos tipos de daño: como chupador provoca lesiones en las hojas, le quita savia a la planta y al segregar mielecilla se desarrolla el hongo negro conocido como fumagina que cubre la hoja y obstaculiza la fotosíntesis. El otro daño es como vector del achaparramiento del maíz. Si en los primeros recuentos encuentra más de una chicharrita, debe proceder al control químico con productos autorizados.
- Langosta medidora (*Mocis latipes*): Las poblaciones de estos insectos alcanzan niveles muy altos, por lo general durante períodos secos, como la canícula y al final de la época lluviosa.
- Araña roja (*Oligonychus spp.*): Daña al maíz desde la etapa de plántula hasta la madurez. La presencia de pequeñas manchas amarillo pálido en las hojas inferiores es un indicio de los daños que las arañuelas provocan al perforar y succionar la savia del tejido foliar.

Las colonias de arañuelas secan las hojas de la planta, avanzan de abajo hacia arriba. Para prevenir el daño se puede aplicar cipermetrina o imidacloprid + ciflutrina (Muralla) en dosis de 0.5 a 1.0 litro/mz.

- Insectos plaga: Los insectos plaga pueden afectar el proceso productivo del frijol hasta ocasionar la pérdida total. El daño puede efectuarse de forma directa al succionar la savia y consumir el tejido vegetal o de forma indirecta mediante la transmisión de enfermedades. El manejo de plagas debe estar orientado en el principio de la prevención, es mejor prevenir que lamentar en el control.

## Enfermedades

El frijol es afectado por muchos patógenos sujetos a las condiciones ambientales, susceptibilidad del huésped y virulencia del patógeno. Existen enfermedades de mayor importancia que causan daños a la producción del cultivo de frijol, entre las que se encuentran hongos, bacterias y virus.

Las variedades mejoradas tienen resistencia genética a diferentes enfermedades, lo que debe ir acompañado con otras prácticas de manejo que reduzcan los riesgos de contaminación y disseminación de las enfermedades.

Los bajos rendimientos se deben al uso de semilla contaminada, que favorece la multiplicación de patógenos diseminados por el aire y el suelo, sumado al deficiente control de las malezas y los insectos plagas, por eso se recomienda usar semilla mejorada para evitar pérdidas en el cultivo de frijol. En la tabla 4 se muestran las distintas plagas y enfermedades que atacan la planta, los agentes que causan la aparición de la plaga o enfermedad, la fase de crecimiento y la parte de la planta que afectada.

Tabla 4.

*Plagas y enfermedades que atacan a la planta del frijol.*

<b>Nombre común</b>	<b>Agente causal</b>	<b>Período crítico</b>	<b>Parte de la planta afectada</b>
MustiaHilachos a tela de araña, pega pega o requema negra.	(Thanatephorus cucumeri) fase asexual	V-3, V-4, R-5, R-6, R-7, R-8	Tallo, follaje, vainas y granos.
Tizón Común o requema amarill	(Xanthomonas campestris) p.v. phaseoli	R-6, R-7, R-8	Follaje, vainas y granos
Roya	Uromyces phaseolivar.	R-6, R-7, R-8	Follaje y Vainas

	typica		
Antracnosis	(Colletotrichum lindemuthianum)	V-4, R-5, R-6, R-7, R-8.	Follaje y vainas
Mancha Angular	Phaeoisariopsis griseola	R-5, R-6, R-7, R-8.	Follaje y vainas
Mosaico Común (BCMV)	Virus transmitido por áfidos.	V-4 hasta R-7	Follaje, vainas y semilla
Mosaico Dorado (BGYMV)	Virus transmitido por Mosca Blanca	V-3 hasta R-7	Follaje, vainas

Fuente: INTA, 2009.

## 7.2. Teorización del segundo objetivo sobre la definición de escenarios climáticos

### 7.2.1. Escenarios de Cambio Climático.

Las emisiones futuras de gases de efecto invernadero (GEI) son el producto de muy complejos sistemas dinámicos, determinado por fuerzas tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico o el cambio tecnológico. Su evolución futura es muy incierta.

Los escenarios son imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras, y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis. Los escenarios son de utilidad para el análisis del cambio climático, y en particular para la creación de modelos del clima, para la evaluación de los impactos y para las iniciativas de adaptación y de mitigación. La posibilidad de que en la realidad las emisiones evolucionen tal como se describe en alguno de estos escenarios es muy remota. (IPCC, 2000).

Los escenarios climáticos pueden ofrecer información importante acerca del clima futuro en una región, información que puede ser utilizada para abordar los impactos potenciales del cambio climático, de manera que promuevan el desarrollo bajo en emisiones de GEI. Pero, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2011) pronosticar el clima futuro de una región, patrón promedio del clima a lo largo de un período de tiempo (por ejemplo, 30 años) es incierto. Existen métodos múltiples para producir escenarios probables; algunos solamente ofrecen resultados de baja resolución (“burdos”), mientras que otros (por ejemplo, las técnicas de reducción a escala) producen resultados de alta resolución.

Los escenarios de cambio climático son “una descripción coherente, internamente consistente y plausible de un posible estado futuro del mundo”. No son pronósticos, ya que cada escenario es una alternativa de cómo se puede comportar el clima futuro. Una proyección puede servir como material fuente para un escenario, pero los escenarios en general requieren de información adicional; por ejemplo, condiciones de emisiones de gases de efecto invernadero o de un escenario base. Un conjunto de escenarios se adopta para reflejar, de la mejor manera posible, el rango de incertidumbre en las proyecciones. (Víctor Magaña et al. Boris Graizbord et al.).

Es así que, los escenarios proporcionan alternativas de lo que podría acontecer en un futuro cercano de continuar con las mismas prácticas en ámbitos demográficos, sociales, económicos, tecnológicos. Cuando se requiere hacer proyecciones para analizar el cambio climático en una región, los escenarios constituyen un instrumento esencial de evaluar la incertidumbre de los cambios en el clima (IPCC, 2000).

El IPCC, 2000, en su Informe especial del Grupo de trabajo III, para describir de manera coherente las relaciones entre las fuerzas determinantes de las emisiones y su evolución, y para añadir un contexto a la cuantificación de los escenarios, desarrolló cuatro líneas evolutivas diferentes. Cada una de ellas representa un cambio (o tendencia) demográfico, social, económico, tecnológico y medioambiental, que algunos pueden valorar positivamente, y otros, negativamente. Los escenarios abarcan un gran número de las principales fuerzas determinantes demográficas, económicas y tecnológicas de las emisiones de GEI y de dióxido de azufre. Cada escenario representa una interpretación cuantitativa específica de una de las cuatro líneas evolutivas. El conjunto de escenarios basados en una misma línea evolutiva constituye una “familia” de

escenarios.

Para estimar la concentración futura de GEI, el IPCC trabaja con diferentes hipótesis de la evolución socioeconómica, demográfica y tecnológica del planeta, y en base a ellas, estima las emisiones futuras de GEI. Son los denominados escenarios de emisiones de GEI, que están agrupados en cuatro familias (A1, A2, B1 y B2) que exploran vías de desarrollo alternativas. En síntesis, las familias A suponen una evolución de la sociedad en la que se da prioridad a la economía y en las B se priorizan los temas ambientales, pero cada familia (con sus respectivas subfamilias) tiene sus propias consideraciones sobre la futura distribución de la riqueza en el planeta, la evolución de la población, el tipo de energía predominante - fósil, renovable, y otras circunstancias.

El establecimiento de los escenarios climáticos permite responder a interrogantes sobre cuáles son los impactos claves para un país o región; Qué riesgos existen de esos impactos climáticos; Cuáles son los riesgos prioritarios que requieren una respuesta de adaptación, entre otras. (Atlas de escenarios climáticos de Nicaragua hasta el año 2080 (2016)).

### **7.2.2. Modelos climáticos de reducción de escala dinámica (PRECIS).**

El modelo climático PRECIS (siglas de "Proporcionar climas regionales para estudios de impactos") es un modelo atmosférico y de superficie terrestre de área limitada y alta resolución que se puede ubicar en cualquier parte del mundo. Se describen el flujo dinámico, el ciclo atmosférico del azufre, las nubes y la precipitación, los procesos radiactivos, la superficie terrestre y el suelo profundo. Se requieren condiciones de frontera en los límites del dominio del modelo para proporcionar el forzamiento meteorológico para los Modelos de Circulación Regional (RCM). Se produce información sobre todos los elementos climáticos a medida que evolucionan al ser modificados por los procesos de generación de escenarios de cambio climático de alta resolución utilizando PRECIS representado en el modelo. Para obtener una descripción detallada del modelo, consulte el manual PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies- Modelos de Climas Regionales para estudio del Impacto), (Jones et al .2004).

El objetivo de PRECIS es permitir que los países en desarrollo, o grupos de países en desarrollo,

puedan generar sus propios escenarios nacionales de cambio climático para su uso en estudios de impacto. De uso se puede inferir importantes proyecciones climáticas que permitan generar estudios específicos principalmente de impacto al disponer de una aproximación con cierto grado de confianza de las probables condiciones atmosféricas considerando el cambio climático. (Carballo. C, Montiel. W y Ponce R. (2014).

El uso de las proyecciones climáticas contribuye con información importante para diseñar planes de adaptación, los que deben ser parte sustancial del plan Nacional de adaptación al que está comprometido el gobierno local y debe de ser ejecutado en plazo breve.

Es preciso tener una visión a futuro de los cambios del clima y examinarlos, tomando en cuenta las necesidades locales haciendo uso de la gestión del conocimiento desde una perspectiva global, tomando en cuenta el conocimiento empírico de la población afecta y el producto de investigaciones aplicadas para combatir de esta manera el impacto generado en los sistemas de producción.

### **7.3. Teorización del tercer objetivo referente a las estrategias de adaptación para enfrentar los Impactos del Cambio Climático.**

Para hablar de estrategias de adaptación, primero se partirá de que es adaptación y según el IPCC (2014), son “las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático”. De acuerdo con el Grupo, existen diferentes tipos de adaptación: preventiva y reactiva, privada y pública, y autónoma y planificada.

Ahora bien, hay que tener en cuenta que el clima está cambiando continuamente. Durante el último período interglacial (hace 125.000 años) el clima era mucho más cálido y el nivel del mar unos 6 metros más alto por la fundición de los casquetes polares. La diferencia con el fenómeno actual es que los cambios eran lentos y las especies se adaptan (Erickson, 1992) Nómadas (2011).

La capacidad de adaptación es algo natural en el ser humano, sin embargo, el proceso para lograrlo resulta difícil y muchas veces complicado y más si para ello se depende de otros factores externos

los cuales están fuera del alcance. Garea B, Pichs R, & González Z. (s.f). Señala que todos los cambios ambientales producen directa o indirectamente impactos sobre los servicios que brindan los ecosistemas y en el bienestar humano. Si los ecosistemas no pueden brindar bienes y servicios básicos como agua segura, aire limpio, alimentos y energía de forma sostenida en el tiempo, y pierden a la vez la capacidad de regular procesos, el bienestar humano se afectaría de manera impredecible.

La adaptación es la clave para enfrentar los efectos que el cambio climático está causando a los seres humanos, es así que el IPCC (2014) hace referencia que la mitigación y la adaptación son enfoques complementarios para reducir los riesgos de los impactos del cambio climático a lo largo de distintas escalas temporales (nivel de confianza alto). La mitigación, a corto plazo y a lo largo del siglo, puede reducir sustancialmente los impactos del cambio climático en las últimas décadas del siglo XXI y posteriormente. Los beneficios de la adaptación ya se pueden concretar al abordarse los riesgos actuales y pueden obtenerse en el futuro si se abordan los riesgos en gestación.

Con relación a la agricultura, Rodríguez B. et al, en el estudio *Cómo enfrentar el cambio climático desde la agricultura: Prácticas de Adaptación basadas en Ecosistemas (AbE)*, (2017) hace referencia al IPCC. 2014, el cual señala que: La adaptación es el proceso de ajuste de los sistemas agrícolas y las personas a los efectos reales o esperados del clima. A través de esos ajustes, se puede moderar o evitar el daño o aprovechar sus oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas, la intervención humana puede facilitar la adaptación a los efectos esperados del cambio climático.

En todo cambio y adaptación se debe tomar en cuenta el bienestar humano, el cual se conceptualiza, según el (PNUMA, 2012), citado por Garea B, Pichs R, & González Z. (s.f), como el grado de capacidad que tienen las personas de vivir el tipo de vida que consideran de valor, así como la oportunidad que tienen de alcanzar sus aspiraciones. “De esta forma, el grado de afectación que haya en los sistemas sociales, económicos y ambientales va a depender de las características de las fuerzas motrices, de las presiones y de la capacidad de resiliencia de estos sistemas”. Garea B, Pichs R, & González Z. (s.f).

Cabe mencionar que la capacidad de resiliencia no es más que la cualidad que poseen estos sistemas para hacer frente a un evento o tendencia o perturbación peligrosa, y que responden o se organizan



de manera tal que mantienen su función esencial, identidad y estructura, a la vez que conservan la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC-WGII AR5, 2013). Tomado de Garea B, Pichs R, & González Z. (s.f). Hay personas que son más proclives a adaptarse al cambio que otras, y algunas son capaces de readaptarse aún en situaciones de extrema dureza, y salir airoso. Esto último se conoce como resiliencia.

Viguera et al. (2013) Manifiesta que la adaptación puede darse de forma autónoma y de forma preventiva o reactiva. La activa implica realizar acciones proactivas para reducir el daño a largo plazo, estas se realizan antes del impacto y la reactiva requiere de acciones en respuesta a impactos, realizados con el fin de recuperar la estabilidad previa al impacto, reducir las pérdidas o bienestar.

### **7.3.1. Estrategias de adaptación frente al cambio climático**

El cambio climático, como su mismo nombre lo dice es un cambio o cambios a los que debemos adaptarnos a través de la implementación de estrategias que ayuden a solventar los impactos que éstos generan en todos los ámbitos de la vida. Por ello, cuando hablamos de cultivos y cambio climático es imprescindible implementar estrategias que ayuden a adaptarse para disminuir el impacto que éstos puedan generar.

Ante cualquier cambio se generan dos escenarios, uno que es sucumbir al cambio y otro que es adaptarse a este, de la buena elección depende salir victorioso o no. En el caso de la producción agrícola la adaptación es un factor clave, pues de ello depende asegurar la buena productividad de las cosechas.

Viguera et al. (2017) señala que “el sector agrícola también tiene un gran potencial para adaptarse a los impactos negativos del cambio climático”. Sin embargo, afirma que no todas las estrategias son asequibles para todos los productores, pues existen factores económicos, de tiempo, legislativos, entre otros. Por ello la elección de una estrategia dependerá de las opciones disponibles a escala local, de la situación de tenencia de la tierra, de las facilidades que pueda aportar el gobierno, de la información disponible y del interés de cada productor, así como de los costos económicos de implementar medidas adecuadas de adaptación.

Gutiérrez P. & Chavarría R. (2015), en el estudio Estrategias de adaptación ante el cambio climático en granos básicos: maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en cinco comunidades de San Ramón, Matagalpa 2014, plantean que “La interrupción o el descenso del suministro mundial y local de alimentos debido al cambio climático puede evitarse con una irrigación y un manejo de cuencas más eficientes, variedades de cultivos mejorada, mejoras en el cultivo de la tierra y el manejo agrícola y ganadero y mediante el desarrollo de variedades de cultivo y forrajes adaptados a las condiciones cambiantes del clima. Un uso eficaz de los datos climáticos y previsiones meteorológicas puede ayudar, a través de sistemas de alerta temprana, al análisis de los impactos del cambio climático en la producción agrícola y en toda la cadena alimentaria”.

### **7.3.2. Adaptación al cambio climático en los cultivos de maíz y frijol.**

Según Gutiérrez P. & Chavarría R. (2015), en cinco comunidades de San Ramón, Matagalpa durante 2014, los productores intentaron adaptarse ante el cambio climático implementando estrategias empíricas o técnicas científicas entre las cuales se destacan el trazado de curvas a nivel, obras de conservación de suelo y agua con barreras muertas y vivas, uso de cortinas rompevientos en cultivos de frijol para evitar el requemo; drenajes para evitar encharcamientos; selección de semillas, uso de variedades precoces y criollas; sistemas de riego y lagunas artificiales para adaptarse a la sequía y reducir afectación; adecuación del calendario de siembra; uso de inoculante de maní en maíz para acelerar la germinación; reforestación de bosques y sistemas Agroforestales, cultivo en asocio, diversificación.

Datos brindados por Viguera et al. (2017) destacan que la agricultura contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) asociados al uso de combustibles y agroquímicos, e indirectamente como agente de cambios en el uso del suelo. De igual manera se estima que un cuarto de las emisiones de GEI emitidas anualmente a nivel mundial provienen del sector agropecuario, esto citando al (IPCC, 2014).

Viguera et al. (2017), Existen dos formas mediante las cuales el sector agrícola puede contribuir a la mitigación del cambio climático, reducción de los GEI emitidos por la producción agrícola y actividades asociadas, mediante la implementación de prácticas menos contaminantes, el uso de insumos de forma más eficiente y evitando la expansión agrícola en áreas forestadas, e

incrementando la absorción y secuestro de carbono en el suelo y la biomasa por medio de buenas prácticas.

Una de las estrategias que propone la FAO(2020), para enfrentar el CC, es la implementación de la agricultura climáticamente inteligente, esta pretende mejorar la capacidad de los sistemas agrícolas para prestar apoyo a la seguridad alimentaria, e incorporar la necesidad de adaptación y las posibilidades de mitigación en las estrategias de desarrollo agrícola sostenible, esta propone enfoques más integrados en relación con los desafíos fuertemente interrelacionados de la seguridad alimentaria, el desarrollo y el cambio climático, con el fin de ayudar a los países a determinar las opciones que les suponga un beneficio máximo y cuyas ventajas comparativas deban ponderarse asimismo constituye un enfoque que ayuda a orientar las acciones necesarias para transformar y reorientar los sistemas agrícolas a fin de apoyar de forma eficaz el desarrollo y garantizar la seguridad alimentaria en el contexto de un clima cambiante. La CSA, persigue tres objetivos principales: el aumento sostenible de la productividad y los ingresos agrícolas, la adaptación y la creación de resiliencia ante el cambio climático y la reducción y/o absorción de gases de efecto invernadero, en la medida de lo posible.

Este tipo de agricultura constituye un enfoque para desarrollar estrategias agrícolas encaminadas a garantizar la seguridad alimentaria sostenible en el marco del cambio climático. La CSA provee los medios para ayudar a las partes interesadas a identificar, en los niveles local, nacional e internacional, estrategias agrícolas acordes con las condiciones de cada lugar. (FAO, 2020).

Como se puede observar las estrategias para enfrentar en cambio climático son muchas y varían en relación a las condiciones del medio y de la capacidad económica que tenga la persona que la vaya a implementar.

## 8. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

En este apartado se describen los aspectos más importantes de la metodología empleada en la investigación. Se muestran los métodos utilizados para la identificación de la población en estudio, así como el diseño de la muestra, las técnicas e instrumentos para la recolección y análisis de información y las posibles limitaciones de estas. De igual forma, se expone el trabajo de campo realizado como el proceso de recolección, el procesamiento de los datos y la validez del contenido.

### 8.1. Área de Estudio

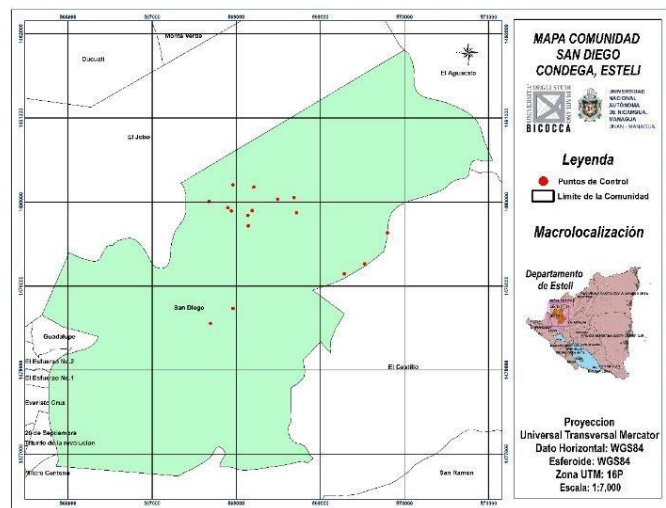
#### 8.1.1. Localización geográfica del área de estudio.

##### Ubicación geográfica.

La investigación se realizó en la comunidad de San Diego en el municipio de Condega, ubicada a cuatro kilómetros del área urbana del municipio de Condega, entre las coordenadas  $13^{\circ} 21'$  latitud y  $86^{\circ} 22'$  longitud, a 576 metros sobre el nivel del mar, y cuenta con una superficie de 13,8 kilómetros cuadrados.

La comunidad se encuentra en el corredor seco centroamericano y nicaragüense, lo que hace que la comunidad en estudio sea más vulnerable a sufrir los impactos del cambio climático.

*Figura 3: Mapa de ubicación geográfica de la comunidad de San Diego, Municipio de Condega, departamento de Estelí.*



*Fuente: Mario Montoya, 2020*

### 8.1.2. Suelos del municipio y comunidad.

- Taxonomía
- La comunidad tiene una taxonomía de suelos del orden Entisoles, son suelos que se caracterizan por ser suelos minerales derivados tanto de materiales aluviónicos como residuales, de textura moderadamente gruesa a fina, de topografía variable entre plana a levemente empinada.<sup>5</sup>
- Textura

La Textura superficial del suelo de la comunidad de San Diego está bien marcada por suelos con textura predominante franco arcilloso, estos suelos presentan bastante arcilla pero que cuenta también con limo y arena. Presenta mayor cohesión. Son suelos con una baja permeabilidad, con capacidad de retención de agua media, y una aireación media, además de contener altos nutrientes, las partículas del suelo son finas, lo que hace que cuando el suelo es sometido a humedad y luego esta se retira, los suelos se compacten y se cuarteen.
- Geomorfología.

El relieve de la comunidad presenta pendientes fisiográficas de plano a ligeramente ondulado, las elevaciones están entre los 509 a 550 msnm.
- Uso Potencial del Suelo y Recursos Naturales.

De acuerdo a la capacidad de uso de la tierra, los suelos de la comunidad son predominantemente de la categoría VI (Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pastos y aprovechamiento forestal) y con poca presencia de la categoría IV (Tierras apropiadas para cultivos intensivos y otros usos) y categoría VII (tierras marginales para uso agropecuario, aptas generalmente para el aprovechamiento forestal).

Los suelos más fértiles y adecuados para cultivos permanente y aprovechamiento ocupan el 80 % del territorio, un 15% de suelos con vocación de cultivos intensivos y otros usos y un 5

---

<sup>5</sup> Información obtenida de mapa de suelo del municipio de Condega, 2020.

% suelos aptos para el aprovechamiento forestal.

Los suelos en la comunidad están siendo sub utilizados y sobre utilizados. Es decir, están siendo usados por encima de su capacidad.

En general los suelos de la comunidad presentan condiciones que favorecen la erosión como: Susceptibilidad a la erosión, pendientes fuertes y pobre cobertura vegetal, además están siendo manejados sin prácticas de conservación de suelo

#### **8.1.3. Cuencas Hidrográficas.**

La comunidad de San Diego se encuentra ubicada en la parte baja de la subcuenca del río Pires, las características de los recursos hídricos permite conocer que la lluvia que cae en la micro-cuenca del río Pire se escurre rápidamente de las partes altas hacia las bajas y la comunidad como se encuentra en la parte baja recibe la mayor parte del agua precipitada, lo que permite que haya presencia de buenos mantos acuíferos.

#### **8.1.4. Economía de San Diego.**

La base económica de la comunidad se centra mayoritariamente en la producción agropecuaria, principalmente el cultivo de granos básicos, su mal manejo ha contribuido al deterioro de los suelos, creando condiciones para la degradación y erosión, factores que inciden en el rendimiento de los cultivos.

Producto del deterioro de los suelos en la comunidad y del bajo rendimiento de los cultivos, muchos ciudadanos se han visto en la necesidad de emigrar hacia la zona urbana del municipio, a la cabecera departamental o fuera del país.

Principales actividades socioeconómicas.

##### **➤ Sector primario:**

Las actividades primarias agropecuarias constituyen la economía de la comunidad. Esta actividad está constituida por pequeños productores, quienes practican una agricultura y ganadería de subsistencia. En la comunidad existen un total de 82 productores, los que son jefes de familias y

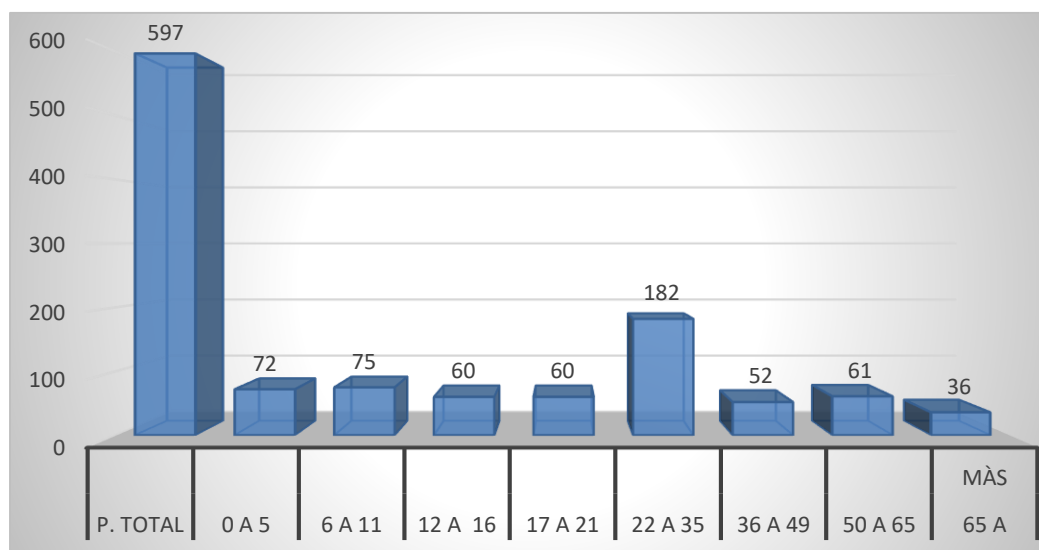
proveedores de alimento.

➤ Sector Terciario.

Esta se manifiesta en la actividad comercial y de servicios que juegan un papel importante en el abastecimiento de los productos de primera necesidad a la población.

La población de la comunidad de San Diego está integrada en su mayoría por jóvenes entre los 22 a 35 años de edad, quienes son los que se dedican a las actividades agrícolas, y quienes obtienen pérdidas en sus cultivos por la adecuación de cambio climático.

*Gráfico 1: Población de la comunidad de San Diego por rango de edad.*



*Fuente: Elaboración propia a partir del censo comunitario, 2019*

## 8.2. Paradigma de la investigación.

La investigación se construyó dentro del paradigma sociocrítico, el que tiene como objetivo promover las transformaciones sociales, dando respuestas a problemas específicos presentes en el seno de las comunidades, pero con la participación de sus miembros. Este paradigma se centra en la crítica social con un marcado carácter autorreflexivo, considera que el conocimiento se construye

siempre por intereses que parten de las necesidades de los grupos; pretende la autonomía racional y liberadora del ser humano; y que se consigue mediante la capacidad de los sujetos para la participación y transformación social. (Alvarado & García, 2008. p.4).

En la investigación sociocrítica se distinguen tres formas básicas: la investigación-acción, la investigación colaborativa y la investigación participativa. Todas tienen una visión activa del sujeto dentro de la sociedad, por lo cual ponderan la participación como elemento base. Es decir, participación en la praxis para transformar la realidad, mediante un proceso investigativo en el que la reflexión crítica sobre el comportamiento de esa realidad determina su redireccionamiento, su circularidad. (González 2003. p. 133).

Con el paradigma sociocrítico se aporta al estudio el elemento de la acción, la práctica y el cambio, se remarca la importancia del conocimiento experiencial, que a su vez se genera a través de la participación con los otros, esto permitirá que los agricultores modifiquen los modos de producción en la comunidad, y que estos sean partícipes de todo el proceso de construcción de las estrategias de adaptación.

### **8.3. Diseño metodológico.**

El enfoque metodológico fue mixto, ya que se trabajó con variables de tipo cualitativo y cuantitativo, este enfoque permitió representar un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández Sampieri y Mendoza, 2008 ).

Por su parte Sánchez Valtierra (2013) citado por Guelmes & Nieto (2015). Define el enfoque mixto como la búsqueda donde el investigador mezcla o combina métodos cuantitativos y cualitativos y señala como su característica clave el pluralismo metodológico o eclecticismo, lo que, según su opinión, resulta en una investigación superior por cuanto utiliza las fortalezas de la investigación cuantitativa y las de la investigación cualitativa combinándolas y minimizando sus debilidades. Considera, por tanto, que los métodos de investigación mixta son la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más



completa del fenómeno.

Plantea, además, que el proceso del modelo de métodos de investigación mixta consta de los siguientes pasos:

Determinar la pregunta de investigación.

- a. Determinar el diseño mixto que es apropiado.
- b. Seleccionar el método mixto o modelo mixto de diseño de la investigación.
- c. Recoger la información o datos de entrada.
- d. Analizar los datos.
- e. Interpretar los datos.
- f. Legitimar los datos o información de entrada.
- g. Sacar conclusiones (si se justifica) y la redacción del informe final.

En la investigación, el enfoque Mixto permitió emplear diferentes técnicas para conocer cómo se manifiesta el fenómeno climático en la comunidad de San Diego, a través de las voces de los informantes. Por tanto, se requirió obtener no solo datos numéricos, sino también recoger las apreciaciones, comportamientos, valoraciones de los participantes.

Se presentan datos numéricos del fenómeno climático, comportamiento de las variables climáticas de temperatura y precipitación actual y futura, esta última, mediante escenarios climáticos para vincularlos con el crecimiento óptimo de los cultivos de maíz y frijol.

Además, se basó en mediciones observables y fuentes de información primarias como la aplicación de encuestas a los productores, las cuales facilitaron el análisis del aspecto económico en cuanto al porcentaje de rendimiento de los cultivos, cuyos datos obtenidos fueron cuantificados para la medición de la variable rendimiento económico de los cultivos; la entrevista para abordar a profundidad el tema de la participación de los productores en acciones para contrarrestar el cambio climático y el grupo focal para conocer la valoración de los representantes de los diversos sectores sociales para saber cómo se está actuando ante el cambio climático en la comunidad.

La investigación acción- participante es uno de los hilos conductores del estudio, pues según Colmenares, A. (2012) constituye una opción metodológica de mucha riqueza, ya que, por una parte, permite la expansión del conocimiento, y por la otra, genera respuestas concretas a problemáticas que se plantean los investigadores y coinvestigadores cuando deciden abordar una interrogante, temática de interés o situación problemática y desean aportar alguna alternativa de cambio o transformación. Para esto es muy importante tener en cuenta la opinión de los pobladores, mediante la participación activa a través de talleres, para establecer las estrategias a implementar en el plan de adaptación en la agricultura ante el cambio climático.

### **8.3.1. Tipologías de la investigación**

#### **8.3.1.1 Por su finalidad.**

La investigación aplicada: También llamada práctica o empírica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. Se vincula con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última; esto queda aclarado si nos percatamos de que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico. (Pérez. 2015). Se especifican características y rasgos importantes de la variable que se estudia, en este sentido se brindan las particularidades del comportamiento del fenómeno climático y el modo de producción agrícola del cultivo del maíz y frijol en la zona de interés.

#### **8.3.1.2. Nivel de profundidad de la investigación.**

Según el grado de profundidad de la investigación es descriptivo, este tipo de estudio tiene como propósito especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiere, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. Es decir, su utilidad radica en mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación. (Hernández, Fernández & Baptista. 2010)

El estudio se centra en conocer la incidencia de la variable climática sobre la variable agricultura, esto para establecer estrategias de adaptación local en los cultivos de maíz y frijoles. Por lo tanto, se analiza el comportamiento de la subvariable climática de temperatura y precipitación para vincularlas con el desarrollo óptimo de los cultivos. Esta investigación genera conocimiento nuevo en cuanto a la propuesta de estrategia de adaptación a nivel local, establece la vinculación con las variables en estudio y el comportamiento a futuro de estas, además este conocimiento puede ser aplicado en situaciones o problemas similares en otras zonas geográficas.

#### 8.3.1.3. Por su alcance temporal.

EL alcance temporal de la investigación es transversal “se estudia el tema en un momento único”. El estudio es transversal porque se realiza en un espacio, población y tiempo determinado, en este sentido el espacio corresponde a la comunidad de San Diego en el municipio de Condega, la población que se dedica a las actividades agrícolas en la comunidad y el tiempo responde al año 2020.

### **8.4. Población y muestra.**

La población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina la población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a una investigación. Es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado, donde se desarrollará la investigación (Tamayo. 2012).

En este caso la población en estudio está conformada por de 82 productores, entre hombres y mujeres, y son estos los que se dedican a las actividades agrícolas en la comunidad de San Diego, con estos se tendrán datos más completos de los que sucede en la zona con respecto a las labores agrícolas.

#### 8.4.1. Muestra.

La muestra en el proceso cualitativo es un grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia (Hernández *et al* 2008, p.562). La muestra en el estudio estuvo conformada por 55 individuos para el caso de la aplicación de la encuesta, esta fue siguiendo los criterios estadísticos de la fórmula de Fisher para extraer la muestra en la comunidad de San Diego, la que se muestra a continuación:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{(3.28 * 0.25 * 82)}{(82 * 0.0049) + (3.28 * 0.25)}$$

p:0.5

q: 0.5

N: 82

e: 0.07

**n: 55**

#### 8.4.2. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo es probabilístico, es una técnica, con la que las muestras son recogidas en proceso que brinda a todos los individuos de la población las mismas oportunidades de ser seleccionados. Los elementos muestrales fueron seleccionados al azar, donde estos representan en medida a la población en estudio. Vallejo (2012) indica que “Las muestras probabilísticas son esenciales en los diseños de investigación por medio de encuestas que permiten hacer estimaciones de variables de población.

## **8.5. Etapas del proceso investigativo**

### **8.5.1. Fase I. Fase Preparatoria**

Paso 1. El punto de partida de toda investigación es la formulación del problema sobre el eje central que es la pregunta de investigación. Para identificar la problemática de estudio se realizó un recorrido por varias comunidades (cinco) del municipio de Condega y se entrevistaron a los líderes comunales, esto se hizo con el objetivo de identificar la problemática y así discriminar qué factores socioeconómicos y culturales inciden el desarrollo de las labores agrícolas y como les está afectado el cambio climático.

Se hace la selección de este municipio por dos razones: la primera es porque se ubica en el corredor seco nicaragüense y en donde un alto porcentaje de la población que lo habita se dedica a las labores agrícolas. La actividad agrícola se basa en la producción de granos básicos y hortalizas, la que se ha convertido en una actividad de subsistencia, debido a algunos factores determinantes, como son la falta de créditos para los pequeños productores, la degradación del suelo, la afectación por sequía, entre otros factores<sup>6</sup>; y la segunda es por la disponibilidad de datos de estaciones meteorológicas, porque en la mayoría de las comunidades que conforman este municipio existen estaciones meteorológicas, y se le da seguimiento a las variables de temperatura y precipitación, variables que son las que se toman en cuenta en el estudio.

En esta fase predomina la investigación documental en cuanto a la revisión de la bibliografía para construir los aspectos teóricos y metodológicos. En la que, según Vivero, L. y Sánchez, B. I. (2018), la investigación documental es como su nombre indica, aquella que se realiza a partir de la información hallada en documentos de cualquier especie, como fuentes bibliográficas, hemerográficas o archivísticas. Es un hecho que la investigación es parte fundamental en la construcción del conocimiento, de modo tal que deberá ser un proceso cuidadoso, ya que ordena las ideas y las centra en objetivos específicos. Es así que la investigación documental es considerada el punto de partida de la investigación para la teorización del problema en estudio.

---

<sup>6</sup> Última caracterización municipal del municipio de Condega, 2017

Paso 2. En este paso se hace la selección del territorio a intervenir. Una vez realizado el recorrido por comunidades del municipio, se selecciona la comunidad de San Diego porque más del 70 % de su población se dedica a las actividades agrícolas (al cultivo de maíz, frijol y sorgo), por ser esta la más afectada por la sequía, por la existencia de estación meteorológica (pluviométrica) donde se le fa seguimiento a las variables temperatura y precipitación y por qué el contexto social fue propicio para el desarrollo de la investigación.

Paso 3: Selección de los informantes. Los criterios para seleccionar a los productores de la comunidad (muestra teórica) fueron los siguientes: 1. El comunitario preferiblemente debe ser jefe de familia 2. Trabajar en la agricultura 3. La parcela debe estar ubicada en la comunidad 4. El productor debe residir en la comunidad 5. El productor debe estar activo en sus labores agrícolas.

#### 8.5.2. Fase II Trabajo de campo. Métodos empíricos

Para aplicar los instrumentos elaborados se debe hacer trabajo de campo para obtener lo información y para hacer observaciones sistemáticas a la realidad que vive la población en la comunidad. La información primaria que se obtenga solamente es posible mediante esta etapa.

##### **8.5.2.1. Técnicas e instrumentos de recolección de la información**

#### ➔ Técnicas utilizadas para la recolección de la información

La investigación no tiene sentido sin las técnicas de recolección de datos, estas técnicas conducen a la verificación del problema planteado. Cada tipo de investigación determinará las técnicas a utilizar y cada técnica establece sus herramientas, instrumentos o medios que serán empleados. Todo lo que va a realizar el investigador tiene su apoyo en la técnica de la observación. Aunque utilice métodos diferentes, su marco metodológico de recogida de datos se centra en la técnica de la observación y el éxito o fracaso de la investigación dependerá de cual empleó. (Behar, 2008). Es así que las técnicas de investigación son importantes porque proporcionan diversos instrumentos y medios para la recolección, análisis y conservación de los datos pues se encargan de cuantificar, medir y correlacionar la información al guardar una estrecha relación con el método y la teoría.

Como se ha mencionado, esta investigación tiene carácter mixto por tanto retoman los enfoques cuantitativos y cualitativos. Cada una de las técnicas empleadas están en correspondencia con el enfoque de la investigación, y a su vez con cada uno de los objetivos de la investigación, las que se describen a continuación:

*Objetivo 1: Explicar el comportamiento de los indicadores de medición del cambio climático y su vínculo con el desarrollo óptimo de los cultivos de maíz y frijol para evidenciar el impacto en los rubros productivos en la comunidad de San Diego.*

Para dar respuesta al objetivo 1, se toman en cuenta las técnicas cuantitativas por ser estas las que mejor responden al análisis de datos estadísticos. Éstas se utilizan tradicionalmente en las ciencias empíricas y se basa en los aspectos susceptibles a ser cuantificados, y a la hora de analizar los datos se utiliza la estadística. Su percepción de la realidad coincide con la perspectiva positivista y que intenta conseguir leyes generales relativas al grupo. (Doménech. 2014).

### **Comportamiento de medición de los indicadores climáticos en el municipio de Condega y comunidad de San Diego.**

Los indicadores tomados en cuenta en la investigación, son los propuestos por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía, relacionados con:

**Precipitaciones**, el Indicador nº 14: Nº de días con precipitación >30 mm/ Nº de días con precipitación >30 mm normal.

**Temperatura** media y máxima a nivel local.

Se toman en cuenta solo estos indicadores por la disponibilidad del dato a nivel local, lo que permitió tener un registro más detallado de su comportamiento y generar información acerca de la influencia de estos en el desarrollo de los cultivos de maíz y frijol en la zona en estudio y de esta manera evidenciar el impacto del cambio climático actual en los cultivos antes mencionados.

Para el análisis de la variable temperatura se tomó la temperatura media, ya que es un valor calculable entre la mínima y la máxima, sin embargo es preciso conocer el umbral máximo de temperatura ya que es la acción más peligrosa sobre los medios de vida o mejor dicho en las

actividades agrícolas, ya que la influencia directa de la temperatura genera mayor evapotranspiración en las plantas, estrés hídrico y hasta el punto de marchitez, ya que cualquier estrés hídrico también afectará a los cultivos y para analizar la variable precipitación, se tomaron en cuenta los datos registrados por INETER de la estación meteorológica ubicada en el municipio de Condega de los años 2000 al 2019 y datos de la estación pluviométrica ubicada en la comunidad de San Diego para los datos del año 2020.

### **Impacto del cambio climático en los rubros productivos del maíz y frijol en la comunidad.**

Para conocer el impacto que está ocasionando el cambio climático a los cultivos de maíz y frijol en la comunidad, se aplicó la encuesta a los productores, con el objetivo de obtener información referente a: el conocimiento que los productores tienen acerca del Cambio climático; Plagas y enfermedades que atacan los cultivos; costos y rendimiento agrícola por ciclo productivo y el apoyo por instituciones presentes en la zona para contrarrestar los efectos del cambio climático.

Se aplicaron 55 encuestas, las que fueron aplicadas de forma electrónica a cada uno de los productores, para esto se utilizó formularios de Google, donde se creó el cuestionario en línea y cada respuesta dada por los informantes iba generando datos de manera simultánea y una vez aplicadas todas las encuestas se descargaron los datos y fueron procesados en el programa estadístico SPSS para generar tablas y gráficos. La recopilación de datos mediante la encuesta permite obtener respuestas sobre el problema a investigar y donde el encuestado decide libre y voluntariamente proporcionar la información para luego ser procesada por el investigador. Según (Casas, Repullo y Donado. 2002) La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz.

Así mismo se implementó la técnica cualitativa del **grupo focal o Focus Group**, esta se hizo con la finalidad de recopilar información de manera grupal acerca del tema a tratar y permite la comunicación fluida entre el investigador y los participantes. Para Hamui y Varela (2012), esta técnica es particularmente útil para explorar los conocimientos y experiencias de las personas en un ambiente de interacción, que permite examinar lo que la persona piensa, cómo piensa y por qué piensa de esa manera. El trabajar en grupo facilita la discusión y activa a los participantes a comentar y opinar aún en aquellos temas que se consideran como tabú, lo que permite generar una



gran riqueza de testimonios.

Por su parte Doménech (2014) define el grupo focal como el proceso de recolección de datos que se basa en reunir a un número de personas determinado, con el fin de entrevistarlas y generar discusión en torno a un tema, para obtener información significativa. Dicha “discusión” siempre estará dirigida por un moderador que guía la entrevista intentando no ser partícipe en las conclusiones a las que al final se llega en “consenso”.

La ventaja del grupo focal, es que resalta la posibilidad de intensificar el acceso a informaciones acerca de un fenómeno, ya que diferentes miradas van siendo presentadas por los participantes, desencadenando la elaboración de percepciones que se mantenían latentes.

El diseño del grupo focal siguió los siguientes pasos planteados por Doménech (2014), los que se centraron en:

- Planificación: Es esencial para toda investigación, el planteamiento del problema a investigar, para ser conscientes de la información que se quiere obtener. Se debe conocer el tema a tratar, por lo que se debe buscar toda la información necesaria que nos sitúe correctamente ante el problema que vamos a tratar. Una vez aclarado el tema a tratar y estar “bien situados” se delimitó las características de la muestra (factores de exclusión o inclusión a considerar en la elección de los sujetos) además de elaborar una guía a seguir a lo largo de la investigación. Es decir, se estableció un guión para en la medida de lo posible, estructurar las preguntas y tratar de que, en un tiempo limitado, cada una de las dudas quedaran resueltas asegurándonos de que los datos que necesitábamos se recolectaran.

La estructura que se siguió fue: - Introducción y presentación del tema a tratar, así como de los participantes entre sí y el investigador. De esta manera tratamos de ayudar a que los participantes comiencen a opinar sobre el tema a tratar. - Preguntas de transición, entre la introducción y las preguntas que consideramos clave. Pasamos a centrarnos en la información que nos interesa obtener - Preguntas clave. Las que consideramos más importantes. Preguntas para terminar para cerrar el tema y resumir las conclusiones a las que se han llegado.

- Elección de los participantes: para definir las características necesarias de los participantes, los que realmente interesan y son afines a las características de la investigación. Al realizar dicha elección se tomó en cuenta la interacción entre los participantes, para crear un ambiente cómodo y relajado y que estos fueran miembros de las organizaciones presentes en la comunidad.
- Moderación: la moderación del grupo focal, fue realizada por la investigadora, la que fue responsable de establecer las reglas, mantener la discusión dentro de los límites de la investigación, incentivar a la participación de los componentes más callados, y cuando fue necesario, realizar aclaraciones o brindar información adicional a los componentes. Se procuró en todo momento crear y mantener un ambiente cómodo y relajado para los integrantes del grupo, además de evitar emitir juicios u opiniones propias que pudieran orientar la discusión hacia diferentes fines.
- Análisis y confección del informe: en esta fase se analiza y elabora el informe de la información recopilada con la técnica.

De este modo se procuró llevar a cabo todos los pasos para una correcta aplicación de la técnica.

El uso de esta técnica beneficia a los investigadores, pues permite el ejercicio de una postura crítica y dialéctica, al promover el inicio de una discusión abierta sobre temas específicos y a veces propiciar la construcción y deconstrucción de conceptos (Silveira et al. 2015). Esta técnica permitió conocer el impacto del cambio climático actual en la población en general y en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad, así como las prácticas agrícolas actuales de los productores en la zona de estudio. Para eso se contó con la participación de los representantes de las organizaciones presentes en la comunidad como: Comité de Agua Potable (CAPS), representante del sector educativo, líder de la comunidad, líder religioso, representante de los ancianos. Fueron siete en total. Ver en anexo 2, el listado de los participantes.

*Objetivo 2: Generar escenarios climáticos para evidenciar el impacto futuro del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego.*

### **Información del clima futuro: Generación de escenarios**

El clima futuro traerá cambios con respecto al clima actual que serán muy diferentes en localidades cercanas, por lo que se requiere información local sobre el clima futuro para las actividades de adaptación. La principal herramienta para predecir el clima futuro son los denominados Modelos de Circulación General (MCGs). Se trata de complejos programas informáticos que se ejecutan en supercomputadores en centros de investigación internacionales.

Los MCGs simulan adecuadamente las características generales del clima (células de Hadley, cinturones de borrascas extra tropicales, grandes estructuras atmosféricas...), pero presentan limitaciones para simular el clima a escala local (régimen de precipitaciones o temperaturas en un punto del territorio). Esto se debe fundamentalmente a que los MCGs trabajan con una baja resolución espacial (celdas de unos 250 km), que no resuelve adecuadamente los factores que determinan las particularidades climáticas de cada punto del territorio (sobre todo la topografía). Por este motivo, es necesario contar con una metodología que permita adaptar la información de baja resolución aportada por el MCGs para generar escenarios climáticos a escala local, requeridos para definir estrategias locales de adaptación. Este proceso se denomina Regionalización o 'Downscaling'.

Para la selección de los modelos climáticos a utilizar para los escenarios de Cambio Climático para el municipio de Condega, se realizó el inventario de los Modelos Climáticos Globales (GCM) disponibles en la base de datos del proyecto CMIP5, y se tomaron los datos mensuales existentes para precipitación y temperaturas máxima, media y mínima para aquellos modelos que contarán con datos disponibles para descarga de estas variables tanto para el periodo histórico de referencia 1984-2005 como para los dos RCP (4.5 y 8.5) en el periodo futuro 2006-2100. Con este criterio, se tomaron los datos de 7 modelos (Tabla 5).

Tabla 5.

*Modelos Global Climate Model.*

No	Modelo	Modeling Center (or Group)
1	ACCESS1.3	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization(CSIRO) and Bureau of Meteorology (BOM), Australia
2	GISS-E2-H	NASA Goddard Institute for Space Studies
3	GISS-E2-H-C	
4	HadGEM2-AO	National Institute of Meteorological Research/Korea Meteorological Administration
5	INMCM4	Institute for Numerical Mathematics
6	MIROC5	Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
7	MPI-ESM-MR	Max-Planck-Institut für Meteorologie (Max Planck Institute for Meteorology)

Fuente: Elaboración propia

El modelo ACCESS1.3: Es un modelo global de Australia, del Centro de Investigación Meteorológica y Climática de Australia (CAWCR). Para este caso se trabajó con los datos históricos del 71-2000, utilizando los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para la realización de este estudio. Para aplicar estos escenarios se trabajaron con los datos mensuales de Precipitación temperatura máxima, media y mínima correspondientemente. Con el modelo atmosfera podemos predecir el posible comportamiento a futuro, tomando en cuenta el ensamblado r1i1p1, ejecutado con la versión 20121011. Utilizando datos de los modelos climáticos de la base de datos oficial del IPCC.

El modelo GISS-E2-H: Es un modelo global de EEUU, Instituto Goddard de Estudios Espaciales - NASA. Para este caso se trabajó con los datos históricos del 71-2000, utilizando los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para la realización de este estudio. Para aplicar estos escenarios se trabajaron con los datos mensuales de Precipitación temperatura máxima, media y mínima correspondientemente. Con el modelo atmosfera podemos predecir el posible comportamiento a futuro, tomando en cuenta el ensamblado r1i1p1, ejecutado con la versión 20160426.

Extracción de los datos de los modelos usando lenguaje de programación R para Condega.

El modelo GISS-E2-H-CC: Es un modelo global de EEUU, Instituto Goddard de Estudios Espaciales - NASA. Para este caso se trabajó con los datos históricos del 71-2000, utilizando los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para la realización de este estudio. Para aplicar estos escenarios se trabajaron con los datos mensuales de Precipitación temperatura máxima, media y mínima correspondientemente. Con el modelo atmosfera podemos predecir el posible comportamiento a futuro, tomando en cuenta el ensamblado r1i1p1, ejecutado con la versión 20160426. Análisis de consistencia a los datos observados vs datos históricos de los modelos usando técnica estadística correlación de Pearson.

El modelo HadGEM2-AO: Es un modelo global de Korea del sur, Instituto Nacional de Investigaciones Meteorológicas / Administración Meteorológica de Corea. Para este caso se trabajó con los datos históricos del 71-2000, utilizando los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para la realización de este estudio. Para aplicar estos escenarios se trabajaron con los datos mensuales de Precipitación temperatura máxima, media y mínima correspondientemente. Con el modelo atmosfera podemos predecir el posible comportamiento a futuro, tomando en cuenta el ensamblado r1i1p1, ejecutado con la versión 20130815. Evaluación del mejor modelo que mejor representación del clima local obtuviera aplicando dos técnicas estadísticas, correlación de Pearson y sesgo o BIAS.

El modelo INMCM4: Es un modelo global de Rusia, Instituto de Matemáticas Numéricas. Para este caso se trabajó con los datos históricos del 71-2000, utilizando los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para la realización de este estudio. Para aplicar estos escenarios se trabajaron con los datos mensuales de Precipitación temperatura máxima, media y mínima correspondientemente. Con el modelo atmosfera podemos predecir el posible comportamiento a futuro, tomando en cuenta el

ensamblado r1ilp1, ejecutado con la versión 20130207 Reducción de escala estadística o calibración a los datos del mejor modelo seleccionado usando el método estadístico Corrección del Sesgo.

El modelo MIROC5: Es un modelo global de Japón, Instituto de Investigación Atmosférica y Oceánica (Universidad de Tokio), Instituto Nacional de Estudios Ambientales y Agencia Japonesa de Ciencia y Tecnología Marina-Terrestre. Para este caso se trabajó con los datos históricos del 71-2000, utilizando los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para la realización de este estudio. Para aplicar estos escenarios se trabajaron con los datos mensuales de Precipitación temperatura máxima, media y mínima correspondientemente. Con el modelo atmosfera podemos predecir el posible comportamiento a futuro, tomando en cuenta el ensamblado r1ilp1, ejecutado con la versión 20120710 Generación de los resultados, graficas tendenciales en R.

El modelo MPI-ESM-MR: Es un modelo global de Alemania, Max-Planck-Institut für Meteorologie (Max Planck Institute for Meteorology). Para este caso se trabajó con los datos históricos del 71-2000, utilizando los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para la realización de este estudio. Para aplicar estos escenarios se trabajaron con los datos mensuales de Precipitación temperatura máxima, media y mínima correspondientemente. Con el modelo atmosfera podemos predecir el posible comportamiento a futuro, tomando en cuenta el ensamblado r1ilp1, ejecutado con la versión 20120503 Generación de los resultados, graficas tendenciales en R.

### **Escenarios RCP**

Una trayectoria de concentración representativa (RCP, por sus siglas en inglés) es una trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero (no emisiones) adoptada por el IPCC. Se utilizaron cuatro trayectorias para la modelización del clima y la investigación para el Quinto Informe de Evaluación del IPCC en 2014. Las trayectorias describen diferentes futuros climáticos, todos los cuales se consideran posibles dependiendo del volumen de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos en los próximos años. Los RCP originalmente RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6 y RCP 8.5 están etiquetados a partir de un posible rango de valores de forzamiento radiactivo en el año 2100.

### Análisis de consistencia

Se realizó un análisis de consistencia de los datos observados para las variables seleccionadas, del mismo periodo de datos 1984-2005. Se realizó la revisión y control de calidad de las series mensuales aplicando diferentes métodos estadísticos, correlación de Pearson y Corrección de sesgo (BIAS) para poder seleccionar los mejores modelos que mejor representación tuvieron de las diferentes variables para el municipio de Condega.

Se clasificó en distintos rangos y se le dio un color semáforo, siendo muy bueno color verde, bueno color amarillo y malo color rojo, (ver tabla 6), también se generaron gráficas para las distintas variables del mismo periodo para visualizar mejor la relación que tiene el dato observado y el dato de los modelos. Ver Gráficos 2 y 3.

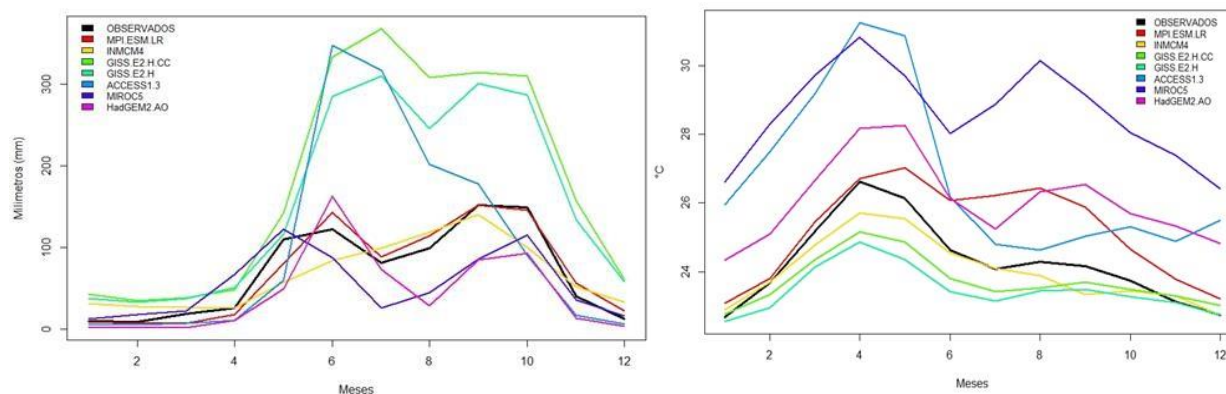
Tabla 6.

*Análisis de consistencia de las variables precipitación y temperatura media del municipio de Condega. periodo de datos 1984-2005.*

RESUMEN MÉTRICAS	CORRELACIÓN				BIAS			
MODELO	Prec	Tmed	Tmax	Tmin	Prec	Tmed	Tmax	Tmin
MPI.ESM.LR	0.50	0.60	0.58	0.70	1.10	0.94	0.05	1.89
INMCM4	0.55	0.71	0.57	0.49	-2.92	-0.26	-0.06	-1.31
GISS.E2.H.CC	0.42	0.71	0.70	0.56	110.68	-0.53	-2.76	1.14
GISS.E2.H	0.48	0.63	0.63	0.49	88.82	-0.80	-2.89	0.83
ACCESS1.3	0.33	0.63	0.48	0.77	34.74	2.50	5.18	1.60
MIROC5	0.36	0.59	0.57	0.60	-14.80	4.34	4.69	4.26
HadGEM2.AO	0.37	0.64	0.55	0.73	-25.50	1.79	1.77	0.79

*Fuente: Elaboración propia*

Gráfico 2: Análisis de consistencia Precipitación (Izquierda) y temperatura (derecha) del municipio de Condega vs Modelos CMIP5. Periodo 1984-2005.



Fuente: Elaboración propia con base a resultados de los modelos CMIP5, 2020

Con base en la tabla 6 y dándole un mayor peso a las métricas para precipitación y temperatura media (puesto que son las variables principales a utilizar), se hizo el ranking de los modelos (Tabla 7) y se seleccionaron los mejores modelos que mejor representación tienen de las variables seleccionadas para el municipio de Condega.

Tabla 7.

Mejores Modelos para Condega

MEJORES MODELOS			
PREC	TMAX	TMEDIA	TMIN
MPI.ES	INMCM4	GISS.E2.H.CC	HadGEM2.AO
M.LR			

Fuente: Elaboración Propia, 2020.



### **Método de reducción de escala estadística**

Para el DOWSCALLING o reducción de escala estadística se hizo uso de dos de los métodos más utilizados las cuales son Delta (Anandhi et. al., 2011) y el método del Factor de Ajuste o Corrección del Sesgo.

“Método Delta” Factor de ajuste a partir de los datos simulados se aplica a las series de datos observados.

“Corrección del Sesgo” Busca reducir la diferencia entre los valores observados y los valores simulados, mediante la aplicación de un factor de ajuste a los datos simulados por los modelos globales. (Pabón, 2011; Walsh, 2011; Walsh y Trainor, 2013).

*Objetivo 3: Diseñar estrategias de adaptación para enfrentar los Impactos del Cambio Climático en los cultivos de maíz y frijol en la Comunidad de San Diego del Municipio de Condega, Estelí.*

### **Estrategias de adaptación al cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego.**

Para conocer las estrategias de adaptación se aplicaron técnicas cualitativas, las que producen datos descriptivos, las propias palabras de las personas, habladas o escritas y la conducta observable. Al mismo tiempo, enfoca el problema de estudio, los acontecimientos, acciones y valores haciendo que estos sean vistos desde la perspectiva de los individuos (Rojano, 2012). La importancia de estas técnicas radica en que:

-Abordan los significados y las acciones de los individuos y la manera en que estos se vinculan con otras conductas propias de la comunidad; Explican los hechos sociales, buscando la manera de comprenderlos; Analizan, interpretan y comprenden la realidad estudiada tal como aparece, tal como es y se da, situación que la hace caracterizar como una metodología fenomenológica; y Ayudan teóricamente a: interpretar y comprender la intersubjetividad como formas de obtener la verdad de la realidad, la interpretación de la forma de pensar del sujeto quien es que da la información y actúa como ser pensante y participativo en la interpretación de su realidad.

En este sentido, las técnicas implementadas dieron la oportunidad a los participantes de interpretar y comprender la realidad vivida en torno al cambio climático, de reflexionar acerca de las acciones que se están implementando para lograr minimizar los daños sufridos y las estrategias que se pueden implementar para adaptarse al cambio climático.

Para definir las estrategias que más se ajustan a las condiciones de los productores se implementaron las siguientes técnicas:

- **La técnica del taller participativo:** Las técnicas participativas están compuestas por diferentes actividades como dinámicas de grupo, sociodramas, adecuación de juegos populares con fines de la capacitación, videos, y cualquier otro medio que tenga como objetivo generar la participación, el análisis, la reflexión y un cambio consciente y duradero en los participantes, que conduzca a una planificación de acciones para la solución de problemas, en este sentido se aplicó la técnica del taller participativo la que se utiliza en determinados procesos informativos, consultivos, de toma de decisiones, etc.

Se aplicó para adquirir conocimientos partiendo siempre de la práctica, es decir de lo que la gente sabe, de las experiencias vividas y de los sentimientos que muchas situaciones originan, así como de los problemas y dificultades de su entorno, en este sentido se aplicó con la finalidad de que todos los involucrados pudieran dar su punto de vista acerca del tema que se estaba abordando, los agricultores expresaron su punto de vista acerca de cómo está viviendo los efectos del cambio climático en la comunidad y si se están aplicando medidas para contrarrestar sus efectos.

La aplicación de esta técnica permitió desarrollar procesos colectivos de discusión y reflexión; que los conocimientos individuales se colectivizan y de ese modo se enriquezca el grupo; que a raíz del trabajo en grupo se pueda trabajar desde un punto común de referencia y que el grupo pueda, a través de lo estudiado, implicarse de forma más directa en nuevas prácticas.

Para la realización del taller fueron convocados 32 agricultores de la comunidad de San Diego entre hombre y mujeres, pero solamente se contó con la participación de 15, con los cuales se pudo obtener información muy valiosa acerca del impacto que han sufrido los cultivos de maíz y frijol en la zona, y de las estrategias se pueden implementar para enfrentar el impacto del cambio climático en la comunidad y lograr la adaptabilidad de los productores de la comunidad de San

Diego.

Para definir las estrategias más efectivas y que se ajusten a las condiciones geográficas y de los productores, se realizó un recorrido por dos municipios que tuvieran similares características climáticas que San Diego, esto se hizo con el objetivo de conocer las experiencias de otros productores en la implementación de acciones para contrarrestar el cambio climático y proponer actividades que fueran exitosas y permitieran mejorar los rendimientos agrícolas. Los municipios visitados fueron: Teustepe (encuentro con productores observadores climáticos), en el departamento de Boaco y San Rafael del Norte comunidad los Arados en el departamento de Jinotega donde se aplicaron entrevistas a los productores para conocer las experiencias adquiridas con la aplicación de estrategias de adaptación al cambio climático.

Para reforzar los datos obtenidos por medio de los instrumentos se aplicaron las técnicas de la observación directa y del análisis documental.

- **La técnica de la observación directa:** la observación directa cada vez cobra mayor credibilidad y su uso es generalizable, debido a obtener información directa y confiable, siempre y cuando se haga mediante un procedimiento sistémico y muy controlado, para lo cual se utilizan medios audiovisuales muy completo, la observación in situ, se realizó con el objetivo de poder visualizar el estado actual de los cultivos, en los dos ciclos agrícolas, para esto se hizo un recorrido por la parcelas, realizándose tres visitas a la comunidad.
- **La técnica de análisis de documento:** es una técnica basada en fichas bibliográficas que tiene como propósito de analizar material impreso. Se usa en la elaboración del marco teórico del estudio, con esta técnica se hizo el análisis de los mapas de escenarios climáticos generados para el departamento de Estelí de donde jurisdiccionalmente pertenece el municipio de Condega y la comunidad de San Diego.

#### **8.5.2.2. Instrumentos de investigación.**

Un instrumento debe cumplir con dos elementos fundamentales: validez y confiabilidad, para que coincida con el instrumento patrón de oro. De no existir, entonces debe cumplir una serie de requisitos, para ser suficientemente confiable, como para asumir los resultados en una investigación científica. López, et al. (2019). Los instrumentos utilizados fueron sometidos a un proceso de validación por expertos, los que fueron entregados para su debida lectura y retroalimentación. ver en anexos las cartas de validación de los expertos.

En la investigación que se aplicaron los instrumentos de acuerdo al enfoque implementado y fueron:

- Cuestionario para la encuesta
- Cuestionario de la entrevista
- guía de preguntas para el grupo focal
- guía de observación
- guía del taller participativo

#### **8.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

En este apartado se presenta una descripción de las técnicas que se usaron para realizar el procesamiento y análisis de la información recopilada mediante la aplicación de las técnicas e instrumentos diseñados, este proceso fue realizado de manera efectiva por la revisión constante y por la disposición de brindar información de los informantes claves sobre el impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego.

El análisis de los datos es una etapa central de la investigación, establece una dinámica de trabajo, organizados en unidades manejables, clasificando y tratando de encontrar patrones de comportamientos generales. Tiene por objeto posibilitar la emergencia de enunciados sobre los significados que expresan los datos, palabras y textos. Las proposiciones que se desprenden de los datos, pueden ser descriptivas y empíricas, también, en un plano superior, las conclusiones pueden ser explicativas y teóricas.

El análisis de datos, es un proceso definido por tres fases interrelacionadas: la reducción de datos que incluye edición, categorización, codificación, clasificación y la presentación de datos; el análisis descriptivo, que permite elaborar conclusiones empíricas y descriptivas; y la interpretación, que establece conclusiones teóricas y explicativas. En la primera fase, se verificó que cada uno de los instrumentos diseñados para la recolección de la información fue aplicado según lo planificado y que, además, contenía la información deseada, estableciendo la relación entre las respuestas dadas y las líneas de conversación. A continuación, se realizó la transcripción de la información recopilada en cada técnica, sin hacer cambios, aun cuando la redacción pareciera incoherente.

### 8.7. Procesamiento de la información

Una vez que se verificó que ya se contaba con la información necesaria y suficiente, se decidió el plan de trabajo que orientó el análisis de la información recolectada, donde se contemplan las matrices descriptivas que se utilizaron para registrar la información, ya que se trata de la reducción de los datos, o sea, manipular los datos para resumirlos y convertirlos en unidades de análisis manejables.

Previo a ello se establecieron las categorías y sub-categorías del estudio, las cuales se definieron de la siguiente manera:

*Tabla 8.*

*Matriz de categorías y subcategorías*

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Fuente información de</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
1. Explicar el Comportamiento de los indicadores climáticos.	Comportamiento de los indicadores climáticos.	Revisión y análisis de datos climáticos proporcionados por las estaciones meteorológicas distribuidas en el	Observación directa. Análisis de Datos.	Guía de observación.

de medición del cambio climático y su incidencia en el desarrollo óptimo de los cultivos de maíz y frijol para evidenciar el impacto en los rubros productivo s en la comunidad de San Diego	cambio climático en los rubros productivos del maíz y frijol en la comunidad	municipio de Condega y comunidad de San Encuesta Diego. Informe de normales históricas de datos climáticos proporcionados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Productores Representantes organizaciones presentes en la comunidad	de y San Encuesta Diego. Grupo focal Cuestionario para la encuesta Cuestionario para el grupo focal
2.Generar escenarios climáticos para evidenciar el impacto futuro del cambio	Información del clima futuro: Generación de escenarios	Modelos climáticos	Análisis de los modelos climáticos Software para Generar los escenarios climáticos

---

climático  
en los  
cultivos de  
maíz y  
frijol en la  
comunidad  
de San  
Diego.

---

3. Analizar Información del Analisis del Analisis de la  
la relación comportamiento comportamiento de la información  
que existe de temperatura y temperatura y  
entre el precipitación y precipitación.  
comportam resultados de los  
iento de los modelos Analisis de los datos  
indicadores climaticos a de los modelos  
del cambio futuro. climáticos.  
climático y  
los  
escenarios  
climaticos  
en la  
comunida  
de San  
Diego.

---

4.Diseñar	Estrategias de Productores	Entrevistas taller	Cuestionario
estrategias	adaptación al Comunidad de San		de entrevista
de	cambio Diego		
adaptación	climático en los		
para	cultivos de Productores		
enfrentar	maíz y frijol en comunidad los Arcos		

---

---

los la comunidad de  
Impactos San Diego.  
del Cambio  
Climático  
en los  
cultivos de  
maíz y  
frijol en la  
Comunida  
d de San  
Diego.

---

Fuente: Elaboración propia, 2020.

### **8.8. Análisis de los datos.**

Según Rodríguez, Gil y García (1996) “El análisis intensivo de la información puede definirse como la aplicación de técnicas de procesamiento automático del lenguaje natural, de clasificación automática, de representación gráfica del contenido cognitivo y factual de los datos bibliográficos (o textuales)”. Es decir, que esta forma parte del proceso de adquisición y apropiación de los conocimientos potenciales acumulados en distintas fuentes de información. Busca identificar la información útil, es decir aquella que interesa al usuario a partir de una gran cantidad de datos, parte desde la simple recopilación y lectura de textos hasta la interpretación. Por consiguiente, el producto del mismo debe ser transmitido en un lenguaje sencillo, directo, sin ambigüedades y con un orden lógico que resista cualquier crítica o duda especificando claramente lo que se sabe, lo que no se sabe y las opciones respecto de lo que podría suceder en el futuro.

El análisis de los datos se basa en la lectura y relectura de la información. Esta es la principal metodología que utiliza el investigador para ordenar, organizar y darle sentido a los datos. En este caso, el proceso de análisis de la información está constituido por tres grandes etapas, con sus respectivas acciones que conllevan reducción de datos, disposición y transformación de datos,



además de la verificación de conclusiones. Con el propósito de disponer la información se diseñaron las matrices con las relaciones entre conceptos o categorías.

Luego se procedió a la realización del análisis intensivo de la información mediante la reducción, transformación y triangulación de datos con el fin de combinar y confrontar distintas fuentes y extraer elementos relevantes con relación al foco de la investigación.

Para el tratamiento y análisis de la información se realizó lo siguiente:

- Revisión de los instrumentos aplicados.
- Diseño de un plan de trabajo (Técnicas de Análisis, revisión de documentos, codificación de los datos y categorías).
- Reducción de los datos (simplificar información convirtiendo en unidades manejables).
- Triangulación de datos
- Interpretación datos (Darles sentido a las descripciones de cada categoría, se usa la comparación).
- Obtención de resultados y conclusiones
- Validez de resultados (se realiza la triangulación y retroalimentación directa de los sujetos).

Los datos dan respuestas a las cuestiones y propósitos de la investigación los cuales se refieren a el impacto que han sufrido los cultivos de maíz y frijol a causa del cambio climático en la comunidad de San Diego.

### **8.9. Limitantes de la investigación**

Las limitantes dentro de la investigación fueron:

1. El Tiempo, no todos los productores contaban con suficiente tiempo al momento de recopilar la información en campo, lo que limitó la participación de todos los invitados a las actividades planificadas para tal fin.
2. Desconocimiento de los productores sobre cambio climático, lo que limitó proporcionar información por parte de los productores en relación a las estrategias de adaptación al

cambio climático. Para solucionar esta limitante la investigadora realizó un pequeño taller donde se abordó el tema del cambio climático, estrategias de adaptación y afectación a los cultivos por el cambio climático.

3. El COVID19, la pandemia que estamos sufriendo todos retrasó las visitas a la comunidad para recopilar información y también que no todos los productores participaran en el taller, esto por temor a ser contagiados por la terrible enfermedad.
4. Otra limitante fue la distancia, pues la comunidad queda a 186 Km de la capital Mangua de donde es originaria la investigadora, esto impidió poder visitar la comunidad cada vez que se requería contrastar información. Esta limitante fue solucionada por la investigadora con comunicaciones constantes con el líder o representante de los Caps de la comunidad.

#### **8.10. Consideraciones éticas**

Las consideraciones éticas en la investigación están en función de:

1. La investigación tiene **valor** porque busca como mejorar la calidad de vida de las familias productoras de la comunidad que al implementar estrategias de adaptación al cambio climático en los cultivos de maíz y frijol mejoran los rendimientos productivos logrando así mejorar sus ingresos económicos.
2. La investigación tiene **validez científica**, se recopilaron datos de fuentes confiables, los participantes de la investigación no perdieron su tiempo pues la información proporcionada permitió realizar los análisis correspondientes dentro de la investigación.
3. La **selección de los participantes** se dio de manera equitativa y sin prejuicios personales o preferencias, los informantes fueron seleccionados por el nivel de experiencia en temas productivos logrando la participación de hombres y mujeres entre los que encontraban jóvenes, adultos y personas de la tercera edad.
4. **Proporción favorable de riesgo/ beneficio**: los participantes de la investigación no fueron expuestos a riesgos, se tomaron todas las medidas necesarias para salvaguardar la vida de cada uno de los informantes y los beneficios potenciales son mayores, pues contarán con información

relevante sobre la afectación del cambio climático en los cultivos.

5. **Consentimiento informado:** los pobladores de la comunidad fueron informados acerca de la investigación y se pidió el consentimiento de estos para proporcionar información acerca de las afectaciones en sus cultivos por el clima.

6. **Respeto para los seres humanos participantes:** se les informó a los participantes en la investigación que la información proporcionada sería utilizada únicamente para fines académicos y que estaban en toda la libertad de brindar la información o de retirarse del sitio donde se aplicaron los diferentes instrumentos diseñados para recopilar información en campo.

## **IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## **9.1. CAPITULO I: COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y FRIJOL EN LA COMUNIDAD DE SAN DIEGO.**

En este apartado se hace énfasis en el comportamiento de las variables temperatura y precipitación como indicadores de medición del cambio climático, presentando su evolución meteorológica y climática, así como algunas señales que evidencian el calentamiento del sistema climático a nivel local y cómo esto afecta el desarrollo óptimo de los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego en el municipio de Condega, departamento de Estelí.

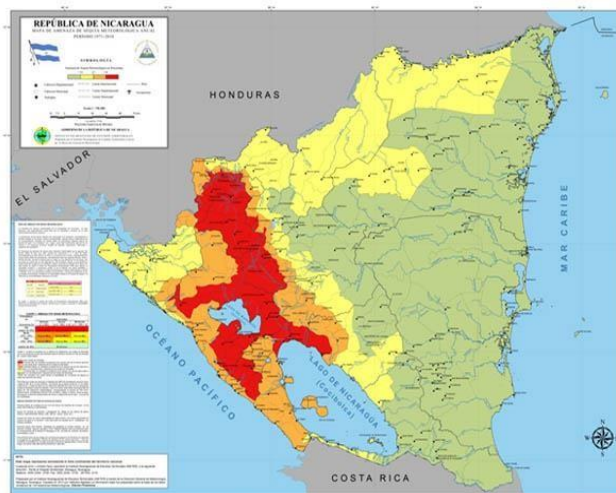
Entre los indicadores que manifiestan el cambio climático a nivel mundial, el principal es la temperatura media superficial global (promedio de la temperatura del aire cerca de la superficie del suelo y la temperatura superficial del mar), que es usado generalmente por las principales organizaciones internacionales (OMM, IPCC) y centros de investigación para sustentar el calentamiento de la baja atmósfera. Estos cambios de temperatura no se han producido de manera homogénea en todo el mundo, sino que han variado según las diferentes regiones y diferentes partes de la baja atmósfera. (Benavides & Rocha, 2012).

La temperatura a nivel mundial está incrementando, prueba de ello es que la OMM en el 2019, indicó que se ha registrado un aumento en la temperatura de 1,1 °C desde la era preindustrial y en 0,2 °C con respecto al período 2011-2015, clasificando este periodo como el quinquenio más cálido jamás registrado.

Según el INETER, en Nicaragua la temperatura media del país es de 25.4 °C, con variaciones medias anuales que oscilan entre los 26 °C y 29 °C, registrándose las medias más altas, en la zona occidental de la región del pacífico; en la región Central y Norte, las temperaturas medias son menores con relación a las registradas en la región del Pacífico, oscilando éstas entre los 20.0 °C y los 26.0 °C, esto debido a la elevación del territorio y en la región costera del Caribe, la temperatura media presenta muy poca variación, registrándose 26.2 °C en Puerto Cabezas y 25.6 °C en Bluefields. En los últimos años la temperatura ha venido sufrido incrementos, se han registrado datos de hasta 40 °C en la zona de occidente y 35°C en el norte de Nicaragua.

El incremento de la temperatura en Nicaragua, es probablemente, la causa principal de la aparición y prolongación más frecuente del fenómeno de El Niño, así como de la ocurrencia de los fenómenos extremos que en los últimos años han afectado al país y el impacto reciente (noviembre 2020) de huracanes de categoría mayor Iota y Eta, así mismo se sufre el impacto severo de la sequía meteorológica, que año con año causa daños en la producción de alimentos, dejando así serias pérdidas económicas en la población.

*Figura 4. Mapa Nacional de Amenaza por sequia*



*Fuente INETER (2015).*

En la figura 4, se puede apreciar el mapa de los territorios más amenazados por la sequia a nivel nacional, en él se puede observar que los territorios que en su mayoría se encuentran en la zona centro norte del país son los más afectados por la sequia severa, esta situación se agrava más por ser territorios que se ubican en el corredor seco nicaragüense, donde el aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación han generado en los últimos años afectación principalmente en el sector agropecuario y al acceso al agua potable en las zonas rurales, que es donde se produce la mayor parte de los alimentos en el país.

A razón de lo anterior, se realiza un análisis del comportamiento de las variables de temperatura y precipitación a nivel local, partiendo de la contextualización de la zona y la caracterización socioproductiva de la comunidad de San Diego.

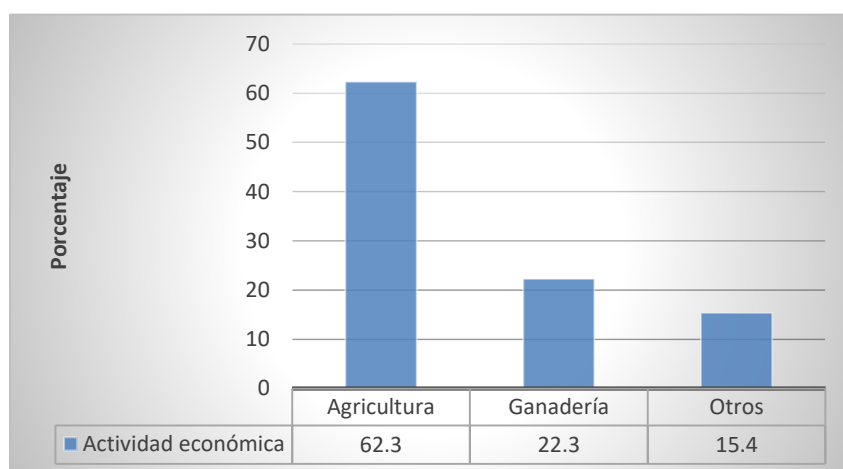
#### **9.1.1. Contextualización socioproductiva de la comunidad de San Diego.**

La comunidad de San Diego está ubicada al noreste del municipio de Condega, limita al norte con la comunidad El Jobo, al este con las comunidades de Sabana Grande, Santa Rosa y El Hato; al sur con las comunidades El Jicaro y la Montañita; al oeste con el área urbana de Condega. La comunidad se caracteriza por tener un relieve plano a ondulado, sus suelos se clasifican en el orden taxonómico de los entisoles y se encuentran sobreutilizados. El clima que presenta es seco, las precipitaciones son menores a los 800 milímetros, con pocas precipitaciones durante la época

lluviosa, y tiene periodos caniculares bien marcados<sup>7</sup>.

El mayor porcentaje de las actividades económicas de las familias está centrado en el sector agropecuario, el 62.3 % se dedica a la agricultura, el 22.3 % a la ganadería y un 15.4 a otras actividades como ayudantes del hogar, jornaleros, maestros, enfermeras, entre otras.(ver gráfico 3.). En la comunidad encontramos que cerca del 67% de las familias agricultoras se dedican a la producción de granos básicos (maiz, frijol y millon). Dato interesante que destaca el peso relativo y la importancia socioeconómica de los productores en la estructura general de la población de la comunidad.

*Gráfico 3:Actividad económica en la comunidad de San Diego*



*Fuente 1: Encuesta. Elaboración propia*

#### **9.1.1.1 Datos generales de los productores.**

1. Los pobladores de la comunidad son pequeños productores que se dedican a la producción agrícola artesanal, estos son los encargados de suministrar alimentos básicos al conjunto de la población y aportan mano de obra temporal a los otros sectores agropecuarios.
2. La mayoría de estos productores son los responsables de la producción de granos básicos, base alimenticia de la mayor parte de la población de la localidad.

<sup>7</sup> Análisis de mapas del municipio de Condega de elaboración propia.

3. La composición de las familias de los productores tiene una media de 3.7 habitantes, con un mínimo de 2 y un máximo de 6.
4. Los agricultores tienen una edad promedio de 65 años, con un mínimo de 23 años y un máximo de 80 años; el 90 % de los productores son del sexo masculino y pocos han recibido capacitaciones referidas al manejo de los cultivos; más del 80 % de estos, poseen nada o pocos conocimientos sobre el tema del cambio climático.
5. La tierra es propia de los productores, el área promedio de terreno por agricultor es de 3.5 manzanas con una variación entre 2 y 8 manzanas.

#### **9.1.1.2. Aspectos de la producción agrícola en la comunidad.**

La producción agrícola en la zona se realiza en pequeñas parcelas que van de 2 a 4 manzanas por productor, obteniendo un rendimiento productivo de 12 quintales por manzana en el cultivo del frijol y 10 quintales para el maíz, rendimiento que está por debajo de la media nacional que es de 24 quintales para el frijol rojo que es la variedad que se produce en la zona y 20 quintales para el maíz.

Cada productor invierte un aproximado de C\$ 6,000 a C\$10,000 córdobas para producir una manzana de maíz y entre C\$ 8,000 a C\$12,000 córdobas para producir una manzana de frijol en cada ciclo agrícola.

Los productores han venido experimentando bajas en el rendimiento de los cultivos y muchos de ellos creen que se debe: a) las condiciones climáticas que cada vez más impiden el desarrollo de la agricultura en la comunidad; y b) al poco acceso a la capacitación y a la asistencia técnica para el fortalecimiento de las capacidades productivas, que al desconocer algunas prácticas de producción en los cultivos deja como resultado bajos rendimientos.

Las familias no poseen propiedades, inmuebles y maquinarias que sirvan como respaldo hipotecario, esta situación dificulta el acceso de las familias a créditos agropecuarios para financiar la producción. Los productores ya tienen más de 6 años que no reciben financiamiento por parte de los bancos o instituciones financieras, esto provoca los productores no tengan la disponibilidad de recursos monetarios para comprar los insumos requeridos, lo que genera deficiente fertilidad en los cultivos, control de plagas, enfermedades y maleza.



El área con vocación para la producción de granos básicos en la comunidad es de 120 mz, de estas se cultivan el 84 mz, esto es por que hay muchos productores que ya no se atreven a sembrar por las condiciones climáticas del lugar, las que cada vez son más extremas y les deja cuantiosas pérdidas económicas.

Las limitaciones culturales no permiten la participación de todos los integrantes de las familias en las actividades productivas específicamente de los jóvenes y las mujeres, esto ha dado lugar a la migración en la comunidad, cada vez es mayor el número de jóvenes que migran a otros países como España, Costa Rica y Panamá en busca de mejores condiciones de vida para ellos y sus familias, esta situación deja como resultado que se pierda la mano de obra joven, que se descontinúe la producción agrícola en la comunidad, poco empoderamiento de toda la familia en las actividades propias del campo, desintegración familiar y a la vez el desaprovechamiento de las capacidades de cada uno de los miembros de la familia.

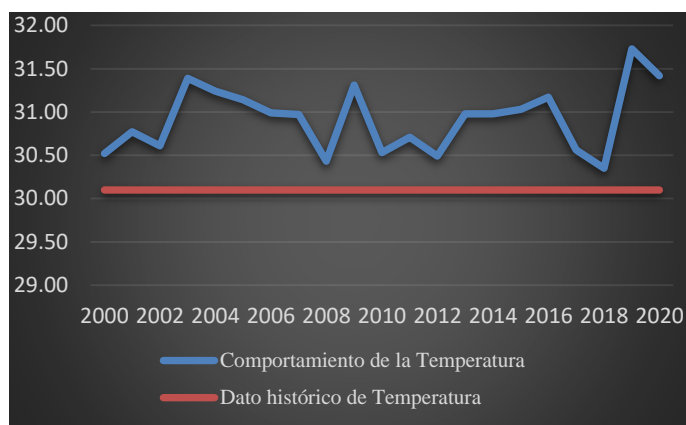
Teniendo la caracterización general socioproductiva de la comunidad es preciso realizar el análisis del comportamiento de la temperatura media y máxima y de la precipitación en la zona en estudio para conocer la incidencia de estas variables en los cultivos de la zona, esta información a nivel local les proporciona información climática muy importante a los pequeños productores y productoras para indicar el inicio oportuno del ciclo agrícola, la etapa de siembra, el momento pertinente para recoger cosecha, saber qué tipo de cultivo sembrar y qué área de cultivo utilizar, además les permitirá crear medidas de adaptación al cambio climático para que sean ellos los tomadores de decisiones acertadas sobre su producción.

La temperatura ejerce una gran influencia sobre el crecimiento y metabolismo de las plantas, no hay tejido o proceso fisiológico que no esté influenciado por ella. La mayoría de las plantas solo pueden vivir dentro de un rango de temperatura bastante estrecha, que va desde 0 a 50 °C. (Alpi y Tognoni 1999). Como la temperatura es un elemento determinante para el crecimiento y desarrollo de la planta, es importante que el productor tenga conocimiento de su registro para que pueda implementar estrategias que minimicen el impacto que la planta pueda sufrir a causa de las altas temperaturas.

### 9.1.2. Comportamiento de la temperatura y su relación con el rendimiento del cultivo en la comunidad de San Diego.

Para el análisis anual de la temperatura se toma en cuenta el periodo del 2000 al 2020 y como se puede observar en el gráfico 4, el registro de la temperatura media en este periodo tuvo un comportamiento de 30.9 °C, datos que se encuentra por encima de la norma histórica (datos diarios desde el año 1971 al 2000) registrada por el INETER, que es de 30.1 °C para la comunidad de San Diego, lo que indica que se registraron .9 °C por encima de lo

*Gráfico 4. Comportamiento de la temperatura media en la comunidad de San Diego del año 2000 al 2020*



*Fuente de los datos: Estación meteorológica completa, INETER. Elaboración: Propia*

normal. Tomando en cuenta este dato, es importante mencionar que las fluctuaciones en la temperatura afectan la tasa de desarrollo de la planta a través de sus distintas fases y la producción de hojas, tallos y otros componentes, estos cambios en la temperatura de máxima y mínima en la comunidad están entre los 4 a 5 °C. Todos los procesos fisiológicos de la planta ocurren más rápidamente a medida que la temperatura aumenta entre una temperatura base y una temperatura óptima, siempre y cuando ésta no sobrepase el límite de temperatura que la planta necesita para tener un óptimo desarrollo.

Se conoce que el cultivo de maíz requiere entre los 19 °C a 24 °C y el cultivo del frijol entre 15 °C a 27 °C para producir de forma óptima y el comportamiento de las temperaturas de esta zona oscila entre los 28 °C a 35 °C, lo que indica que el registro de la temperatura sobrepasa los requerimientos que tanto la planta de maíz como de frijol necesitan para poder producir, afectando de esta manera el crecimiento y maduración del fruto.

Es importante hacer mención de la temperatura máxima, pues es la acción más peligrosa sobre las actividades agrícolas, ya que la influencia directa de la temperatura genera mayor evapotranspiración en las plantas, estrés hídrico y hasta el punto de marchitez, pues el estrés hídrico también afecta a los cultivos. Las plantas pueden aguantar temperaturas ambientales de hasta 40 °C siempre y cuando tengan una adecuada cantidad de agua para seguir transpirando.

Con temperaturas altas el cultivo necesitará más insumos (nutrientes, agua, radiación solar) para poder mantener su nivel de metabolismo y para evitar pérdidas importantes de rendimiento a medida que aumente la temperatura, el manejo del cultivo deberá ser cada día más preciso; se pueden obtener buenos rendimientos compensando el efecto de las altas temperaturas con un óptimo suministro de agua y de nutrientes. Durante el llenado del grano y a medida que aumenta la temperatura, el desarrollo se acelera más que el crecimiento; aún bajo condiciones óptimas de manejo, el rendimiento se puede reducir hasta 4 por ciento por cada 1°C que aumente la temperatura media (Samper y Fischer, 1990c) debido al acortamiento del período de llenado del grano.

En la comunidad de San Diego, los meses más calurosos dentro de los periodos lluviosos se presentan entre los meses de agosto a septiembre, que es el momento de la transición del ciclo de primera a postrera. Al incrementarse la temperatura en el ambiente, aumenta el metabolismo de las plantas de manera significativa. Debido a esto, se requiere un mayor suministro de insumos para la planta: más agua y nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, etcétera). Si las temperaturas son excesivamente cálidas, la formación y llenado de frutos se acelerará demasiado y podrá afectar los rendimientos.

La temperatura máxima registrada en la zona fue de 31.8°C, y se dio en el año 2019, dato que coincide con los registros a nivel global, sin embargo, el mayor registro 35.7 °C se obtuvo en el mes de abril del año 2020.

### **9.1.3. Comportamiento de la precipitación y su vínculo con los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego**

En cuanto al comportamiento de la variable precipitación tenemos que en Nicaragua es variable, en la región del pacifico, se presentan núcleos máximos de precipitación mayores a los 1800 mm, específicamente en la parte occidental de la región, mientras que en la región central norte del país se registran precipitaciones muy escasas, con cantidades menores de 1000 mm, principalmente en la parte norte de la región central (Ocotal), donde la media anual es solo de 631 mm.

Estudios realizados por INETER, muestran que durante condiciones de un evento cálido (El niño), la precipitación decrece significativamente sobre la región del Pacífico de nuestro país. En los meses de mayo a octubre, durante este fenómeno, Nicaragua presenta una estación lluviosa irregular. A inicios del primer subperiodo lluvioso mayo-julio, las precipitaciones son constantes en mayo, para luego tornarse esporádicas en los meses siguientes, registrándose déficit severo. El periodo canicular se prolonga, extendiéndose a veces hasta inicios del mes de septiembre de tal forma, que el segundo subperiodo que es de agosto-octubre de la estación lluviosa, se logra estabilizar en la segunda o tercera decena de ese mes.

Los efectos en la región de las tierras altas del interior del país, que comprenden las regiones norte y central; la zona norte, presenta déficit de lluvias superior al 40%; en la parte más occidental de la región norte, de un 30% y al sur, se estima un 20%. (Carballo. C, Montiel.W y Ponce. R (2014). Este déficit se debe principalmente a la influencia que ejerce la orografía sobre la variable precipitación, ya que los vientos cargados de humedad que ingresan al país por la Costa Caribe son retenidos por el relieve abrupto que presenta la región, pues al pasar ese aire húmedo por el cordón montañoso, pierde humedad, generando climas más secos, esta situación que de manera natural se presenta influye directamente en el comportamiento de la lluvia a nivel local, razón por la cual en la comunidad San Diego por encontrarse ubicada en la zona norte del país (municipio de Condega- Estelí), el régimen de precipitación presenta un déficit superior al 40 %, lo que afecta el rendimiento de los cultivos de la zona.

La precipitación a nivel local, se realiza mediante el análisis de la precipitación en zonas terrestres (comunidad), respecto a cuáles fueron los años y las décadas más lluviosas para el periodo 2000 - 2020.

En este análisis se estudian los datos proporcionados por INETER de la estación oficial código 45050, con el objetivo de hacer una valoración retrospectiva de los acumulados anuales y mensuales del año 2000 al año 2019. Se utiliza esta estación de referencia ubicada en el municipio de Condega para obtener datos completos de los años expuestos, para analizar el comportamiento fluctuante de la variable precipitación, así mismo para el análisis de los datos del 2020, se tomó la información de la estación pluviométrica ubicada en la comunidad de San Diego.

Realizando un análisis de la distribución de acumulados de lluvias de la década del 2000-2010, se tiene un acumulado de 9,953 milímetros de lluvia, en esta década se registraron datos de cinco

años que presentaron un comportamiento por debajo de la norma histórica que según el INETER es de 841 mm para la zona de Condega. Los años que registraron menor volumen de precipitación en relación a la norma histórica son: el año 2000, se gistraron 667 mm de lluvia, pero el menor registro se presentó en el año 2004, precipitó un total anual de 617 mm presentándose un déficit de 26.6 % en comparación con la norma, mejorando considerablemente en el año siguiente

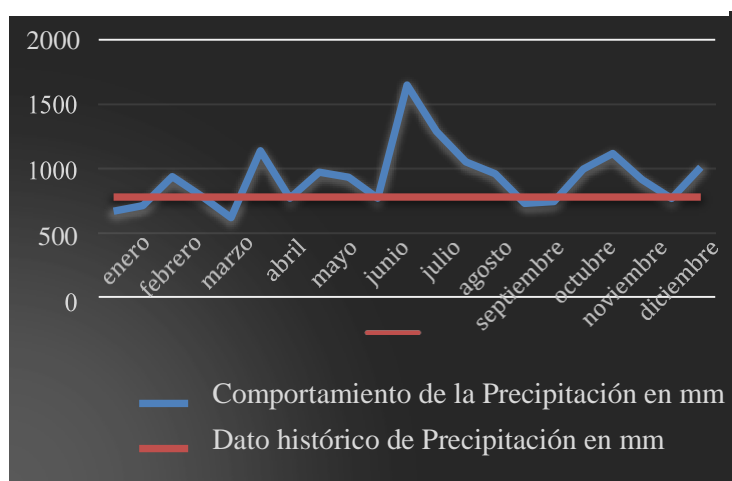
(2005) con 1139 mm pero los años siguientes, 2006 y 2009 se registró un comportamiento por debajo de la norma histórica (771 mm y 769 mm), esto fue por encontrarse bajo la influencia de la canícula, la que fue severa y afectó el régimen de precipitación en el subperiodo lluvioso de primera (mayo-julio), mejorando considerablemente en el 2010, con acumulados de lluvia por encima de los 900 mm anuales respectivamente, teniendo el mejor registro con 1,651 mm de precipitación, equivalente a 111% más de lluvia en comparación con el histórico anual.

Con respecto a la década del 2011 al 2019, el comportamiento de la precipitación total fue un poco más bajo que la anterior (8,569 mm), sin embargo, se presentaron solo tres años (2014, 2015 y 2019) con comportamiento por debajo de la norma histórica. Ver gráfico 5.

El comportamiento de la precipitación en la comunidad de San Diego en el año 2020, fue irregular, a pesar de la presencia de dos Huracanes (IOTA, ETA) que azotaron fuertemente a Nicaragua, en la comunidad los registros de lluvia se mantuvieron bajos en relación al resto del país, pero por encima de la norma histórica registrándose 991 mm de lluvia.

El comportamiento del primer sub periodo lluvioso (mayo y junio) en el 2020 se reportaron valores por debajo de la norma histórica de cada mes, donde se produjeron precipitaciones 205.2 mm y 85.2 mm respectivamente, este sub período puede catalogarse como irregular, el mes de junio indicó un déficit de 47.3 mm en ese período. En el segundo sub periodo lluvioso (julio - octubre),

*Gráfico 5. Comportamiento de la precipitación en la comunidad de San Diego del año 2000 al 2019.*



*Fuente de los datos: Estación completa INETER.  
Elaboración: Propia*

se registraron lluvias con pocos acumulados, solamente precipitó 47.8 mm, mostrando un leve incremento en los meses siguientes de agosto a octubre, donde el mayor registro se dio en el mes de septiembre con 181.6 mm y podría catalogarse como un periodo irregular más en los meses de agosto y octubre con respecto a la norma histórica de cada mes.

En la temporada seca que consta de noviembre a abril se debió acumular según la norma histórica en el primer mes al menos 37.7 mm en 30 días, con respecto al comportamiento cayeron en promedio 149.5 mm estas representaron por encima de la norma con 111.8 mm en el mes de noviembre. De igual manera en los meses de diciembre y abril cayeron lluvias que están en el rango de la norma ya que en el último mes del sub periodo seco debió acumularse al menos 29 mm en 30 días, y precipitaron 30.2 mm. Ver gráfico 6.

*Gráfico 6. Comportamiento de la precipitación en la comunidad de San Diego del año 2020.*



*Fuente de los datos: Estación pluviométrica, comunidad San Diego Elaboración: Propia*

Como se puede observar en los datos anteriores, el régimen de precipitación para la zona de San Diego se presentó de manera irregular, los registros de lluvia no se presentaron como normalmente se presentan en cada sub periodo lluvioso, lo que dificulta la planificación para el ciclo agrícola, debido a que la cantidad de lluvia que se esperaba en cada subperiodo lluvioso se dio en unos pocos días, lo que ocasionó daños en los cultivos en las primeras etapas de crecimiento. El bajo comportamiento de la precipitación es uno de los fenómenos que más pérdidas ha dejado al sector agrícola, esta problemática es más sentida por los pobladores, es por tal razón que San Diego es considerada la zona más afectada por la sequía, misma que se agudiza por la presencia del fenómeno del niño.

En los últimos años la irregularidad en el comportamiento de la temperatura y precipitación en la comunidad ha generado bajos rendimientos en la cosecha del cultivo del maíz y frijol, los productores expresan que el clima de la zona no es el mismo de antes, las plantas no florecen

adecuadamente y las plagas se desarrollan en periodos cortos.

Tanto la planta de maíz como de frijol requieren ciertas condiciones de temperatura y precipitación para poder desarrollarse adecuadamente, estas condiciones deben de ser como las que se muestran en la tabla 9.

Tabla 9.

*Condiciones óptimas que requiere el cultivo del maíz y frijol en Nicaragua*

<b>Indicador</b>	<b>Condición óptima del maíz</b>	<b>Condición óptima del frijol</b>	<b>Comportamiento actual en la comunidad de San Diego</b>
<i>Temperatura</i>	19 °C a 24 °C	15°C a 27°C	31.4 °C
<i>Precipitación</i>	500 a 800 mm de lluvia	300 a 500 mm de lluvia	338 mm ISPLL/ 459.8 II SPLL

Fuente: Elaboración propia con base a datos del INTA, 2008 y estación meteorológica del municipio de Condega, 2020.

La tabla anterior, muestra el grado de temperatura y cantidad de precipitación que tanto la planta de maíz como de frijol deben de recibir para tener un óptimo crecimiento, como se observa, el comportamiento de las dos variables está fuera del parámetro requerido, lo que afecta las diferentes etapas de desarrollo de cada cultivo. Cuando la planta de maíz recibe mayor temperatura de lo requerido, afecta la fase de germinación e iniciación floral, así mismo afecta la fase del llenado de grano, pues el peso del grano está relacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase y es afectada por falta de agua. La planta de maíz es de crecimiento rápido y rinde más con temperaturas moderadas que van de los 24 °C a los 30 °C. más allá de este umbral, el rendimiento decrece; con lo que respecta a la planta de frijol, a esta, la afecta la variación de temperatura, disminuye su rendimiento debido al estrés causado por el calor, el aumento de plagas y enfermedades por el aumento de la temperatura.

En relación a la precipitación, la planta de maíz requiere entre los 500 a 800 mm de lluvia, bien distribuidos para un crecimiento normal. La reducción del rendimiento de grano en los primeros 30 días depende de diferentes variables, germinación y humedad superficial del suelo, el maíz requiere mayor humedad que el frijol, pues la forma de la planta, que es de crecimiento vertical hace que requiera mayor cantidad de agua para poder desarrollarse, es por eso que la cantidad, distribución y regularidad de las lluvias, son factores esenciales que proveen a los suelos de la humedad necesaria para satisfacer las demandas de agua del maíz en sus diferentes etapas fenológicas, sobre todo en la floración y llenado de grano, mientras que la planta de frijol es menos exigente con la humedad, pues la forma de crecimiento de la planta que no se despega mucho del suelo, hace que esta pueda producir solamente con el rocío de la mañana.

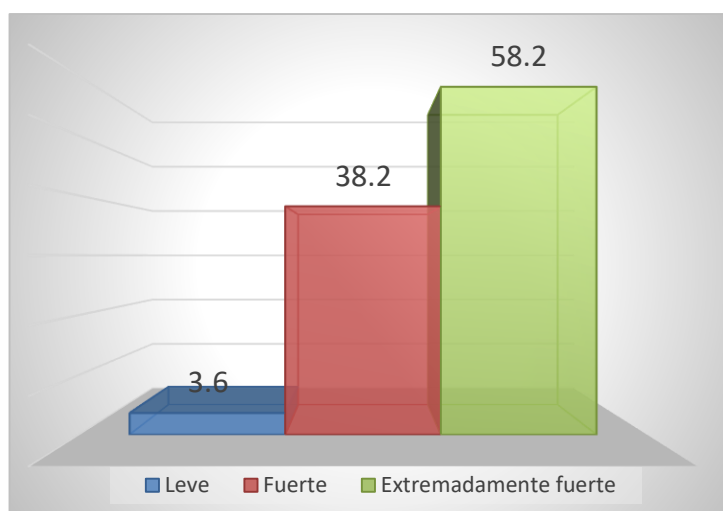
#### **9.1.4. Impacto del comportamiento de la temperatura y precipitación en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego**

Los impactos actuales de origen climático se asocian no solamente a la variabilidad o a los eventos climáticos extremos, sino también a cambios en los valores medios de los parámetros climáticos y en los patrones de comportamiento del clima. Es así que el aumento de temperatura y la pérdida subsiguiente de humedad del suelo, han generado disminución de la disponibilidad de agua e impactos negativos sobre la salud humana reducciones en la productividad agrícola, seguridad alimentaria, abundancia de especies animales y vegetales; así como un aumento en la incidencia de plagas, enfermedades e incendios forestales, entre otros. (Aguilar Y. 2011). El aumento de las temperaturas y el cambio en el comportamiento de las precipitaciones y la presencia de fenómenos extremos tienen efectos directos sobre el rendimiento de los cultivos, así como efectos indirectos a través de los cambios en la disponibilidad de agua de riego. Sus afectaciones ya son evidentes en la comunidad de San Diego, estos cambios han impactado la producción agrícola, generando pérdidas económicas importantes para las familias campesinas, abandono de la agricultura, riesgo



de caer en inseguridad alimentaria para las poblaciones vulnerables, emigración hacia el exterior del municipio y la consecuente desintegración familiar, es por tal razón que los productores catalogan el impacto del cambio climático en la zona, como extremadamente fuerte y fuerte, esto es por el estrecho vínculo con la afectación a la producción agrícola. Ver gráfico 7.

*Gráfico 7: Impacto del cambio climático en la comunidad de San Diego*



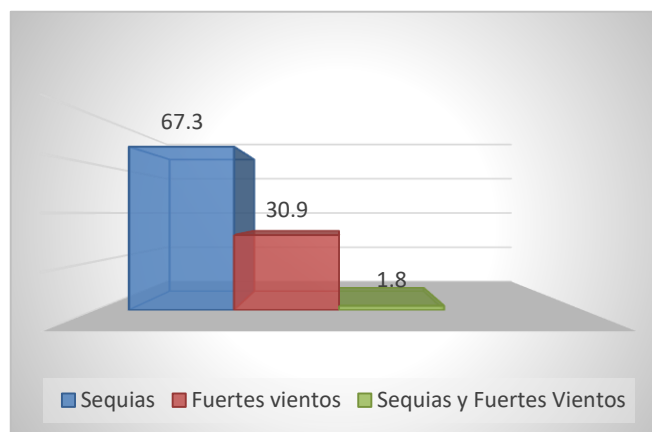
La sequía, un riesgo natural devastador, afecta a una porción

*Fuente: Encuesta. Elaboración propia*

significativa de la población mundial, particularmente a aquellos que viven en regiones semiáridas y áridas. Las consecuencias para las comunidades agrícolas pueden ser severas, frecuentemente revirtiendo los logros en seguridad alimentaria y reducción de pobreza, entorpeciendo los esfuerzos por lograr los ODS 1 y 2. Las sequías también puede agravar tensiones sociales y avivar disturbios sociales. (FAO, 2017).

La frecuencia con la que se presenta el fenómeno de la sequía en San Diego, es la causa principal de la pérdida de la producción, la sequía y los fuertes vientos se presentan año con año, lo que viene a incrementar las pérdidas económicas en los productores, el golpe de la sequía cada vez más recurrente y no permite que el pequeño productor se recupere de las pérdidas, esto se puede observar en el gráfico 8, donde el 67 % de los productores manifestaron afectación en

*Gráfico 8: Fenómenos climáticos que más afectan los cultivos en la comunidad de San Diego*



*Fuente: Encuesta. Elaboración propia*

sus cultivos a causa de la sequía. Según la (FAO, 2014) las pérdidas de granos básicos pueden estar

directamente relacionada con el fenómeno del Niño (ENOS) y según (ACF, 2010a; 2010b) citado por Calvo et al. 2018, dentro de los principales impactos de la sequía, está la pérdida de más de la mitad de los cultivos de maíz, frijol y sorgo en Guatemala, Honduras y Nicaragua. En la comunidad el nivel de afectación por la sequía ha generado pérdidas casi totales, lo que ha afectado la fuente de alimento a la mayoría de las familias. Este problema se ve agravado por el hecho de que la producción se vio afectada por la sequía en el ciclo de primera, y también fue afectada en postrera en el año 2020 lo que causó pérdidas considerables tanto económicas como alimenticias.

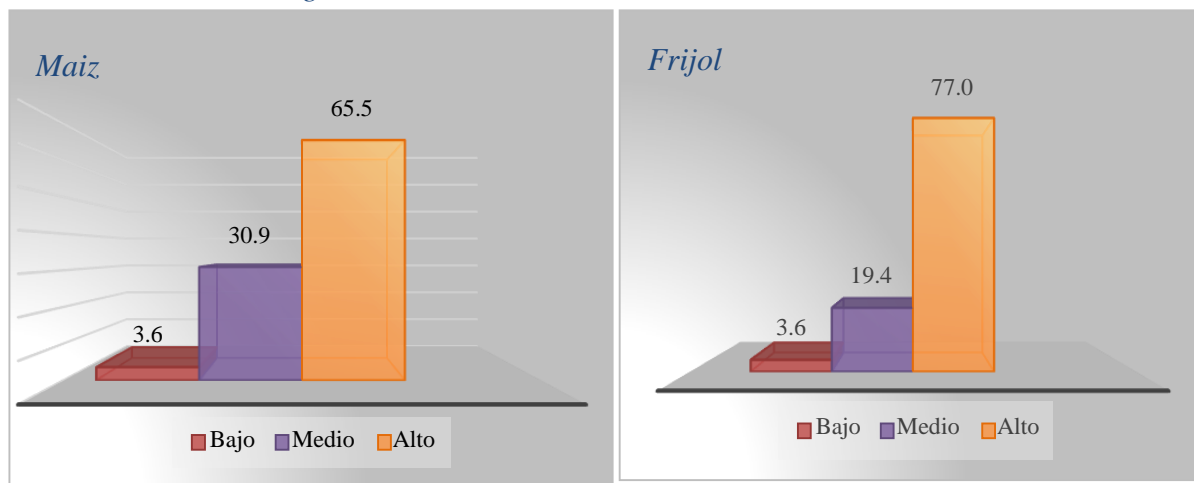
*Figura 5: Afectación del cultivo del maíz en la comunidad de San Diego producto de la sequía. La planta al no tener la humedad requerida frena su crecimiento.*



*Fuente: Propia. Imágen tomada en la visita de campo a las parcelas de cultivo en la comunidad.*

A pesar que el frijol es una planta que no requiere mucha humedad para producir, la sequía frecuente que se presenta en la zona está dejando como resultado que la afectación sea alta, el 77 % de los productores manifiestan daños en los cultivos y por tanto en la producción, así mismo el cultivo del maíz sufre daños por la falta de precipitación y el azote de los fuertes vientos, este, es una planta que requiere mayor humedad para poder desarrollarse y producir y en vista que las condiciones de la zona son cada vez más secas, la producción de maíz se ve más afectada que la del frijol, sin embargo el porcentaje de afectación del maíz es más bajo 65.5 % que el frijol, esto se debe a que existe mayor porcentaje de agricultores que se dedican a cultivar frijol por la poca humedad que requiere para producir. Ver gráfico 9.

*Gráfico 9: Nivel de afectación del cambio climático a los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego*



*Fuente:: Encuesta. Elaboración propia*

La falta de agua es el factor más limitante en la producción de maíz y frijol en las zonas tropicales. Cuando hay estrés hídrico o sequía durante las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido el cultivo puede ocasionar pérdidas de plantas jóvenes, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento. La poca humedad y el aumento de la temperatura que se experimenta en la zona, son una de las causas principales de la aparición de plagas y enfermedades en los cultivos, en la comunidad de San Diego, lo que viene a incidir en el rendimiento de la producción, generando de esta manera pérdidas económicas a los productores.

Las plagas en los cultivos de frijol y maíz son muchas, y según (Pérez Icabalceta & Urbina Aguirre, 2014) las plagas son factores que limitan la producción artesanal de la semilla debido a que atacan todos los órganos de la planta durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo (crecimiento y reproducción), causando daños directamente y/o en asociación con agentes patógenos.

En la comunidad de San Diego, la presencia de las enfermedades en los cultivos de maíz y frijol, están relacionadas a las condiciones del medio, al comportamiento de la temperatura y precipitación. Las distintas plagas que atacan a la planta vienen a menguar su crecimiento, desarrollo y producción, porque atacan las hojas, raíces y frutos de la planta, lo que dificulta su uso en la alimentación humana y animal, dejando así, pérdidas económicas. En la tabla 10 se puede apreciar las distintas plagas que atacan tanto al cultivo del maíz como de frijol, los daños

causados a la planta, la parte afectada de la planta y las condiciones climáticas para que la plaga aparezca en la zona.

*Tabla 10.*

*Plagas que atacan al cultivo de frijol y maíz durante las diferentes etapas fenológicas en Nicaragua.*

<b>Nombre común de la plaga</b>	<b>Cultivo que afecta</b>	<b>Parte de la planta afectada</b>	<b>Daño que causa a la planta</b>	<b>Condiciones del medio para que la plaga aparezca<sup>8</sup></b>
Gallina ciega (Phyllophaga spp)	Frijol/ maíz	Raíces y base de la planta	Atacan las semillas y afectan a las plantas durante las etapas de germinación y crecimiento vegetativo ocasiona marchitez a la planta porque se alimenta de las raíces.	Se prolifera más cuando hay escases de agua
Gusano cuerudo (Agrotis spp)	Frijol	Tallo	Corta las plantas jóvenes a nivel del suelo o por debajo del mismo, causando la muerte de la planta	Se prolifera más cuando hay escases de agua
Gusano cortador Feltia subterranea (F.) (=Agrotis subterranea) Lepidoptera:	Frijol/ Maíz	Follaje Fruta	Afectar a la planta en todos sus estados. Dañan el follaje que está en contacto con el suelo.	Se prolifera más cuando hay escases de agua.

<sup>8</sup> Información obtenida a través de entrevista a Detrinidad J. productor agrícola. Septiembre. 2020

---

Noctuidae

Babosa o Lipe (Sarasinula plebeia)	Frijol	Hipocótil os y hojas	Destruye las plántulas recién nacidas cortando los hipocótilos y las hojas, en ocasiones se alimentan de las vainas.	Aumentan en número durante los primeros días de la época lluviosa.
Tortuguilla o Malla (Diabrotica balteata)	Frijol	Hojas, flores y vainas tiernas	Produce agujeros irregulares en las hojas y desfoliando las plantas recién germinadas.	Se presenta siempre, haya o no escases de agua
Mosca blanca (Bemisia tabaci)	Frijol /Maiz	follaje	Produce en la planta	Se prolifera más cuando hay escases de agua
Lorito verde o Chicharrita (Empoasca kraemeri)	frijol	Inicia su ataque inmediat amente después de la Germina ción	Encorvan las hojas hacia arriba o hacia abajo, provocando el encrespamiento	Se presenta siempre, haya o no escases de agua

---

La roya ( <i>Uromyces appendiculatus</i> )	Frijol maíz	cualquier parte aérea de la planta (tallo o vainas)	Daña toda la planta impidiendo su cosecha	Se presenta siempre, haya o no escases de agua
Minador de la hoja	Frijol	hoja	Mancha la hoja de la planta	Se prolifera más cuando hay escases de agua
El picudo de la vaina	Frijol	fruto	Daña la vaina del frijol	Se prolifera más cuando hay escases de agua.
Chinche verde	Frijol	hoja	Pica la hoja de la planta	Es una plaga que se presenta siempre, haya o no escases de agua
El gorgojo	Frijol	fruto	Daña completamente el grano	Es una plaga que se presenta siempre, haya o no escases de agua
cogollero	maíz	Tallo, hojas	Daña completamente la planta	Es una plaga que se presenta siempre

				cuando hay sequia
zompopo	maíz	Tallo, hojas	Se come las hojas y el tallo de la planta	Es una plaga que se presenta en todo momento, haya o no lluvia
Guaso de alambre	maíz	Tallo, raíz	Se come la raíz de la planta	Es una plaga que se presenta siempre cuando hay sequía.

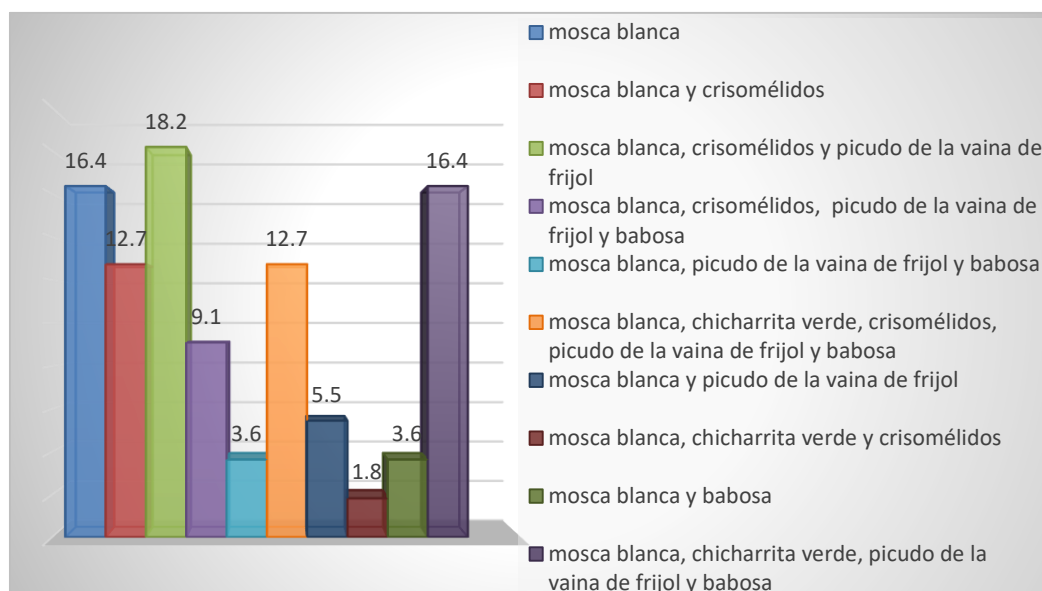
Fuente: propia con base a información proporcionada por: (INTA, 2009); (Jiménez Martínez & Rodríguez Flores, 2014).





En lo que respecta al cultivo del frijol, este es atacado al igual que el maíz por varias plagas, pero el que más afecta es la mosca blanca, crisomélidos y el picudo de la vaina. Estos insectos dañan la planta porque succiona los nutrientes del follaje, lo que hace que la planta se ponga amarillenta, moteado y encrespamiento de las hojas, seguidos de necrosis y defoliación, Ver gráfico 11.

*Gráfico 11: Principales plagas que atacan al cultivo del frijol en la comunidad de San Diego.*



*Fuente : Encuesta. Elaboración Propia*

La presencia de plagas en los cultivos está en dependencia de las condiciones del lugar donde se realiza la siembra, algunos insectos requieren condiciones altas de temperatura y poca humedad para poder reproducirse, condiciones que presenta San Diego, es por tal razón que las plagas se presentan en cada ciclo agrícola.

Cuando se da inicio al ciclo productivo, las plagas en la planta empiezan a aparecer, pero estas varían por ciclo agrícola. En Nicaragua, existe una gran diversidad de siembra de productos agrícolas dado a las condiciones atmosféricas, la diversidad de suelos que contiene, por lo que es muy fácil en teoría para el agricultor sembrar y cosechar. En la producción de maíz y frijol participan un alto porcentaje de agricultores, por lo que se refleja el impacto social que tiene. Además, es un sector que dinamiza la economía local e involucra a infinidad de agentes en las fases tanto agrícola propiamente dicho como en la comercialización. (Tijerino & Bone, (2008), citado por Gutiérrez y Chavarría, 2015).

La producción de maíz y frijol en Nicaragua, se cosecha dos veces en el año (primera que va de mayo a agosto) y postrera (septiembre-noviembre)) y en algunas zonas geográficas se desarrolla en tres (apante (noviembre- enero)), esta variación se debe principalmente al comportamiento de las precipitaciones. Las condiciones de precipitación en la comunidad de San Diego son escasas y el comportamiento de la temperatura es alta en comparación con otros municipios de la zona norte del país, lo que favorece la presencia de plagas a los cultivos y en el ciclo de postrera el comportamiento tiende a variar un poco, hay más presencia de lluvia, lo que hace que las plagas se presenten de manera distinta.

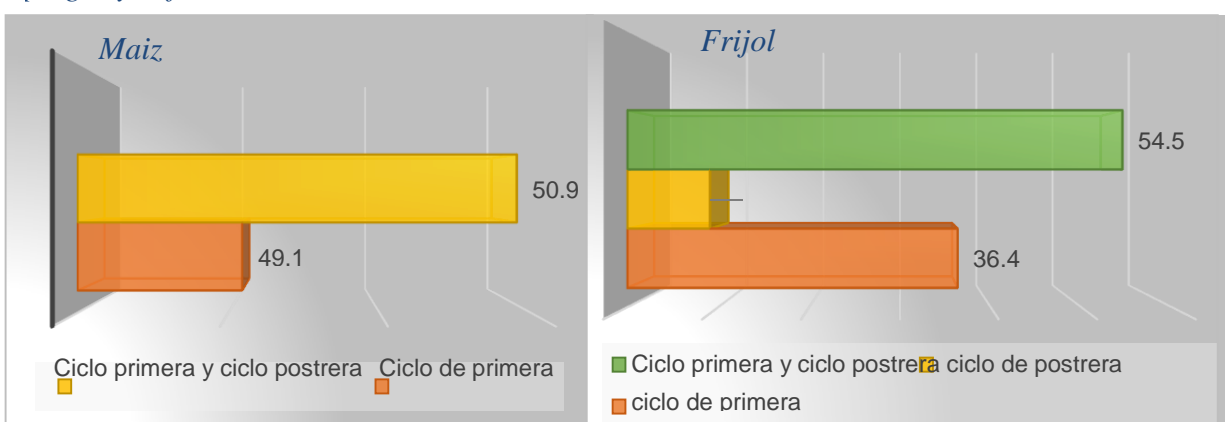
El maíz es susceptible a varias enfermedades, que en alguna forma afectan el normal desarrollo de las plantas. Las enfermedades son favorecidas por las condiciones ambientales, el tipo de suelo, la susceptibilidad de los materiales y, en el caso de las enfermedades de origen viral, por las condiciones que favorezcan la migración, establecimiento y supervivencia de los insectos vectores (Urbina, 2011). En el caso del frijol, la afectación se da por muchos patógenos sujetos también a las condiciones ambientales, susceptibilidad del huésped y virulencia de patógeno. Existen enfermedades de mayor importancia que causan daños a la producción del cultivo de frijol, entre las que se encuentran hongos, bacterias y virus.

En el gráfico 12, se muestra el ciclo agrícola en el que más se presentan plagas y enfermedades en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego. Estos cultivos sufren afectación por plagas y enfermedades en los dos ciclos productivos (primera y postrera), esto es porque según los productores ya no hay distinción en cuanto al comportamiento de la temperatura y precipitación en cada ciclo. Las altas temperaturas de la zona hacen que se presenten mayor número de insectos a los cultivos

Para el maíz, el 50.9% de los productores dicen sufrir pérdidas y daños por las plagas y enfermedades tanto en el ciclo de primera como de postrera, pero otro porcentaje muy alto manifiesta que los daños solo se sufren en el ciclo de primera, esto es debido a que estos últimos solo se atreven a sembrar en un ciclo agrícola por el alto nivel de afectación que tienen sus cultivos y el poco rendimiento que logran obtener; el frijol por su parte es cosechado por un mayor número de agricultores en ambos ciclos, el 54.5 %, esto se debe a que las condiciones climáticas para este cultivo son un poco diferentes (requiere poca humedad) a las del maíz, sin embargo, el 36.4 % solo se atreve a cultivar en el primer ciclo, por las mismas razones que el maíz.

Según (García, 2020), “ cada vez es más difícil que se pueda desarrollar la producción de maíz y frijol en la zona, dado que las precipitaciones cada vez son menores y el ataque de las plagas y enfermedades destruyen casi en su totalidad a la planta y por el tipo de suelo de la zona, que es arcilloso, imposibilita que la poca agua que cae se infiltre al suelo y puede retener humedad, cada vez que cae un poco de lluvia, los suelos se humedecen pero una vez que deja de llover el suelo se compacta y se parte, dejando así impedido el crecimiento de la planta, tanto de maíz como de frijol”.

*Gráfico 12: Ciclo agrícola en el que los cultivos de maíz y frijol sufren mayores daños por plagas y enfermedades*



*Fuente: Encuesta, elaboración propia*

En los últimos años, los productores en la Comunidad de San Diego han detectado una disminución en la productividad del maíz y frijol. Ellos han observado que la demora de las precipitaciones afecta las labores agrícolas, principalmente las relacionadas con la etapa del crecimiento de la planta de maíz. Debido a ello, existe una gran incertidumbre entre los productores acerca de si cosechar o no, y si se obtendrá producción para alimentar a sus familias.

En san Diego, las siembras de maíz y frijol en la temporada de primera en el año 2020, registraron diferentes pérdidas, pero el frijol ha sido más afectado por las plagas. Debido a las altas temperaturas y a la irregularidad de las lluvias, en la comunidad se ha perdido la cosecha principalmente la del ciclo de primera; situación que se ve agravada en la época seca que comprende los meses de noviembre a abril, lo que afecta a la seguridad alimentaria de muchas familias campesinas.

*En la figura 6, se puede observar las áreas de siembra del cultivo del maíz y se evidencia la pérdida de la cosecha del cultivo a causa de las escasas precipitaciones que se presentan en la en la comunidad de San Diego.*



*Fuente: Propia. Imagen tomada en los recorridos realizados a las parcelas de cultivos*

La aparición de las plagas trae consigo la búsqueda de control de la misma, razón por la cual el productor implementa muchas técnicas para desaparecerla de sus cultivos, una de ellas es la aplicación de químicos, esta es según los productores la manera más eficaz para combatir la plaga. Los productos químicos tienen efecto inmediato y pueden tratar enfermedades o eliminar insectos plagas con seguridad y sin mucha mano de obra, pero generan daños a la salud, aunque los productores están conscientes de esto expresan que no tienen otra opción que aplicarlos porque los productos orgánicos tardan más tiempo en hacer efecto y requieren mucho tiempo para su elaboración.

Es importante hacer mención que con el uso de químicos se combate más rápidamente a las plagas y enfermedades, pero incrementa los costos de producción, más del 45 % de los productores en la comunidad de San Diego invierten aproximadamente entre C\$ 6,000 y C\$ 8,000 córdobas y un 32 % entre C\$ 8,000 y C\$ 10,000 córdobas para cultivar una manzana de maíz, y para el cultivo del frijol el 63 % invierte entre C\$ 8,000 y C\$ 10,000 córdobas, lo que indica que el costo de producción es alto y por lo tanto las pérdidas que registran los productores también son altas. La pérdida de la cosecha trae consigo mayor endeudamiento con los bancos, la venta de los bienes

familiares para poder honrar deudas y el empobrecimiento de los productores.

El hecho de que cada año la sequía se agudiza más en la zona genera que los productores tengan que invertir más en insumos para combatir las plagas y enfermedades que atacan a la planta y poder asegurar un mejor desarrollo en el cultivo, porque si no lo hacen, los cultivos no van a rendir lo suficiente y por ende la producción será más baja de lo se presenta.

Según la Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua (UPANIC) (2020), la producción de maíz y frijol para la zona norte del país, la denominada "producción de primera", se perdió en un 50%, así mismo expresaron que la producción de primera es la que menor volumen registra mientras que la de postrera y apante son de mayor peso en la producción nacional.

*Tabla 11.*

*Pérdida de producción en la comunidad de San Diego*

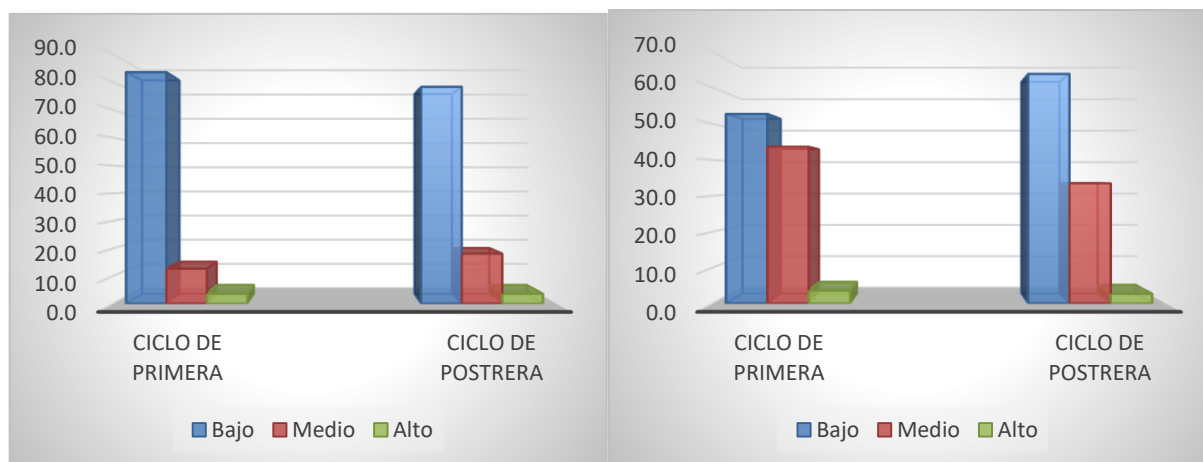
<b>Porcentaje de pérdida de producción</b>	<b>Porcentaje de productores afectados</b>
50 % - 60 % de pérdida de la producción	10.9
61% -70 % de pérdida de la producción	7.3
71% - 80 % pérdida de la producción	23.6
81% -90 % pérdida de la producción	16.4
91% -100 % de pérdida de la producción	41.9

Fuente: Encuesta, elaboración propia

El comportamiento del rendimiento de la producción de maíz y frijol en la comunidad de San Diego cada vez es menor, más del 80 % de los productores manifestaron tener bajos rendimientos en el maíz tanto para el ciclo de primera como de postrera y en el frijol los rendimientos son menores en primera que en postrera, aunque el comportamiento para el frijol sea mejor que el del maíz, los productores registran bajos rendimientos para ambos cultivos, situación que afecta la economía del hogar puesto que se debe de buscar mayor financiamiento para poder producir. Ver gráfico 13, así mismo tenemos que el porcentaje de pérdida de la producción en la comunidad es muy alto, más del 80 % de los productores obtienen pérdidas entre el 70 y 100 %, situación que hace que

la producción genere cuantiosas pérdidas, esto indica que la producción en la comunidad se pierde por completo.

*Gráfico 13: Rendimiento productivo del cultivo de maíz y frijol por ciclo agrícola del cultivo de frijol en la comunidad de San Diego, año 2020*



*Fuente: Encuesta, elaboración propia*

El hecho de que cada vez la producción en la comunidad este registrando pérdida para los productores está generando un sinnúmero de problemas tanto económicos como sociales. Ver tabla 12.

*Tabla 12.*

*Afectaciones económicas y sociales producto de la pérdida de la producción agrícola en la comunidad de San Diego.*

Afectaciones económicas	Afectaciones sociales
Bajos ingresos económicos en el hogar	Desintegración familiar
Reducción del área de siembra	Migración a otras zonas fuera de la comunidad
Reducción de número de productores	Alquiler de tierras propias para ser trabajadas en otros rubros
Desinterés por las labores del campo	
Pérdida de fuentes de empleo	
Desempleo	

Fuente: Elaboración propia.



El impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad, producto de la disminución las precipitaciones y aumento en la temperatura, están generando cambios en los periodos de siembra, ya el productor no inicia las labores del campo en cada ciclo agrícola como lo solía hacer, ahora lo hace más tardado producto de la demora de la lluvia, lo que ha generado cambios en las prácticas culturales y genera en la mayoría de los casos desinterés por parte de los productores en las labores del campo y por tanto se reducen las áreas de siembra en la comunidad, situación que repercute a nivel familiar porque al no tener producción de alimentos se corre el riesgo de caer en inseguridad alimentaria por no poder acceder a los alimentos por la falta de recursos económicos, lo que hace que muchos pobladores estén migrando a otras zonas en busca de empleo para mejorar las condiciones de vida.

La situación económica, social y productiva ha venido cambiando en la comunidad y los productores lo atribuyen a las afectaciones climáticas, además aseguran que los suelos son menos fértiles en comparación con años anteriores, debido a que antes no era necesario tanto el uso de agroquímicos y obtenían altos rendimientos productivos, pero en la actualidad para obtener mejores rendimientos se hace necesario la aplicación de químicos para combatir a las plagas y enfermedades, incrementando de esta forma el costo de producción.

Una vez realizado el análisis del comportamiento de la temperatura y precipitación como indicadores de medición del cambio climático en la comunidad de San Diego, se puede concluir que el conocimiento del comportamiento de la temperatura y la precipitación proporcionan información climática muy importante a los pequeños productores y productoras para la toma de decisiones en cuanto a los tipos de semillas, técnicas e insumos implementar en los cultivos, para mejorar el rendimiento en la producción.

En los últimos años los productores de la comunidad de San Diego han experimentado bajas en el rendimiento de sus cultivos del maíz y frijol y esto se debe a:

1. La irregularidad en el comportamiento de la temperatura y precipitación ha provocado la aparición más frecuente de plagas y enfermedades en los cultivos, las que impiden el crecimiento, desarrollo y cosecha de la planta.
2. La disminución de las precipitaciones ha generando cambios en los períodos de siembra en la comunidad, ya el productor no inicia las labores del campo en cada ciclo agrícola como

lo solía hacer, ahora lo hace más tardado producto de la demora de la lluvia.

3. El productor no tiene acceso a créditos por las entidades bancarias, lo que impide que este pueda tener los recursos monetarios necesarios para comprar insumos y contrarrestar las plagas y enfermedades que atacan a la planta.
4. La falta de tecnificación de los productores en temas de manejo de cultivos hace que no se implementen las técnicas adecuadas requeridas para contrarrestar las plagas y enfermedades que atacan a los cultivos.



## **9.2. CAPITULO II: ESCENARIOS CLIMÁTICOS FUTURO PARA LOS CULTIVOS DE MAIZ Y FRIJOL EN LA COMUNIDAD DE SAN DIEGO.**

Las simulaciones del clima futuro son esenciales en cualquier estrategia de adaptación, ya que permiten tener en cuenta a qué clima es preciso adaptarse y una mejor planificación mediante la anticipación a los impactos futuros. De Loma-Ossorio et al. (2014).

Es así que las proyecciones climáticas que se han realizado en el país, se han hecho con el propósito de comunicar ante la convención Marco de las Naciones Unidas para el cambio climático, los avances y esfuerzos nacionales para contribuir a la resiliencia ante los efectos de la variabilidad climática y del cambio climático, unificando esfuerzos con todos los actores sociales para lograr que la sociedad nicaragüense se adapte al cambio climático.

Para la generación de los escenarios o modelaciones territoriales de clima futuro en el municipio de Condega se realizó el inventario de los modelos climáticos globales (GCM) disponibles en la base de datos del proyecto CMIP5, y se tomaron los datos mensuales existentes para precipitación y temperaturas máxima, media y mínima para aquellos modelos que contaran con datos disponibles para descarga de estas variables tanto para el periodo histórico de referencia 1984-2005 como para los dos RCP (4.5 y 8.5) en el periodo futuro 2006-2100.

Basado en los análisis anteriores y utilizando los forzamientos radiativos de 4.5 y 8.5 W/m<sup>2</sup>), se decidió trabajar con un conjunto de modelos que mejor reproducen el clima pasado del municipio de Condega, ellos son:

- Para la variable de precipitación se tomó el modelo MPI.ESM.LR
- Para la variable de temperatura máxima se tomó el modelo INMCM4
- Para la variable de temperatura mínima se tomó el modelo HadGEM2.AO
- Para la variable de temperatura media se tomó el modelo GISS.E2.H.CC

El análisis de las simulaciones de futuro (escenarios) de temperatura y precipitación se hacen de las temperaturas máximas (por ser un aspecto muy relevante para los granos básicos (maíz y frijol)) y precipitación relativa. En las figuras contenidas en este apartado se pueden observar diferentes colores los resultados promedio de cada uno de los escenarios estudiados de concentración futura

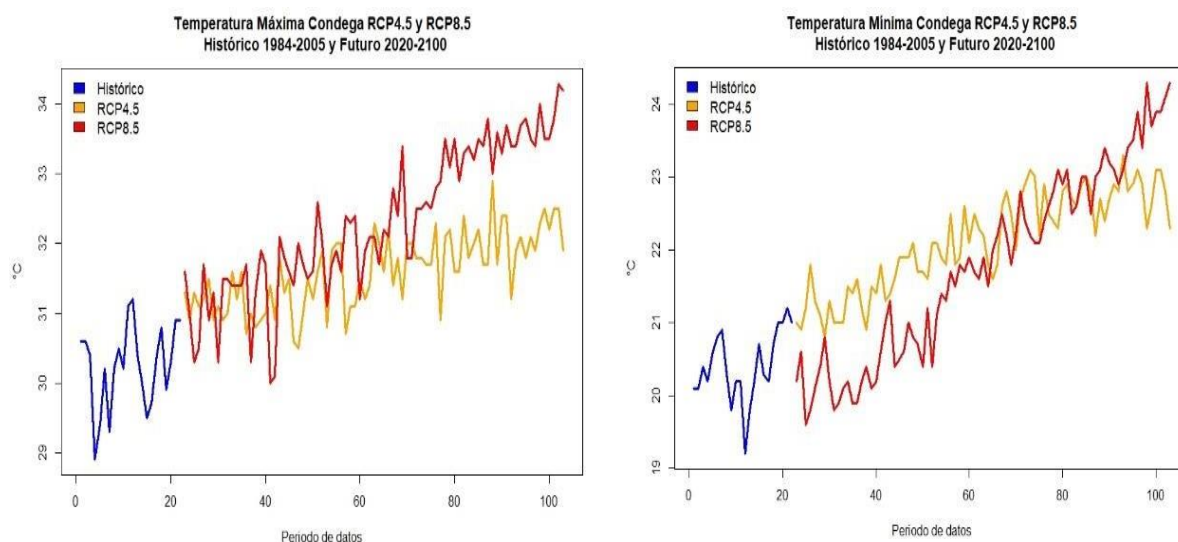
de gases de efecto invernadero, tanto el moderado (RCP4.5) y el pesimista (RCP8.5), que muestran los cambios esperados con respecto al periodo histórico (1984-2005).

Las gráficas permiten observar los cambios durante las diferentes décadas del 2020 hasta el 2100 pero para el análisis nos vamos a referir a los años de menor registro pluviométrico por ciclo agrícola.

Respecto a los cambios que simulan los modelos para mediados de siglo, todos ellos coinciden en un claro aumento de las temperaturas máximas y mínimas entre 1,7 °C y 3.3°C especialmente en los meses centrales de ciclo agrícola.

Se han analizado las simulaciones de futuro (escenarios) de las temperaturas máxima y mínima de la estación de Condega representativa de la zona. En el grafico 14 se puede observar el comportamiento esperado de la temperatura máxima y mínima vs el histórico para el municipio de Condega. En general se detectan incrementos más acusados en las temperaturas mínimas que en las máximas en casi todos los años proyectados.

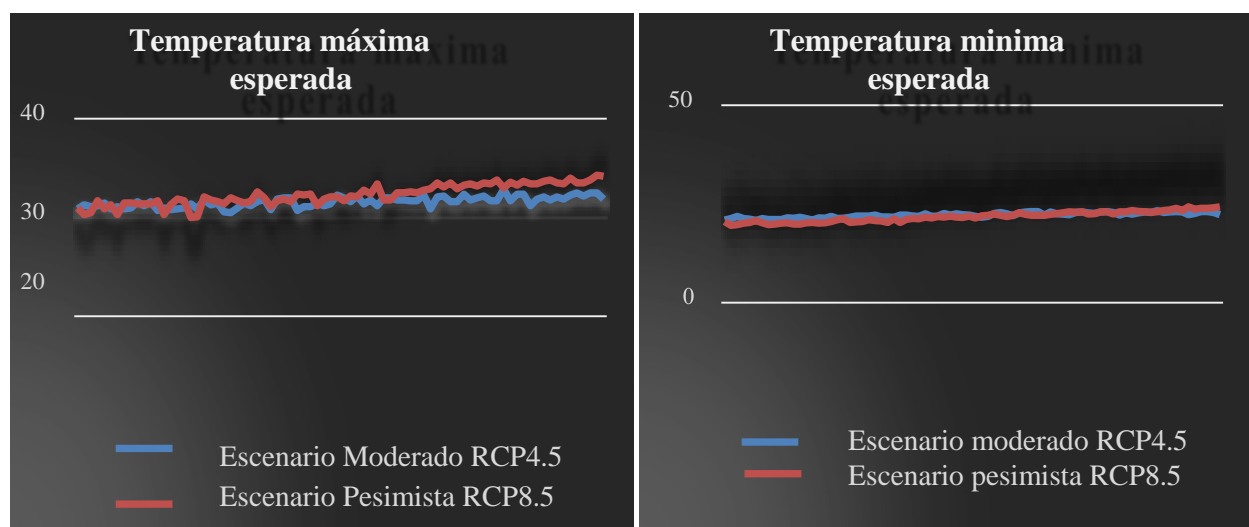
*Gráfico 14: Incrementos de temperatura máxima y mínima respecto al periodo histórico (1984-2005) esperados a lo largo del siglo XXI en el municipio de Condega. En color amarillo y rojo se muestran los valores obtenidos para los escenarios RCP45 y RCP85.*



*Fuente: Modelos climáticos INMCM4 y HadGEM2.AO*

En relación a la temperatura máxima, se esperan aumentos para finales del siglo, con el escenario moderado (RCP 4.5) se aprecian tendencias de aumento  $1.3^{\circ}\text{C}$  y para el escenario pesimista (RCP 8.5) se esperan aumentos superiores a los  $2^{\circ}\text{C}$ . La temperatura mínima experimentará mayores aumentos, el (RCP 4.5) proyecta un aumento de  $3.3^{\circ}\text{C}$  el que muestra datos mayores que el (RCP 8.5) que proyecta un aumento de  $2.9^{\circ}\text{C}$  con respecto al dato histórico. Ver gráfico 15.

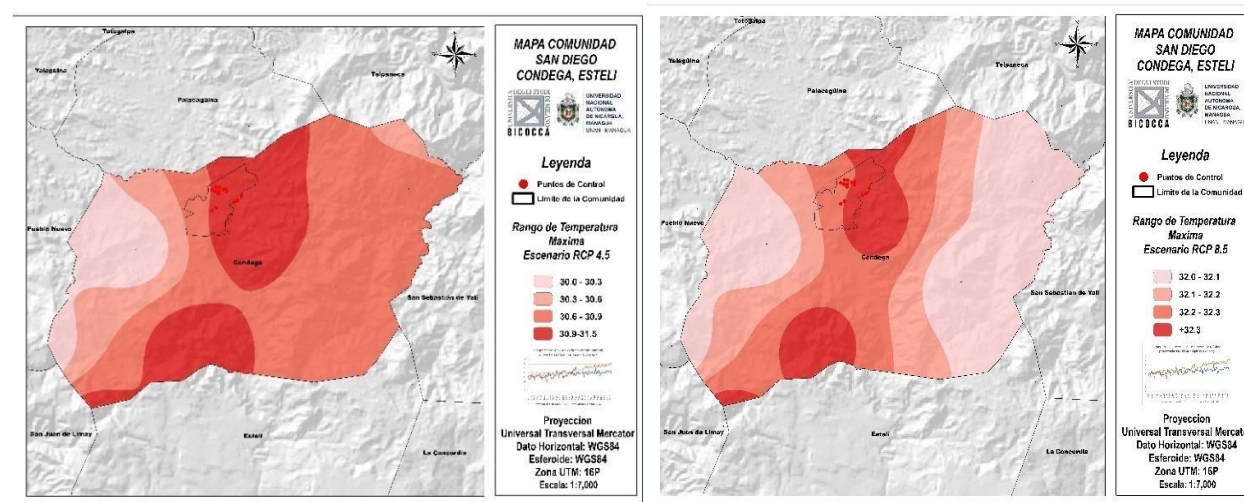
*Gráfico 15: Proyección anual de la temperatura máxima y mínima para el municipio de Condega. En color azul se muestran los datos del escenario RCP4.5 y el rojo los del RCP 8.5 de los años 2021 al 2100.*



*Fuente: Modelos climáticos INMCM4 y HadGEM2.AO*

En la figura 7, se pueden apreciar los mapas del comportamiento esperado de la temperatura máxima para el municipio de Condega, esta tendrá un comportamiento diferenciado en la comunidad, como se observa se presentarán temperaturas entre  $30.6^{\circ}\text{C}$  al suroeste y  $31.5^{\circ}\text{C}$  al noreste de la comunidad, con una fluctuación de  $0.9^{\circ}\text{C}$  entre una y otra, esta proyección es según el RCP4.5, mientras que el RCP8.5 proyecta temperatura más altas de más de  $32.5^{\circ}\text{C}$  en la comunidad y de igual manera diferenciada dentro de la misma zona.

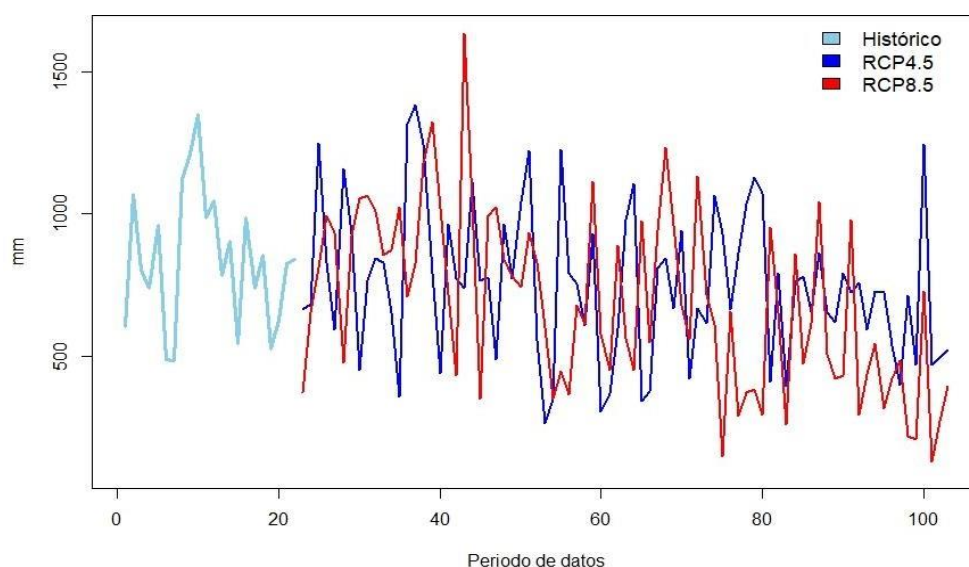
Figura 7: Mapa del comportamiento futuro de la temperatura máxima en la comunidad de San Diego. Escenario RCP4.5 y RCP8.5, año 2021 al 2100.



Fuente: Modelos climáticos INMCM4 y HadGEM2.AO

En cuanto a la precipitación (gráfico 16), se proyectan para finales del siglo tendencias ligeras de disminución entre 10 % y 18 % de precipitación media en el período del 2021 al 2100 en los dos escenarios considerados.

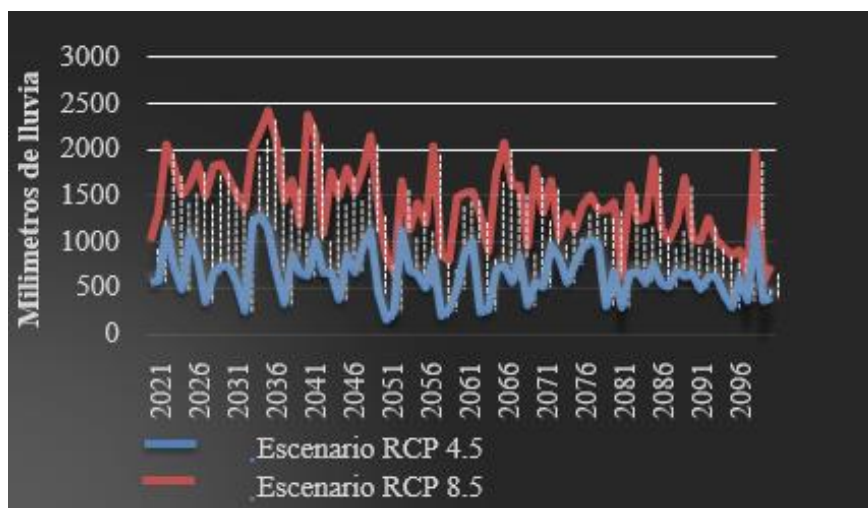
Gráfico 16: Cambios relativos de precipitación respecto al periodo histórico (1984-2005) esperados a lo largo del siglo XXI para el municipio de Condega. En color celeste se muestran los valores del periodo histórico, en azul y rojo se muestran los valores obtenidos



Fuente 2: Fuente: Modelos climáticos INMCM4 y HadGEM2.AO

El Grafico 17, muestra el comportamiento esperado de la precipitación tanto del escenario RCP4.5 y el RCP8.5, los datos proyectan una ligera disminución de 82 mm para el primer escenario y 151mm para el segundo en comparación al dato histórico registrado en la zona.

*Gráfico 17: Proyección anual de la precipitación para el municipio de Condega. En color azul se muestran los datos del escenario RCP4.5 y el rojo los del RCP 8.5 de los años 2021 al 2100.*



*Fuente: Modelos climáticos INMCM4 y HadGEM2.AO*

En la figura 8 se puede apreciar el comportamiento futuro de la precipitación para la comunidad de San Diego, esta tendrá un comportamiento variado dentro de la misma comunidad, se observa que para los territorios al este los acumulados de lluvia serán entre los 697 mm y 705mm y para la parte oeste entre los 713 mm y 721 mm, esta última zona recibirá un poco más de lluvia que la zona este, según el escenario RCP4.5, y RCP8.5 muestra datos un poco más preocupantes, la mayor parte del territorio de la comunidad tendrá registros entre los 612 mm y los 623 mm, datos lo que puede causar alarma entre los productores pues los registros que se esperan están por debajo de los requerimientos que las plantas necesitan, esto sin contar que no en todos los años se tendrán estos registros, sino que hay años donde se tendrán datos que no superan los 400 mm anuales.





### Ciclo de primera.

Para el ciclo de primera según las proyecciones se esperan años muy secos, años donde se registran datos muy por debajo de lo histórico. Según el escenario RCP4.5 se espera que precipite el 42.8% de lo que debe de precipitar en el año y en el RCP8.5 se proyecta un porcentaje menor de 37.7% de la lluvia anual, además se esperan 19 años para el escenario RCP4.5 y 26 años para el RCP8.5 con registros que no superan los 200 mm, así mismo una gran cantidad de años donde los registros están por debajo de los 100 mm de lluvia, lo que indica que en esos años en el ciclo de primera será casi imposible cultivar maíz y frijol en la comunidad de San Diego. Los años de menor registro son los que se muestran a continuación en la siguiente tabla:

*Tabla 13.*

*Años proyectados con mayor deficit de precipitaciones para el ciclo de primera según escenarios RCP4.5 y RCP8.5*

<b>Años</b>	<b>RCP 4.5</b>	<b>Años</b>	<b>RCP 8.5</b>	<b>Años</b>	<b>RCP 4.5</b>	<b>Años</b>	<b>RCP 8.5</b>
<b>proye</b>	<b>Ciclo de</b>	<b>proyecta</b>	<b>Ciclo de</b>	<b>proyecta</b>	<b>Ciclo de</b>	<b>proye</b>	<b>Ciclo de</b>
<b>ctad</b>	<b>primera</b>	<b>dos</b>	<b>primera</b>	<b>dos</b>	<b>primera</b>	<b>cta</b>	<b>primera</b>
<b>os</b>						<b>dos</b>	
2024	187.2 mm	2022	156.5 mm	2078	102.1 mm	2086	77.1 mm
2027	88.7 mm	2025	192.6 mm	2082	187.1 mm	2087	182.8 mm
2028	182.2 mm	2042	102.7 mm	2093	129.2 mm	2089	116 mm
2032	118.2 mm	2051	83.3 mm	2094	177.4 mm	2090	36.3 mm
2037	176 mm	2053	154.8 mm	2098	170 mm	2092	137.8 mm
2044	143.7 mm	2057	129.2 mm			2093	99.8 mm
2050	125.4 mm	2058	160.9 mm			2094	132.4 mm
2051	164 mm	2061	138.3 mm			2095	11.6 mm
2057	75.7 mm	2063	156.8 mm			2096	98.1 mm
2058	98.2 mm	2072	43.7 mm			2098	22.9 mm
2059	132.8 mm	2074	89.1 mm			2099	37.8 mm
2062	60.9 mm	2076	157.9 mm			2100	60.6 mm
2063	197.4 mm	2079	55.5 mm				
2069	198.1 mm	2080	58.3 mm				

Fuente: Datos proyectados de los escenarios RCP4.5 y RCP8.5.

Tabla 14.

*Años proyectados con mayor déficit de precipitaciones para el ciclo de postrera según escenarios RCP4.5 y RCP8.5.*

<b>Años proyectados</b>	<b>RCP 4.5</b>	<b>Años proyectados</b>	<b>RCP 8.5</b>
	Ciclo de postrera		Ciclo de primera
2047	189.5mm	2025	172.5 mm
2050	108.9 mm	2039	138.7 mm
2051	145.5 mm	2052	156.2 mm
2057	188.3 mm	2060	176.8 mm
2058	121.6 mm	2072	116.1 mm
2063	156.1 mm	2074	185.6 mm
2068	149.8 mm	2077	126.6 mm
2069	198.1 mm	2087	198.7 mm
2073	181.4 mm	2089	144.4 mm
2080	165.5 mm	2092	177.3 mm
2084	192.4 mm	2095	162.3 mm
2085	158.9 mm	2096	107 mm
2086	170.3 mm	2098	92 mm
2098	175.1 mm	2099	186.5 mm

Fuente: Datos proyectados de los escenarios RCP4.5 y RCP8.5.

La tabla anterior muestra los años con menor déficit de precipitación para la zona en estudio y se pueden presentar algunas afectaciones en el ciclo de primera en los cultivos de maíz y frijol como:

- ✓ Entrada tardía de la temporada de lluvia, la que inicia en la segunda semana de mayo y se espera que la temporada se retarde unos dos semas iniciando en el mes de junio, lo que acorta el ciclo productivo.



- ✓ Déficit de lluvia en los acumulados mensuales.
- ✓ Altas temperaturas diurnas
- ✓ Mayor umbral calorífica con aumento gradual durante el día
- ✓ Mayor evapotranspiración por la prolongación de la temperatura máxima durante el día.
- ✓ Punto de marchites de las plantas por el incremento de la temperatura
- ✓ Menores rendimientos productivos en el cultivo del maíz y frijol.

### **Ciclo de postrera.**

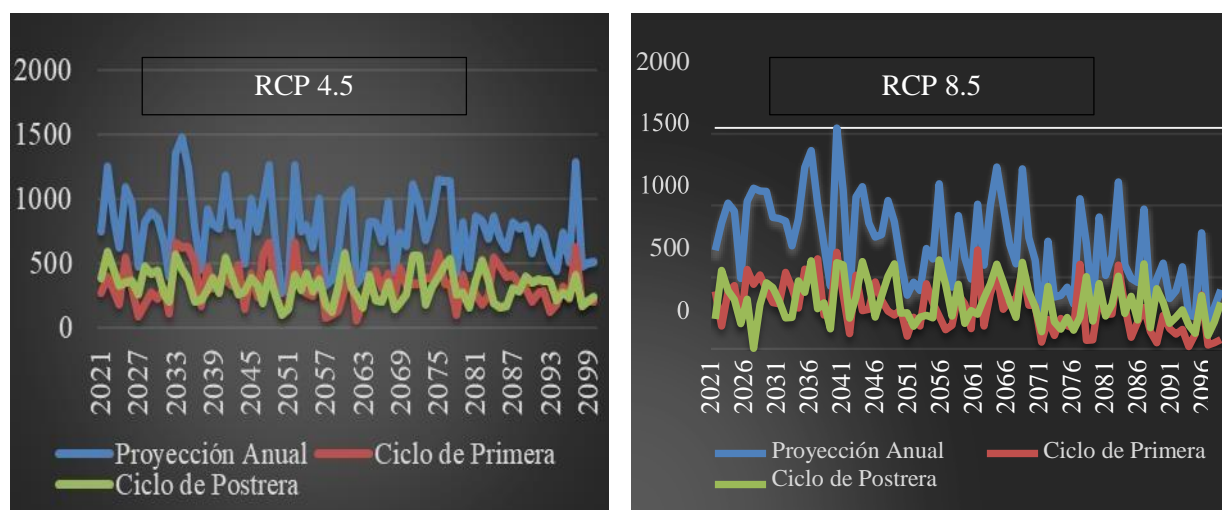
El inicio de postrera sufrirá menos afectación que el de primera, sin embargo, se esperan las siguientes afectaciones a este ciclo agrícola en los cultivos de maíz y frijol por la irregularidad de las precipitaciones.

- ✓ Canícula seca y prolongada
- ✓ Déficit de lluvia en los acumulados mensuales
- ✓ Altas temperaturas diurnas
- ✓ Mayor umbral calorífica con aumento gradual durante el día
- ✓ Mayor evapotranspiración
- ✓ Punto de marchites de las plantas

Con el escenario RCP4.5 se espera que para el ciclo de postrera la precipitación represente el 42.3% de la lluvia esperada en el año y el RCP8.5 proyecta el 47.6%, un porcentaje mayor al escenario moderado, sin embargo, la lluvia tendrá un comportamiento muy irregular, mala distribución de los días con lluvia en la zona.

El gráfico 18 muestra el comportamiento proyectado de la precipitación anual y por cada ciclo agrícola, en ambos escenarios se puede observar que tanto el ciclo de primera como de postrera registraran menos precipitaciones que lo proyectado anualmente, pero en el escenario RCP4.5 que el ciclo de postrera sufrirá mayor afectación que el de primeros ciclos registraran mayores deficit.

*El gráfico 18 muestra la proyección de Precipitación Anual y por ciclo agrícola para el municipio de Condega para los años 2021- 2100. El gráfico izquierdo muestra los datos del escenario RCP4.5 y el gráfico derecho, presenta los datos del escenario RCP8.5. El color azul muestra el comportamiento anual de la precipitación, en color rojo se muestran los datos del ciclo de primera y el verde los del ciclo de postrera.*



*Fuente: Resultado de escenarios RCP4.5 y RCP8.5*

La producción de maíz y frijol son muy sensibles al déficit de precipitación, los impactos pueden ser: la disminución de rendimientos en medios más secos debido al estrés hídrico, el aumento de plagas y enfermedades.

#### Efectos del cultivo del maíz en la etapa fenológica

Para el cultivo del maíz (CIMMYT, 2013), ha establecido otras etapas de crecimiento de la planta, las que están en función de: crecimiento de las plántulas (del día 0 al día 9), crecimiento vegetativo (del día 10 al día 54), floración y fecundación (del día 55 al día 70) y llenado de grano y madurez (del día 71 al día 112). Es un cultivo de crecimiento rápido que rinde más con temperaturas moderadas que van de los 24 °C a los 30 °C. y la demanda de agua en el cultivo de maíz es de 500 a 800 mm de lluvia, bien distribuidos para un crecimiento normal.

Algunas afectaciones que se podían presentar en el cultivo del maíz

- ✓ Plaga del cogollero
- ✓ Plaga de la mosca blanca
- ✓ Llenado de la mazorca
- ✓ Mosaico
- ✓ Punto de marchitez
- ✓ Crecimiento y desarrollo de la planta

Repercusiones afectaran cada una de las etapas de crecimiento de la planta:

- Germinación o emergencia VE

En esta etapa el cultivo es primordial dos factores, la humedad y una temperatura apropiada para que se dé la germinación de la planta, pero se esperan déficit en los acumulados de lluvia e incrementos en la temperatura, lo que podría generar una tardía germinación o pérdida de la semilla.

- Aparición de primera hoja V1

El déficit en los acumulados de lluvia e incrementos en la temperatura, podrían generar punto de marchitez en esta etapa, deteniendo el ciclo de crecimiento de la planta, además por las condiciones climáticas se pueden incrementar la aparición de plagas como la gallina ciega, la que daña completamente la planta porque se come la raíz.

- Aparición de segunda hoja V2

Siguiendo con la etapa de aparición de las hojas es primordial la humedad en el suelo y producto del déficit de lluvia, se podría generar un punto de marchitez, deteniendo el ciclo de crecimiento de la planta, además, en esta etapa podría aparecer por las condiciones climáticas plagas de gallina ciega y la enfermedad del mosaico o manchas en la hoja, esto por falta de nutrientes como el

nitrógeno, el que es proporcionado en gran parte por las lluvias.

- Aparición de tercera hoja V3 y VN

En esta fase, al igual que la anterior y por el déficit de lluvia y el incremento de la temperatura, se pueden presentar punto de marchitez en las hojas, deteniendo el ciclo de crecimiento de la planta, además las condiciones climáticas favorecen la aparición de plagas y enfermedades como el mosaico o manchas en la hoja, por falta de nutrientes como el nitrógeno que es proporcionado en gran parte por las lluvias.

- Floración masculina VT y Floración femenina R1

En esta etapa es primordial los acumulados de lluvias, ya que es la parte donde la planta requiere mayor humedad en el suelo, debido a los déficit esperados la planta puede experimentar falta de nutrientes y presentar problemas en la salida de la espiga, sin embargo, la ausencia de lluvia puede favorecer la polinización por insectos y abejas ya que en ausencias de lluvias hay mayor presencia de estos pero si se prolonga la falta de lluvias se corre el riesgo de perder completamente la planta.

- Grano en ampolla R2, Grano lechoso R3, Grano pastoso R4, Grano dentado R5 y Madurez fisiológica R6

En estas es primordial la humedad en el suelo, la planta requiere mucha agua para ser utilizada en el llenado del grano en la mazorca y alcanzar una buena madurez, y por el déficit de lluvia esperado, la cosecha se puede ver amenazada.

### Efectos del cultivo del frijol en la etapa fenológica

Existen muchas variedades criollas adaptadas a diferentes condiciones climáticas, con semillas de diversos colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se destina en su mayoría a la obtención de grano seco, también se consume como grano tierno o en vainas. (INTA, 2009). La producción de frijol se efectúa bajo condiciones de secano, en todas las regiones del país en alturas que varían entre 500 a 800 msnm y bajo condiciones variables de temperaturas y precipitación. La mayor intensidad de siembra se realiza en la época de postrera y apante, por coincidir la cosecha con la época seca.

La producción de frijol es muy sensible al cambio climático, los impactos con relación a la variación de temperatura son: la disminución de rendimientos en medios más cálidos debido al estrés causado por el calor, el aumento de plagas y enfermedades, pérdida de biodiversidad y

contaminación del aire, del suelo, la reducción en el suministro de agua y problemas en la calidad del agua.

Algunas afectaciones que se podían presentar en el cultivo del frijol

- ✓ Aparición de la enfermedad del crespo
- ✓ Aparición de la enfermedad mosaico
- ✓ Punto de marchitez de la planta
- ✓ Plaga de la mosca blanca
- ✓ Plaga de la maya
- ✓ Plaga del dipe o babosa
- ✓ Falta de nutrientes de crecimiento aportados por el nitrógeno de la lluvia
- ✓ Problemas en el llenado de vaina
- ✓ Problemas de floración

La aparición de estas plagas y enfermedades se dan por el déficit de humedad, el suelo permanece seco lo que da paso para que las plagas se proliferen más rápidamente, afectando de esta manera a la planta.

Existen factores que influyen en las etapas de desarrollo del cultivo del frijol, como el genotipo, el clima, la fertilidad y características del suelo y la sequía. Los factores climáticos que más inciden en la duración de las etapas de desarrollo son la luz y la temperatura; tanto los promedios de estos factores como las variaciones diarias y estacionales de la temperatura desempeñan una función importante en la duración de cada una de las etapas del desarrollo. La planta de frijol se ve más afectada por la temperatura que por la cantidad de lluvia que recibe, pero si no recibe humedad en

las primeras fases se corre el riesgo de que la semilla no germine.

En el análisis de aspectos críticos de frijol se ha tomado en cuenta tanto el ciclo de primera como de postrera<sup>9</sup>. Las fases en las que se ha descompuesto el ciclo productivo del frijol para identificar los aspectos más críticos desde el punto de vista de la influencia del clima han sido las siguientes: siembra y emergencia de la planta, floración y llenado de vainas.

El inicio de la siembra se da en el período comprendido entre el 15 de mayo y el 15 de junio, de tal manera que la etapa de madurez de la planta coincide con la época seca de julio-agosto (canícula o verano). El cultivo del frijol requiere un mínimo de precipitación acumulada durante todo el ciclo productivo para que sea viable, que se estima en 300 mm. Para la zona de estudio se espera que en la siembra de primera no se alcance la cantidad de agua requerida para la planta de frijol en más del 47% y 56 % de los años proyectados en ambos ciclos productivos, lo que significa que con el pasar de los años la producción agrícola se desarrollará menos.

Al ser un cultivo de ciclo corto, el frijol necesita que las condiciones climáticas se produzcan en el momento preciso para que el desarrollo de la planta se lleve a cabo adecuadamente. Por lo tanto, necesita que las siembras se puedan realizar a tiempo con condiciones de humedad adecuadas y con lluvias regulares posteriormente para lograr una buena germinación.

En la etapa de la germinación es primordial la humedad en el suelo y la temperatura adecuada, si esto no se da, se corre el riesgo de una tardía germinación o pérdida de la semilla. La semilla debe de tener la humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación; es decir, el día del primer riego, o de la primera lluvia si se siembra en suelo seco, tal como ocurre en la comunidad la germinación no se dará.

En las etapas siguientes: Emergencia de la planta, Hojas primarias V2, Primera hoja trifoliada V3 y Tercera hoja trifoliada V4, es primordial la humedad en el suelo por efectos de las lluvias y una temperatura adecuada y según los escenarios climáticos, se esperan déficit en los acumulados de lluvia e incrementos en la temperatura, esto podría generar un punto de marchitez, deteniendo el ciclo de crecimiento de la planta. e. Además, en esta etapa podría aparecer por las condiciones en estas etapas la planta está vulnerable a ser atacada por la enfermedad del mosaico o manchas en la hoja por falta de nutrientes como el nitrógeno que es proporcionado en gran parte por las lluvias.

---

<sup>9</sup> La siembra de frijol en la comunidad se desarrolla con mayor porcentaje en el ciclo de primera y en menor proporción para postrera, esto es por la irregularidad de las lluvias en postrera

El nitrógeno es un elemento que hace que la planta aproveche mejor el fósforo, las aplicaciones de urea hacen que las plantas absorban mejor el fósforo disponible en el suelo.

Se puede concluir que en la comunidad de San Diego se experimentarán cambios significativos en el comportamiento de la temperatura, lo que influirá de manera directa en las distintas fases de desarrollo de los cultivos de maíz y frijol. Los modelos revelan que los escenarios posibles para la temperatura máxima para finales del siglo serán de 1.3°C para el escenario moderado (RCP4.5) y superiores a los 2°C para el escenario pesimista (RCP 8.5). La temperatura mínima experimentará mayores aumentos que la máxima, estos serán de 3.3°C para el (RCP4.5) y de 2.9 °C para el (RCP 8.5) con respecto al dato histórico. Este comportamiento aumentará para el ciclo de primera 33.8 °C y se espera tendencias ligeras de disminución en la precipitación media entre 10 % y 18 % para finales del siglo en los dos escenarios considerados. Las precipitaciones seguirán la tendencia que actualmente presentan que es la disminución.

Se esperan cambios significativos en cada ciclo agrícola, la entrada tardía de la temporada de lluvia para el ciclo de primera, la que inicia en la segunda semana de mayo y se espera que la temporada se retarde unos dos semanas iniciando en el mes de junio, lo que acortará el ciclo productivo y para el ciclo de postrera se estima que este no sufrirá muchos cambios en el área de estudio, sin embargo, se esperan afectaciones a este ciclo agrícola en los cultivos de maíz y frijol por la irregularidad de las precipitaciones.

### **9.3. CAPITULO III: ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN ANTE CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y FRIJOL EN LA COMUNIDAD DE SAN DIEGO.**

El cambio climático ha aumentado la amenaza de la sequía y otros eventos meteorológicos extremos que tienen efecto en la producción agrícola y en la seguridad alimentaria de la población. (Coordinadora de Mujeres Rurales. 2016). En las afectaciones por la sequía se presentan problemas tanto económicos como sociales que ponen a la población en un nivel de vulnerabilidad mayor. Ante esta panorámica es imprescindible que los pobladores de la comunidad de San Diego en coordinación con las autoridades municipales implementen estrategias que permitan la adaptación al cambio climático. Tomando en cuenta los resultados del daño que están sufriendo los cultivos de maíz y frijol y los datos proyectados tanto de la temperatura como precipitación para la comunidad, se proponen estrategias para que los productores se adapten a estas condiciones tan cambiantes del clima.

Es importante hacer mención que algunas de las estrategias que a continuación se presentan son resultado de talleres realizados con los pobladores de la comunidad y para mayor comprensión se han dividido en dos niveles: generales y específicas.

#### **9.3.1. Estrategias Generales:**

La gestión y acceso a la información sobre los cambios en el clima local: La formación y gestión del conocimiento son las bases fundamentales para la creación de estrategias claves en la adaptación al cambio climático, por tal razón las estrategias deben de ir encaminadas a fortalecer los medios de vida de la población de la comunidad de San Diego, contribuyendo de esta manera al desarrollo local.

“Enfoque de Medios de Vida parte del hogar como unidad socioeconómica y analítica. (Departamento Internacional de Desarrollo, DFID, 1999) Asimismo, en el 2001, el DFID indica que para entender los medios de vida se tienen que dividir por capitales que conceptualiza de la siguiente manera: Capital social: En el enfoque de MVS, se utiliza para proporcionar información sobre las características relevantes de la pobreza, la vulnerabilidad y la exclusión social. Puede



ayudar a entender:

- La posición social de individuos o familias (diferenciada según parentesco, edad, género, origen étnico, religión, casta, etc.),
- Las características sociales (por ejemplo, calidad de vida o nivel de pobreza, género, edad, origen étnico) son importantes para definir grupos y realizar análisis más detallados de los medios de vida.
- La magnitud y los efectos de la exclusión de diversos grupos (por ejemplo, falta de acceso a los activos, servicios, instituciones sociales a nivel de la familia o comunidad, o bien, falta de voz),
- La existencia y causa de conflictos dentro de las comunidades.

Para trabajar el capital social dentro de la comunidad se tienen que tener en cuenta que la diversificación de los medios de vida en la comunidad debe de partir de la organización ciudadana para abordar acciones concretas de reducción de vulnerabilidad, sustentadas en procesos participativos que permitan identificar los grupos sociales, nivel de pobreza. Se debe de partir de:

Organizar a la población de la comunidad de San Diego para consensuar ideas y crear grupos de trabajo y así asignar responsabilidades según capacidad.

Formar una junta directiva dentro de la comunidad para identificar las potencialidades y limitaciones que se tienen en materia de gestión de proyectos para hacer frente a la crisis climática que actualmente atraviesan los productores y de esta manera formular propuestas de proyectos dirigidas a la alcaldía municipal para que ellos como institución ayuden a contrarrestar la afectación del cambio climático a los cultivos.

En vista que la actividad agrícola con el pasar de los años cada vez será más difícil realizarla, se hace necesario que la población implemente nuevas formas de ingresos económicos, y con él estrategias de supervivencia optando por actividades complementarias a la producción agrícola que les permita disminuir la vulnerabilidad en la que se encuentran.

Las estrategias de supervivencia por las que han optado las familias campesinas en la comunidad son: el trabajo asalariado y procesos de migración interna y externa. Esto hace necesario generar nuevas formas de supervivencia de las familias, las cuales dependen cada vez más de la

diversificación de las actividades productivas, de la conservación del medio ambiente, de la distribución de los ingresos y de la participación y organización para la toma de decisiones que incidan sobre las políticas públicas y la gestión de los recursos naturales de sus territorios.

**Capital financiero:** Según la (DFID, 2001). Este es una categoría de activos de medios de vida. Dentro del marco de los MVS, se define como los recursos financieros que las personas utilizan para lograr sus objetivos de medios de vida. Estos recursos incluyen:

Recursos disponibles: Los ahorros, efectivo, depósitos bancarios o activos líquidos como ganado y joyas. Los recursos financieros también pueden obtenerse mediante instituciones crediticias.

Flujos regulares de dinero: esto incluye los tipos más comunes de flujos de dinero son las pensiones, u otras transferencias del estado, y las remesas.

Es importante que dentro de la organización comunitaria se creen canales de comunicación que den a conocer los recursos financieros con los que cuentan los productores para poder hacer frente a los cambios y afectaciones del clima, para esto será necesario formar una pequeña cooperativa de productores, que les permita organizarse y manejar los recursos económicos con los que cuentan de forma colectiva porque en ella interviene la familia. El cooperativismo según Ramírez. J (2007). Son asociaciones abiertas y flexibles, de hecho y derecho cooperativo de la economía social y participativa, autónomas, de personas que se unen mediante un proceso y acuerdo voluntario, para hacer frente a necesidades y aspiraciones económicas, sociales y culturales comunes, para generar bienestar integral, colectivo y personal, por medio de procesos y empresas de identidad electiva, gestionadas y controladas dramáticamente.

La creación de una cooperativa de PRODUCCIÓN en la comunidad de San Diego, les permitirá a sus miembros poder gozar de beneficios como aprovechar descuentos de compras al mayor y vender los productos a sus miembros a los costos de adquisición, disminuyendo de esta forma los gastos de producción de cada uno de los socios; aumentar indirectamente el salario de cada socio; distribuir las ganancias entre sus socios de acuerdo a la proporción de compras que ha realizado cada socio.

Además, es necesario que los productores se apropien de las políticas y programas estatales para gestionar recursos financieros destinados a la implementación de proyectos de adaptación de frijol y maíz ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático en las comunidades pertenecientes al corredor seco nicaragüense y crear una cultura de unidad comunitaria y cooperación monetaria para resolver problemas que afectan a la población y el desarrollo de iniciativas de interés comunitario.

**El capital físico** es una categoría de activos de medios de vida. Comprende la infraestructura básica y los activos físicos que apoyan los medios de vida. La infraestructura consiste en cambios en el entorno físico que ayudan a las personas a satisfacer sus necesidades básicas y a ser más productivas. Los componentes clave de la infraestructura incluyen: sistemas de transporte, abastecimiento de agua y saneamiento asequibles (buena cantidad y calidad), energía (tanto limpia como asequible), buenas comunicaciones y acceso a la información. La vivienda (adecuada calidad y durabilidad) es considerada por algunos como infraestructura, mientras que otros consideran que se trata de un activo físico privado y que difiere levemente de lo que es infraestructura. (DFID, 2001).

El estado de la vía de acceso principal de esta comunidad está en buen estado (adoquinado) y posee otras vías alternas que comunican a las familias dentro de la comunidad, pero la condición de estas varía según la época del año, en la época lluviosa algunas vías se vuelven intransitable lo que dificulta el traslado de la producción. La comunidad no cuenta con centro de salud.

**Capital humano:** Representa las destrezas, el conocimiento, la capacidad de trabajo y la buena salud, lo que, en conjunto, permite a las personas procurar diferentes estrategias de medios de vida y lograr sus resultados. A nivel de la familia, el capital humano es un factor de la cantidad y calidad de la mano de obra disponible, lo cual varía dependiendo del tamaño de la familia, los niveles de destreza, la educación, el potencial de liderazgo, la salud, etc. El capital humano es necesario para poder utilizar los otros cuatro tipos de activos de medios de vida. (DFID, 2001).

El fortalecimiento del recurso humano debe centrarse en la capacitación de los productores en temáticas referidas al manejo de los cultivos, a las obras de conservación de suelo y agua y a la creación de huertos familiares para diversificar la economía dentro de la comunidad.

Además, se deben de fortalecer los conocimientos sobre temas climáticos para contribuir a la comprensión del cambio climático en la población de San Diego y su vulnerabilidad ante las amenazas del clima, y como esto, se relaciona con sus actividades productivas (agricultura) y de igual forma crear espacios de aprendizaje desde la municipalidad donde la población de la comunidad promueva nuevas líneas culturales de siembra, compartir experiencias para crear nuevas formas de producción.

**Capital natural:** El capital natural es una categoría de activos de medios de vida. Es el término utilizado para indicar las existencias de recursos naturales (por ejemplo, árboles, tierra, aire limpio, recursos costeros) de los cuales dependen las personas. Los beneficios de estos inventarios son tanto directos como indirectos. Por ejemplo, la tierra y los árboles proporcionan beneficios directos al contribuir a los ingresos y al sentimiento de bienestar de las personas. Los beneficios indirectos que ofrecen incluyen el ciclaje de nutrientes y la protección contra la erosión y las tormentas. (DFID, 2001).

La identificación de los recursos naturales con los que se cuenta dentro de la comunidad, les permitirá a sus pobladores diversificar los sistemas productivos actuales, esto es una parte importante del proceso de desarrollo económico familiar, pues no solo se centrarán en la producción agrícola que año con año deja menores rendimientos, sino que echarán la mirada a otras opciones para diversificar la económica de la comunidad, permitiendo de esta manera la creación de empleo y la disminución de las migraciones.

Esto puede llevarse a cabo mediante la combinación de actividades económicas como ganadería, granos básicos, producción de miel y actividades de producción familiar (elaboración y venta de tortillas y huertos de patio). La diversificación se puede fortalecer en esta zona incorporando medios de vida que dependan en menor medida de las condiciones climáticas.

Establecimiento de huertos agroecológicos familiares, el huerto según la FAO, es el lugar donde la familia cultiva hortalizas, verduras, frutas, plantas medicinales, hierbas comestibles, frutales y la cría de aves de corral. Este sistema puede proveer todos o parte de los alimentos que diariamente necesita la familia y otros recursos alimenticios complementarios que están dirigidos para comercialización, además constituye una alternativa apropiada para que la familia produzca y consuma a bajo costo productos frescos y saludables para una dieta balanceada.

Para la construcción del huerto la FAO recomienda tomar en cuenta la ubicación, esta debe ser preferiblemente cerca de la vivienda para asegurar su cuidado y vigilancia. En lo posible, hay que asegurarse agua para el riego de algunos cultivos, En el caso que no se disponga de agua, es necesario establecer huertos con especies forestales que retengan la humedad en el suelo y permitan que otros cultivos puedan crecer.

Es importante que los pobladores de la comunidad tomen en cuenta la creación de huertos familiares para tener otra opción de obtención del alimento en vista de que las condiciones climáticas hacen cada vez más difícil producir en la zona en grandes cantidades.

### 9.3.2. Estrategias Específicas:

Las estrategias específicas están centradas en minimizar el impacto que están sufriendo los productores en sus cultivos por el incremento de la temperatura y el déficit de precipitación, que está dejando bajos rendimientos en los cultivos de maíz y frijol.

- a) **Prácticas agroecológicas:** Para contrarrestar los efectos de la sequía en la comunidad es necesario que los productores implementen obras agroecológicas como:
- Zanjas de infiltración: Estas son canales sin desnivel contruidos en laderas, los cuales tienen por objetivo captar el agua que escurre, disminuyendo los procesos erosivos, al aumentar la infiltración del agua en el suelo. Estas obras de recuperación de suelos, pueden ser contruidas de forma manual o mecanizada, y se sitúan en la parte superior o media de una ladera, para capturar y almacenar la escorrentía proveniente de las cotas superiores y la justificación principal de las zanjas de infiltración descansa en el efecto que producen sobre la estabilización del suelo; es decir, son agentes propiciadores de almacenamiento de humedad para los vegetales, a través del almacenamiento temporal de escorrentías superficiales. Pizarro et al. 2004.

La realización de este tipo de obra permitirá que los productores puedan captar la poca cantidad de lluvia que se registra producto del irregular comportamiento de las precipitaciones en la comunidad, (se presentan menos días con lluvia en el mes y precipitaciones súbitas es decir altos acumulados de lluvias lluvia en pocas horas). La realización de obras para captar el agua es importante porque permiten la infiltración del agua en el suelo y recargar el manto freático, esto permitirá que los productores puedan implementar el cultivo de riego en la zona.

- No quema, la implementación de la no quema en las zonas de cultivo le permite al productor proteger el suelo, evita la erosión, aumenta la infiltración del agua y la retención de la humedad en el suelo por un tiempo más prolongado, se alimenta el manto acuífero, mejora las poblaciones de microorganismos que favorecen la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, además evita que el Ph del suelo se aumente. Para poner en práctica esta acción y lograr los beneficios es necesario que el productor incorpore los rastrojos a las parcelas para que el suelo vaya recuperando su fertilidad, además de la realización de obras de conservación de suelo y agua.

Para la práctica de la No quema en las zonas de cultivo es preciso el desarraigo ancestral de la tumba, roza y quema, acción que disminuye la cantidad de materia orgánica e infertiliza el suelo.

- Siembra directa, con esta práctica se disminuye la erosión del suelo, pues no se realiza labranza antes de sembrar, lo que incrementa la cantidad de humedad en el suelo, retención de la materia orgánica y conservación de nutrientes en el suelo, así mismo previene la aparición enfermedades en la planta causada por plagas, pues mantiene el equilibrio ecológico al proteger la micro y macro fauna que vive en suelo. Un beneficio directo para el productor sería que reduciría el tiempo de preparación del terreno y los costos de producción porque se necesita menos mano de obra. Según la (Coordinadora de Mujeres Rurales. 2016), esta técnica se puede utilizar en cualquier tipo de suelo, sobre todo si tienen una pendiente mayor al 15%, siempre que no estén muy compactadas. El productor debe de tener algo claro que con la implementación de esta técnica se corre el riesgo de aparición de malezas agresivas y plagas en el suelo, pero se pueden evitar a través de uso de cultivos de cobertura y rotación de cultivos.
- Construcción de acequias, son canales construidos en curvas a nivel en las laderas, para evitar que la corriente arrastre el suelo fértil hacia las partes bajas, esta técnica se puede combinar con otras prácticas como camellones, barreras vivas y el manejo de rastrojos, las que sirven para conservar el suelo y consumir el agua en la parcela, de manera que conserve más humedad en el suelo, además evita que se hagan cárcavas en el terreno. (La Coordinadora de Mujeres Rurales 2016). Estas obras son recomendadas realizarlas en época seca.

- Barreras muertas, son muros de piedras u otros desechos en curvas a nivel para evitar el arrastre del suelo, sirven para reducir la velocidad del agua porque cortan la ladera en pendientes más cortas, sirviendo además para captar los sedimentos que van el agua de escurrimiento.
- Trazado de curvas a nivel, son líneas sobre la ladera cuyos puntos están a la misma altura. Sirven para que el suelo no erosione y que el agua se infiltre en el suelo, porque se queda retenida en la zanja que se construye para tal fin manteniendo la humedad del suelo por más tiempo, ayudando de esta manera a reducir la pérdida del suelo fértil.
- Establecimiento de los cultivos en zonas planas para evitar que el nivel de esorrentía sea menor y aprovechar la humedad retenida en el suelo.
- Elaboración de abonos orgánicos para aportar al suelo los nutrientes que este ha venido perdiendo, se mejora la calidad del suelo, mejora la calidad de los alimentos y se aminora el costo de producción producto de que no se tiene que incurrir en costos para comprar químicos.
- Control de plagas y enfermedades, el control de las plagas y enfermedades se pueden realizar mediante la elaboración de productos orgánicos, colocación de trampas para los insectos (colocación de plástico amarillo) control biológico para contrarrestar las plagas (introducción de insectos benéficos para la planta).
- Manejo de semillas, se propone sembrar semillas resistentes a la sequía y de rápido crecimiento como la semilla acriolla, es de rápido en su crecimiento. La disponibilidad de semilla de siembra es un aspecto importante a tomar en cuenta para el cual se proponen como medidas de adaptación el fimejoramiento participativo y los bancos de semillas para la conservación y uso en ciclos sucesivos ante pérdidas provocadas por el cambio climático u otros factores de riesgo.
- Calendarización del ciclo productivo. Identificar en que tiempo se puede realizar la fecha de siembra y recolección de cosecha, esta acción es puesta en práctica por los productores, quienes ya tienen identificado el mes de inicio de la siembra de postrera porque el ciclo de primera se hace según la fecha en la que inicia la época lluviosa.

A manera de conclusión se puede decir que el acelerado cambio del clima hace necesaria la implementación de acciones y estrategias que permitan lograr la adaptación al cambio climático en los agricultores, pues estos son los más afectados por depender de actividades sensibles al clima y por la poca capacidad de adaptación que tienen. En la comunidad de San Diego, se proyectan cambios en el comportamiento de la temperatura y las precipitaciones, así como una mayor presencia del fenómeno meteorológico de la sequía, lo que dejará malas cosechas, bajos rendimientos en la producción y pérdidas económicas para los productores, esto representa una amenaza para la producción, disponibilidad y acceso de los alimentos, poniendo a las familias campesina en situación vulnerable a la pobreza por no lograr obtener los recursos económicos necesario para satisfacer las necesidades básicas del hogar.

Para hacer frente a las condiciones climáticas de la zona, la organización de la población juega un papel muy importante a la hora de gestionar el acompañamiento de las instituciones estatales para formular y ejecutar proyectos que permitan la generación de otras fuentes de empleo, y para la implementación de prácticas agroecológicas, que les permita a los productores contrarrestar los efectos de la sequía y el impacto que el déficit de precipitación pueda causar en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad.



## **X. CONCLUSIONES.**

Una vez recopilada y analizada la información obtenida en campo se llega a las siguientes conclusiones, las que están en correspondencia con los objetivos planteados en el estudio.

**En cuanto al objetivo 1 que trata sobre comportamiento de los indicadores de medición (temperatura y precipitación) del cambio climático y su incidencia en el desarrollo óptimo de los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego.**

Algunos indicadores climáticos son fáciles de medir y sustentar con datos fiables y son fáciles de comunicar a la población como la temperatura, pero otros no son tan fáciles de medir por la complejidad de los territorios, como las precipitaciones, pues el comportamiento de la lluvia varía en relación a los factores geográficos que se encuentran en el territorio como la orografía, la cercanía a los cuerpos de agua, la altitud, vegetación, entre otros; estos factores geográficos condicionan su comportamiento y hacen que la precipitación varíe en un mismo territorio. El análisis de los indicadores está en función de la disponibilidad de los datos a nivel local, razón por la cual se presentan datos del comportamiento de la temperatura y precipitación.

El registro de la temperatura media en la comunidad de San Diego en el período del 2000 al 2020, presentó un comportamiento de 30.9 °C, datos que se encuentran por encima de la norma histórica (datos diarios desde el año 1971 al 2000) registrada por el INETER, que es de 30.1 °C, lo que indica que se registraron 0.8 °C por encima de lo normal. La temperatura máxima se registró en abril del año 2020 y fue de 35.7°C y la mínima fue de 27.5 °C para el mismo período, las fluctuaciones entre la máxima y la mínima en la comunidad están entre los 4 a 5 °C. Tomando en cuenta este dato, es importante mencionar que las variaciones en la temperatura afectan el ciclo de desarrollo de la planta en sus distintas fases, en la producción de hojas, tallos y otros componentes, pues todos los procesos fisiológicos de la planta ocurren más rápidamente a medida que la temperatura aumenta entre una temperatura base y una temperatura óptima.

Los requerimientos de temperatura óptima para el cultivo de maíz están entre los 19 °C a 24 °C y para el cultivo del frijol entre 15 °C a 27 °C y el comportamiento de la temperatura en la comunidad oscilan entre los 28 °C a 35 °C, lo que indica que el registro de este indicador sobrepasa los requerimientos que tanto la planta de maíz como de frijol necesitan para poder producir, afectando de esta manera el crecimiento y maduración del fruto.

El comportamiento del primer sub periodo lluvioso (mayo y junio) en el 2020 se presentó por debajo de la norma histórica de cada mes, donde se produjeron precipitaciones 205.2 mm y 85.2 mm respectivamente, este sub período puede catalogarse como irregular, el mes de junio indicó un déficit de 47.3 mm en ese periodo. En el segundo sub período lluvioso (julio - octubre), se registraron lluvias con pocos acumulados, solamente precipitó 47.8 mm, mostrando un leve incremento en los meses siguientes de agosto a octubre, donde el mayor registro se dio en el mes de septiembre con 181.6 mm y podría catalogarse como un período irregular más en los meses de agosto y octubre con respecto a la norma histórica de cada mes.

El cultivo de maíz y frijol requieren entre 500 a 800 mm de lluvia y 300 a 500 mm de lluvia respectivamente para tener un desarrollo óptimo y los registros en el año 2020 se comportaron por debajo de lo requerido para el primer subperiodo lluvioso precipitando 338 mm y el segundo subperiodo lluvioso se comportó similar a lo requerido 459.8 mm, sin embargo este año es catalogado como irregular, debido a que la cantidad de lluvia que se esperaba en cada subperiodo lluvioso se dio en unos pocos días, lo que ocasionó daños en los cultivos en las primeras etapas de crecimiento.

El bajo comportamiento de la precipitación es uno de los fenómenos que más pérdidas ha dejado al sector agrícola en la comunidad de San Diego, razón por la cual es la zona considerada como más afectada por la sequía en el municipio de Condega, este comportamiento ha dejado cuantiosas pérdidas económicas a los productores de la zona, pues la inversión realizada se pierde por el déficit de las lluvias dejando como resultado que en cada ciclo agrícola el productor quede endeudado con los agentes financieros.

En la comunidad las principales plagas que afectan al cultivo de maíz no se presenta de manera aislada, el cogollero es una de las plagas más presente pero al mismo tiempo la planta es atacada por otras plagas como la gallina ciega, el gusano elotero del maíz y la chicharrita, estas plagas limitan la producción artesanal de semilla debido a que atacan todas las partes de la planta durante

las etapas fenológicas del cultivo (crecimiento y reproducción), causando la pérdida casi total de la producción.

El comportamiento del rendimiento de la producción de maíz y frijol en la comunidad de San Diego cada vez es menor, más del 80 % de los productores obtienen bajos rendimientos en el maíz tanto para el ciclo de primera como de postrera; y en el frijol los rendimientos son menores en primera que en postrera, aunque el comportamiento para el frijol sea mejor que el del maíz, los productores registran bajos rendimientos para ambos cultivos.

El impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego, está generando cambios en la vida de la población, cambios que modifican los períodos de siembra, las prácticas culturales en la producción agrícola, desinterés por parte de los productores en las labores del campo, reducción de las áreas de siembra, disminución en la producción de alimentos, lo que pone en riesgo a las familias de caer en inseguridad alimentaria por la falta de recursos económicos para obtener el alimento, dando lugar a la migración a otras zonas en busca de empleo para mejorar las condiciones de vida.

**En cuanto al objetivo 2 que trata sobre los escenarios climáticos para evidenciar el impacto futuro del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego.**

Para la generación de los escenarios o modelaciones territoriales de clima futuro en el municipio de Condega se realizó el inventario de los modelos climáticos globales (GCM) disponibles en la base de datos del proyecto CMIP5, y se tomaron los datos mensuales existentes para precipitación y temperaturas máxima, media y mínima para aquellos modelos que contaran con datos disponibles para descarga de estas variables tanto para el periodo histórico de referencia 1984-2005.

En relación a la temperatura máxima, se esperan aumentos para finales del siglo, con el escenario moderado (RCP 4.5) se aprecian tendencias de aumento  $1.3^{\circ}\text{C}$  y para el escenario pesimista (RCP 8.5) se esperan aumentos superiores a los  $2^{\circ}\text{C}$ . La temperatura mínima experimentará mayores aumentos, el (RCP 4.5) proyecta un aumento de  $3.3^{\circ}\text{C}$  el que muestra datos mayores que el (RCP 8.5) que proyecta un aumento de  $2.9^{\circ}\text{C}$  con respecto al dato histórico.

Según el modelo pesimista para el ciclo de primera se espera los mayores incrementos de temperatura, se registrarán temperaturas de 33.8 °C y se espera tendencias ligeras de disminución en la precipitación media entre 10 % y 18 % para finales del siglo en los dos escenarios considerados.

Según los resultados de los modelos el comportamiento esperado de la temperatura máxima como la mínima estarán por encima del comportamiento actual en la zona, lo que podría influir en el rendimiento de los cultivos estudiados; es importante vigilar el comportamiento de la temperatura máxima por los golpes de calor en la planta, lo que ocasiona que la planta entre en estrés hídrico; la tendencia es que la temperatura máxima se presente a tempranas horas del día, lo que aumentará el proceso de la evapotranspiración durante el día; y con respecto a las condiciones futuras de precipitación anual, la tendencia es disminuir lo que es negativo y sustancial en los requerimientos de agua en los cultivos de interés para un mejor rendimiento.

En general, las tendencias hacen prever cambios en las condiciones para la siembra efectiva de primera y postrera en la zona de estudio, pues se modificará la entrada de la época lluviosa y se disminuirán los volúmenes de precipitación. El maíz y frijol deberán adaptarse a unas condiciones de temperatura más elevadas en la zona. En las primeras fases de desarrollo del cultivo desde la emergencia hasta la floración los aumentos de temperatura se prevén elevados lo que tendrá efectos inmediatos en el incremento de la evapotranspiración y en el incremento de las necesidades hídricas del maíz.

Se esperan cambios significativos en cada ciclo agrícola, la entrada tardía de la temporada de lluvia para el ciclo de primera, la que inicia en la segunda semana de mayo y se espera que la temporada se retarde unos dos semas iniciando en el mes de junio, lo que acortará el ciclo productivo y para el ciclo de postrera se estima que este no sufrirá muchos cambios en el área de estudio, sin embargo, se esperan afectaciones a este ciclo agrícola en los cultivos de maíz y frijol por la irregularidad de las precipitaciones.

**En cuanto al objetivo 3 que trata sobre las estrategias de adaptación para enfrentar los Impactos del Cambio Climático en los cultivos de maíz y frijol en la Comunidad de San Diego.**

La gestión y acceso a la información sobre los cambios en el clima local son las bases fundamentales para la creación de estrategias claves en la adaptación al cambio climático, por tal razón las estrategias deben de ir encaminadas en capacitar a la población sobre temas climáticos que faciliten la comprensión de este tema, el grado de vulnerabilidad a la que están expuestos y su relación con las actividades productivas.

En la comunidad es urgente implementar acciones y estrategias que permitan lograr la adaptación al cambio climático en los agricultores, pues estos son los más afectados por depender de actividades sensibles al clima y por la poca capacidad de adaptación que tienen. La implementación de prácticas agroecológicas, les permitirá a los productores contrarrestar los efectos de la sequía en la comunidad y el impacto que el déficit de precipitación pueda causar en los cultivos de maíz y frijol.

Las estrategias de supervivencia por las que han optado las familias campesinas en la comunidad son: arrendar sus tierras a otros productores, el trabajo asalariado y la migración interna y externa. Esto hace necesario generar nuevas formas de supervivencia para las familias que permitan la diversificación de las actividades productivas, la conservación del medio ambiente, la participación y organización para la toma de decisiones que incidan sobre las políticas públicas y la gestión de los recursos naturales de sus territorios.

Las familias necesitan gestionar financiamiento con instituciones estatales y ONG presentes en la comunidad para implementar prácticas agroecológicas, que les permita a los productores contrarrestar los efectos de la sequía y el impacto que el déficit de precipitación pueda causar en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad.

Para hacer frente a las condiciones climáticas de la zona, la organización de la población juega un papel muy importante a la hora de gestionar el acompañamiento de las instituciones estatales para formular y ejecutar proyectos que permitan fortalecer sus medios de vida, identificando previamente los recursos con los que cuentan tanto el humano, físico, social, natural como el financiero y así ampliar el abanico de opciones para generar otras fuentes de ingresos económicos.

En la comunidad, existe poca presencia de las entidades de gobierno en la localidad y los vínculos interinstitucionales son débiles, lo que limita a la población promover o desarrollar planes y/o programas que permitan crear estrategias de adaptación al Cambio Climático a nivel local.

Los productores poseen pocos conocimientos sobre temas climáticos y es necesario establecer coordinaciones con el INETER para generar servicios de información climática que le permita al productor tener acceso a pronósticos climáticos donde se den a conocer las perspectivas quincenales y trimestrales de los sub periodos lluviosos y pueda planificar las prácticas agrícolas con tiempo y minimizar las afectaciones por las variaciones del clima.

## **XI. RECOMENDACIONES**

La primera recomendación que surge es de orden metodológico. Para los estudios de Cambio Climático es la utilización de diferentes metodologías para abordar estudios diversos sobre adaptación y escenarios climáticos, los métodos pueden ir en dependencia a los medios de vida para proponer estrategias de adaptación en función de los recursos con los que cuenta la población, la implementación de diversas técnicas como grupo focal, entrevistas, encuestas y observación permitirán contrastar la información sobre el fenómeno en estudio. El contractar o triangular la información se centra en buscar todos los puntos de vista posible para tener una información más acertada acerca de la afectación de CC en los diferentes rubros productivos.

Desde el punto de vista académico, se recomienda a la universidad implementar más estudios que permitan identificar el nivel de afectación que sufre la población por el Cambio Climático en diversos sectores de la economía para así sumarse a los esfuerzos que realiza el gobierno para mejorar las condiciones debida de la población.

Se recomienda a las instituciones: Alcaldía municipal, MAG, INTA, MECFCA, INETER fortalecer los vínculos interinstitucionales que permitan unificar esfuerzos, para desarrollar planes y/o programas que permitan crear estrategias de adaptación al Cambio Climático a nivel local, además crear espacios para que la ciudadanía pueda identificar los medios de vida que posee. Además, se recomienda a la municipalidad trabajar más de cerca con los productores para capacitarlos en temas climáticos y establecer coordinaciones con el INETER para generar servicios de información climática que le permita al productor tener acceso a pronósticos climáticos donde se den a conocer las perspectivas quincenales y trimestrales de los sub periodos lluviosos y pueda planificar las prácticas agrícolas con tiempo y minimizar las afectaciones por las variaciones del clima.

Se recomienda a los gobiernos locales, organizaciones no gubernamentales, universidades y a las diferentes instituciones que hacen presencia en el territorio, analizar la incidencia del cambio climático en el modo de vida y en las prácticas agrícolas e implementar medidas que permitan que la población siga con sus prácticas agrícola y culturales para así evitar la migración de la población hacia otras zonas para buscar otras alternativas de ingresos económicos.

Se recomienda a las diferentes estructuras sociales, instituciones y actores locales, implementar prácticas agrícolas agroecológicas, que permitan aumentar la producción de alimentos y la protección del medioambiente, y por ende que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población de la comunidad de San Diego.

Es evidente que esta investigación sobre las estrategias de adaptación al CC debe ser continuada y adaptarse a los contextos, para que sea desarrollada desde otras perspectivas científicas que incluyan el estudio de los medios de vida enfocados en la adaptación y capacidad de respuesta de los actores sociales. Para la continuidad de esta investigación se recomienda estudiar la línea de investigación sobre *Estudios Regionales y Locales para el Desarrollo* desde las ciencias de la tierra, que permitan el Desarrollo de Territorios Rurales a partir de las estructuras determinadas de prácticas productivas.



## **XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Adrián, Yirda. (Última edición: 18 de julio del 2019). Definición de Agricultura. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/agricultura/>. Consultado el 13 de abril del 2020.
- Adriana Yepes, Mayorga (2012). Cambio Climático: estrategias de gestión con el tiempo en contra...ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia Vol. 16 - No 1.
- AEMET y OECC 2018. Cambio Climático: Calentamiento Global de 1,5°C. Agencia Estatal de Meteorología y Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid.
- Alvarado, M. y Garcia, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanzas de las ciencias realizadas en el doctorado de educación del instituto pedagógico de Caracas. Sapien: revista Universitaria de investigación, año 9, No.2.
- Atlas de escenarios climáticos de Nicaragua hasta el año 2080 (2016). Con el apoyo de la Dirección General de Inversiones Públicas del MHCP, a través del proyecto de Fortalecimiento al SNIP para incorporar reducción de riesgo a desastres y adaptación al cambio climático en la inversión Pública, con el financiamiento de la cooperación Suiza.
- Colmenares, A. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción (2012). Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, Vol. 3, No. 1, 102-115 ISSN: 2215-8421.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017. Indicadores de Cambio Climático en América Latina y el Caribe.
- Consejería del medio ambiente. Andalucía se mueve con Europa (2012). Estudio Básico de Adaptación al Cambio Climático. Sector Agricultura.
- Consejo Agropecuario Centroamericano. SICA. (2013, 137 p).
- Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), (1992)
- Coordinadora de Mujeres Rurales. 2016. Manual de buenas prácticas agropecuarias ante eventos de sequía. Enmarcado en el proyecto Tierra para las mujeres, oportunidades para la vida.

- Côté. M, Teixeira. S. (2012). Integración del cambio climático en los procesos nacionales de desarrollo y en la programación de países de las Naciones Unidas. Guía para ayudar a los equipos de las Naciones Unidas en los países a transversalizar los riesgos y las oportunidades del cambio climático.
- Cramer L, Huyer S, Lavado A, Loboguerrero AM, Martínez Barón D, Nyasimi M, Thomas T, Thornton PK, van Etten J, van Wijk M. (2017). Métodos propuestos para evaluar el impacto potencial del cambio climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y la República Dominicana. CCAFS Working Paper no. 196. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security.
- Cramer L, Huyer S, Lavado A, Loboguerrero AM, Martínez Barón D, Nyasimi M, Thomas T, Thornton PK, van Etten J, van Wijk M. 2017. Métodos propuestos para evaluar el impacto potencial del cambio climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y la República Dominicana. CCAFS Working Paper no. 196. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security
- De Loma-Ossorio, E.; García R., A.; Córdoba, M.; Ribalaygua, J. (2014). “Escenarios del clima futuro para maíz y frijol: Caminos para la adaptación en Nicaragua”, Instituto de Estudios del Hambre, Madrid, España.
- Detrinidad, A & Montoya M. (2012). Impactos de la agricultura en el medio ambiente en la comarca San Isidro de Bolas.
- Díaz G. (2012). El Cambio Climático. Ciencia y Sociedad, vol. XXXVII, núm. 2, abril- junio, 2012, pp. 227-240 Instituto Tecnológico de Santo Domingo. Santo Domingo, República Dominicana.
- Domingo, Santo & Hogar, Amigo & Mendez-Tejeda, Rafael. (2018). Fenómenos climáticos extremos y sus efectos en el Caribe Extreme. Meteorological Phenomena and their Effects in the Caribbean. Revista de Estudios Históricos. Vol. 61. 10.33413/aulahcs.2018.62i2.84.
- Escotto, (2004). Manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores.
- Espada L. (2016). Percepción de la ciudadanía Viguera sobre el Cambio Climático. Roel Artes Gráficas.

- Eyhérbide. G. (2012). Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz. INTA PERGMINO. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_bases\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_maiz\\_reglon\\_100-2\\_2.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_reglon_100-2_2.pdf). 20 enero 2021. 4:25 pm.
- Fundación Maquilishuatl, 2011. Serie “Aprendamos a protegernos” Los eventos meteorológicos extremos. San Salvador, El Salvador.
- García (2009). Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua. Proyecto: Innovaciones para mejorar la competitividad de la cadena agroindustrial de granos y semillas de frijol de los socios de ASOPROL. Financiado por: IICA-RED SICTA-COSUDE.
- García, C (2011). El cambio climático: Los aspectos científicos y económicos más relevantes. Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas | 32.
- Garea B, Pichs R, & González Z. (s.f). El cambio climático, sus consecuencias e impactos principales.
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, (2017). Ejes del Programa Nacional de Desarrollo Humano 2018-2021.
- Gómez-Limón, José Antonio, & Picazo-Tadeo, Andrés J., & Martínez, Ernest Reig (2008). Agricultura, desarrollo rural y sostenibilidad medioambiental. CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa, (61), 103-126. [Fecha de Consulta 9 de noviembre de 2020]. ISSN:0213-8093. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=174/17412302006>.
- González A. (2003). Los paradigmas de investigación en las ciencias sociales. ISLAS, 45(138):125-135.
- Guelmes Valdés. E. L., & Nieto Almeida, L. E. (2015). Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano. Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea], 7 (2). pp. 23-29. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2013. Cambió el clima: herramienta para abordar la adaptación al cambio climático desde la extensión por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial- CompartirIgual 3.0 Unported. Basada en una obra en [www.iica.int](http://www.iica.int).

- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2010). Cultivo del maíz. Guía tecnológica para la producción de maíz. 2da. Edición N° 03 – abril 2010.
- IPCC, 2000. Informe especial del Grupo de trabajo III del IPCC. Resumen para responsables de políticas. Escenarios de emisiones.
- IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.
- López Fernández, R., Avello Martínez, R., Palmero Urquiza, D., Sánchez Gálvez, S., & Quintana Álvarez, M. (2019). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48(2(Sup)), 441-450. Recuperado de <http://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/390/331>
- Ministerio Agropecuario y Forestal, (2013). Plan de Adaptación a la variabilidad y el Cambio Climático en el Sector Agropecuario, Forestal y Pesca en Nicaragua. Nicaragua.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. (2014). Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC, grupo de trabajo II.
- Nelson G, Rosegrant M, Koo J, Robertson R, Sulser T, Zhu T, Ringler C, Msangi S, Palazzo A, Batka M, Magalhaes M, Valmonte R, Ewing M y Lee D. (2009) Cambio Climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias IFPRI, Washington, D.C.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO), 2016. El estado mundial de la agricultura y la alimentación, cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2009). Glosario de Agricultura Orgánica. Disponible en: <http://www.fao.org/faoterm>
- Organización Mundial de la Salud, 2014. Primer informe mundial sobre la resistencia a los antibióticos. Disponible en: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/amr-report/es/>.

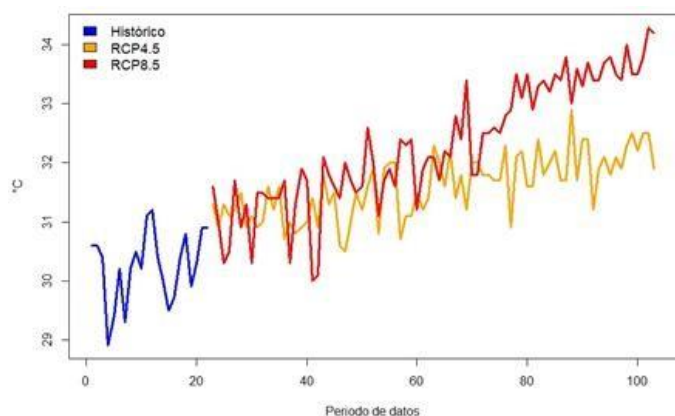
- Pérez H.(2015). Investigación según su finalidad y profundidad.
- Pineda J. (s.f). T.S.U En Evaluación Ambiental. Agricultura de riego, tomado de: <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/agricultura-de-regadio>
- Pizarro et al. 2004. Zanjás de infiltración. PROYECTO FDI - CORFO Determinación de Estándares de Ingeniería en Obras de Conservación y Aprovechamiento de Aguas y Suelos, para la Mantención e Incremento de la Productividad Silvícola. Talca, Chile.
- Probelte, Agricultura extensiva: ¿qué es y qué características tiene? España (2019). Disponible en: <https://www.probelte.es/noticia/es/agricultura-extensiva-que-es-y-que-caracteristicas-tiene/54>
- Programa para el Medio Ambiente de la Organización de las Naciones Unidas, (2020). 10 cosas que debes saber de la agricultura industrial. Disponible en: <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/10-cosas-que-debes-saber-sobre-la-agricultura-industrial>
- Quintero. M, Carvaja. Y & Aldunce. P (2012). Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: intersecciones con la gestión del riesgo. Manizales, 2011-03-25 (rev. 2012-03-01) .
- Quiroga, R. (2017). Indicadores de Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Reunión de Expertos Regionales Estadísticas e Indicadores Ambientales, Sesión 5. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- Raffino María (2020), Agricultura, Disponible en: <https://concepto.de/agricultura/>. Consultado: 25 de octubre de 2020.
- Ramírez D., Ordaz J., Mora J., Acosta A., Serna B., (2010). Nicaragua Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica”. Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Sede Subregional en México.
- Ramírez, et al (2010). NICARAGUA EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA AGRICULTURA.
- Ribalaygua, J., De Loma-Ossorio, E., Córdoba, M., Torres, L., Lahoz, C., Arias, A. y Caicedo, A. (2011). “Enfoques innovadores en la simulación del cambio climático y su impacto en la seguridad alimentaria. La experiencia de Nicaragua”. Managua: Universidad Centroamericana de Nicaragua. Septiembre de 2011.

- Riera, C, Pereira. S, (2013). Entre el Riesgo Climático y las transformaciones productivas: La Agricultura Bajo Riego Como Forma De Adaptación En Río Segundo, Córdoba, Argentina. Investigaciones Geográficas, [S.l.], n. 82, p. 52. ISSN 2448-7279. Disponible en: <<http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/33718>>. Fecha de acceso: 18 sep. 2019 doi:<http://dx.doi.org/10.14350/rig.33718>.
- Samaniego. J, Galindo. L, Mostacedo. S, Ferrer. J, Alatorre. J y Reyes. O. (2017). Adaptación al cambio climático en el sector agropecuario en América Latina y el Caribe.
- Semarnat (2009). Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. México.
- Tipán G. 2006. ¿Cómo sistematizar? Una apuesta metodológica para el aprendizaje en las organizaciones.
- Vargas, Rocío & Rolon, Julio & Cabrera, Rene & Juana, Treviño. (2013). Análisis de los escenarios de cambio climático: El caso del Río Soto la Marina. 1. 10.
- Viguera B., Martínez M., Donatti C., Harvey C. Alpízar F (2017). Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Proyecto CASCADA Conservación Internacional (CI) Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) División de Investigación y Desarrollo Turrialba, Costa Rica.
- Williams, M. & Eggleston , S. (2017). Uso de indicadores para explicar nuestro clima cambiante a las instancias normativas y a la opinión pública. Organización Meteorológica Mundial.

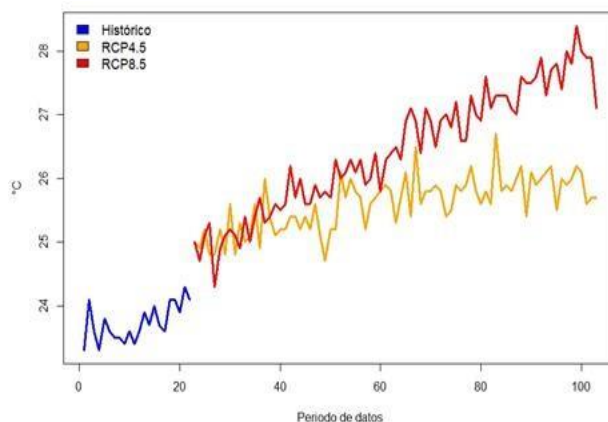
### XIII. ANEXOS

**Anexo 1: Gráficas resultantes de la aplicación de modelos climáticos de temperatura máxima, media y mínima y de precipitación para el municipio de Condega.**

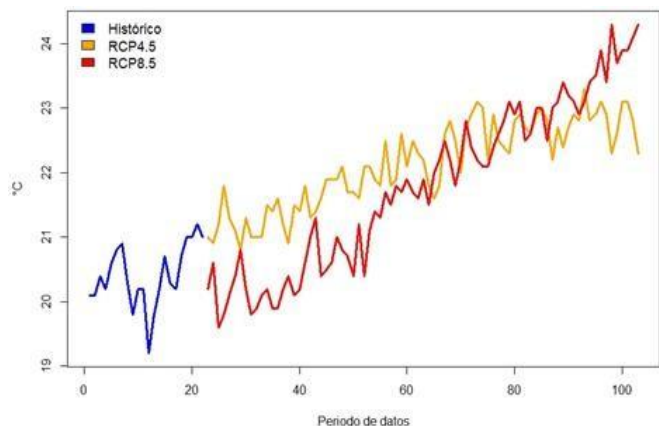
*Gráfico 1: Temperatura Máxima del municipio de Condega con los escenarios RCP4.5 y PCP 8.5 histórico 1984 – 2005 vs futuro 2020-2100.*



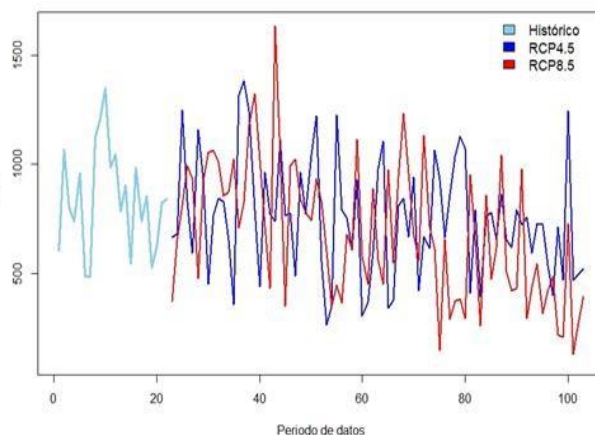
*Gráfico 2: Temperatura Media del municipio de Condega con los escenarios RCP4.5 y PCP 8.5 histórico 1984 – 2005 vs futuro 2020-2100.*



*Gráfico 3: Temperatura Mínima del municipio de Condega con los escenarios RCP4.5 y PCP 8.5 histórico 1984 – 2005 vs futuro 2020-2100.*



*Gráfico 4: Precipitación del municipio de Condega RCP4.5 y PCP 8.5 histórico 1984 – 2005 vs futuro 2020-2100.*



**Anexo 2: Instrumentos aplicados a los pobladores de la comunidad de San Diego.**

➤ **Encuesta**

Estimado compañero el objetivo de la encuesta es recopilar información para analizar el impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol y crear estrategias conjuntas que permitan que la comunidad se adapte a las condiciones cambiantes del clima. Este instrumento está dirigido a los productores de la comunidad de San Diego, quienes son los que pueden dar su opinión acerca de los efectos del cambio climático en la producción.

Para esto es necesario que cada productor de su punto de vista a cada una de las preguntas que se planteen.

**Datos generales**

1. **Edad** \_\_\_\_\_
2. **Sexo:** a. hombre \_\_\_\_\_ b. mujer \_\_\_\_\_
3. **Estado civil:** a. soltero \_\_\_\_\_ b. casado \_\_\_\_\_ c. unión de echo estable \_\_\_\_\_ d. divorciado \_\_\_\_\_  
e. viudo \_\_\_\_\_ f. no contestó \_\_\_\_\_
4. **Situación laboral:** a. estudiante \_\_\_\_\_ b. desempleado en busca del primer empleo \_\_\_\_\_  
c. desempleado que ha trabajado antes \_\_\_\_\_ d. trabajador activo \_\_\_\_\_ e. trabajador no remunerado \_\_\_\_\_ f. Jubilado \_\_\_\_\_

**Cambio climático**

5. Conocimiento y creencias sobre el cambio climático: a. nada \_\_\_\_\_ b. Poco \_\_\_\_\_  
c. bastante \_\_\_\_\_ d. mucho \_\_\_\_\_ e. no contestó \_\_\_\_\_
6. ¿Qué piensa del cambio climático? a. piensa que está ocurriendo \_\_\_\_\_ b. piensa que no está ocurriendo \_\_\_\_\_ c. no contentó \_\_\_\_\_
7. El cambio climático es un fenómeno causado **por:** a. exclusivamente por causas naturales \_\_\_\_\_ principalmente por causas naturales \_\_\_\_\_ principalmente por causas



humanas \_\_\_\_\_ d. exclusivamente por causas humanas \_\_\_\_\_ e. tanto por causas naturales  
como humanas \_\_\_\_\_ f. no contestó \_\_\_\_\_

8. ¿Cómo ha impactado el cambio climático en la comunidad? a. nada \_\_ b. Poco \_\_\_\_\_  
c. bastante \_\_\_\_\_ d. mucho \_\_\_\_\_ no contestó \_\_\_\_\_
9. ¿Qué fenómenos climáticos son los que más afectan al bosque y a sus cultivos?
- a. sequías \_\_\_\_\_ b. inundaciones \_\_\_\_\_ c. fuertes vientos \_\_\_\_\_ d. no contestó \_\_\_\_\_
10. ¿
11. Con que frecuencia se presentan estos fenómenos que impactan sus cultivos? a.  
Nada \_\_\_\_\_ b. Poco \_\_\_\_\_ c. bastante \_\_\_\_\_ d. mucho \_\_\_\_\_ e. no contestó \_\_\_\_\_
12. ¿Cómo ha afectado el cambio climático a los cultivos de maíz y frijol en la comunidad?
- a. nada \_\_\_\_\_ b. Poco \_\_\_\_\_ c. bastante \_\_\_\_\_ d. mucho \_\_\_\_\_ e. no contestó \_\_\_\_\_
13. ¿En qué ciclo agrícola el cultivo del maíz y frijol sufren mayores daños por plagas y  
enfermedades? a. ciclo de primera \_\_\_\_\_ ninguno \_\_\_\_\_ e. no contestó \_\_\_\_\_ b. ciclo de postrera \_\_\_\_\_  
c. apante \_\_\_\_\_ d.
14. ¿Cuáles son las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo del maíz? a.  
gallina ciega \_\_\_\_\_ Gusano alambre \_\_\_\_\_ cogollero \_\_\_\_\_ chicharrita del maíz  
\_\_\_\_\_ e. gusano elotero del maíz \_\_\_\_\_ f. no se \_\_\_\_\_ g. no contestó \_\_\_\_\_
15. ¿Cuáles son las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo del frijol? a.  
mosca blanca \_\_\_\_\_ b. Chicharrita verde \_\_\_\_\_ c. crisomélidos \_\_\_\_\_ d. picudo de la vaina del  
frijol \_\_\_\_\_ e. babosa \_\_\_\_\_ f. no se \_\_\_\_\_ g. no contestó \_\_\_\_\_
16. ¿Qué hacen para controlar plagas y enfermedades en los cultivos de maíz y frijol? a.  
control cultural \_\_\_\_\_ b. mecánico \_\_\_\_\_

cuánto es la inversión económica para producir una manzana de maíz?

a.

C\$

1,000 a 2,000 córdobas\_  
\_\_\_\_\_

b. C\$ 2,000 a 3,000  
córdobas\_\_\_\_\_

c. C\$ 3,000 a  
4,000

d. no se\_\_\_\_\_ e. no contestó\_\_\_\_\_

18. ¿En estos cinco años ha experimentado pérdidas en el ciclo agrícola? a. si\_\_\_\_\_ b.

no\_\_\_\_\_ c. no se\_\_\_\_\_ d. no contestó\_\_\_\_\_ si la respuesta es sí, ¿Cuáles?\_\_\_\_\_

19. ¿Qué técnica de producción agrícola implementa en el cultivo del maíz y frijol para contrarrestar al cambio climático? a. Control manual de malezas e incorporación de rastrojos\_\_\_\_\_ b. roturar el suelo temprano\_\_\_\_\_ c. prácticas de conservación de suelo y

agua\_\_\_\_\_ d. ninguna\_\_\_\_\_ e. no contestó\_\_\_\_\_

20. ¿Cuál es el destino final de la producción agrícola de los cultivos de maíz y frijol? a.

autoconsumo\_\_\_\_\_ b. comercio\_\_\_\_\_ c. no se\_\_\_\_\_ d. no contestó\_\_\_\_\_

### **Apoyo o vinculación con otras organizaciones**

21. ¿Han recibido orientación en el tema de cambio climático? ¿Cómo ha sido esta

orientación? a. si\_\_\_\_\_ b. no\_\_\_\_\_ c. no se\_\_\_\_\_ d. no contestó\_\_\_\_\_

si la respuesta es sí ¿Quiénes los han orientado?\_\_\_\_\_

22. ¿Considera usted que estas orientaciones han sido efectivas? a.

Si\_\_\_\_\_ b. No se\_\_\_\_\_ c. no contestó\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_¿Por qué?

23. ¿la municipalidad u otras instituciones han implementado estrategias para lograr la

adaptación al cambio climático? si\_\_\_\_\_ si b. no\_\_\_\_\_ c. no se\_\_\_\_\_ d. no contestó\_\_\_\_\_ la respuesta es sí. ¿cuáles?\_\_\_\_\_

24. ¿Cuáles considera que se pueden reforzar? \_\_\_\_\_ ¿por qué?

25. ¿Cuándo fue la primera vez que usted participó en una charla acerca del cambio climático? a. menos de 1 año \_\_\_\_\_ b. entre 1 -2 años \_\_\_\_\_ c. más de 3 años \_\_\_\_\_ d. no lo recuerdo \_\_\_\_\_ e. no contestó \_\_\_\_\_

26. ¿Cuáles creen ustedes que sean las estrategias más eficaces para lograr la adaptación al cambio climático?

Observaciones

---

---

### → Grupo Focal

Estimados compañeros el objetivo de este grupo focal es recopilar información que permita analizar el impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol y crear estrategias conjuntas que permitan que la comunidad se adapte a las condiciones cambiantes del clima. Este instrumento está dirigido a los representantes de las organizaciones presentes en la comunidad de San Diego y que han implementado actividades para combatir el cambio climático en la comunidad.

Para esto es necesario que cada uno de los participantes de su punto de vista a cada una de las preguntas que se planteen.

1. ¿Qué cambios han percibido en el clima de la comunidad?
2. ¿Qué conocen sobre el cambio climático?
3. ¿Han recibido asesoramiento en temas del cambio climático para enfrentar sus efectos?  
¿Cuales?
4. ¿La población de la comunidad de San Diego ha recibido asesoramiento en temas de cambio climático? ¿Cuáles?
5. ¿Cree que el cambio climático puede afectar la actividad económica que se desarrolla en la comunidad? ¿De qué manera?
6. ¿Cómo organización que medidas han implementado para contrarrestar los efectos del cambio climático en la comunidad?
7. ¿Qué estrategias de adaptación al cambio climático pueden ser efectivas para contrarrestar los efectos del cambio climático en la comunidad?

## → Entrevista

Estimados compañeros el objetivo de la entrevista es recopilar información que permita analizar el impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y frijol y crear estrategias conjuntas que permitan que la comunidad se adapte a las condiciones cambiantes del clima. Este instrumento está dirigido a los funcionarios de las instituciones u organizaciones presentes en el municipio de Condega y que han implementado actividades para combatir el cambio climático en la comunidad de San Diego.

Para esto es necesario que los participantes de su punto de vista a cada una de las preguntas que se planteen.

1. ¿Qué es para usted el cambio climático?
2. ¿Cómo la institución implementa la política nacional de cambio climático?
3. ¿Qué estrategias de adaptación al cambio climático ha implementado la institución?
4. ¿Cómo ha sido el nivel de involucramiento de la institución en temas de cambio climático en la comunidad de San Diego?
5. ¿Cómo ha sido la participación de los comunitarios en las actividades que ha implementado la institución en temas de adaptación al cambio climático?
6. ¿Considera que las actividades implementadas han sido efectiva para lograr que los comunitarios se adapten al cambio climático? ¿Por qué?
7. ¿Cómo se están preparando como institución u organización para enfrentar los efectos que año con año se sufren a causa del cambio climático?
8. ¿Desde su organización como contribuyen para que las familias se adapten al cambio climático?
9. ¿Qué estrategias de adaptación al cambio climático se han implementado en la comunidad de San Diego?
10. ¿Qué estrategias de adaptación cree que son más efectivas para enfrentar el cambio climático?
11. Cómo es el nivel de vinculación que tiene la institución con la comunidad para hacer frente a este fenómeno. ¿Se hace de manera sostenida?

**➔ Taller participativo Guía de preguntas para el taller.**

1. ¿Qué manejamos del cambio climático?
2. ¿Cómo les ha impactado el cambio climático en la comunidad?
3. ¿Cómo ha sido la afectación en los cultivos a causa del cambio climático?
4. ¿Qué fenómenos climáticos son los que más afectan al bosque y a sus cultivos?
5. ¿Con que frecuencia se presentan estos fenómenos que impactan sus cultivos?
6. ¿Han recibido orientación en el tema de cambio climático? ¿Cómo ha sido esta orientación?  
¿Quienes los han orientado?
7. ¿Considera usted que estas orientaciones han sido efectivas? ¿Por qué?
8. ¿Qué estrategias se ha implementado por parte de la municipalidad u otras instituciones para lograr la adaptación al cambio climático?

### *Anexo 3: validacion de instrumentos por parte de los expertos*

Nombre del experto \_\_\_\_\_

Tema: El cambio climático en la agricultura: la adaptación como el camino para enfrentar su impacto en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego municipio de Condega-Estelí

**Objetivo de la investigación:** Analizar el impacto que genera el cambio climático en los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego para la definición de estrategias de adaptación en el contexto geográfico del municipio de Condega – Estelí.

#### **Escala conceptual para validación de instrumentos**

Instrumento s	Totalment e de acuerdo	Algo de acuerd o	Indiferent e	En desacuerd o	Totalment e en desacuerd o	Observació n -aporte
<b>Grupo focal</b>						
<b>Entrevista</b>						
<b>Taller participativ o</b>						
<b>Encuesta</b>						

**Anexo 4: carta aval de instrumentos por expertos.**

Managua, 11 de septiembre de 2020

Comité Académico

Señores:

Miembros del Comité Académico

Coordinación de Facultad de Humanidades y CCJJ

La presente tiene por finalidad bridar mi colaboración para determinar la validez de contenido de los instrumentos de recolección de datos a ser aplicados en el estudio denominado “El impacto que genera el cambio climático en relación a los cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego para la definición de estrategias de adaptación en el contexto geográfico del municipio de Condega –Estelí.”.

Mi apoyo consistirá en la evaluación de la pertinencia de cada una de las preguntas con los objetivos, variables, dimensiones, indicadores, y la redacción de los instrumentos.

Agradezco de antemano su valiosa invitación y cuenten conmigo siempre. Se despiden de Ustedes

  
Atentamente,

Dr. Milton Flores Docente Unan-Managua



*Anexo 5: Imágenes que evidencian el trabajo de campo.*

**5.1. Aplicación de instrumentos en la comunidad.**

- Entrevista a productores



- *Realización de grupo focal con actores claves de la comunidad de San Diego.*



*Taller partecipativo con los productores de la comunidad de San Diego*





5.2. *Recorrido por las parcelas de cultivos de maíz y frijol en la comunidad de San Diego*





Libreta de recopilación de datos de precipitación en la estación meteorológica ubicada en la

Abril 2019 – Comunidad: San Diego Municipio: Cardenas  
22 de Abril día Internacional de la Tierra

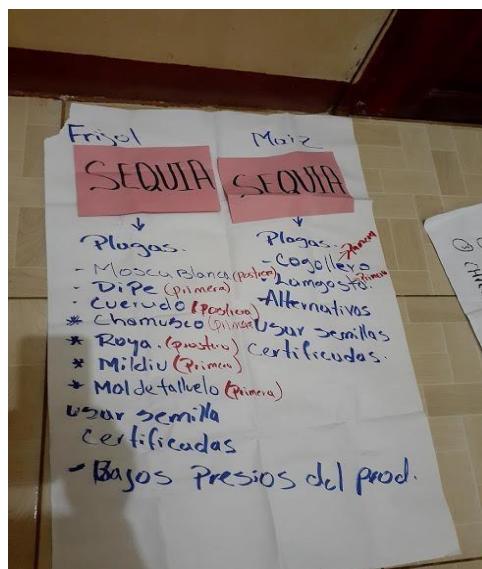
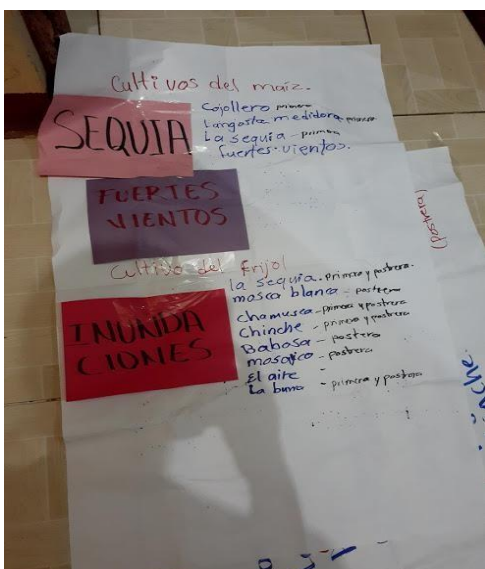
Fecha	(mm)	Características de Lluvia	Etapas Cultivo	Fases de la Luna
1	0			
2	0			
3	0			
4	0			
5	0			
6	0			
7	0			
8	0			
9	1.0			
10	28.4			
11	0			
12	0			
13	0			
14	2.2			
15	0			
16	2.4			
17	0			
18	0			
19	0			
20	0			
21	0			
22	0			
23	0			
24	0			
25	0			
26	0			
27	0			
28	0			
29	0			
30	0			
31	0			
Total	32			
DCLL	4			
DSLL	22			
LL-5 (mm)	3			
LL+40 (mm)	0			

Julio 2019 – Comunidad: San Diego Municipio: Cardenas

Fecha	(mm)	Características de Lluvia	Etapas Cultivo	Fases de la Luna
1	0.0			
2	0.0			
3	0.0			
4	0.0			
5	0.0			
6	1.0			
7	0.4			
8	3.6			
9	3.0			
10	0.6			
11	0.0			
12	0.0			
13	0.0			
14	0.0			
15	0.6			
16	0.0			
17	0.0			
18	0.0			
19	0.0			
20	0.0			
21	0.0			
22	0.0			
23	0.0			
24	1.6			
25	0.0			
26	0.0			
27	2.8			
28	0.8			
29	0.0			
30	0.0			
31	0.0			
Total	22.1			
DCLL	4			
DSLL	22			
LL-5 (mm)	8			
LL+40 (mm)				

comunidad de San Diego, año 2019

participativo con los productores de la comunidad de San Diego



*Participación en talleres sobre medios de vida con los comunitarios de San Diego en el municipio de Condega, actividad promovida por el PMA y el SINAPRED*

