

**Universidad Andina Simón Bolívar**

**Sede Ecuador**

**Área de Gestión**

Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo

**Evaluación de riesgo climático a nivel local de los sistemas  
agropecuarios de maíz duro amarillo en dos cantones del ecosistema  
seco tropical de la provincia de Loja (Zapotillo y Pindal)**

Alfredo Xavier Dávila Cevallos

Tutor: Augusto David Sánchez Ubidia

Quito, 2023





## Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Alfredo Xavier Dávila Cevallos, autor de la tesis intitulada “Evaluación de riesgo climático a nivel local de los sistemas agro productivos de maíz duro amarillo en 2 cantones del ecosistema seco tropical de la provincia de Loja (Zapotillo y Pindal)”, mediante el presente documento de constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

1 de noviembre de 2023

Firma: \_\_\_\_\_



## Resumen

Este estudio utilizó y validó la metodología para el análisis del riesgo climático actual basada en el modelo matemático del Quinto Reporte de Evaluación del IPCC (WGII AR5), y que fue adoptada por Ecuador en el marco de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, el cual describe la interacción de la exposición, las amenazas climáticas y la vulnerabilidad de un sistema. La investigación consideró la metodología de evaluación del riesgo climático actual generada por FAO para el sector ganadero, para su validación en el contexto del sistema de producción de maíz duro amarillo de los cantones de Zapotillo y Pindal, bajo dos dimensiones de análisis: ambiental y socioeconómico. En cada una de las cuales se examinaron dos elementos expuestos (cobertura de maíz e índice de producción individual), afectados por las amenazas climáticas asociadas a la precipitación que afectan a este cultivo en la zona: sequías y lluvias intensas. Debido al nivel de desagregación de la información y datos disponibles la unidad de análisis fue la *Parroquia*. Estos datos recibieron un tratamiento estadístico previo de normalización y la definición de cinco categorías de análisis por parroquia de acuerdo a su nivel de riesgo. Por último, los resultados obtenidos mediante la aplicación de esta metodología fueron comparados con información primaria levantada y analizada, proveniente de los productores de maíz de la zona de estudio, y que definieron los principales factores que inciden en el sistema productivo. Los resultados determinaron que los niveles de riesgo climático ambiental asociado a las sequías, muy alto (5) y alto (4), son más frecuentes en parroquias de Pindal que en parroquias de Zapotillo; mientras que, el nivel moderado (3) de riesgo climático socioeconómico a las sequías, es más frecuente en las parroquias de Zapotillo y Pindal ubicadas en la zona norte, que en aquellas parroquias situadas en la zona sur (bajo – 2). Por otro lado, los niveles de riesgo climático ambiental y socioeconómico asociados a lluvias intensas, presentaron niveles que van desde moderado (3) hasta bajo (2) en las parroquias de dichos cantones.

Palabras clave: exposición, amenaza climática, capacidad adaptativa, sensibilidad, vulnerabilidad, sequía, lluvias intensas



Dedico esta tesis a mi esposa Cristina y a mi hija Emma, quienes me apoyaron y alentaron para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis padres quienes desde el cielo me enviaban sus bendiciones; a mi hermana Anita por su apoyo incondicional.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos, es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.





## Agradecimientos

Esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo de varias personas a las que quiero mostrar mi agradecimiento.

En primer lugar, a Dios quien ha sido mi guía para iluminar mi vida y mi camino.

Al doctor Augusto Sánchez por su labor como tutor durante el proceso de elaboración de mi tesis demostrando no solo un gran conocimiento, sino también una comprensión y empatía sin las que el trabajo no hubiera sido posible.

A los ingenieros Luis Vicente Solorzano, de la Mancomunidad Bosque Seco; Javier Gordillo, Carlos Álvarez, Mónica Avila, del Ministerio de Agricultura; Santiago Rojas; por su importante aporte para el desarrollo de la presente tesis.

A mi esposa Cristina, mi hija Emma y mi hermana Anita, por su apoyo y motivación constante.

A todos aquellos que durante este tiempo han ayudado a que esta tesis sea hoy una realidad.



## Tabla de contenidos

Figuras y tablas.....	13
Introducción.....	15
Capítulo primero: Cambio climático, maíz duro amarillo y contexto del área de estudio .....	23
1. Cambio climático.....	23
2. Sistemas agroproductivos del maíz duro amarillo.....	35
3. Contexto físico, socioeconómico y climático del área de estudio.....	36
Capítulo segundo: Lineamientos y metodologías.....	61
1. Fase de campo.....	62
2. Metodología para el cálculo del riesgo climático.....	65
Capítulo tercero: Resultados y discusión.....	95
1. Factores socioeconómicos y percepción de amenazas climáticas.....	95
2. Cuantificación del riesgo climático.....	109
Conclusiones y recomendaciones.....	139
Obras citadas.....	145
Anexos.....	157
Anexo 1: Formato de entrevistas estructuradas para productores de maíz duro amarillo .....	157
Anexo 2: Herramientas utilizadas para la definición de amenazas climáticas.....	158
Anexo 3: Herramienta Desinventar: a) Registro de eventos relacionados a sequías; y, b) Registro de eventos relacionados a lluvias intensas.....	159
Anexo 4: Tipos de susceptibilidad socioeconómica e indicadores de análisis.....	160
Anexo 5: Indicadores de sensibilidad para la dimensión ambiental.....	161
Anexo 6: Indicadores de sensibilidad para la dimensión socioeconómica.....	162
Anexo 7: Indicadores de capacidad adaptativa para la dimensión ambiental.....	164
Anexo 8: Indicadores de capacidad adaptativa para la dimensión socioeconómica.....	165
Anexo 9: Rangos del Índice de producción individual de maíz en 58 parroquias maiceras de la provincia de Loja. ....	167



## Figuras y tablas

Figura 1. Representación del riesgo climático.....	25
Figura 2. Límites y mapa político a nivel parroquial del cantón Pindal.....	36
Figura 3. Rendimiento (Tm/ha) nacional y provincial de maíz duro amarillo. ....	43
Figura 4. Variedades de semillas certificadas declaradas más utilizadas a nivel provincial (Invierno 2019).....	45
Figura 5. Esquema sinóptico del sistema de circulación regional (julio y febrero) de la provincia de Loja .....	49
Figura 6. Climogramas de Zapotillo y Celica. Período 1950 – 2000. WorldClim.....	50
Figura 7. Promedios mensuales multianuales (2000-2014) para 2 sitios referenciales: Zapotillo (223 m. s n m) y Saucillo-Alamor (328 m. s n m). INAMHI .....	51
Figura 8. Proyecciones de temperatura y precipitación en diferentes provincias de la región Andina de Ecuador .....	53
Figura 9. Comportamiento de las precipitaciones en Loja: (a) clima histórico, (b) emisiones medias – RCP 4,5 y (c) emisiones altas – RCP 8,5 .....	55
Figura 10. Comportamiento de la temperatura media en Loja: a) clima histórico; b) emisiones medias – RCP 4,5; y, c) emisiones altas – RCP 8,5).....	55
Figura 11. Nivel de amenaza para las lluvias intensas, bajo los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 (período 2016 – 2040), en comparación al clima histórico del periodo 1981-2015. 57	
Figura 12. Nivel de amenaza para las lluvias intensas, bajo los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 (2016-2040), en comparación al clima histórico del periodo 1981-2015.....	58
Figura 13. Nivel de amenaza para las sequías para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 (2016-2040), en comparación al clima histórico del periodo 1981-2015.....	59
Figura 14. Estresores usados para el análisis de sensibilidad.....	78
Figura 15. Esquema de la metodología para estimación de la vulnerabilidad socioeconómica. Fuente: (CIIFEN 2014). .....	79
Figura 16. Rangos de edad de agricultores de maíz encuestados. Elaboración propia ..	96
Figura 17. Participación de mujeres y hombres en las labores culturales del maíz duro. Elaboración propia.....	96
Figura 18. Pertenencia a una organización social. Elaboración propia. ....	97

Figura 19. Superficie Promedio destinada a la producción de maíz. Elaboración propia. .....	98
Figura 20. Variedades de semillas de maíz duro amarillo más utilizadas. Elaboración propia.....	99
Figura 21. Rendimientos productivos (Tm/ha) de maíz duro amarillo. Elaboración propia. .....	100
Figura 22. Costos de producción promedio (\$/ha) de maíz duro en Pindal y Zapotillo. Elaboración propia.....	101
Figura 23. Acceso a agua para riego para la producción de maíz duro. Elaboración propia .....	102
Figura 24. Acceso a financiamiento. Elaboración propia.....	102
Figura 25. Factores climáticos que más afectan la producción y el rendimiento de maíz duro. Elaboración propia. ....	103
Figura 26. Factores socioeconómicos que afectan la producción y venta del maíz duro. Elaboración propia.....	104
Figura 27. Contribución de las actividades culturales al costo de producción. Elaboración propia.....	105
Figura 28. Número Promedio de Cosechas al año de maíz duro. Elaboración propia.	106
Figura 29. Precio de venta de maíz duro (\$/qq). Elaboración propia.....	107
Figura 30. Tipos de sistema de producción de maíz duro. Elaboración propia.....	108
Figura 31. Tipos de sistemas de producción de maíz duro por cantones. Elaboración propia.....	109
Figura 32. Mapas de riesgo climático para las amenazas de sequía y lluvias intensas actual en las dimensiones ambiental y socioeconómica. Elaboración propia. ....	110
Figura 33. Interpretación de la amenaza de sequía para la provincia de Loja. Fuente: (MAG – IEE 2016) citado por FAO (2018, 262). ....	111
Figura 34. Mapa de amenaza total para sequías de la provincia de Loja. Fuente: (FAO 2018, 263).....	112
Figura 35. Mapa de amenazas a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012, IGM). .....	113
Figura 36. Rangos de precipitación (isoyetas) del cantón Zapotillo. Fuente: (GAD Zapotillo y MBS 2019, 46).....	114
Figura 37. Rango de precipitaciones (isoyetas) del cantón Pindal. Fuente: (GAD Pindal y MBS 2019, 41). ....	115

Figura 38. Comportamiento de la precipitación en la provincia de Loja. Período 1985 - 2015. Fuente: (FAO 2018, 250).....	115
Figura 39. Mapa de tendencia a lluvias intensas. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia. ....	116
Figura 40. Mapa de exposición ambiental. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM).....	117
Figura 41. Mapa de vulnerabilidad ambiental a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.....	119
Figura 42. Mapa de riesgo climático ambiental a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia. ....	121
Figura 43. Mapa de vulnerabilidad ambiental a lluvias intensas CONALI 2018, INEC 2012, IGM. Elaboración propia.....	123
Figura 44. Mapa de riesgo climático ambiental a lluvias intensas. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.....	125
Figura 45. Mapa de exposición socioeconómica. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM).....	126
Figura 46. Mapa vulnerabilidad socioeconómica a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia. ....	130
Figura 47. Mapa de riesgo climático socioeconómico a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia. ....	133
Figura 48. Mapa de vulnerabilidad socioeconómica a lluvias intensas. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.....	135
Figura 49. Mapa de riesgo climático socioeconómica a lluvias intensas. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia. ....	137
Tabla 1. Uso y cobertura de los suelos de los cantones Pindal y Zapotillo.....	41
Tabla 2. Superficie y rendimiento de maíz duro seco en la provincia de Loja (2019) ...	44
Tabla 3. Índices para la evaluación y análisis de amenazas climáticas asociadas al comportamiento de la precipitación (sequías y lluvias intensas) .....	72
Tabla 4. Niveles de exposición para la dimensión ambiental.....	75
Tabla 5. Cantones maiceros cuyas parroquias conforman el universo estadístico .....	76
Tabla 6. Niveles de exposición para la dimensión socioeconómica.....	77
Tabla 7. Indicadores de sensibilidad para la dimensión ambiental .....	79
Tabla 8. Indicadores de sensibilidad para la dimensión socioeconómica .....	79

Tabla 9. Niveles de sensibilidad .....	81
Tabla 10. Indicadores de capacidad adaptativa .....	82
Tabla 11. Indicadores de capacidad adaptativa para la dimensión ambiental .....	83
Tabla 12. Indicadores de capacidad adaptativa para la dimensión socioeconómica .....	83
Tabla 13. Niveles de capacidad adaptativa.....	84
Tabla 14. Indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa .....	86
Tabla 15. Categorización de las variables ordinales.....	89
Tabla 16. Categorización de las variables ordinales para la capacidad adaptativa .....	90
Tabla 17. Categorización del riesgo climático (RC) por valores y color .....	92
Tabla 18. Pesos de contribución de sensibilidad y capacidad adaptativa.....	118
Tabla 19. Índice de riesgo climático ambiental a las sequías .....	121
Tabla 20. Pesos de contribución de sensibilidad y capacidad adaptativa.....	122
Tabla 21. Índice de riesgo climático a lluvias intensas .....	125
Tabla 22. Capacidad productiva de maíz duro amarillo por productor .....	127
Tabla 23. Pesos de contribución para sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad .....	129
Tabla 24. Índice de riesgo climático socioeconómico a sequías .....	133
Tabla 25. Pesos calculados de sensibilidad y capacidad adaptativa, para el índice de vulnerabilidad socioeconómica para lluvias intensas.....	134
Tabla 26. Índice de riesgo climático socioeconómico a lluvias intensas .....	137



## Introducción

En la actualidad, el cambio climático y su gestión se perfila como un desafío a nivel mundial, generando gran preocupación, tanto en las altas esferas del poder político, la comunidad científica, los sectores productivos y financieros, organizaciones de la sociedad civil y la ciudadanía en general, debido principalmente a los potenciales impactos que un clima cambiante puede ocasionar en los sistemas naturales, la sociedad y los sectores productivos y energéticos, incidiendo en el agravamiento de la pobreza global, la inequidad, los conflictos sociales y el desarrollo insostenible.

Por otro lado, existe un creciente aumento de la población mundial, principalmente en los países en desarrollo, ocasionando una mayor demanda por alimentos y materias primas, impulsando de esta forma, diversos procesos de cambio y uso de suelo (deforestación, ampliación de frontera agrícola) que inciden en el aumento del uso de insumos dependientes de los combustibles fósiles, así como contaminantes y tecnologías inapropiadas, generando mayor presión y dependencia en los sistemas naturales y humanos, principalmente aquellos situados en ecosistemas áridos, semiáridos y subhúmedos secos, debido a sus marcadas condiciones de variabilidad edafoclimática, características bióticas y socioeconómicas estructurales.

La vulnerabilidad climática, socioeconómica y de gobernabilidad de estas regiones secas, pueden verse exacerbadas por el cambio climático y los fenómenos climáticos extremos, profundizando los problemas relacionados con la producción agropecuaria, abastecimiento de alimentos, materias primas, acceso a recursos hídricos y sistemas de riego, disminuyendo la capacidad productiva de los sistemas agrícolas que en estos ecosistemas secos tropicales se desarrollan.

Ante esta problemática, expertos, científicos y agricultores tradicionales hacen frente al deterioro del clima y la ecología, a nivel local y global, mediante el rescate e implementación de los sistemas tradicionales productivos y el uso de estrategias agroecológicas, como mecanismos para el incremento de la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción agrícola (Altieri y Nicholls 2013, 7).

Uno de los cultivos originarios de América y de gran importancia para la soberanía alimentaria, especialmente de poblaciones rurales en países desarrollados, es el maíz, que tiene una amplia distribución, desde las llanuras centrales y bosques orientales de

Norteamérica, pasando por los valles de Mesoamérica y el altiplano Centroamericano, hasta los Andes y sus estribaciones, las tierras bajas de la cuenca amazónica y el Gran Chaco. “Las más antiguas civilizaciones de América – desde los olmecas y teotihuacanos en Mesoamérica, hasta los incas y quechuas en la región andina de Sudamérica – estuvieron acompañadas en su desarrollo por esta planta” (Serratos 2009, 6). Sin embargo, se considera que el centro de origen y diversidad del maíz (*Zea mays L.*) y sus parientes silvestres, es Mesoamérica (Caballero-García *et al.* 2019, 357), con base a numerosos estudios desarrollados desde el año 1.700 hasta la presente, con especial énfasis en los estudios exploratorios a nivel molecular (Serratos 2009, 4-11), con al menos 490 razas de maíz catalogadas por país a lo largo del continente americano, registradas en el catálogo de germoplasma del maíz del CIMMYT, habiendo sido registradas 31 razas provenientes del Ecuador, entre las que se destacan el Canguil, Chulpi ecuatoriano, Morochón, Huandango, Tuxpeño, entre otros, diferenciadas tanto por sus usos como por su palatabilidad y fin gastronómico (Serratos 2009, 14-21).

Desde la década de 1980, el maíz duro amarillo se ha constituido en un pilar de la economía campesina productora de este rubro, especialmente en las provincias de Manabí y Loja, cuya producción depende en su gran mayoría de las precipitaciones escasas e irregulares (Reyes y Alarcón 1986, 197). A pesar de ello, la siembra anual de maíz duro en la provincia de Loja, registra uno de los mayores rendimientos productivos provinciales por hectárea a nivel nacional (7,69 ha), siendo los cantones de Pindal, Céllica y Zapotillo, los que mayores rendimientos por hectárea reflejan en la provincia, así como las mayores áreas de siembra de este rubro (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019, 9, 18). La demanda de este rubro se concentra principalmente en la industria de balanceados, principalmente del sector avícola, dinamizando la economía de la zona, incidiendo en el aumento de la PEA agrícola de la zona (Zárate Montalvo 2010, 40).

Sin embargo, estos incrementos de rendimiento han sido desarrollados a partir del uso de variedades comerciales híbridas y paquetes tecnológicos o “kits” costosos, aumentando la dependencia del agricultor a la asistencia técnica de la industria de insumos agroquímicos, ocasionando de forma indirecta, la desaparición de las semillas nativas, el apareamiento de procesos erosivos y de degradación de los suelos (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 84) (Heifer Internacional - Mancomunidad del Bosque Seco 2015, 5), e indirectamente, reforzando los procesos de migración temporal durante los meses de escasez de precipitaciones, especialmente en sistemas productivos de

secano, así como el endeudamiento con el sector financiero privado y *chulqueros* por parte del productor (Zárate Montalvo 2010, 36-8).

Si bien en el país se han realizado esfuerzos por evaluar la vulnerabilidad de distintos territorios, sectores e infraestructuras frente a los impactos del cambio climático, a través de la ejecución de proyectos como (EC Ministerio del Ambiente 2017, 365-368):

a) Proyecto Regional Andino de Adaptación al impacto del retroceso acelerado de glaciares en los andes tropicales (PRAA-GEF); b) Gestión de la Adaptación al Cambio Climático para disminuir la vulnerabilidad social económica y ambiental en la cuenca del río Pastaza (GACC); c) Gestión de Adaptación al Cambio Climático para disminuir la vulnerabilidad social económica y ambiental (FORECCSA); d) Análisis de vulnerabilidad de las centrales hidroeléctricas emblemáticas ante los efectos del cambio climático en siete subcuencas hidrográficas del Ecuador (CHECC); y, estudios como:

e) Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF); f) Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura y el recurso hídrico en los Andes de Colombia, Ecuador y Perú, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia; g) Análisis de vulnerabilidad socio-económica y ambiental frente al cambio climático en la cordillera costera, Ecuador del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) (CIIFEN 2014), y adicionalmente, el país se encuentra actualmente desarrollando el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), constituyendo en sí, en insumos fundamentales para la toma de decisión en torno al riesgo climático, no se evidencia la existencia de fuentes bibliográficas nacionales e internacionales relacionadas con evaluaciones de riesgo climático dirigidas a cultivos específicos de suma importancia para la soberanía alimentaria. Un precedente desarrollado por el Ecuador, en relación a estudios de riesgo climático dirigido a un sector productivo, es el Estudio de riesgo climático actual y futuro del sector ganadero del Ecuador, el cual permitió la generación de insumos para la implementación de prácticas que mejoren la productividad, los ingresos económicos de los ganaderos y la capacidad adaptativa de los sistemas de ganadería del país (EC MAG-MAE-FAO 2019).

Por las razones expuestas anteriormente, en el presente estudio se prevé el desarrollo de una evaluación de riesgo climático para el sistema de producción del maíz duro amarillo, que se cultiva bajo dos condiciones agroecológicas distintas en el sur del país, específicamente al suroccidente de la provincia de Loja, en los cantones de Zapotillo

y Pindal, analizada desde dos dimensiones de estudio: ambiental y socioeconómica, influenciadas por dos amenazas climáticas que afectan al cultivo de maíz duro en la zona: sequías y lluvias intensas, y comparar sus resultados con la información levantada sistematizada a través de encuestas estructuradas dirigidas a los agricultores de estos dos cantones, en las que se busca establecer los principales factores que inciden en la sensibilidad y capacidad adaptativa del sistema productivo del maíz duro en la zona de estudio. Este análisis y validación de esta metodología de evaluación de riesgos climáticos en el sector agro productivo del maíz duro, facilitará posteriormente, la construcción de políticas públicas, normativas, incentivos y la toma de decisiones, tanto a nivel del gobierno central y los gobiernos locales, organismos de cooperación y no gubernamentales, la academia y las organizaciones de base, que permitan fortalecer el apoyo brindado a los agricultores de este rubro agrícola, mediante la implementación de medidas de adaptación y mitigación del riesgo climático, a través de la puesta en marcha y ejecución de actividades y prácticas agrícolas sostenibles, que prioricen la seguridad y soberanía alimentaria, así como el fortalecimiento de los medios de vida de los agricultores y la reducción de su vulnerabilidad frente a la variabilidad climática.

Con base a lo expuesto anteriormente, en el estudio se plantearon las siguientes preguntas de investigación, las cuales permiten definir la justificación de la investigación desarrollada:

*¿Cuál es el nivel de riesgo climático de dos sistemas de producción agrícola de maíz duro amarillo, diferenciados por su grado de heterogeneidad, diversidad productiva y ecológica, así como por el estado de conservación de sus ecosistemas naturales, mediante el uso de una estrategia de evaluación de los indicadores climáticos, socioeconómicos y de gobernabilidad, a nivel parroquial?*

*¿Cómo inciden las prácticas productivas y de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de un ecosistema o agrosistema, para agravar o reducir los potenciales impactos del cambio climático en los sistemas naturales, socioeconómicos y de gobernabilidad de los asentamientos rurales?*

A través del planteamiento de estas preguntas, podemos realizar una definición de los objetivos general y específico del presente plan de tesis.

- Profundizar la comprensión del lector respecto a los conceptos de la variabilidad y cambio climático, factores que determinan la sensibilidad y/o capacidad adaptativa de un sistema social o natural frente a las amenazas climáticas, así como desarrollar una concreta sinapsis respecto de los componentes y lineamientos que deben considerarse para el desarrollo de un análisis de riesgo climático actual para un sistema, en este caso agro productivo.

- Determinar el nivel de riesgo climático actual de los sistemas productivos de maíz duro amarillo desarrollados y diferenciados en los cantones de Pindal y Zapotillo, en el suroccidente de la provincia de Loja; sistemas diferenciados por sus características agro productivas, estado de conservación de sus paisajes y dinámicas socioeconómicas.
- Calcular el riesgo climático del sistema agro productivo de los dos cantones, utilizando el modelo propuesto por el IPCC (2014), que incluye la normalización de indicadores y la construcción de índices ponderados para sensibilidad y capacidad adaptativa.

Esta investigación presenta la oportunidad de desarrollar un tema de investigación relevante, de impacto local pero que puede ser replicada y mejorada a nivel nacional, ya que producto de la implementación de esta metodología se podrá establecer la factibilidad de compilar bajo un mismo concepto de riesgo climático a la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (resiliencia) al cambio climático que presentan los sistemas agro productivos de maíz duro bajo dos diferentes condiciones agroecológicas: a) sistemas productivos bajo un enfoque de monocultivo y el cambio de uso de suelo; y, b) sistemas implementados en el marco de un entorno mejor conservado del ecosistema del bosque seco, que combina la producción intensiva y semiintensiva, con prácticas productivas agroecológicas y diversificadas.

Por otro lado, producto de aplicación de esta metodología se podrá:

- a) Establecer un mecanismo de cuantificación del nivel del riesgo climático actual, útil para el análisis en diferentes tipos de agro sistemas, mosaicos agropecuarios e inclusive ecosistemas naturales, y que permita identificar la dinámica de los procesos naturales y/o antrópicos que generan una mayor vulnerabilidad climática en dichos sistemas;
- b) Presentar una batería de indicadores ajustados para la evaluación del riesgo climático, acorde a las dimensiones de análisis del sistema agro productivo de maíz duro amarillo, brindando una herramienta de planificación a los tomadores de decisión, técnicos, investigadores y productores, que permita diseñar e implementar prácticas de adaptación al cambio climático y manejo sostenible de tierras, que permitan reducir los impactos de la degradación de la tierra, y apoyen el fortalecimiento de los mecanismos de adaptación al cambio climático desarrollados por los usuarios de las tierras en este sector.

Y de esta forma, definir aquellos sectores y subsectores del sistema, significativamente más vulnerables frente a la variabilidad climática, eventos extremos y el cambio climático, que pudiesen ser fortalecidos a través de diferentes mecanismos financieros y no financieros, a fin de robustecer su desarrollo económico, social, ambiental y de gobernanza, contribuyendo a garantizar la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza, el manejo y la conservación de los recursos naturales, reduciendo significativamente su vulnerabilidad frente al cambio climático.

El presente estudio de investigación está distribuido en cuatro capítulos. El primer capítulo abordará el marco teórico, que incluye un abordaje sobre el cambio climático y la variabilidad climática, la definición del riesgo climático según el Panel Gubernamental de Cambio Climático (IPCC) del año 2014 y sus componentes, características del sistema productivo del maíz duro en los dos cantones y el contexto físico, socioeconómico y climático del área de estudio en relación con este rubro agrícola. Adicionalmente, incluye una contextualización acerca de la variabilidad climática predominante en la zona de estudio, así como evidencias y registros del cambio climático actual y el comportamiento histórico de las amenazas climáticas asociadas a la precipitación (sequía y lluvias intensas).

En el segundo capítulo, se establecen los lineamientos y metodologías desarrolladas durante la presente investigación. En primer lugar, se describirán los lineamientos metodológicos de levantamiento de información primaria, a través de la utilización de encuestas estructuradas, para establecer desde la concepción y experiencia de los productores de maíz duro de los cantones de Pindal y Zapotillo, los principales factores climáticos, productivos y socioeconómicos que inciden en su actividad productiva. Posteriormente, se desarrollará y adaptará una metodología de evaluación de riesgo climático actual con base a la definición del riesgo climático realizada por el IPCC (2014), utilizada por los Ministerios de Agricultura y Ambiente, con el apoyo de FAO, en las principales zonas ganaderas del Ecuador. Cabe destacar que, en el marco de estas metodologías de levantamiento, análisis y validación de información y procedimientos se detallan dos fases en las que se distribuirá la investigación: fase de campo y cálculo del riesgo climático actual.

En el tercer y cuarto capítulos se presentarán los principales resultados y la discusión de los mismos que fueron hallados durante la presente investigación, así como las conclusiones y recomendaciones propuestas y generadas a partir del desarrollo del estudio.

## Capítulo primero

### Cambio climático, maíz duro amarillo y contexto del área de estudio

#### 1. Cambio climático

El cambio climático ha ocasionado grandes impactos en los sistemas naturales y humanos de los océanos y continentes, aunque estos sean más evidentes en los sistemas naturales. En diversas regiones del planeta se palpan cambios como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales; las precipitaciones, el calentamiento global y el deshielo de las regiones polares en latitudes altas y en las cimas de las cordilleras tropicales, se hacen visibles en el retroceso de los glaciares, afectando directamente en términos de cantidad y calidad los recursos hídricos de numerosas ciudades y exhibe la vulnerabilidad y exposición de algunos ecosistemas y muchos sistemas humanos a la actual variabilidad climática (IPCC 2014, 4).

Especies terrestres y marinas han cambiado su área de distribución geográfica y con ello, sus actividades estacionales, pautas migratorias y la interacción con otras especies y aunque solo se han atribuido unas cuantas extinciones recientes de especies al cambio climático, se considera que, el factor antropogénico ha sido la principal causa de importantes modificaciones en los ecosistemas, principalmente durante los siglos XIX, XX y XXI (4).

Con este panorama, la problemática global referente al clima se ha convertido en uno de los aspectos más relevantes para la toma de decisiones, bajo diferentes contextos que requieren necesariamente de una gestión de riesgos y de evaluar los mismos a futuro con la finalidad de generar respuestas tomando en consideración que el mundo es cambiante y dinámico (56). Por lo tanto, al hablar sobre gestión de riesgos esta debe ser entendida como una estrategia y no como una disciplina, ya que para su ejecución y buenos resultados se requieren de aportes interdisciplinarios y multisectoriales, que deben ser vistos no como una simple actividad sino más bien como un valor, un principio y desde la actitud de los individuos que buscan contribuir a su sociedad (Aldunce *et al.* S.f., 32).

##### 1.1. Definición del riesgo climático

Se entiende por riesgo físico a todos los fenómenos de origen natural tales como huracanes, erupciones volcánicas, inundaciones, entre otros, cuyas implicaciones contemplan

cambios en el medio ambiente ocupado por productores expuestos a dicha eventualidad (Altieri 2013, 16). Por otro lado, el riesgo climático es representado como la posibilidad de que ocurran eventualidades de índole peligrosa, y resulta de la interacción de la vulnerabilidad, el peligro o amenaza climática y la exposición a dichos fenómenos (IPCC 2014, 5). “La gestión de los riesgos del cambio climático implica adoptar decisiones de adaptación y mitigación que tendrán consecuencias en las generaciones, las economías y el medio ambiente del futuro” (25). Es así que la sociedad debe estar preparada para que pueda anticiparse a eventos peligrosos relacionados con desastres socionaturales, y que no sea “solamente un sistema de respuesta temprana a la ocurrencia de un fenómeno físico dañino” (Universidad de Chile 2011, 8).

[...] el riesgo y los factores que lo explican son dinámicos y cambiantes y su existencia se relaciona de cerca con las características de los modelos de desarrollo y de cambio que la sociedad sigue, en particular aspectos referentes al acceso al poder económico y político, las opciones que se tenga de auto protegerse y ser protegido por el Estado; el bagaje de conocimientos disponibles sobre ambiente y medios de vida, etc. O sea, hay una relación cercana entre riesgo de desastre y facetas del proceso de desarrollo y la forma en que sus beneficios se distribuyen en la sociedad. La pobreza no es equivalente a la exposición y la vulnerabilidad, pero si las alimenta de forma particular. (Lavell 2014, 3)

Los riesgos climáticos clave corresponden a aquellos cuyo impacto sea potencialmente severo en función de la interferencia antropogénica, teniendo en cuenta su alta peligrosidad y/o vulnerabilidad para los sistemas o sociedades expuestas; su identificación debe fundamentarse en criterios de: “gran magnitud, alta probabilidad o irreversibilidad de los impactos; momento de los impactos; vulnerabilidad persistente o exposición que contribuyen a los riesgos, o posibilidades limitadas para reducir los riesgos mediante la adaptación o la mitigación” (IPCC 2014, 11). El riesgo climático puede ser enfrentado con procesos de mitigación y adaptación que contemplen innovaciones tecnológicas y que tengan la participación de organismos internacionales, gobernantes, académicos y todos los sectores de la población, propiciando cambios en los modelos productivos mediante el uso de energías que apunten a un desarrollo sostenible; es decir, se debe buscar mecanismos preventivos que permitan reducir la magnitud del riesgo y además generar capacidades para enfrentar un futuro con posibles cambios (Aldunce *et al.* s.f., 43).

Se debe considerar también que existen posibilidades de riesgo vigentes en el territorio y que, a futuro, el riesgo se mantiene como una condición latente con repercusiones tangibles, por lo que es importante que se trabajen en el desarrollo de medidas que permitan prevenir y reducir el impacto (Lavell 2014, 5); así mismo, es obligación de todos los sectores de la sociedad invertir y trabajar de manera responsable



en procesos de mitigación y adaptación tratando de cubrir a la población más vulnerable y generando estrategias factibles y con proyección a futuro.

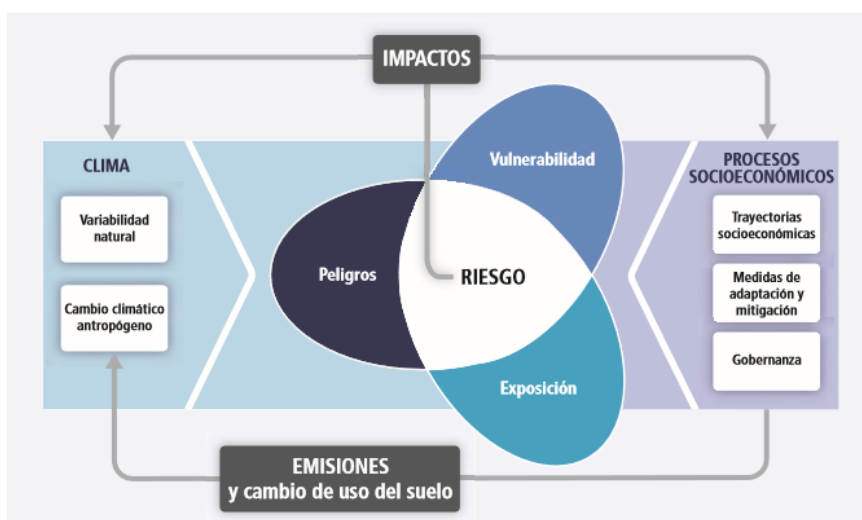


Figura 1. Representación del riesgo climático  
Fuente y elaboración: (IPCC 2014)

Resumiendo lo antes expuesto, se determina que para que un evento o fenómeno se considere de riesgo, dependerá de la vulnerabilidad de la comunidad en la cual esté expuesto; para “que se considere o no amenaza, dependerá del grado de probabilidad de su ocurrencia en esa comunidad. Y el que se convierta en desastre, dependerá de la magnitud real con que se manifieste el fenómeno y del nivel de vulnerabilidad de la comunidad; la vulnerabilidad sin embargo puede ser reducida por la capacidad de respuesta” (Aldunce *et al.* s. f., 44). Es así que se posibilita la gestión de riesgos mediante la evaluación de los mismos y con propuestas factibles y funcionales para cada comunidad. A continuación, se indican las definiciones de los componentes del riesgo climático (amenaza, exposición y vulnerabilidad), junto con conceptos asociados a su gestión.

### 1.1.1. Amenaza climática

Se define Amenaza como los potenciales acontecimientos de índole natural asociada al clima, o un impacto físico relacionado a éste, y que es considerado “externo en el riesgo desastre siconatural, en el sentido que una sociedad no tiene control sobre su ocurrencia” (Lavell y Vargas citados por Universidad de Chile (2011, 8), que puede ocasionar daños y pérdidas en la propiedad pública y privada, vidas humanas y en la salud, medios productivos y de subsistencia, servicios, la economía, recursos ambientales,

afectando las dinámicas de una sociedad y los ecosistemas (Universidad de Chile 2011, 8); (IPCC 2014, 5). En otras palabras, la amenaza “es el factor relacionado con la probabilidad de que ocurra un evento natural específico con la intensidad suficiente para dañar al sistema” (Aldunce *et al.* s.f., 17). Desde la perspectiva de una comunidad de productores, la amenaza “se considera como la probabilidad de que ocurra un impacto (intensidad, frecuencia) frente al cual esa comunidad particular y sus fincas es vulnerable” (Altieri y Nichols 2013, 16).

Las amenazas pueden caracterizarse por el tiempo de duración, el área que abarcan y la intensidad o magnitud, tomando en cuenta que, en ocasiones hay amenazas que pueden juntarse como un terremoto que genera un tsunami y que, son eventos naturales sobre los cuales la sociedad no tiene control (Universidad de Chile 2011, 8).

El cambio climático global es una amenaza constante que genera incertidumbre en diferentes sectores de la población; científicos analizan el impacto en sectores agroproductivos afectados por los incrementos de temperatura y la irregularidad en la intensidad y periodicidad de las precipitaciones, la seguridad alimentaria a nivel mundial se pone en riesgo; aunque se estima que, en cada región se presentarán diferentes efectos, se determina que los países en vías de desarrollo con climas áridos subhúmedos secos, puedan ser los más afectados. “Las amenazas incluyen inundaciones de zonas bajas, mayor frecuencia y severidad de sequías en áreas semiáridas, y temperaturas calurosas extremas en zonas templadas y mediterráneas, que pueden limitar el crecimiento y producción vegetal y animal” (Altieri 2013, 8).

Por lo tanto, se puede evidenciar que los fenómenos naturales son amenazas latentes cuyo impacto generan afectaciones inmediatas, pero también a mediano y largo plazo, debiendo estas afectaciones ser analizadas para poder reducir los daños y, además se requiere el planteamiento de estrategias alternativas, sobre todo en el caso de los sectores productivos cuya incidencia e impacto abarcan a gran parte de la población.

### **1.1.2. Exposición climática**

La exposición climática se define como el área o extensión de un sistema que puede ser afectado por un proceso amenazante en un periodo específico de tiempo, en otras palabras, un área o sector que presente predisposición o sensibilidad frente a una amenaza (Altieri 2013, 15). Este espacio vincula a las “personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, funciones, servicios y recursos ambientales, infraestructura o

activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente” (IPCC 2014, 187; EC Ministerio del Ambiente 2017, 266).

En términos coloquiales, exposición significa “estar en la línea de fuego de un evento físico potencialmente dañino (en la planicie de inundación de un río, lago u océano; en las pendientes o cerca de volcanes activos o durmientes, etc.)” (Lavell 2014, 3).

La exposición climática toma en consideración el grado, la duración y la desviación en las variables climáticas en que un sistema está expuesto (Aguirre *et al.* 2015, 69). Las variables climáticas consideradas para evaluar la exposición al cambio climático “son aquellas que pueden ejercer un cambio o presión drástica al funcionamiento de sistemas naturales, sociales y económicos” (71).

Entender la exposición climática permite evaluar el área que está siendo amenazada y en función de sus especificidades, se pueden generar estrategias de adaptación o prevención frente a los riesgos y así reducir sus impactos.

### **1.1.3. Vulnerabilidad climática**

La vulnerabilidad es la “propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad al daño y la falta de capacidad de adaptación” (IPCC 2014, 5). También se considera como vulnerabilidad:

al grado de exposición y fragilidad del sistema, lo que se traduce en daños a la economía, la vida humana o el ambiente del sistema bajo estudio [...] una propensión o predisposición de ser dañado, debido a la existencia de determinadas condiciones sociales, políticas, ambientales, culturales, estructurales que condicionan la capacidad de un individuo, familia o sociedad mayor, de resistir o ser resiliente frente al impacto de un evento y recuperarse de ello. (Lavell 2014, 3)

Desde esta perspectiva, la vulnerabilidad se hace evidente con base a la exposición del sistema, de su sensibilidad y también de la capacidad adaptativa (Aldunce *et al.* s.f., 13). Es, además una construcción social que resulta de ciertos procesos “sociales, económicos, culturales e históricos derivados de los modelos o estilos de desarrollo vigentes en la actualidad o históricamente con su afectación a personas y medios de vida” (Lavell 2014, 9).

Es importante exponer que, la vulnerabilidad se distingue de la exposición en el hecho de que, el sistema afectado por alguna amenaza se vuelve más sensible por condiciones sociales, mientras que la exposición delimita espacialmente el área de afectación.

#### **1.1.4. Sensibilidad**

Es el nivel que un sistema resultado afectado, positiva o negativamente, por estímulos relacionados por el clima, y cuyo efecto puede ser directo como, por ejemplo, cambios en los ciclos productivos debido a cambios en las temperaturas; o, indirecto, si los cambios en las variables climáticas inciden en los ingresos económicos o reducción de la productividad MAE 2014 citado por (MAG, MAE, FAO 2019, 12-3).

#### **1.1.5. Capacidad adaptativa**

La capacidad adaptativa implica la habilidad que tiene un sistema, las instituciones, la sociedad e inclusive los ecosistemas y las especies animales y vegetales, para adaptarse ante posibles daños como, por ejemplo, el cambio climático, la variabilidad climática y los extremos climáticos, conteniendo el daño, y aprovechar las oportunidades y/o afrontar las consecuencias (IPCC 2014, 5); (Aldunce *et al.* s.f., 13). En otras palabras, la capacidad adaptativa es la cualidad intrínseca de un sistema que encuentra facultades para enfrentarse a condiciones climáticas presentes o futuras, cuyas condiciones impliquen impactos negativos, de tal manera que estos puedan ser aminorados e inclusive se posibilite sacar alguna ventaja (45).

En tal virtud se presentan algunos factores que determinan la capacidad de adaptación de un sistema humano y estos son: “las condiciones económicas, tecnologías, información, infraestructura y organización social” (53). En otras palabras, la capacidad adaptativa es producto de la población y sus características socioeconómicas, que conjuga educación, estructura demográfica, salud acceso a tecnologías, organización política, ejercicio de derechos, entre otros (45).

La capacidad adaptativa de un sistema puede ser analizada en función de generar estrategias desde las facultades propias de la sociedad que permitan prevenir posibles amenazas producidas por el cambio climático ya sea a través de la mitigación y/o adaptación y, en caso de que sucedan, reducir el impacto y hasta sacar provecho de la situación.

#### **1.1.6. Resiliencia ecológica**

Se entiende por resiliencia ecológica a la “Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligroso respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su

identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación” (IPCC 2014, 5).

A modo de ejemplo, se expone “que un agroecosistema es ‘resiliente’ si es capaz de seguir produciendo alimentos a pesar de una severa sequía o una tormenta. En los agroecosistemas, la agrobiodiversidad provee un enlace entre estrés y resiliencia, porque una diversidad de organismos es clave para que los ecosistemas funcionen y provean servicios” (Altieri 2013, 9). La biodiversidad es clave para generar ecosistemas resilientes.

## **1.2. Distinción entre variabilidad climática y cambio climático**

A finales de los años noventa, los análisis relacionados con los impactos del cambio climático a futuro empezaron a incluir investigaciones de variabilidad climática en función de posibilitar el entendimiento, sin la necesidad de analizar las condiciones de vulnerabilidad y adaptación presentes, esto gracias a que “la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación de un sistema (natural o social) se hacen evidentes cuando ocurren eventos climáticos asociados a la variabilidad climática natural” (Aldunce et al. s.f., 13).

La variabilidad climática debe ser entendida desde el contexto histórico del clima de una región o un sitio, haciendo énfasis en eventos climáticos extremos tales como sequías, lluvias torrenciales, ondas de calor, heladas, vientos fuertes, entre otros que puedan ser comparables en períodos cortos de tiempo (Conde y Saldaña 2007, 25).

La variabilidad climática como parte de su concepto hace referencia “a las variaciones del estado medio y a otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos” (Agreñal 2010, 11). Desde esta perspectiva se entiende que variables climáticas como la temperatura, la dirección y velocidad del viento, la humedad relativa, entre otras, mantienen pequeñas fluctuaciones continuas en relación a un valor estándar a cualquier escala temporal, sin embargo se pueden presentar valores extremos en la distribución de frecuencias, alejados de la media que además pueden ser persistentes determinando la variabilidad climática (Vide 2009, 53).

Se debe destacar que la estadística ofrece herramientas necesarias para poder analizar la variabilidad climática; elementos como los parámetros de dispersión, la desviación típica, varianza o coeficiente de variación, permiten determinar “cuánto se alejan en conjunto los valores de una serie de su media en particular, el coeficiente de

variación [...] es el parámetro más recomendable para expresar la variabilidad de series climáticas, por ejemplo, de precipitación, cuando, al tiempo, han de compararse” (53).

Una forma de ejemplificar la variabilidad climática, es a través de ciertos fenómenos que inciden en todo el planeta de forma significativa y que provocan incremento en las lluvias o sequías dependiendo de la región y de la época del año (Agréñal 2010, 7). Uno de los fenómenos recurrentes es El Niño Oscilación del Sur (ENOS) que ha impactado severamente a algunos países de América del Sur produciendo lluvias e inundaciones en Bolivia, Chile, Ecuador y Perú (Aldunce et al. s.f., 25). Cabe recalcar que “los desastres asociados a la variabilidad climática en general, y a El Niño y La Niña en particular, afectan sensiblemente al sector agropecuario y el medio rural” (Agréñal 2010, 7).

Por último, es importante destacar que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), realiza una distinción en cuanto a los factores que producen el cambio climático y la variabilidad climática, atribuyendo al primero los efectos de las actividades humanas, mientras que en el segundo son causas netamente naturales (Aguirre et al. 2015, 157).

Desde esta perspectiva se plantea que la variabilidad climática conjuga a todos los fenómenos de índole natural que han causado cambios extremos en el clima y que pueden ser comparados estadísticamente con otros ocurridos en espacios cortos de tiempo mediante la medición y comparación de los datos arrojados por sus variables en diferentes escalas temporales.

El cambio climático, por otro lado, se explica cómo toda variación del estado del clima que pueda ser verificable mediante mecanismos cuantificables que evidencien variaciones en valores establecidos y que además persistan en períodos largos de tiempo por lo general décadas (IPCC 2014, 5).

Retomando la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), se define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (5).

Desde esta perspectiva, el cambio climático es un fenómeno innegable causado principalmente por el incremento de los gases de efecto invernadero como producto de diversas actividades humanas, lo que aumenta la vulnerabilidad de los ecosistemas y limita su funcionamiento (Aguirre *et al.* 2015, 17).

Las modificaciones observables en la media y la variabilidad del estado del clima que se han mantenido a largo plazo permiten hacer comparaciones entre distintos períodos de tiempo determinando el cambio climático y a pesar de que puede ser consecuencia de factores de índole natural, se establece como principal causal a la presión antrópica (157).

Es importante mencionar que el cambio climático requiere de medidas para ser controlado, de lo contrario afectará a “sectores directamente relacionados con el riesgo de desastres, entre los que se incluyen los sectores de gestión del agua, alimentación y agricultura, industria, asentamientos humanos y uso del terreno, salud e incluso seguridad nacional” (OMM 2009, 167).

Es por tanto de vital importancia generar diferentes acciones que ayuden a enfrentar esta problemática ya sea en forma de adaptación al cambio climático o como mitigación del mismo.

### **1.3. Adaptación al cambio climático**

La adaptación al cambio climático se concibe como un proceso a través del cual los ecosistemas se ajustan al clima real o proyectado y sus efectos (IPCC 2014, 5). La adaptación al cambio climático conjuga todas las acciones y estrategias “encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático” (Aguirre *et al.* 2015, 156). En otras palabras, es la capacidad de gestión que tienen los miembros de una comunidad para enfrentar las consecuencias que se presenten a causa del cambio climático mediante diferentes iniciativas (OMM 2009, 139). La adaptación busca moderar o evitar los daños causados por el cambio climático o también aprovechar oportunidades beneficiosas (IPCC 2014, 5).

La adaptación resultante de un proceso de toma de decisiones y representa una oportunidad de mejorar a través de transformaciones en tecnología, educación, comportamiento, política pública, o infraestructura, es un proceso de transformación flexible pero no la decisión definitiva. No todos los cambios relacionados con la adaptación responden a condiciones negativas, pues es posible adaptarse a oportunidades que las nuevas condiciones climáticas ofrezcan. Los sistemas que no tengan capacidad de adaptarse serán los más vulnerables. (Aldunce *et al.* s.f., 25)

En la actualidad, existe una preocupación real por parte de las autoridades y de los organismos internacionales, por generar debates encaminados a plantear alternativas de adaptación al cambio climático y que, además, busca establecer una capacidad adaptativa en función de los desafíos a futuro que pueda presentar la temática, definiendo también como una necesidad urgente, el abordaje de países y comunidades más vulnerables con

acciones eficaces (OMM 2009, 139). Es así que a nivel social e institucional se van incorporando procesos de planificación para adaptación, en programas de gestión de riesgo, desastres y de uso de recursos, considerando opciones tecnológicas y de ingeniería con ajustes progresivos que sean de beneficio para la comunidad y que su aprendizaje, aplicación y reproducción puedan facilitarse (IPCC 2014, 8).

Para hablar de adaptación, en primera instancia se debe identificar un problema en la sociedad, sector socioeconómico o sistema natural que sea generado por el clima o potencial escenario de cambio climático, en una localidad, país o región o a nivel mundial, es así que se requiere de la intervención de actores clave para generar respuestas desde el “reconocimiento de que el cambio climático está ocurriendo y de que sus impactos comienzan a observarse” (Aldunce et al. s.f., 25).

Además, se debe tener en cuenta que no existe un único procedimiento o mecanismo de adaptación; una adaptación eficaz se consigue con base en las especificidades del lugar y el contexto, por lo tanto, no hay un único método que sea adecuado para que, mediante su implementación reduzca los riesgos en todas las situaciones, ya que “las estrategias eficaces de reducción del riesgo y adaptación consideran la dinámica de la vulnerabilidad y la exposición y sus relaciones con los procesos socioeconómicos, el desarrollo sostenible y el cambio climático” (IPCC 2014, 25). Es decir que, la adaptación se concibe como un proceso social en el cual de manera individual (agricultores, hogares, empresarios, comerciantes, entre otros) o en grupos (asociaciones civiles, organizaciones no gubernamentales, industrias, comerciantes, entre otros), sean como parte del gobierno o instituciones públicas, en diferentes niveles de organización, se plantean estrategias en respuesta al cambio climático tomando en consideración sus propias dinámicas y la vulnerabilidad de un sistema, “incluyendo cambios en los valores medios, en la variabilidad o en la magnitud y frecuencia de los valores extremos” (Aldunce et al. s.f., 45).

#### **1.4. Mitigación del cambio climático**

En términos generales, mitigación es el “resultado de una intervención dirigida a reducir los riesgos. Para el presente caso, se busca implementar acciones que disminuyan la magnitud del evento y, por ende, disminuir al máximo los daños” (Aldunce et al. s.f., 33). En relación al cambio climático la mitigación plantea la reducción máxima “de las emisiones de gases de efecto invernadero, sean las producidas por el uso de los combustibles fósiles, sean las derivadas de los usos del suelo, y las de otras fuentes” (Vide 2009, 62). Las propuestas de mitigación del cambio climático, exponen estrategias para



reducir las emisiones de GEI en cuanto a velocidad y magnitud del calentamiento global, permitiendo que se incremente el tiempo para los procesos de adaptación (IPCC 2014, 65).

Las condiciones meteorológicas actuales muestran evidencias claras del cambio climático en el planeta y además presentan un panorama poco alentador desde diferentes perspectivas para el futuro de las especies; por tanto, la mitigación se ha vuelto un concepto fundamental, puesto que conjuga diversas acciones y hábitos “ligados a la eficiencia energética, al empleo de fuentes de energía limpias y renovables, a la medida y el ahorro en el consumo, y a la sostenibilidad” (Vide 2009, 62). Desde esta perspectiva deben efectuarse necesariamente cambios radicales en los modelos socioeconómicos y comportamentales para poder reducir de manera sustancial las emisiones de gases de efecto invernadero y, se debe poner en la palestra de las negociaciones climáticas, estrategias de mitigación como parte de las políticas nacionales e internacionales en pro de no dar paso a más complicaciones efectuadas por el cambio climático (OMM 2009, 167).

### **1.5. Interacciones de los sistemas agroproductivos con el cambio climático**

Históricamente existen evidencias del uso de los ecosistemas terrestres por parte de los humanos desde hace 12.000 años, en relación a la agricultura, el inicio de su expansión data de hace 8.000 años y logra cubrir la mayor parte de los continentes hace aproximadamente 6.000 años ocasionando el desmonte de vegetación autóctona y el sacrificio o domesticación de animales herbívoros; a medida que las poblaciones humanas crecían, se establecían prácticas intensivas de ordenación de cultivos y ganado reemplazando a la fauna y flora originaria, y es a partir de 1.750 que “la tierra inició una aceleración, y los cambios rápidos en el uso de la tierra siguen siendo una tendencia dominante hoy en día” (UNCCD 2017, 30-1).

Uno de los sectores con mayor riesgo ante la amenaza del cambio climático es la seguridad alimentaria mundial, sus efectos tales como el aumento de temperaturas, los “fenómenos meteorológicos extremos, la escasez de agua, elevación del nivel del mar, acidificación de los océanos, degradación de la tierra, perturbación de los ecosistemas y pérdida de biodiversidad”, comprometen seriamente la agricultura y su capacidad para alimentar a los más vulnerables, lo que además impide los avances hacia la erradicación del hambre, la malnutrición y la pobreza ya que además la sobrepoblación y alto costo de vida “en una buena parte del mundo en desarrollo han impulsado la demanda de alimentos y de otros productos agrícolas hasta niveles sin precedentes” (FAO 2016, 4).

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) expone que la actividad agropecuaria contribuye con un 50 % de ingresos de las familias pobres de América Latina y que a pesar de que el porcentaje de personas que se dedican a esta actividad es elevado, hay casi 50 millones de individuos con cuadros de desnutrición en la región, sobre todo de la zona rural, ya que la actividad no es para consumo propio sino que sirve para comercio, lo que a su vez implica que se expanda la actividad agrícola, repercutiendo directamente en la vulnerabilidad del área puesto que se toman otros ecosistemas y se transforma las dinámicas del lugar, su efecto puede direccionarse al recurso hídrico y generar amenazas siconaturales asociadas (Lavell 2014, 2). “La agricultura no solo se ve afectada por el cambio climático, sino que también contribuye directa e indirectamente, de manera importante, a la emisión de los tres principales gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metano y óxido nitroso” (FAO 2016, 8). Con esta antesala se proyecta que “la repercusión del cambio climático” además agravará “la producción y productividad agrícola desde el incremento en precios internacionales de los alimentos, así como en el número de personas en riesgo de inseguridad alimentaria” (47).

El panorama presentado llama a analizar las distintas limitaciones generadas por el cambio climático y la expansión de la actividad agrícola, con la finalidad de determinar las estrategias que se deben considerar, en este sentido una vía adecuada es la adaptación, sin embargo ésta requiere de la implementación de nuevas tecnologías lo que puede verse como un obstáculo en términos de costes económicos y financiamiento no solo para los pequeños agricultores sino también para pequeñas y medianas empresas que además generan empleos rurales y diversifican los ingresos del sector (75). Las acciones se deben enmarcar en fortalecer la capacidad del suelo, el agua y la biodiversidad, se debe implementar una gestión más sostenible a fin de disminuir la brecha alimentaria, aumentar la resiliencia para satisfacer las demandas y las necesidades del futuro (UNCCD 2017, 75).

Para garantizar la seguridad alimentaria mundial se requiere entonces de una amplia transformación de los sistemas alimentarios y agrícolas, se debe proteger a través de oportunidades económicas y sociales a todos quienes dependan de la agricultura, aumentando su resiliencia ante el cambio climático y concretando estrategias de adaptación sin las cuales no será posible efectivizar la seguridad alimentaria, erradicar el hambre, la malnutrición y la pobreza (FAO 2016, 11).

A pesar de que los efectos futuros que el cambio climático tendrá sobre los cultivos sean difíciles de predecir de una forma exacta, no se puede dejar de lado el gran desafío que implica la transformación para una agricultura sostenible, es así que los

cambios que se efectúen no pueden poner en peligro los sectores agrícolas ya que de estos depende la satisfacción de las necesidades alimentarias a nivel mundial (XI y 26).

## **2. Sistemas agroproductivos del maíz duro amarillo**

Como se mencionó en el apartado anterior, los impactos generados por el cambio climático relacionados a los cultivos son más negativos que positivos; de forma directa el cambio climático ha afectado el rendimiento en los cultivos de trigo, maíz y otros cereales alrededor del mundo y su principal consecuencia se relaciona con la seguridad alimentaria (IPCC 2014, 4). En América Latina, estudios arrojan que el aumento de las temperaturas por contaminantes como el metano, dióxido de carbono, óxido nitroso y por el uso de fertilizantes como nitrógeno que son propios de las dinámicas de la región es la principal causa del aumento de temperaturas mismas que perjudican en mayor grado al rendimiento de los cultivos (Izarra *et al.* 2017, 97).

A nivel mundial, el maíz duro amarillo es un producto de gran relevancia, su cadena de valor va desde el ámbito alimenticio hasta su procesamiento con el cual puede fungir también como alimento, pero además se puede convertir en combustible, materia prima y otros productos químicos (Espinosa Maldonado 2017, 24). Estudios relacionados a los impactos del cambio climático en los cultivos de maíz establecen que de cumplirse los escenarios que se han pronosticado como efecto de esta actividad, se disminuirá su producción dado que se acortará el ciclo productivo por las altas temperaturas “afectando etapas cruciales como el llenado de grano que determinan finalmente los resultados” (Izarra *et al.* 2017, 24).

En varias localidades la producción del maíz duro amarillo respecto a su desempeño agronómico y comercial es de alta eficacia y eficiencia, a pesar de manejar volúmenes de producción muy variables y que en ocasiones no logra abastecer a la demanda interna debido a la aplicación de malas prácticas de producción y al inexistente manejo de la información climática en el cultivo, esto asociado al calentamiento global que incide en un incremento del uso efectivo de agua de los cultivos y animales de granja, la modificación de los ciclos de vida de los organismos, especialmente las plagas y enfermedades, “y cambios en la distribución potencial de nichos ecológicos”, sumado al aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos (1). Con todo este panorama, también se puede evidenciar que existen zonas beneficiadas a pesar de las características mencionadas, donde los nuevos escenarios juegan a su favor y que corresponden a áreas con temperaturas bajas y ubicadas en latitudes altas (24).

En tal virtud una de las estrategias que se ha planteado y que ha servido para mejorar la producción ha sido el uso de semillas con certificación de calidad cuyo uso ha demostrado estadísticamente que existe una diferencia significativa en su rendimiento comparada con otras semillas recicladas (MAG 2018, 4). Dada la importancia del sector agrícola en cuanto al cultivo de maíz es necesario que las estrategias públicas y privadas que se consideren para enfrentar los riesgos establecidos, se enfoquen en reducir el impacto generado por los gases de efecto invernadero propios de los cultivos de maíz y por otro lado que sirvan para resguardar la continuidad efectiva de su producción ya que de lo contrario se afianzaría la inseguridad alimentaria.

### 3. Contexto físico, socioeconómico y climático del área de estudio

#### 3.1. Ubicación geográfica

Zapotillo y Pindal son cantones de la provincia de Loja ubicada al sur del Ecuador. El cantón Pindal de acuerdo a su latitud y longitud, se encuentra ubicado a  $4^{\circ} 5'$  latitud sur y a  $79^{\circ} 76'$  de longitud oeste, tiene una extensión de  $201,55 \text{ km}^2$  y se encuentra limitado al norte por la parroquia Amor del cantón Puyango, al sur por la parroquia Sabanilla del cantón Celica, al este por la parroquia Mercadillo del cantón Puyango y la parroquia Pózul del cantón Celica, y al oeste por la parroquia Paletillas del cantón Zapotillo (figura 2).

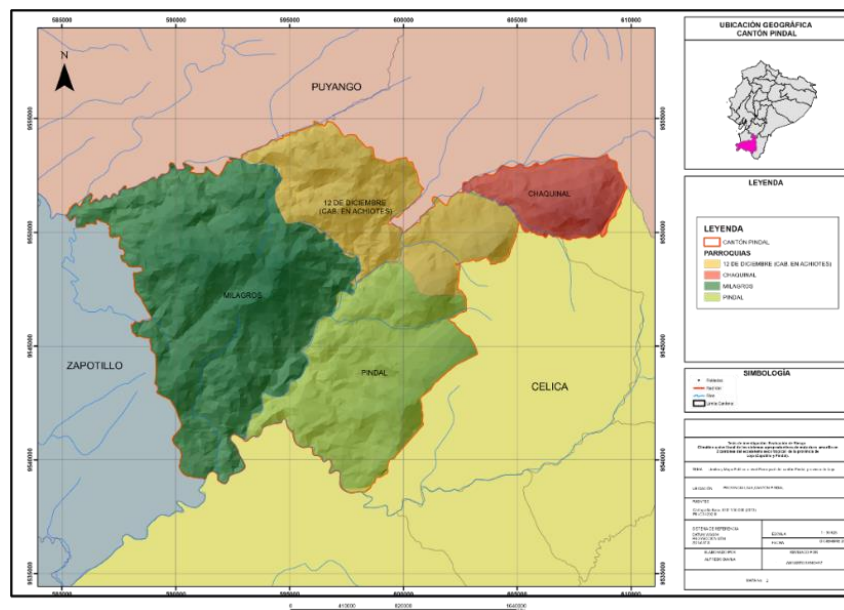


Figura 2. Límites y mapa político a nivel parroquial del cantón Pindal  
Fuente: GM 1:50.000 (2013); PIII-C3 4292 III. Elaboración propia.

El cantón Pindal está constituido por las parroquias Pindal (cabecera cantonal), 12 de Diciembre, Chaquinal y Milagros; como dato adicional se menciona que, la fecha de creación del cantón es el 10 de agosto de 1989 (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 8).

El cantón Zapotillo se encuentra ubicado en la parte suroccidental de la provincia de Loja, entre los límites del ramal occidental de la cordillera de los Andes (Ecodes s.f., 37).

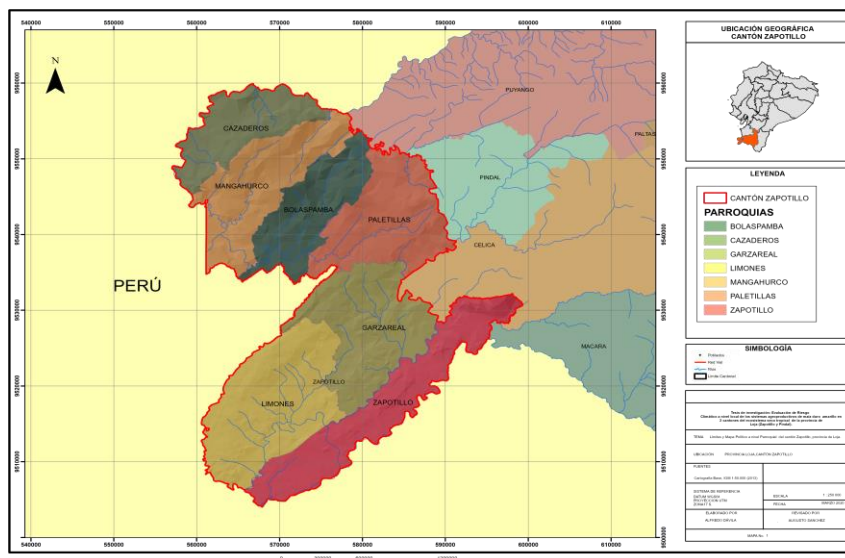


Figura 3. Límites y Mapa Político a nivel Parroquial del cantón Zapotillo.

Fuente: Cartografía Base, IGM 1:50.000 (2013). Elaboración propia

Sus coordenadas son 4° 30' latitud sur y 80° 15' longitud oeste, cuenta con una extensión de 1.213,4 km<sup>2</sup> y está limitado al norte con la República del Perú y el cantón Puyango, al sur y oeste con la República del Perú, y al este con los cantones Puyango, Pindal, Céllica y Macará (figura 3). Administrativamente está conformado por siete parroquias, las cuales son: Zapotillo (cabecera cantonal), Limones, Garza Real, Paletillas, Mangahurco, Bolaspamba y Cazaderos, y su fundación se dio el 19 de agosto de 1980 (GAD Municipal Zapotillo 2016, 8, 33).

### 3.2. Contexto geográfico del área de estudio

En términos generales, la provincia de Loja forma parte del sistema montañoso austral andino que está atravesado de norte a sur por la cordillera Oriental de los Andes; es de resaltar que, en la zona, la cordillera se encuentra densamente entrecruzada por varias estribaciones, lo que le convierte en la región más irregular del país en términos geográficos (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 9).

El cantón Pindal tiene una altitud que va desde los 400 hasta los 600 m. s n m; su temperatura varía entre los 24 °C hasta los 26 °C, y entre 20 °C y 22 °C en las zonas más bajas. Presenta “un relieve volcánico sedimentario, que forma cadenas intrincadas de montañas cuya altitud disminuye hacia el occidente, los relieves son bastantes diversificados a causa del volcanismo y de los efectos del rejuvenecimiento morfológico actual, además es característico la presencia de coluviones generados especialmente por la acción de los ríos Alamor, Palmira y Zapallos” (8-9).

En cuanto al clima, el cantón Pindal presenta zonas heterogéneas en función de su relieve y orografía, se puede identificar dos tipos de clima: el ecuatorial mesotérmico semihúmedo en la parroquia de Chaquinal y 12 de Diciembre, y el tropical mesotérmico seco con temperaturas que oscilan entre los 18 °C y 23 °C en las parroquias de Pindal y Milagro; las precipitaciones van desde los 700 mm al sur, y al norte alcanzan hasta los 1.400 mm (20-1).

En cuanto al cantón Zapotillo, presenta un relieve irregular con una altitud entre los 40 y 900 m. s n m (GAD Municipal Zapotillo 2016, 13). La temperatura del cantón registra valores para el piso bajo de 25,99 °C promedio mínimo y máximo de 24.20 °C y 27 °C, para el piso medio de 22,25 °C y 25.45 °C y para el piso alto de 20.30 °C y 23.50 °C, teniendo como dato adicional que los meses más calurosos son enero, febrero, marzo y abril. Las precipitaciones del cantón, son muy variables dependiendo el sector, desde 300 mm/año en Limones, Paletillas, Algodonal, Valle Hermoso, hasta 1000 mm/año en los sectores de El Caucho y Sahinos, presentando un promedio anual de 709,80 mm, pudiendo identificarse dos temporadas bien definidas en el año: la primera, que es la época más seca o verano, de junio a noviembre, siendo julio y agosto los meses más secos; y, la segunda, que es una época lluviosa o invierno, entre diciembre y mayo, alcanzado la mayor pluviosidad, con valores de entre 500 a 800 mm, entre febrero y abril (Ecodes s.f., 43-5), abarcando el 70% de la superficie cantonal, especialmente las parroquias de Garza Real, Limones y Paletillas(GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 45).

### **3.3. Características sociodemográficas**

Los aspectos sociodemográficos de una población son elementos importantes para poder determinar la estructura, composición y dinámicas de los individuos de una sociedad; su análisis permite establecer necesidades, patrones de consumo, cohesión social, identidad, pertenencia, entre otros aspectos, lo que desde el ámbito público o privado determina las acciones o la toma de decisiones en función de los sujetos.

Para contextualizar sociodemográficamente al cantón Pindal, en primer lugar, se expone que administrativamente está integrado por tres parroquias rurales: Chaquinal, 12 de

Diciembre y Milagros y una parroquia urbana que es la cabecera cantonal de nombre Pindal. Las cuatro parroquias se articulan como una sola estructura que conecta sus funciones políticas con las dinámicas económicas y sociales (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 39).

Según los datos emitidos en el último Censo Nacional efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo en el 2010, el cantón Pindal posee 8.645 habitantes con una tasa de crecimiento anual del 1,80 %; en cuanto a la distribución de la población en la zona urbana, se identificaron 1.828 habitantes, dato que corresponde al 21,15 % de la población total, y en la zona rural 6.817 habitantes siendo el 78,85 % de la población ubicada en esta zona. Es importante denotar que, en el cantón solo existe una parroquia urbana que según datos actualizados, está incrementando su población en mayor cantidad que las parroquias rurales por movilizaciones del campo a la ciudad, dicho éxodo campesino genera diferentes consecuencias sociales como sobrepoblación, escases de recursos, dificultades para acceder a servicios, cinturones de miseria (suburbios), altos costos ambientales, entre otros problemas, que resultan difíciles de solucionar por parte de las autoridades locales debido a su magnitud (39-40).

En cuanto a las actividades económicas, en el cantón Pindal prevalece el sector primario, representado por un 74 % de la población que se dedica especialmente a la agricultura, teniendo como principal producto el maíz en el cual se han especializado en los últimos años y, por lo que el cantón es conocido como la *Capital Maicera del País*; consecuencia de este ejercicio económico, el segundo sector más ocupado es el sector terciario con un 22 % de habitantes que se dedican a actividades de comercio al por mayor y menor, dentro y fuera del cantón, transporte y almacenamiento y otras actividades de servicios, el área rural aporta con mayor mano de obra a las actividades y es la base económica y productiva del cantón (68).

El cantón Zapotillo, en el último Censo de Población y Vivienda del 2010 indica que la población es de 12.312 habitantes, con un crecimiento anual del 1,32 %; en cuanto a la distribución de su población se determina que el 80,21 % ocupa el área rural del cantón, que corresponde a las seis parroquias rurales: Cazaderos, Mangahurco, Bolaspamba, Paletillas, Garza Real, Limones y, el 19,79 % se encuentra en la parroquia urbana Zapotillo que es la cabecera cantonal y la que mayor densidad poblacional tiene con 21,66 hab/km<sup>2</sup> (GAD Municipal Zapotillo 2016, 107, 42, 5). En el cantón Zapotillo al igual que en el cantón Pindal, existe un flujo de movilidad humana desde el campo hacia la zona urbana, dicho éxodo no responde a un proceso de urbanización, sino que está relacionado con la pobreza y otras problemáticas de índole social, política, ambiental y cultural (202).

Económicamente, el cantón basa sus actividades en el sector primario; el 60,38 % de la población se dedica a la agricultura y el 30,19 % a la ganadería. Dentro de los principales cultivos está el maíz, yuca, camote, hortalizas y legumbres y se dedican a la ganadería caprina y bovina; el 4,72 % de la población se dedican a actividades del sector terciario, principalmente al comercio con otras provincias y con el Perú. Desde esta perspectiva, la agricultura y ganadería son las principales fuentes productivas y de desarrollo del cantón (Ecodes s.f., 85). En resumen, se establece que las dinámicas poblacionales de los cantones Pindal y Zapotillo son muy parecidas, sobre todo desde el aspecto administrativo, productivo y económico, en los dos casos, los cantones están compuestos por más población rural que urbana, y la agricultura es la principal fuente de ingresos de cada cantón siendo el maíz uno de los principales cultivos.

### **3.4. Características del sistema de producción de maíz duro amarillo**

Como se mencionó en el apartado anterior, el maíz es uno de los principales productos de cultivo en los cantones Pindal y Zapotillo. En cuanto a la cobertura vegetal de los suelos, a pesar de tener elementos similares, se identifican particularidades en cuanto a las proporciones del uso de los suelos; es así que, mientras en Zapotillo la cobertura de mayor representación está dada por la presencia de bosques, y un pequeño porcentaje por cultivo de maíz, en Pindal la parte mayoritaria de la superficie corresponde al cultivo de maíz con un pequeño porcentaje de bosques (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 15 - 8, 30). En el cantón Pindal, la superficie destinada a actividades agropecuarias es de 15.483,25 ha, de las cuales con base en los datos emitidos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el último Censo Nacional del 2010, 9.630,29 ha que corresponden al 62,20 % de la superficie, están cubiertas por cultivos de maíz, y que de acuerdo a Zárate (2010, 38), alcanzaría las 11.935 ha.; 4.022,95 ha que son 25,98 % corresponden a pasto cultivado; 1.003,40 ha que son el 6,48 % son pasto cultivado con presencia de árboles; 668,04 ha. que son el 4,31 % corresponden al cultivo de café; 151,85 ha que son el 0,98 % son misceláneo indiferenciado y por último 6,72 ha que son el 0,04 %, son caña de azúcar artesanal (70).

“Las unidades de cobertura natural categorizadas dentro del tipo de uso conservación y protección (Bosque) ocupa el 12,33 % lo que significa una superficie de 2.491,63 ha, encontrándose en el sector de Faical, Papalango, Tabacales, Milagros, Los Amarillos, Angosturas y Guayabal; además en lo que respecta a vegetación arbustiva representa un porcentaje de 5.66 %, con una superficie de 1.142,81 ha, ubicados en el sector de Matalanga, Caninuma y El Papayo” (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 28).



Por otro lado, el cantón Zapotillo tiene gran cantidad de territorio declarado como áreas protegidas y bosques protectores, los datos del INEC exponen en relación al uso de suelos que 100.902,33 ha, que son el 83,34 % están cubiertas por áreas de conservación y bosque protegidos (GAD Municipal Zapotillo 2016, 87); por otro lado, de acuerdo al último PDOT del GAD Municipal Zapotillo del año 2019, la superficie destinada a la conservación es de 85.972,67 ha, cubriendo aproximadamente el 70% del cantón, razón por la cual Zapotillo es considerado como conservador de los bosques y biodiversidad del ecosistema denominado *Bosque Seco* (GAD Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 31); 10.683,83 ha, el 8,82 % corresponden a la agricultura, de éstas, el rubro de mayor producción es el maíz con 10.269,08 ha, seguido de arroz con 378,78 ha y 156 ha de cebolla colorada; 3.654,53 ha, el 3,02 %, corresponde al sector pecuario; 2.188,03 ha, el 1,81 % de producción agropecuaria mixto; y, 21,74 ha, 0,02 % son áreas agropecuarias forestales (GAD Municipal Zapotillo 2016, 74, 83 y 87).

Tomando como eje el cultivo de maíz, en los cantones de Pindal y Zapotillo se han identificado dos sistemas de producción: el uno denominado temporal o de secano, y el segundo conocido como producción de cultivos bajo riego. En el primer caso, los productores aprovechan la época de lluvias de las etapas invernal, captan el agua de los lechos de los ríos y de quebradas que, por lo general se mantienen secas en las temporadas no lluviosas, creando embalses naturales, donde se realizan los cultivos.

Tabla 1  
Uso y cobertura de los suelos de los cantones Pindal y Zapotillo

	Cantón Pindal	Cantón Zapotillo
<b>Superficie (km<sup>2</sup>)<sup>1</sup></b>	201,55 km <sup>2</sup>	1.241,03 km <sup>2</sup>
<b>Área de cultivos (ha)<sup>2</sup></b>	15.483,25 ha	10.683,83 ha
<b>Área de conservación y bosques protegidos (ha)<sup>3</sup></b>	4.084,44 ha <sup>4</sup>	100.902,33 ha
<b>Área de cultivo de maíz duro amarillo (ha)<sup>5</sup></b>	7.961,05 ha	6.038,56 ha

Fuente: CONALI (2019); MAE (2016); MAG (2019)  
Elaboración propia

<sup>1</sup> Superficie cantonal de los cantones Zapotillo y Pindal 2019. Consejo Nacional de Límites internos (CONALI).

<sup>2</sup> Capa de Uso de la Tierra (CUT) 2016. Ministerio del Ambiente (MAE) – Dirección de Información, Seguimiento y Evaluación (DISE).

<sup>3</sup> Capa de Uso de la Tierra (CUT) 2016. Ministerio del Ambiente (MAE) – Dirección de Información, Seguimiento y Evaluación (DISE).

<sup>4</sup> Capa de Uso de la Tierra (CUT) 2016. Ministerio del Ambiente (MAE) – Dirección de Información, Seguimiento y Evaluación (DISE). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 – 2023. 2019. GAD Municipal Pindal y Mancomunidad del Bosque Seco.

<sup>5</sup> Estimación de superficie sembrada de maíz amarillo duro 2019 - Primer período de siembra. Actualización Julio 2019. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) - Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria (CGINA).

Por otro lado, los cultivos bajo riego son practicados durante todo el año, se utilizan métodos variados de riego tales como la aspersión, surcos y goteo, para los cuales se utiliza bombas hidráulicas de diferentes clases, pozos, reservorios y algunas vertientes que mantienen caudal en la temporada seca; en los dos casos se obtiene producción mediante monocultivos y policultivos (Ecodes s.f., 88, 91-2).

El maíz se ha cultivado desde hace décadas en armonía con la naturaleza, sin el uso de tecnologías o químicos que requieren las semillas híbridas. La agricultura autosustentable manejada era diversificada e incluía “maíz criollo, sarandaja, fréjol, yuca, guineo y café, así como la crianza de animales menores como cabras, borregos, gallinas y pavos”;

En Pindal hubo campesinos que trabajaban su propia tierra y tenían más que suficiente comida. Mi padre tenía una finca por Pueblo Nuevo, más allá a la derecha. Nunca faltaba comida, había de todo en mi infancia. En Espíndola, en cambio, había una grandísima pobreza, había grandes haciendas de los Eguiguren, de los Valdivieso. Mi padre, en cambio, era comunero de la Comuna de Milagros que abarcaba un territorio muy grande. (W. S., Alamor, 14 de mayo de 2010 citado por Ospina *et al.* 2011, 22).

sin embargo, desde el año 1996 , se inició la producción de maíz en la zona con la introducción de variedades híbridas, principalmente la variedad Brasilia, las cuales se adaptaron gracias a las condiciones edafoclimáticas de la zona, así como por la inclusión de paquetes tecnológicos y asesoramiento técnico de empresas de insumos y agroquímicos, que propiciaron el posicionamiento del monocultivo de maíz, principalmente en el cantón Pindal (Zárate 2010, 38-39) y (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 83), modificando el paisaje, la biodiversidad y las prácticas diversificadas del cultivo con otras especies, como por ejemplo, las leguminosas.

Por otro lado, si hablamos de rendimientos productivos del maíz duro amarillo a nivel nacional, de acuerdo al informe de rendimientos objetivos del MAG, correspondiente a la 1era siembra del año 2019 (Invierno 2019), la provincia de Loja exhibe el mayor rendimiento a nivel nacional, con 7,64 Tm/ha para 2019, habiéndose incrementado con respecto a 2018, que fue de 7,10 Tm/ha, siendo superior al promedio nacional 2019 que fue de 6,55 Tm/ha, en una superficie productiva de 35.597 ha, siendo los cantones más productivos a nivel nacional también, Pindal con un rendimiento de 8,60 Tm/ha y Céllica con 8,59 Tm/ha (figura 4) (MAG 2019, 9, 18).

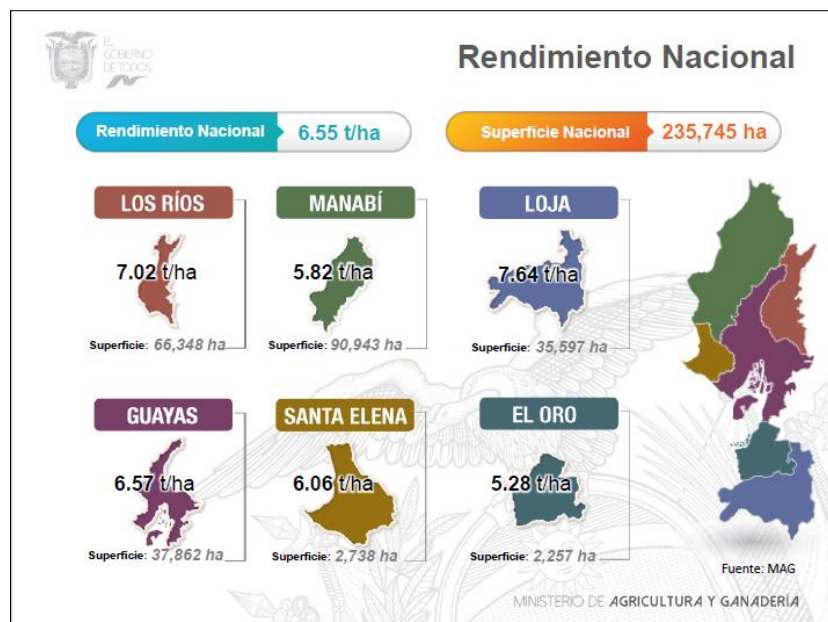


Figura 3. Rendimiento (Tm/ha) nacional y provincial de maíz duro amarillo.  
Fuente y elaboración: MAG (2019)

Estas cifras reflejan la capacidad agroproductiva del rubro maíz de la provincia de Loja, especialmente de las parroquias rurales del sur occidente, y que según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la actividad agropecuaria representa el 61,83 % y el 89 % de la PEA<sup>6</sup>, principalmente en el sector rural de los cantones Zapotillo y Pindal (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 69) y (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 60). A pesar del incremento en la producción y demanda de maíz duro, la cual ocasionó el apareamiento de otras actividades conexas, tales como los servicios financieros y la venta de agroquímicos, se evidencia un aumento de la desigualdad de los ingresos y la riqueza, entre las empresas de insumos agropecuarios, los cuales fijan los precios del mercado nacional y local, y los productores, en ocasiones sin ningún tipo de organización, y que se ven abocados a reducir sus márgenes de ganancia, a fin de vender su producto en los diferentes canales de comercialización (Pacheco Subía y Silva Rubio 2012, 41- 42).

A escala provincial, los cantones con mayor superficie sembradas y mayores rendimientos de maíz duro amarillo son Pindal, con 8.021 ha sembradas y 8,60 Tm/ha de rendimiento; Zapotillo, con 6.063 ha y 8,69 Tm/ha; y, Céllica, con 7.455 ha y 8,57 Tm/ha, respectivamente, durante el año 2019 (tabla 2).

<sup>6</sup> PEA: Población Económicamente Activa (INEC 2019, 6).

Tabla 2  
**Superficie y rendimiento de maíz duro seco en la provincia de Loja (2019)**

<b>Cantón</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Rendimiento (Tm/ha)</b>
Calvas	694	7,64
Celica	7.455	8,57
Chaguarpamba	1.292	3,95
Espindola	89	7,64
Gonzanamá	331	7,64
Macará	2.902	5,81
Olmedo (Loja)	20	7,64
Paltas	2.619	5,66
Pindal	8.021	8,60
Puyango	5.078	6,47
Quilanga	12	7,64
Sozoranga	1.279	7,64
Zapotillo	6.063	8,69
<b>TOTAL LOJA</b>	<b>35.854</b>	<b>7,54</b>

Fuente y elaboración propias con base en MAG (Operativos de Rendimientos Objetivos, 2019)

La producción de maíz duro amarillo de la provincia de Loja se caracteriza por el uso de semillas certificada en un 100 %, a diferencia de provincias como Guayas y Manabí, que utilizan semillas recicladas. Las variedades certificadas de maíz duro amarillo utilizadas mayoritariamente en las zonas productoras de la provincia de Loja son: Dekalb 7088, Pionner 30k75 y Triunfo (figura 5) (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019, 21-22).

La variedad comercial Dekalb 7088 es un híbrido tropical de alto rendimiento, de porte medio, tolerante al acame, a enfermedades tropicales y muy precoz, ya que requiere 135 días a partir de la emergencia para su cosecha (EQUAQUIMICA 2015) citado por Molina (2010, 44) y Dávila Camacho (2016, 16-7), razón por la cual es muy utilizado en las áreas maiceras de la provincia, principalmente en las zonas más secas, ya que de esa forma se aprovecha al máximo la época de lluvias y se minimiza las pérdidas ocasionadas por períodos secos.

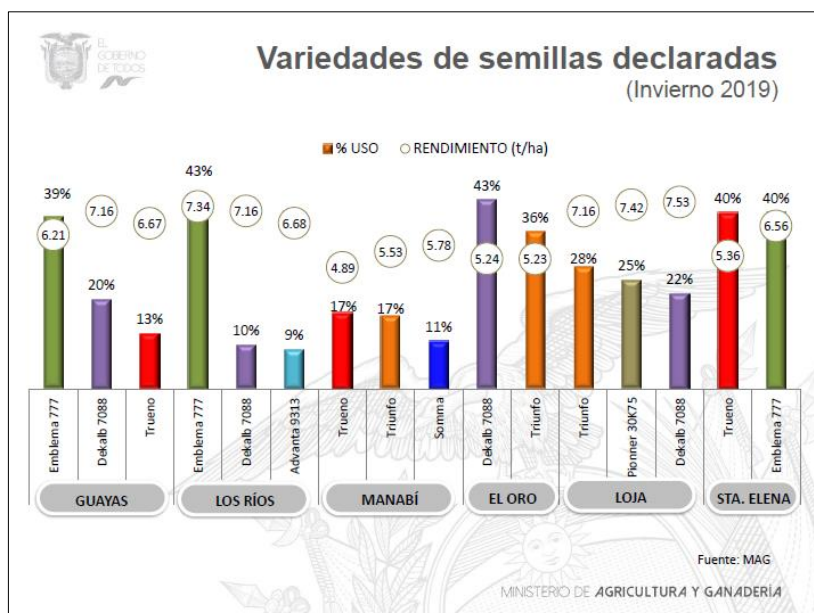


Figura 4. Variedades de semillas certificadas declaradas más utilizadas a nivel provincial (Invierno 2019)

Fuente: MAG (2019)

La variedad comercial Pioneer 30K75, de Pioneer y distribuida por Pronaca, es un híbrido que ha sido utilizado en la zona tropical ecuatoriana con el fin de incrementar el rendimiento del grano, obviamente atado a un equilibrado programa nutricional; posee una buena tolerancia a enfermedades, especialmente a la roya, y tiene un período de 125 a 135 días desde la emergencia a la cosecha (Villamar Palma 2011, 20-1).

Por último, la variedad comercial NB 7253, también conocida como Triunfo, es un híbrido mejorado que presenta un período de floración muy similar a las variedades Pioneer 30K75 y Dekalb 7088 (55 días); altamente tolerante a las principales enfermedades foliares y de grano, y potencial productivo de 8,2 Tm/ha según Maduro (2016) citado por (Riofrío Correa 2018, 4). Estos tres híbridos de maíz duro amarillo presentan características agronómicas similares (días a la floración, días a la cosecha, altura de planta, resistencia al acame, tolerancia a las enfermedades (EC Unidad Nacional de Almacenamiento 2016).

Actualmente, se han remplazado por completo las semillas nativas de la zona, debido entre otras causas, a la falta de agua, siendo aproximadamente 10 variedades las que han desaparecido o están en peligro de extinción (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 84), entre las que se destacan: Manabí, Colorado o Sabanilla, Tomeño y Cornelio, las cuales son variedades semiduras y duras, utilizados principalmente para la elaboración de chicha y la alimentación para animales (Heifer Internacional - Mancomunidad del Bosque Seco 2015, 5). Esto, de acuerdo a algunas opiniones, podría vulnerar la seguridad

alimentaria y la constitución de la unidad familiar campesina, debido a la dependencia hacia un suministro externo de alimentos, dejando la producción en forma de monocultivo a unas pocas variedades comerciales de maíz híbrido comercializadas por casas comerciales, que ocasionan la erosión de los suelos, la desertificación y reducción de los ecosistemas naturales. A esta consideración ecosistémica y ambiental, hay que sumar los factores socioeconómicos atados al clúster del maíz duro, tales como la migración temporal, que se da especialmente porque el 28 % de los productores trabajan sólo en el cultivo de maíz, durante seis meses del año, así como por la “mercantilización de toda la economía familiar” (Portillo et al. 2011 citado por Molina 2014, 12) vinculando a los campesinos de forma más directa al mercado (Zárate Montalvo 2010, 36).

Según el Censo Nacional Agropecuario 2002, la mayor parte de la agroproducción de maíz duro se destina a la elaboración de balanceados, mayoritariamente para el sector avícola, que utiliza cerca de 480.000 Tm/año. Es importante destacar que, existe una tendencia del incremento de los monocultivos de maíz en Zapotillo y Pindal, debido principalmente a los flujos cercanos con la agroindustria y la presencia del canal de riego Zapotillo; por tal razón, los productores se ven obligados a aumentar su productividad, recurriendo al endeudamiento con la banca y el encadenamiento con la industria, que sumados con la asistencia de los gobiernos locales y nacional, a través de la entrega de paquetes tecnológicos o *kits*, aumenta progresivamente la dependencia de los insumos agroquímicos y el asesoramiento técnico, en detrimento de la agroecología, con los consecuentes impactos en el ambiente y la salud de los pobladores de la zona (GAD Municipal Zapotillo 2016, 271 y 272) y (Zárate Montalvo 2010, 37-38). En este sentido, hay que ser muy crítico con alternativas agrícolas que difieren del enfoque agroecológico, ya que se basan en el enfoque de “sustitución de insumos” y la utilización de “insumos alternativos”, los cuales, a pesar de tener un origen biológico y orgánico, son externos al sistema productivo, irrumpiendo en la dinámica ecológica y rompiendo con los principios de la agroecología, tales como el reciclaje de nutrientes, el reemplazo de insumos externos y la integración de la parte agrícola con las actividades pecuarias. El uso de estas alternativas e insumos por parte de los agricultores, mantiene los mismos patrones de dependencia de los agricultores hacia la agricultura convencional, las empresas de agroquímicos, proveedores de insumos y acopiadores de materia prima (Altieri y Toledo 2010, 165-166).

Bajo esta línea argumentativa, el Ministerio de Agricultura y Ganadería desde Enero de 2013, a través del *Plan Nacional de Semilla Certificada de Alto Rendimiento* ha

incentivado la producción de maíz duro amarillo mediante la entrega de kits con semilla certificada a productores con reducidos recursos y acceso a líneas de crédito, que incluyen variedades comerciales como Pioneer, Dekalb, fertilizantes compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio, agroquímicos de franja verde y enraizadores, que en conjunto alcanzan en promedio los \$500,00 dólares, de los cuales el ministerio subsidiaba alrededor del 50% (Unidad de Comunicación MAGAP-Loja 2013) citado por Chamba Ochoa y Riofrío Ojeda (2015, 44) y GAD Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco (2019, 87).

La producción y el comercio, fruto del cultivo del maíz duro amarillo han dinamizado la economía de la zona, especialmente en la zona rural, incidiendo en el 56,48% de la PEA del cantón Pindal (GAD Pindal 2009) citado por Zárate Montalvo (2010, 40), fortaleciendo el mercado y generando un proceso de crecimiento económico, reflejado en el incremento de los rendimientos productivos a nivel provincial entre los años 2018 y 2019 (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019, 18), incrementando el volumen de producción en un 35 % en Pindal, e incrementos de la superficie cosechada en un 10% en Zapotillo (parroquias Paletillas, Garzareal, Mangahurco, Bolaspamba), con relación al año 2018. Así mismo, se han obtenido rendimientos de 170 qq/ha y 140 qq/ha, respectivamente, gracias a la presencia de un clima favorable y a la ausencia de sequías o plagas (EC Banco Central del Ecuador 2020, 23-24). A pesar de este proceso dinamizador de la economía en estos dos cantones, la mayoría de los habitantes de los cantones Pindal y Zapotillo viven en situación de pobreza extrema por necesidades básicas insatisfechas (NBI) con un 88,6 % y 88,3 %, respectivamente (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 92); (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 116), siendo las parroquias más afectadas Chaquinal (74,6 %), 12 de Diciembre (69,4 %) y Pindal (51,7 %), en el cantón Pindal, y Bolaspamba (98,9 %), Garza Real (98,3 %), Paletillas (96,2 %) y Mangahurco y Cazaderos (96 %), en el cantón Zapotillo. Entre los efectos negativos, se destacan la dependencia de los campesinos a intermediarios comerciales, proveedores de insumos y entes crediticios, fragilización ambiental, aumento del monocultivo, reducción de los cultivos asociados, generando a su vez consecuencias desastrosas en la zona (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 83-84) y la inequidad en la distribución del ingreso como reflejan los índices de pobreza registrados (Zárate Montalvo 2010, 41).

Y es que, el incremento de la productividad y la rentabilidad por hectárea, no ha brindado solidez a la economía familiar de la zona, ya que el modelo de producción tecnificado incrementa el costo de producción, debido principalmente a la incorporación

de insumos externos o *paquete tecnológico*, siendo el costo de producción de hasta el doble de su valor en el sistema tecnificado comparado con el sistema tradicional, y que los agricultores deben sortear para conseguir utilidades (Ospina *et al.* 2011, 29-32). A esto, hay que sumar las fluctuaciones de precio del mercado nacional e internacional, las plagas y enfermedades, variabilidad climática, el acceso a crédito barato y los costos de mano de obra. Todo este enmarañado de factores han conllevado a reducir el empleo y la mano de obra, el cual es mejor pagado en otras provincias, ocasionando la fractura de la familia y el desarraigo de las comunidades rurales.

### 3.5. Variabilidad climática

El aspecto más peculiar del clima de la provincia de Loja, es su influencia a las características orográficas (relieve), ausencia de elevaciones altas y a una fuerte exposición a la aridez, la cual es más notable hacia el sur. Según Galvin (2008), Garreaud *et al.* (2009), Saavedra *et al.* (2011) citados por Samaniego-Rojas *et al.* (2015, 45), “el factor orográfico, conformado por un relieve que desciende de Este a Oeste, con un gradiente general del 2,4 %, ha contribuido a que en Loja se forme una *microzona de convergencia*, perpendicular a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), donde los vientos marinos del Oeste tocan la cumbre de la cordillera Real y los vientos Alisios del Este sobrepujan el centro de la provincia, configurando una situación de *Sahel*, es decir, de transición entre la zona montañosa de los Andes meridionales del Ecuador y el desierto de Sechura del Perú”, y que según Richter y Moreira-Muñoz (2005, 223), generan nubes de tempestad convectiva, también llamadas neblinas orográficas, que se elevan entre los valles alrededor de mediodía, y que se convierten en las únicas fuentes de precipitación para las áreas centrales de la provincia, como por ejemplo Céllica y Pindal. Por otro lado, existe un período de ausencia total de lluvia entre octubre y abril, siendo más notable entre octubre y noviembre, y al que se le denomina veranillo de El Niño, el cual se debilita con la entrada de una corriente monzónica desde el noroeste que lleva lluvias hasta la vertiente oeste de la cordillera occidental.

Así, se evidencia que el régimen de precipitaciones monomodal de la zona occidental de la provincia, tiende a formar una tendencia bimodal de lluvias correspondiente a la zona central y de influencia de la región amazónica. Sin embargo, el relieve abrupto y sinuoso, así como el ingreso de varios frentes de aire húmedo, generan diferencias de temperatura y precipitación entre lugares cercanos entre sí. “El río Catamayo, que atraviesa por el centro la provincia, permite el paso durante la mayor



parte del año del aire cálido y seco, que viene del desierto del sur, provocando el fenómeno de la desertificación, más acentuado hacia los extremos occidental y suroccidental” (Figura 6).

La clase de clima Tropical, con un rango térmico superior a los 22 °C, “se localiza bajo la cota de 1.200 m. s n m, sobre buena parte de los territorios de los cantones Zapotillo, Macará, Pindal y Catamayo, y siguiendo la larga garganta de penetración del río Catamayo, hasta cerca de Chinguilamaca, en más de un tercio territorio de Loja” (INERHI-PREDESUR-CONADE 1994, 61-62).

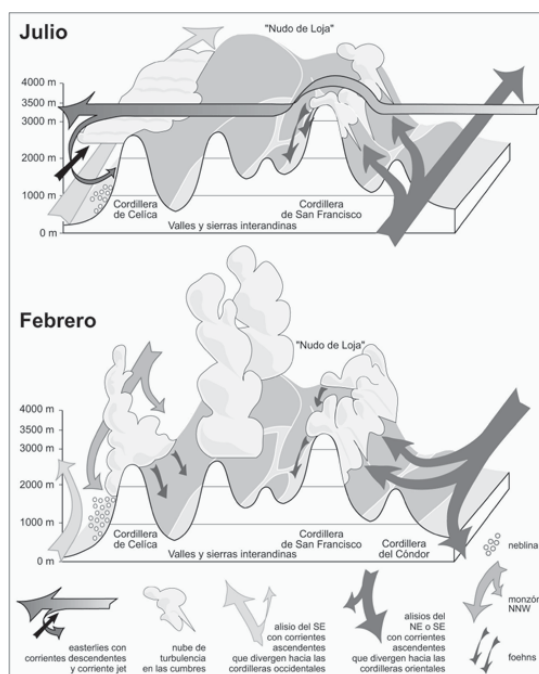


Figura 5. Esquema sinóptico del sistema de circulación regional (julio y febrero) de la provincia de Loja

Fuente: (Richter y Moreira-Muñoz 2005)

Otro factor importante que incide en la dinámica del clima, es el complejo relieve-altitud dominado por la Cordillera de los Andes, que se constituye como una barrera climática, que en gran parte de la provincia de Loja se conoce como los Andes Bajos o *Depresión de Huancabamba*, en “donde la principal particularidad climática está asociada al fuerte gradiente de temperatura y precipitación que se da en distancias relativamente cortas”, incidiendo sobre la estructura y diversidad de ecosistemas (Maldonado *et al.* 2005, Richter y Moreira-Muñoz 2005, Buytaert *et al.* 2006, Emck 2007, Rollenbeck *et al.* 2011, Pineda *et al.* 2013) citados por Samaniego-Rojas *et al.* (2015, 45-46).

Según la clasificación de Pourrut *et al.* (1995), la región occidental del Litoral y la parte sur occidental de la zona Andina, presenta un Clima Tropical Megatérmico Seco a Semihúmedo, evidenciándose la estacionalidad fuertemente marcada entre la época seca y lluviosa, con precipitaciones bajas en general durante casi todos los meses del año, de acuerdo a los climogramas basados en información climática global de WorldClima, correspondientes al período 1900-2000, para las localidades de Zapotillo y Céllica (Aguirre *et al.* 2015, 54) (figura 6) , y en base a Promedios mensuales multianuales (2000-2014) (figura 7), en el que se toman 2 sitios referenciales de los cantones Zapotillo, Pindal y Puyango, que poseen temperaturas medias elevadas superiores a 24° C y precipitaciones anuales comprendidas entre 500-1.000 mm recogidas de diciembre a mayo, en donde se concentra entre el 70 al 90 % del total anual.

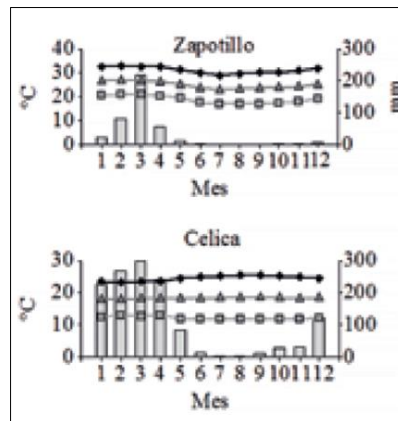


Figura 6. Climatogramas de Zapotillo y Celica. Período 1950 – 2000. WorldClim  
Fuente: Aguirre et al. (2015)

Existen así mismo, excepciones al régimen anterior, que se encuentran ligadas a los períodos de *El Niño (EN)*, en el cual las precipitaciones son significativamente superiores a la media normal, principalmente en años catalogados como *Super Niño* p.ej. 1983, 1997/98, de acuerdo a Bendix *et al.* (2003) y Takahashi (2004) citados por Samaniego-Rojas *et al.* (2015, 49) y en el que los regímenes de lluvias comienzan más temprano y terminan más tarde inclusive hasta 2 meses adicionales (Cedeño *et al.* 2006, 3), ocasionando diversos impactos, desde inundaciones, movimientos de masas, así como cambios en los ecosistemas áridos y semiáridos de la zona.

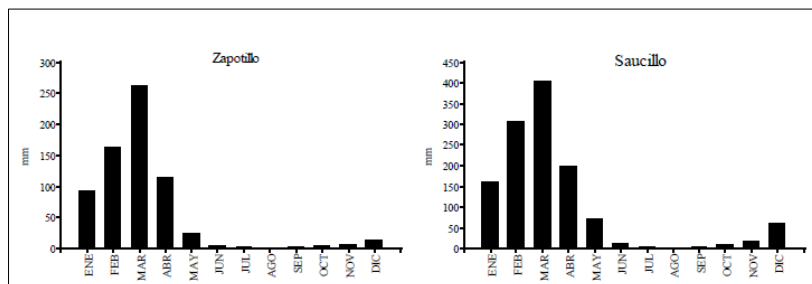


Figura 7. Promedios mensuales multianuales (2000-2014) para 2 sitios referenciales: Zapotillo (223 m. s n m) y Saucillo-Alamor (328 m. s n m). INAMHI  
Fuente: Samaniego-Rojas et al. (2015, 52)

Los cantones Pindal y Zapotillo al presentar un clima semiárido y subhúmedo seco, posee suelos poco aptos para el desarrollo de actividades agropecuarias, ya que existe un alto grado de erosión y compactación, además las actividades antrópicas como la deforestación, quema y labranza inadecuada de suelos para cultivos y las actividades ganaderas, han deteriorado la cobertura vegetal natural, lo que reduce la capacidad de resiliencia de la zona frente a la variabilidad climática y al cambio climático GAD Municipal Zapotillo (2016 28, 30, 44, 67-70); GAD Municipal del Cantón Pindal (2015 14, 20, 25 y 28).

La región semiárida y subhúmeda seca de la zona sur occidental de la provincia de Loja, alberga un ecosistema de bosque seco neotropical, el cual forma parte del denominado punto caliente de biodiversidad *Tumbes-Choco-Magdalena (TCM)*, subunidad Tumbes (Mittermeier *et al.* 2011) y (Espinosa *et al.* 2012) citados por (Escribano-Ávila 2016, 1). La sequía es uno de los fenómenos climáticos más complejos que afectan a la sociedad y el medioambiente (Wilhite, 1993), y se debe en gran parte “a la dificultad de cuantificar la severidad de una sequía, pues habitualmente se identifica por sus efectos sobre diferentes sistemas (agricultura, recursos hídricos, ecología, incendios forestales, pérdidas económicas), pero no existe una variable física determinada que permita medir la severidad de la sequía”, así como la cuantificación de su duración, magnitud y extensión superficial (Burton *et al.*, 1978 y Wilhite, 2000) citados por Serrano *et al.* (2012, 680).

En el caso de Ecuador, las condiciones de sequía se originan principalmente a anomalías en el clima como, por ejemplo:

- a) la influencia de la corriente fría de Humboldt;
- b) la influencia del fenómeno de El Niño; y,

c) la situación anticiclónica que frena la acción de los frentes húmedos, occidental y oriental, ocasionado por los accidentes geográficos y el relieve, acción que es evidente en la región Sierra y la ceja de montaña de la Amazonía.

Dentro de la contextualización de los cantones, se enfatizó acerca de los temporales de sequía, que afectan de manera importante el desarrollo y aprovechamiento de los recursos hídricos de la región. Las condiciones productivas actuales aumentan la demanda del recurso hídrico, el cual se ve acrecentado durante las épocas secas o sequías que, aunque no provoquen el colapso de los sistemas, condicionan su operatividad a la utilización de los recursos hídricos, la falta de agua ya sea en forma de lluvia o dentro de los cauces naturales, dejando huellas traducidas en pérdidas de cosechas o en deficiencia (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 33).

Estudios en la zona determinan que, desde inicios del año 2004 existe una ausencia total y en ciertos lugares parcial de las lluvias, con períodos prolongados de duración, ocasionando diversas pérdidas en los sectores agropecuarios, así como el “desabastecimiento de alimentos, pérdidas de cultivos, falta de agua para consumo humano y animal, presencia de enfermedades y epidemias”, incremento de niveles de pobreza y aumento del nivel de migración (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 117).

Las sequías son definidas a través de índices, los cuales son indicadores que ofrecen información cualitativa acerca de la gravedad de la sequía, en función de los datos hidrometeorológicos disponibles. Los índices de sequía utilizados en este estudio fueron:

b) El *índice de precipitación estandarizado (SPI)*, basado en los registros históricos de precipitación de una zona, transformados en probabilidades de precipitación, y cuya escala presenta valores tanto positivos como negativos, entre 0 y 1. Una de las principales ventajas del SPI es la de facilitar los análisis ocasionados por las sequías en diferentes espacios de tiempo (temporales) y por diferentes tipos (Edwards y McKee, 1997) citado por Serrano *et al.* (2012, 681).

c) El *indicador de mayor número de días secos consecutivos en un mes (CDD)*, que hace referencia a la variable de precipitación y refleja las condiciones climáticas de sequía, considerado como el máximo número de días consecutivos durante un mes con una precipitación menor a 1mm en cada año (Peterson et al. 2001; MAE 2017, 401-30; FAO 2017, 13; FAO 2019, 5).

### 3.6. Evidencias e impactos de cambio climático en la zona

Según CIAT (2014, 17), en términos de cambios de escenarios de cambio climático a nivel de la región Andina (Colombia, Ecuador y Perú), se presentan anomalías (cambios) de precipitación total anual (aumentos y disminuciones) y temperatura media anual (aumento generalizado de entre 1 y 4° C) para las normales climatológicas de los períodos 2020-2049 y 2040-2069, respectivamente, en relación al período 1961-1990.

De acuerdo con estas mismas estimaciones, la región Andina de estos tres países podría verse afectada por un calentamiento entre 0,9 para el 2030, y de 2,8 °C para el 2050, lo cual podría reducir drásticamente la aptitud de la mayoría de cultivos; y, “por alteraciones de la precipitación que podría estar entre -3 % y +10 % del acumulado anual promedio actual” (17).

Los estudios realizados en el Ecuador, desde el año 2006 por varias organizaciones nacionales e internacionales, evidencian incrementos sostenidos de temperatura, modificaciones en la frecuencia e intensidad de los regímenes hidrológicos y de eventos extremos, tales como sequías e inundaciones, así como un continuo avance en el retroceso de glaciares y la ocurrencia de “inusuales olas de calor y de frío, desfases importantes en la época lluviosa y precipitaciones intensas precipitaciones en períodos cortos seguidos de días sin precipitaciones”, así por ejemplo, en 4 de los últimos 7 años, en un solo día llovió entre el 50 y 80 % de la cantidad esperada para todo el mes (Cáceres 2007, 20-1). Un estudio de vulnerabilidad al cambio climático del 2012, financiado por Fundación Carolina, generó un índice cantonal de vulnerabilidad a partir de variables sociales y ambientales, el cual mostró que los cultivos con mayor afectación por cambio climático en el Ecuador serían el maíz, fréjol, papa y arroz (CIAT 2014, 10).

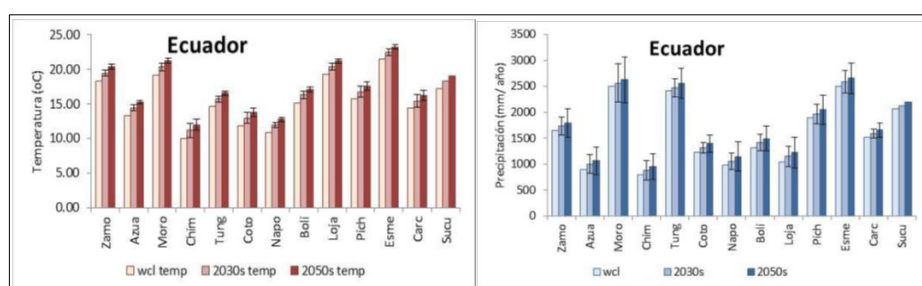


Figura 8. Proyecciones de temperatura y precipitación en diferentes provincias de la región Andina de Ecuador

Fuente: (CIAT 2014)

Según Cáceres (2007) citado por Chamba L. y Chuncho M. (2011, 26-7), un estudio realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, relativo a la seguridad alimentaria para el período 2010-2030, bajo dos escenarios de cambio climático (ECC), estimaba que la oferta de maíz duro amarillo excedería en diferentes niveles los requerimientos de la población al año 2010 (ECC2), mientras que, de producirse el escenario 3 (ECC 3), la oferta de maíz duro amarillo sería inferior a la demanda; para el año 2030 y bajo los escenarios ECC2 y ECC3, la oferta de maíz duro superaría a la demanda.

Según CIAT (2014, 20), las proyecciones para el Ecuador muestran un incremento de las precipitaciones, especialmente en Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y Loja, en un máximo de 160 mm/año en 2030 y 200 mm/año en 2050; con respecto a la temperatura, habría un aumento de la temperatura media anual entre 0,9 y 1,6 °C para 2030, y 1,7 a 2,8 °C, para 2050, con mayor influencia en las provincias amazónicas (figura 9).

Para el caso de la provincia de Loja, las precipitaciones demuestran una temporada de mayores precipitaciones entre enero – abril, y menores precipitaciones, entre junio – septiembre, como se mencionó anteriormente; sin embargo, su variabilidad ha sido alta, especialmente en los meses de la temporada lluviosa, debido a la influencia de los fenómenos climáticos El Niño – La Niña, que han ocasionado mayores o menores volúmenes mensuales de precipitación (1981 – 2015), y que de acuerdo a los escenarios de cambio climático muestran en general, incrementos de precipitación, siendo más significativos en el 1er y 4to trimestres del año.

“También se aprecia que habría una mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos de variabilidad climática, que ocasionarían años con meses de lluvias muy intensas (superiores en más del 100 % a la climatología actual y futura), siendo los más fuertes bajo el RCP 8,5” (figura 10) (EC CONGOPE 2019, 10-11).

A pesar de que se prevé un incremento de los niveles de precipitación en ciertos meses, en otros, las disminuciones serían igualmente significativas, por lo que los totales anuales se verían notablemente reducidos, lo que hace suponer una posible escasez de recursos hídricos en la zona de estudio, mayor estrés hídrico en la vegetación” (Oñate-Valdivieso y Bosque 2011, 169).

Por otro lado, para el clima actual, la temperatura media presenta valores entre 14 y 15° C, con valores mayores en noviembre, y menores en julio (figura 11); al igual que con la precipitación, existen años con temperaturas más altas o más bajas, con una tendencia hacia temperaturas superiores al promedio, como lo demuestra el estudio de vulnerabilidad actual (Neira *et al.* 2009, 21), en el que el comportamiento de la temperatura de la cuenca Catamayo-Chira exhibe un incremento de 0,13 °C /década, con

puntos críticos en Zapotillo y Espíndola (Aguirre *et al.* 2015, 36), demostrando la ocurrencia del cambio climático.

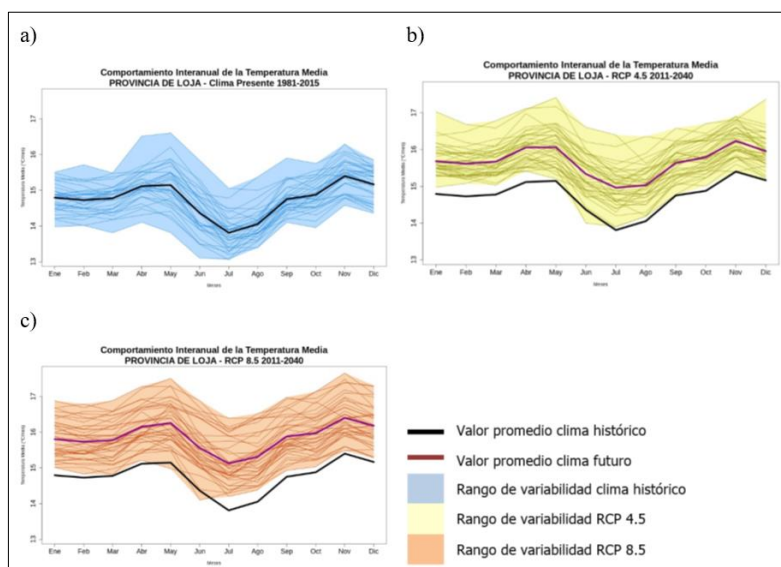


Figura 9. Comportamiento de las precipitaciones en Loja: (a) clima histórico, (b) emisiones medias – RCP 4,5 y (c) emisiones altas – RCP 8,5  
 Fuente: EC CONGOPE (2019)

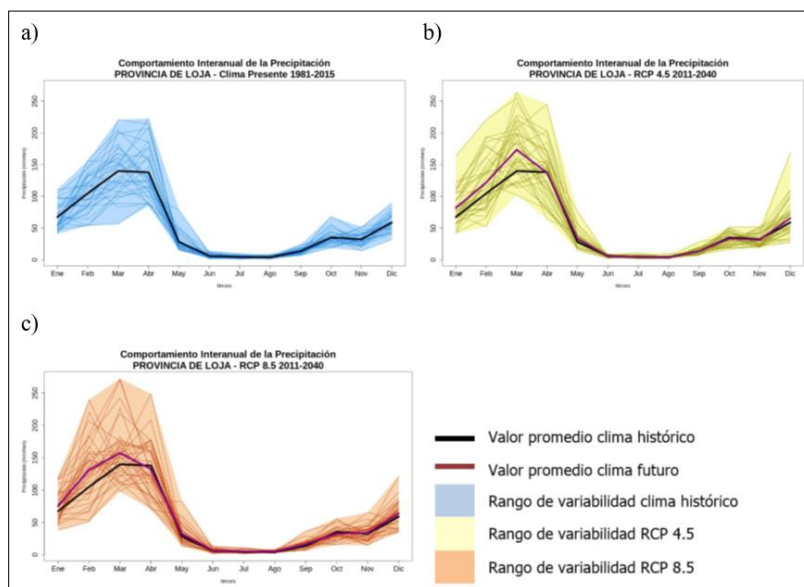


Figura 10. Comportamiento de la temperatura media en Loja: a) clima histórico; b) emisiones medias – RCP 4,5; y, c) emisiones altas – RCP 8,5  
 Fuente: (EC CONGOPE 2019)

Según EC CONGOPE (2019, 11-2), de acuerdo a los escenarios de cambio climático, los valores de temperatura serán mayores, entre 0,8 – 1,1 °C (RCP 4,5), y entre 0,9 – 1,3 °C (RCP 8,5); lo cual se corresponde con lo expresado por (Oñate-Valdivieso y Bosque 2011, 164), con incrementos entre 0,6 °C para el año 2020, y 4 °C, para 2085, para el caso de la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira. Adicionalmente, el rango de variabilidad

de la temperatura media en el período 2011-2040, exhibe valores por encima del promedio actual, lo cual revela que frente a fenómenos de variabilidad climática que ocasionen descenso en la temperatura, como el caso de La Niña, los valores de temperatura serían casi iguales a los que se tienen actualmente (EC CONGOPE 2019, 11-2).

El incremento sostenido de la temperatura y la variabilidad en la reducción de las precipitaciones podrían ocasionar escasez de los recursos hídricos, ocasionando eventos de sequía, generando procesos de estrés “en la vegetación, e incluso un posible incremento de la intensidad de los eventos extremos de precipitación” (Oñate-Valdivieso y Bosque 2011), ocasionando la disminución de la producción como, por ejemplo, los ocasionados en 1988 con la producción de fréjol, en 2.700 Tm, y de maíz duro amarillo, en más de 10.000 Tm, con respecto al año anterior (Neira *et al.* 2009) citado por Aguirre *et al.* (2015, 36).

Así, por ejemplo, según FAO (2018, 249), los sistemas ganaderos bovinos de la provincia de Loja, que exhiben mayor vulnerabilidad frente al cambio climático son las parroquias de Zapotillo, Mangahurco y Paletillas, para el presente estudio; mientras que, una de las parroquias más expuestas (considerando como elemento expuesto al pasto) es Chaquinal, perteneciente al cantón Pindal. Estas aseveraciones están basadas en la disponibilidad de algunos elementos que permiten medir la capacidad adaptativa del sistema ganadero como, por ejemplo, la disponibilidad de pronósticos climáticos y herramientas de planificación frente al cambio climático, y la existencia de infraestructuras multipropósitos; y, para la medición de la sensibilidad y la vulnerabilidad del sistema, se cuenta con datos referentes al índice de heladas y a la pendiente del terreno.

Adicionalmente a los impactos que el cambio climático puede ocasionar en la disponibilidad de los recursos hídricos en la zona y, por ende, en las actividades agroproductivas, pueden existir impactos en la biodiversidad y otras funciones ecosistémicas, tanto ante la reducción del recurso hídrico, como frente al incremento, ocasionando la migración de especies nativas (Richter *et al.* 2009) citado por Aguirre *et al.* (2015, 36).



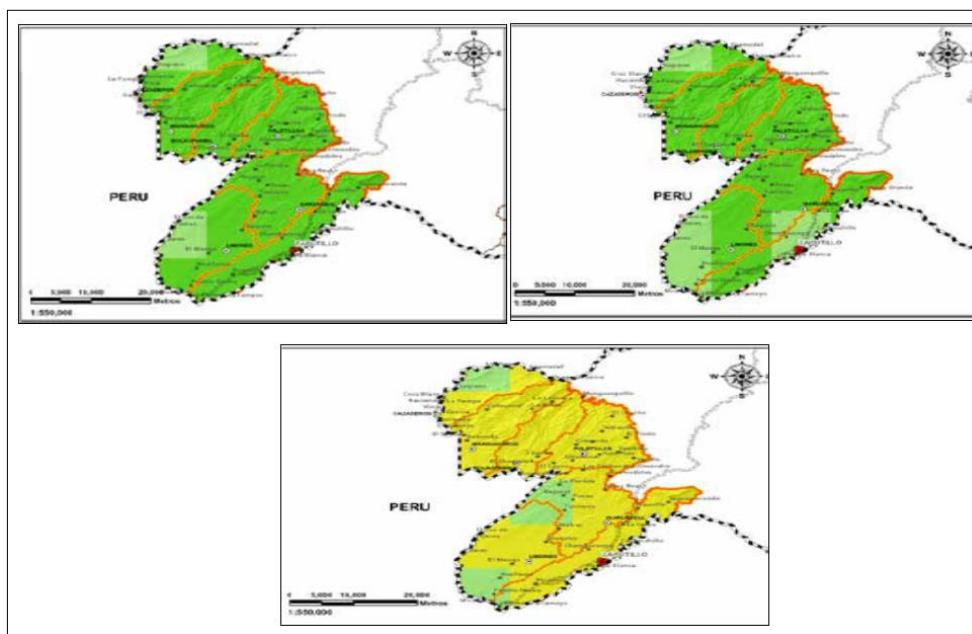


Figura 11. Nivel de amenaza para las lluvias intensas, bajo los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 (período 2016 – 2040), en comparación al clima histórico del periodo 1981-2015  
Fuente: MAE (2019); GAD Zapotillo – Mancomunidad del Bosque Seco (2019)

El nivel de amenaza para lluvias intensas asociado al índice R95p,<sup>7</sup> en el caso del cantón Zapotillo, bajo los escenarios de cambio climático RCP 4,5 y RCP 8,5, definidos por (EC CONGOPE 2019, 10-11), presenta una tendencia muy baja (color verde oscuro) (1 días y medio más con lluvias extremas al 2030 y 3 días más con lluvias extremas al 2040) y baja (verde claro) (3 días más con lluvias extremas a 2030, y 6 días más con lluvias extremas al 2040), para RCP 4,5; mientras que, para RCP 8,5, el cantón presenta una tendencia moderada (color amarillo) “(aumento de 1 día cada 2 o 5 años, es decir que habría 6 días más con lluvias extremas hacia el año 2030 y 15 días más con lluvias extremas a 2040), y baja (3 días más con lluvias extremas para 2030, y 6 días más con lluvias extremas al 2040)” (figura 12) (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 200).

Para el caso del cantón Pindal, el nivel de amenaza para lluvias intensas asociado al índice R95p, para el caso del clima histórico y el escenario RCP 4,5, es muy baja (aumento de 1 día cada 10 o más años, es decir que habría un día y medio más con lluvias extremas hacia el año 2030 y 3 días más con lluvias extremas al 2040); sin embargo, bajo el RCP 8,5 habría un incremento de la amenaza a lluvias intensas, pasando a tener un

<sup>7</sup> “Nivel de amenaza para las lluvias intensas, según la tendencia de aumento del número de días al año con lluvias extremas” (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019).

nivel moderado (amarillo) en el 90 % del cantón (aumento de 1 día cada 2 o 5 años, es decir que habría 6 días más con lluvias extremas hacia el año 2030 y 15 días más con lluvias extremas hacia el año 2040), en relación al histórico 1981-2015 (figura 13) (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 174).

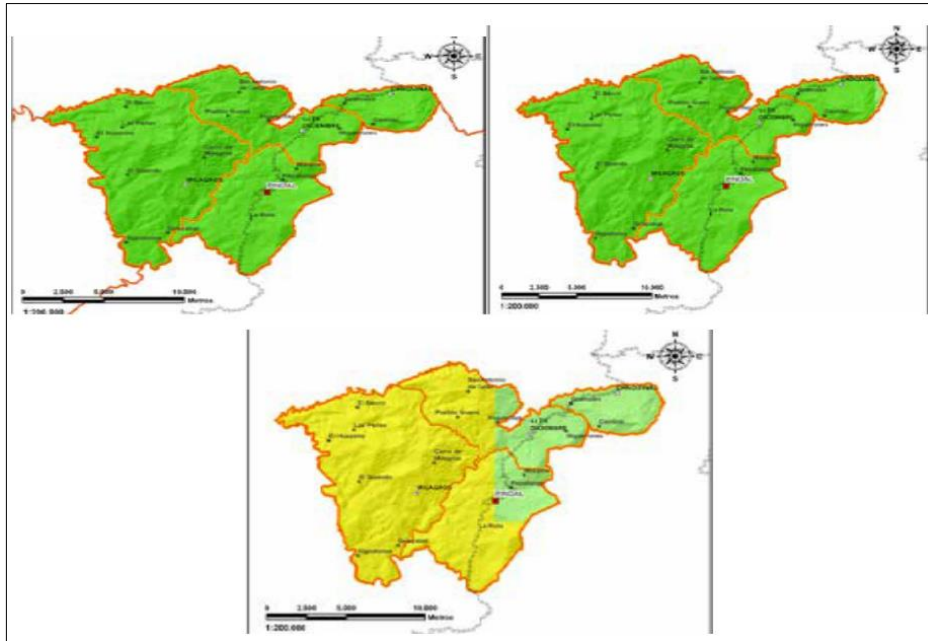


Figura 12. Nivel de amenaza para las lluvias intensas, bajo los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 (2016-2040), en comparación al clima histórico del periodo 1981-2015  
Fuente: MAE (2019); GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco (2019)

En relación a la amenaza climática para sequías por incremento del número de días secos consecutivos asociado al índice CDD,<sup>8</sup> en relación a la dinámica que exhibe el clima histórico (1981-2015), los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5, demuestran una amenaza Nula (celeste), es decir que para los años 2030 y 2040, habría un aumento de la precipitación y una reducción del número de días secos consecutivos (figura 14) (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 204).

Por otro lado, en relación a la amenaza climática de la sequía (CDD) para el cantón Pindal, para el caso del clima histórico (1981- 2015), se evidencia una tendencia muy baja (verde oscura), es decir que los días secos consecutivos se extenderían 1 día y medio más hacia el año 2030, y 3 días más a 2040, en la zona central del cantón (parroquias Pindal y Milagros); mientras que, en el resto de parroquias, el nivel de amenaza a la sequía sería Nulo (celeste) bajo los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5, manteniendo los períodos

<sup>8</sup> La tendencia es hacia el aumento o reducción del número de días secos consecutivos al año. (Es decir habrá más o menos días con lluvias y las sequías serían más cortas o largas (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 177).

secos más cortos y un aumento de la precipitación (figura 15) (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 178)

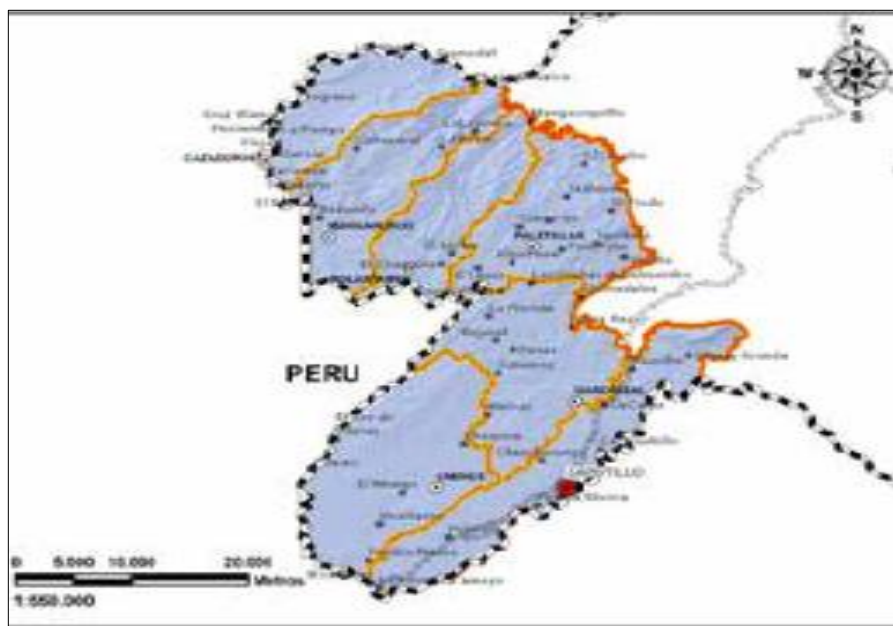


Figura 13. Nivel de amenaza para las sequías para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 (2016-2040), en comparación al clima histórico del periodo 1981-2015

Fuente: MAE (2019); GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco (2019)

Frente a esta dinámica productiva imperante del maíz duro amarillo, la población de los cantones Zapotillo y Pindal, en pro de incrementar la productividad de los cultivos de maíz, ha reducido significativamente sus bosques y matorrales desde hace unos 20 años aproximadamente, mermando los recursos naturales de la zona, lo cual ha repercutido en la disminución de la producción hídrica, incrementando el riesgo de sequía en las zonas más vulnerables, además de la erosión de los suelos, sobre todo por el uso inadecuado de agroquímicos en los cultivos (GAD Municipal del Cantón Pindal 2015, 83-84), así como por el uso de prácticas productivas que reducen la capacidad de regeneración y sustentación de los suelos.

La reducción drástica de la cobertura vegetal y la pérdida del suelo y su fertilidad requiere de una disminución del avance de la frontera agrícola, especialmente en relación a los monocultivos, y la incorporación de prácticas y estrategias de diversificación agro productiva en función de una producción agroecológica y diversificada, así como la implementación de prácticas de reforestación, sistemas agrosilvopastoriles y/o silvopastoriles, para poder recuperar la cobertura boscosa y, evitar la degradación

acelerada de los suelos, permitiendo también alternativas productivas para la población, limitando su dependencia al cultivo de maíz (GAD Municipal Zapotillo 2016, 29).

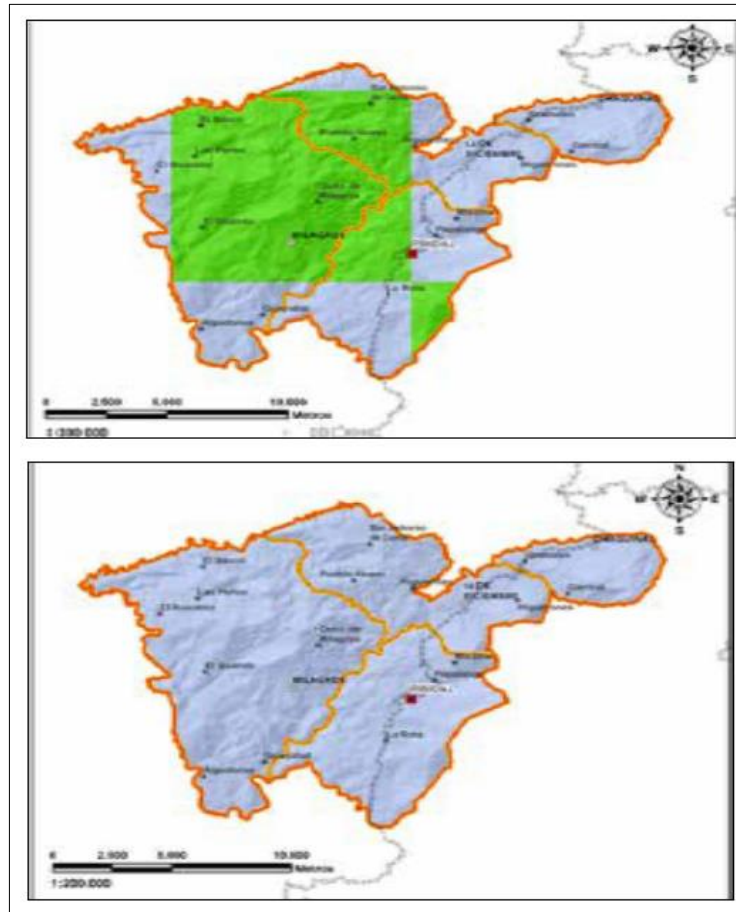


Figura 15. Nivel de amenaza para las sequías, bajo los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 (2016-2040), en comparación al clima histórico del periodo 1981-2015  
Fuente: MAE (2019); GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco (2019)

Es necesario destacar que:

un evento natural como la sequía ocurrida entre 1967 y 1968 que azotó la provincia de Loja, hizo imposible mantener el equilibrio entre la economía campesina de auto subsistencia y el intercambio mercantil en los centros regionales. Se produjo entonces un movimiento migratorio masivo –pero estacional de varones hacia la costa, principalmente a la provincia de El Oro, donde los campesinos pindaleños encontraron trabajo como jornaleros en la agroindustria bananera que se expandió a partir de la década de 1960, ligada estrechamente a los mercados de exportación. Se produjo entonces una mercantilización importante del consumo local, lo que cambió el papel del centro poblado. La migración marcó la ruptura del aislamiento de la zona reforzó la tendencia al incremento de la ganadería (menos exigente en mano de obra), a un cierto proceso de reconcentración de la tierra y al debilitamiento de la Comuna de Milagros (Martínez 2002: s/p).

## **Capítulo segundo**

### **Lineamientos y metodologías**

En el presente capítulo se provee una descripción de las metodologías adoptadas, tanto para el cálculo de riesgo climático, como para el análisis de percepción de la variabilidad climática y de los factores productivos que más inciden en la producción de maíz amarillo duro en los cantones Pindal y Zapotillo, permitiendo identificar aquellas parroquias que reflejan un mayor riesgo climático frente a amenazas como las sequías y las lluvias intensas, mediante el desarrollo de dos enfoques metodológicos:

- a) cuantitativo, basado en indicadores hidrometeorológicos y el desarrollo de un modelo de cálculo basado en la ecuación general del riesgo climático (IPCC, 2014, 5); y,
- b) cualitativo, que se aproxima a la problemática ambiental desde la perspectiva de los valores ambientales y socioeconómicos (Forero *et al.*, 2014, 76) de los productores de maíz duro amarillo entrevistados en estos dos cantones. Por lo tanto, la investigación estuvo distribuida en dos fases: de campo y de gabinete.

En el presente estudio se busca correlacionar los resultados obtenidos a través de la aplicación de un modelo matemático de riesgo climático, con los resultados del análisis cualitativo acerca de la comprensión, percepción e interpretación que poseen los productores entrevistados durante el estudio de este rubro agrícola, en relación a los cambios percibidos en la dinámica de la variabilidad climática asociada a eventos extremos, tales como la sequía y las lluvias intensas, y como estos cambios afectan la percepción de la variabilidad climática y el cambio climático actual de los productores entrevistados de los dos cantones de la provincia de Loja.

La combinación de estos enfoques metodológicos han demostrado ser bastante útiles y complementarios entre sí (Hurtado 2000), pues es posible a través de la interpretación de sus resultados, tener una radiografía acerca del conocimiento empírico y percepción experimentado por el agricultor y la subjetividad de su interpretación respecto de su entorno y las dinámicas climáticas a través del enfoque cualitativo; y, el abordaje de las ciencias exactas como las matemáticas y la estadística que facilitan una explicación y comprensión más precisa de la variabilidad climática

a través del cálculo y evaluación cuantitativa de los factores y fenómenos atmosféricos que la generan (Pinilla *et al.* 2012, 27).

## **1. Fase de campo**

La investigación desarrollada en campo adoptó un diseño cualitativo, “ya que se evalúan categorías cualitativas en los procesos de recolección, análisis e interpretación de la información” (López 2015, 68), considerando que, el reconocimiento individual acerca de la variabilidad climática y el cambio climático que perciben los agricultores y campesinos a nivel local citado por Forero *et al.* (2014, 76), como por ejemplo, los fenómenos extremos como la sequía y las lluvias intensas, sus consecuencias, y las condiciones del mercado que afectan de forma concomitante su producción, y por ende, su estilo de vida y bienestar, sólo pueden ser visualizados y transmitidos a través de una *valoración subjetiva* que ellos poseen con respecto a esta problemática.

### **1.1. Marco muestral**

Para el desarrollo del análisis cualitativo de la presente investigación, se pusieron en consideración las técnicas de muestreo no probabilístico de tipo intencional (Pérez *et al.* 2016, 37), por muestreo de conveniencia y muestreo accidental o de consecutivo (Otzen y Manterola 2017, 30). Se utilizaron entrevistas estructuradas o también llamadas enfocadas, cuyo conjunto de preguntas fueron previamente determinadas en base a los objetivos de la investigación, las cuales mantienen un orden de categorías y “se aplican de forma rígida a todos los sujetos del estudio” (Díaz-Bravo *et al.* 2013, 163). Se desarrolló un cuestionario o guión, con preguntas cerradas y abiertas, a fin de que puedan ser contestadas de forma breve y concisa, pero que al mismo tiempo recoja información más enriquecedora (Folgueiras s/a) citado por Montalvo Terán (2021, 13), principalmente de los factores climáticos y socioeconómicos que mas afectan al rendimiento del rubro agrícola. Uno de los aspectos considerandos más importantes en la realización de las entrevistas estructuradas es, haber concretado de manera anticipada las citas con los entrevistados, poniendo especial atención en que las “entrevistas se programen para que se ajusten diariamente al programa de trabajo de la población local” (FAO 2009, 43-4) evitando generar inconvenientes a los entrevistados.

Basados en la descripción realizada por Pérez *et al.* (2016, 37) y Otzen y Manterola (2017, 230) citados por Pinzón Colmenares (2019, 46), se detallan las técnicas de muestreo no probabilístico utilizadas en este estudio:

- a) Muestreo intencional: se tomó en consideración ya que la técnica permite definir las características de la población objetivo, limitando la muestra solo a los casos que debían cumplir con ciertos criterios de selección, los cuales fueron: 1) Tener más de 18 años de edad; 2) Ser agricultor y/o productor de maíz duro amarillo; 3) Disponibilidad para formar parte del estudio. En este último punto, se consideró principalmente aquellas personas que, anteriormente habían participado en procesos de fortalecimiento de capacidades y asesoramiento técnico realizado por la Mancomunidad del Bosque Seco (MBS), y a través de la cual se pudo contactar, dentro de una población muy variable, como son los productores de maíz de los dos cantones. Este criterio, considerado por Otzen y Manterola (2017, 230), “selecciona a aquellos que más convenga al equipo investigador, para conducir la investigación”.
- b) Muestreo por conveniencia: adicionalmente a la técnica anterior, se consideró el muestreo por conveniencia, ya que la técnica “permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador”. Otzen y Manterola (2017, 230) citado por (Pinzón Colmenares 2019, 46). En este caso se realizaron 10 entrevistas estructuradas basadas en un guión con preguntas cerradas y abiertas, dirigidas a productores maiceros de los cantones de Pindal y Zapotillo, cuyos datos informativos fueron previamente facilitados por el coordinador técnico de la *Mancomunidad del Bosque Seco* del suroccidente de la provincia de Loja, Luis Vicente Solórzano, organización que trabaja en la zona, y en base a los cuales, se concretaron las citas con fecha y hora aproximada para la realización de las entrevistas. Cabe resaltar que, dicho tipo de muestreo se fundamentó en la “accesibilidad y proximidad de los sujetos”, traduciendo estos términos como la facilidad de contactar y entrevistar a individuos que han tenido una relación de trabajo con esta organización.

Muestreo accidental o consecutivo: mediante la cual se eligió a otros agricultores de la zona, mientras se realizaban las entrevistas de muestreo intencional y por

conveniencia, cuya disponibilidad era factible. “Es similar al muestreo por conveniencia, excepto que intenta incluir a todos los sujetos accesibles como parte de la muestra” (Otzen y Manterola 2017, 230). Basado en este criterio, así como por el realizado por Pinzón Colmenares (2019, 46), se enrolaron el mismo número de casos planificados según el muestreo de conveniencia, aprovechando la casualidad y la disponibilidad de los sujetos entrevistados, incluyendo a aquellos agricultores accesibles y dispuestos a ser entrevistados, una vez concluidos los individuos contactados de forma previa, a través de la base de datos proporcionada por MBS. De esta manera, se completaron 20 entrevistas estructuradas con diferentes productores de maíz duro amarillo de los dos cantones. Es fundamental considerar en este punto que, el criterio de selección de los agricultores entrevistados se basó tanto en la disponibilidad de una base de datos proporcionada por la MBS, los criterios y estudios realizados por Pérez *et al.* (2016, 37), Otzen y Manterola (2017, 230) y Pinzón Colmenares (2019, 46), así como por la reducción de los costos, la eficiencia de trabajar con un reducido número de encuestados, considerados representativos de la población objetivo, y principalmente debido a que el estudio cualitativo se constituye en una aproximación de la problemática climática actual de los productores de maíz duro en los dos cantones de la provincia de Loja. En este mismo sentido, es necesario aclarar que, al haber trabajado con un número reducido de agricultores entrevistados, los resultados del estudio cualitativo no pueden ser extrapolados o ser representativos del criterio o percepción de todo el grupo de agricultores de maíz amarillo de los dos cantones en estudio, por lo que no tienen un valor estadístico como tal. Sin embargo, el estudio cualitativo permitió corroborar y validar el estudio cuantitativo de riesgo climático.

## **1.2. Cuestionario para las entrevistas estructuradas**

El cuestionario para las entrevistas estructuradas (Ver Anexo 1) fue desarrollado a partir de la definición de algunas categorías conformadas por preguntas cerradas y abiertas para la recopilación de información relacionada con los datos del productor y el predio y cultivo, acceso a servicios crediticios y de riego. Adicionalmente, el documento de entrevista contempló 7 bloques de información, cuyo propósito fue facilitar la descripción de aquellos factores, tanto climáticos, como por ejemplo, amenazas a lluvias intensas y sequías, así como socioeconómicos, tales como porcentaje de contribución de los costos de producción, precios, accesibilidad a centros de acopio, entre otros, que



inciden y afectan la producción agrícola de maíz y las utilidades del agricultor una vez lograda la venta, como se presenta en el Anexo 1, el cual exhibe los siguientes indicadores:

- a) Indicadores para caracterizar al productor de maíz
  - Edad promedio de los productores
  - Participación por género (hombre-mujer)
  - Organización social
  
- b) Indicadores para caracterizar la producción de maíz
  - Superficie destinada a la producción
  - Variedad de la semilla
  - Rendimiento del cultivo
  - Costos de producción (\$/ha)
  - Acceso a riego
  - Acceso a financiamiento
  - Factores climáticos que afectan la producción
  - Factores socioeconómicos que afectan la producción
  - Contribución de las actividades culturales al costo de producción total
  - Número de cosechas al año
  - Precio de venta de la producción de maíz en el centro de acopio (\$/qq)
  - Tipo de sistema de producción

## **2. Metodología para el cálculo del riesgo climático**

La adaptación al cambio climático se manifiesta como un procedimiento de acople al clima presente o al proyectado y sus efectos; por lo que, en las sociedades actuales, estos mecanismos de adaptación buscan reducir o evadir daños, e inclusive usufructuar las ventajas que, como resultado de éste, podrían ocasionarse y beneficiarse. En cambio, en los sistemas naturales, la intervención antrópica puede facilitar la corrección del desajuste frente a los cambios climáticos y sus consecuencias (IPCC 2014, 5), generadas por el mismo ser humano, a través de procesos de restauración más rápidos, aunque no sean del todo natural.

A fin de implementar estas acciones de adaptación, es necesaria su incorporación dentro de la planificación internacional, regional, nacional y local, en el marco de un

proceso reiterado de formulación y articulación de políticas y mecanismos de gestión del riesgo climático, incorporación de estos planes dentro de presupuestos reales, el cumplimiento efectivo de las metas propuestas mediante el uso de mecanismos de seguimiento y monitoreo, basado en la participación multidisciplinaria e integral de diversos actores públicos y privados, investigadores y productores.

Para cumplir a cabalidad el diseño de estrategias de adaptación, con base en la articulación de políticas públicas direccionadas a la reducción de los riesgos asociados al cambio climático, tanto en los sistemas humanos como naturales, se requiere como punto de partida, la generación y análisis de estudios de vulnerabilidad ambiental y socioeconómica (CIIFEN 2014, 6), que describan las características productivas, condiciones de vulnerabilidad del sector agropecuario (FAO 2014, 5-6), así como la identificación de las áreas y grupos humanos más susceptibles al daño (Tehelen y Pacha 2017, 1).

Como se mencionó en el capítulo 1, (ver figura 1), el modelo para estimar el riesgo de los impactos conexos al clima, planteado en el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (WGII AR5), es el resultado de la interacción de los peligros asociados al clima (incluidos episodios y tendencias peligrosas) con la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales; siendo los cambios climáticos y los procesos socioeconómicos, los impulsores de peligros, exposición y vulnerabilidad (IPCC 2014, 3). De esta manera, se asocian todos los aspectos de los sistemas socioecológicos (SSE) (GIZ, EURAC & UNU-EHS 2008, 18), los cuales según Rathe (2017, 67) corresponden a un “sistema complejo adaptativo de humanos y naturaleza acoplados que nos obliga a centrar la gestión en sus relaciones y no en sus componentes”, y que considera a los seres humanos como parte del sistema natural, y no excluidos del mismo (Berkes y Folke 1998).

Para la presente investigación, se utilizó la expresión matemática adoptada en la Tercera Comunicación Nacional para el cálculo de riesgo climático, que fue utilizada también en el estudio desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio del Ambiente (MAE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año 2019 denominado *Evaluación de Riesgo Climático Actual y Futuro* en el marco del proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente (GCI):

*Riesgo climático = Amenaza \* Exposición \* Índice de Vulnerabilidad*

$$Riesgo\ climático = Amenaza * Exposición * \left( \frac{Sensibilidad}{Capacidad\ Adaptativa} \right)$$

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019, 12)

A partir del presente modelo matemático, acorde por lo previsto en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (WGII AR5), se adapta una metodología que plantea un marco conceptual que permite estimar los impactos causados por el cambio climático actual, en el sector maicero (maíz duro amarillo) de los cantones de Pindal y Zapotillo en la provincia de Loja.

La metodología adaptada para este propósito analiza la interacción de las condiciones climáticas a las que está expuesta la producción de maíz duro amarillo en los cantones de Zapotillo y Pindal, con las características intrínsecas del sistema productivo y su entorno físico, ambiental, infraestructura y condiciones socioeconómicas, que comprenden las condiciones de sensibilidad y capacidad adaptativa, dependiendo si resultan ser positivas o negativas para el sistema productivo. Esta interacción es pues analizada bajo dos dimensiones: ambiental y socioeconómica; en cada una de las cuales se examinan diferentes elementos expuestos a las amenazas incluidas en las características biofísicas del entorno, de los sistemas agro productivos y de las particularidades sociales de los cantones analizados.

### **2.1.Unidad de análisis**

La unidad de análisis definida para el presente estudio fue la división política de *Parroquia*, considerando el grado y nivel de desagregación de la información disponible a nivel nacional, principalmente aquellos datos de índole biofísica, ambiental, socioeconómica, así como aquellos indicadores relacionados con disponibilidad de infraestructura, servicios y elementos de planificación y gestión dentro de los cantones (CIIFEN 2014, 6). Con esta consideración, y tomando como referencia la metodología de evaluación de riesgo climático de FAO (2018), es posible obtener información coherente, homogénea y de calidad relativas a la unidad administrativa *Parroquia*.

Según MAG, MAE, FAO (2019, 13), el levantamiento, sistematización y validación de la información estadística, geográfica y documental a un nivel de desagregación parroquial brinda las siguientes ventajas durante el análisis del riesgo climático:

- Ofrecer coherencia, comparabilidad y estandarización al análisis.
- Asegurar que los resultados sean explícitos y ajustados a la dinámica territorial.

## 2.2. Dimensiones de análisis

Como se mencionó anteriormente, en el presente estudio se consideran dos dimensiones<sup>9</sup> para el análisis del riesgo climático: ambiental y socioeconómica. La consideración de estas dos dimensiones contribuye a un análisis más completo, pues según Comunidad Andina - Banco Mundial (2013, 9), la caracterización y comprensión de los sistemas es fundamental, ya que facilita la definición y análisis de los siguientes estudios sobre cambio climático, ya sea bajo un contexto ambiental, social y/o económico. De ahí que la definición de los sistemas analizados, los cuales pueden ser ambientales, naturales y sociales, ofrecen información acerca de los mecanismos de respuesta que un sistema desarrolla frente a cambios en la dinámica climática, ya sea su variabilidad o cambio climático, y de esta manera, comprender la susceptibilidad del sistema a estos y otros factores estresantes. Por lo tanto, encontrar datos socioeconómicos de buena calidad a escala local y armonizarlos con las variables climáticas es un aspecto importante de la investigación de vulnerabilidad.

La estrategia de análisis para el presente estudio, considera la disponibilidad y acceso a información y datos estadísticos, socioeconómicos y espaciales a nivel local (parroquiales de preferencia), validados y de calidad, que brinden una comprensión plena y amplia de la dinámica de las dimensiones y los variados factores de estrés, así como la robustez y comportamiento estadístico de los indicadores biofísicos, bioclimáticos y socioeconómicos que permitan desarrollar “mecanismos de ponderación y agregación en un indicador de vulnerabilidad compuesto” (Fernández *et al.*, 2015, 1), y cuyos resultados puedan generar información útil para mejorar la integración de los componentes biofísicos, sociales, económicos, ambientales e inclusive culturales, enfocados hacia la construcción de políticas sostenibles, la cobertura geográfica Lo Vuolo (2014) citado por Aguirre *et al.* (2015, 122), acciones de mitigación de riesgos, desarrollo de medidas de adaptación y proyectos de desarrollo con enfoque de cambio climático.

**Dimensión ambiental**, la cual considera las condiciones y características biofísicas existentes en los cantones de Zapotillo y Pindal (desagregación parroquial) para la producción del maíz duro amarillo, y como la variabilidad climática y el cambio climático actual, inciden en su productividad (FAO 2018, 13). En el área de estudio, la producción del maíz duro

---

<sup>9</sup> “Las diferencias en la vulnerabilidad y la exposición se derivan de factores distintos del clima y de desigualdades multidimensionales producidas a menudo por procesos de desarrollo dispares, las cuales hacen que sean diferentes los riesgos derivados del cambio climático” (IPCC 2014, 6).

amarillo es extensa, la cual ha cobrado enorme importancia, especialmente entre pequeños y medianos productores, debido principalmente a la alta demanda del producto, así como por las condiciones favorables de la zona para la producción (Chamba L. y Chuncho M. 2011, 51). Debido a ello, para el análisis ambiental se consideró el porcentaje de cobertura y uso del maíz duro amarillo en relación al área total de cada parroquia, como elemento expuesto a las amenazas climáticas y se le denominó como *Porcentaje de cobertura*. Cabe destacar que, este mismo análisis fue desarrollado CIIFEN en su estudio de vulnerabilidad socioeconómica y ambiental frente al cambio climático en la cordillera Costera, en el cálculo de la susceptibilidad agrícola, considerada como “la determinación del valor porcentual de las superficies de cultivos presentes en cada parroquia respecto a la superficie total de cada una de ellas” (CIIFEN 2014, 23).

**Dimensión socioeconómica**, evalúa las situaciones sociales y económicas a las que se encuentran las poblaciones humanas y sus medios de producción frente a los factores climáticos actuales, y como su impacto puede incrementar su vulnerabilidad, la cual rara vez se debe a una sola causa, sino que es más bien el resultado de un sinnúmero de procesos sociales interrelacionados, que son el resultado de las desigualdades en las situaciones socioeconómicas y de ingresos, así como por su exposición (IPCC 2014, 20).

Bajo esta consideración, para el análisis del sistema productivo del maíz duro amarillo, se consideró como elemento expuesto a las amenazas climáticas, la relación entre el promedio de producción, en toneladas métricas (Tm), por parroquia, versus el número de productores de maíz duro amarillo existentes en dicha parroquia, y al cual se le denominó como *índice de producción individual*. Inicialmente el criterio considerado fue el *tenencia de la tierra*; sin embargo, al tener este criterio otra connotación, referente al derecho de poseer tierras (Bruce 2000, 1), se reemplazó por *producción individual* considerando que la producción de maíz por productor es una relación, definida en forma jurídica o consuetudinaria, entre personas, la cual puede abarcar desde la «tierra», hasta otros recursos naturales (FAO 2003, 9), entre los que podrían considerarse el maíz (Damián *et al.* 2007, 153, 60).

Esta información pudo ser desarrollada a partir de los datos correspondientes a la superficie sembrada del 1er período de siembra (Invierno) del año 2019 (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019), el rendimiento previsto de maíz duro seco con un nivel de desagregación cantonal (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019)<sup>10</sup> y la base de datos

---

<sup>10</sup> Debido a que el marco muestral de los Operativos de Rendimientos Objetivos tiene una representatividad nacional y provincial, realizar una mayor desagregación geográfica (cantonal) representa

de productores de maíz duro amarillo con un nivel de desagregación parroquial, del Proyecto Nacional de Semillas para Agro cadenas Estratégicas del Ministerio de Agricultura.

### **2.3.Amenazas climáticas**

“Una amenaza es el resultado de la interacción entre un fenómeno climático y las características físicas del territorio: su pendiente, la cobertura del suelo, la altitud, etc.” (Neira *et al.* 2009, 25). Como consecuencia de la ocurrencia potencial de las amenazas climáticas en una región o territorio, se ocasionan una serie de afectaciones a los ecosistemas y sistemas sociales, como se mencionó en la sección 1.1.1. Amenaza climática (IPCC 2014, 17, 65, 74).

Las amenazas climáticas que fueron consideradas para el presente análisis de riesgo climático fueron: a) Sequía; y, b) Lluvias intensas.

La selección de estas amenazas climáticas fueron consideradas con base a los estudios desarrollados por Basualdo citado por Jiménez Sánchez (2016, 36), que menciona que las amenazas naturales asociadas a la ocurrencia de eventos climáticos extremos más frecuentes que afectan a los ecosistemas y los sistemas de producción agropecuarios, como es el caso del maíz duro amarillo, son el resultado de cambios críticos en las variables asociadas a los fenómenos hidrometeorológicos (FAO 2017, 10), y cuyas variaciones ocasionan las sequías y las lluvias intensas, lo que genera períodos con déficit hídrico e inundaciones, respectivamente, y que conllevan un riesgo sacionatural, afectando la economía y el abastecimiento de alimentos (Universidad de Chile 2011, 9).

Se consideraron también, los criterios de que las principales amenazas climáticas en la cuenca del río Catamayo (Neira *et al.* 2009, 103-4), especialmente en la zona plana (Zapotillo) y los valles de la zona central (Pindal) que afectan directamente a los sistemas ambientales y socioeconómicos del cultivo del maíz duro amarillo (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 171) y (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 198), son la sequía y las lluvias intensas; esta aseveración es corroborada por Richter y Moreira-Muñoz (2005, 223) cuando habla del régimen de lluvias unimodal en la zona occidental baja de la provincia de Loja, (Aguirre *et al.* 2015, 54), como se aprecia en la figura 6.

---

un mayor porcentaje de error y baja representatividad, por lo que los datos provistos no son oficiales sino referenciales, se recomienda manejar la información con prudencia.

La *sequía* es una amenaza climática que afecta a los sistemas productivos del maíz duro amarillo, ya que reduce el rendimiento de la producción, debido principalmente al desabastecimiento de agua para riego, pudiendo esta situación prevalecer por varias años, afectando negativamente el desarrollo de las comunidades (Meza, Corso y Soza 2010, iii - ), gatillando el apareamiento de otros problemas económicos y sociales, especialmente en economías menos diversificadas FAO (2001) citado por Meza, Corso y Soza (2010, 23), afectando principalmente a pequeños productores, quienes ven incrementar sus costos de producción (EC MAG-MAE-FAO 2019, 17) y reducir sus beneficios, golpeando gravemente sus ingresos familiares y medios de vida; si a esto se suma, un índice de producción individual menor, comparado al de los grandes productores de maíz, observamos que los agricultores de más escasos recursos económicos se ven peor condicionados para hacer frente a los efectos de un evento climático como la sequía.

Las *lluvias intensas*, al igual que los eventos extremos ocasionados por la sequía, generan un impacto negativo en los sistemas productivos de maíz duro amarillo, principalmente durante la siembra y la emergencia de las plántulas debido al encostramiento de la superficie del suelo (Marti Ezpeleta 1993, 264), así como por la mayor ocurrencia de plagas y enfermedades y a un exceso de humedad en los granos al tiempo de la cosecha, reduciendo su productividad, incrementando los costos de producción y reduciendo sus utilidades (Molina 2010, 48). Por otro lado, las lluvias intensas ocasionan inundaciones, las cuales a su vez generan impactos en la red vial, afectando la comercialización y salida del producto a los mercados de destino.

A partir de la siembra y hasta la aparición de las plántulas en la superficie una precipitación intensa puede producir el encarado o encostramiento de la capa superficial del suelo, dificultando en gran medida la nacencia del maíz, por lo que señalaremos con vulnerabilidad alta hacia esta variable los primeros días del ciclo

Por otro lado, las heladas y las olas de calor no fueron consideradas como amenazas climáticas locales que afectan a los diversos sistemas productivos del maíz duro amarillo, debido a la inexistencia en la ocurrencia de heladas en la zona (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 42); (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 47), y a una baja tendencia en el incremento de días al año con temperaturas muy altas en la zona (Neira *et al.* 2009, 103-8), partiendo del concepto de olas de calor (cinco o más días consecutivos con temperaturas superiores al percentil 90) (FAO 2018, 20). Por otro lado, de acuerdo a IPCC (2014, 17) existen proyecciones y estudios que demuestran que, en las regiones tropicales y templadas, los cultivos de trigo, arroz y maíz

verían incrementados sus rendimientos en un 10 % con los aumentos de temperatura proyectados para el período 2030-2049, (Espinosa Maldonado 2017, 11) y beneficiarse por incrementos productivos hasta los 29 °C, en el caso del maíz duro amarillo.

Una vez definidas las amenazas climáticas que afectan el rendimiento del cultivo de maíz duro amarillo, que para el presente caso son la sequía y las lluvias intensas, que inciden tanto en el ámbito ambiental y socioeconómico del sistema productivo de este rubro, es necesario considerar la variabilidad climática, mediante el análisis del comportamiento y las fluctuaciones climáticas, a partir de los cambios y extremos climáticos, ya sea por encima o por debajo de lo normal, en los valores promedio de las mediciones de una serie continua de mediciones de la variable precipitación, registradas mediante la red de estaciones meteorológicas a nivel nacional, y que al menos debe contar con un período de 30 años (Montealegre y Pabón 2000, 8). Este análisis es muy importante ya que refleja aquellas amenazas potenciales que pueden impactar sobre los sistemas naturales y la sociedad.

La información climática utilizada para el presente estudio, corresponde a la proporcionada por la tercera comunicación nacional de cambio climático del Ecuador, correspondiente al período 1981 – 2015, cuya resolución espacial es de 10 x 10 km y una escala temporal diaria, desarrollada en forma conjunta por el MAE e INAMHI (MAE 2017, 403), partir de los datos observados de precipitación y temperaturas máximas y mínimas, disponibles y confiables de las estaciones hidrometeorológicas a nivel nacional durante dicho período de tiempo.

Tabla 3

**Índices para la evaluación y análisis de amenazas climáticas asociadas al comportamiento de la precipitación (sequías y lluvias intensas)**

Amenaza climática asociada	Índice	Descripción
<b>Sequía</b>	CDD (# días/mes)	Mayor número de días secos consecutivos en un mes
	SPI (mm/mes)	Índice de Precipitación Estandarizado mensual
<b>Lluvias intensas</b>	R95p (# días)	Mayor número de días consecutivos en un mes con precipitaciones mayores al percentil 95 para los días húmedos (Prec. > 1,0 mm)
	R99p (# días)	Mayor número de días consecutivos en un mes con precipitaciones mayores al percentil 99 para los días húmedos (Prec. > 1,0 mm)

Fuente: (Peterson et al. 2001; MAE 2017, 401-30; FAO 2017, 13; FAO 2019, 5)

Es necesario destacar que, el análisis y gestión descrito por estas dos instituciones públicas al respecto, respondió a una estrategia de complementariedad de otros estudios desarrollados en Ecuador entre 2011 y 2015, como por ejemplo, análisis estadístico de



datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el DMQ, análisis estadístico con Climdex de índices climáticos para las provincias de Pichincha y Napo, tendencia de índices climáticos para Ecuador, período 1965-2010, Serrano et al. (2012), Muñoz (2013) y CIIFEN (2014) citados por MAE (2017, 399-400) cuyo propósito fue el análisis de la dinámica de la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos en el país (anexo 2).

A partir de la definición de las amenazas climáticas, su comportamiento y fluctuaciones, y la información climática disponible, se determinaron los índices climáticos relacionados a sequías y lluvias intensas, los cuales fueron “diseñados y propuestos por el ETCCDI (*Expert Team on Climate Change Detection and Indices*) para la detección de tendencias climáticas y cambios en los eventos climáticos” (Peterson *et al.* 2001, 127), (Reyes Paredes y Shuguli Estupiñán 2019, 34), propuestos en los análisis desarrollados por Serrano *et al.* (2012), Muñoz (2013) y CIIFEN (2014) citados por MAE (2017, 399-403), de los cuales, fueron considerados los índices asociados al comportamiento de la precipitación y a la variabilidad climática (FAO 2017, 13) y (FAO 2019, 5), manejados en el estudio de “Riesgo climático actual y futuro del sector ganadero del Ecuador” (tabla 3), a partir del análisis estadístico climático de la herramienta CLIMDEX (MAE 2017, 399) (Anexo 3).

Desarrollado el análisis de variabilidad climática y el cálculo de los índices climáticos, se procedió a desarrollar un proceso de normalización en dos etapas (Fernández et al. 2015, 3-5) a través del método métrico para la escala de medición métrica o de designación de unidades valorativas Carvacho (2011) citado por Henríquez *et al.* (2016, 30), con el fin de transformar los valores de las variables medidas en diferentes unidades y escalas en una escala homogénea, en un rango de 0 a 1, considerando que 0 se refiere al mínimo valor, y 1 al máximo de la serie (Reyes Paredes y Shuguli Estupiñán 2019, 57), que corresponde a todos los valores asignados a todas las parroquias de la provincia de Loja, que representan a la población de datos de la provincia, permitiendo el cálculo del promedio de dicho universo y su varianza (FAO 2018, 24-5) y (EC MAG-MAE-FAO 2019, 6-7), que corresponde a todos los valores asignados a todas las parroquias de la provincia de Loja.

Posteriormente, el segundo proceso de normalización o método categórico, consistió en transformar los valores obtenidos durante la primera normalización, a fin de que cada uno asuma un valor en relación al grado de amenaza climática, estableciendo cinco categorías en una escala del 1 al 5, cada una de las cuales mantiene una distribución

de datos tipo beta, reflejando intervalos lineales con una probabilidad igual de 20 % para cada categoría (Reyes Paredes y Shuguli Estupiñán 2019, 59), en donde la categoría 1 refleja un grado de amenaza muy baja, y la categoría 5 valores muy altos, existiendo entre ellos valores intermedios de 2 (bajo), 3 (moderado) y 4 (alto) (FAO 2018, 22-23) y (CIIFEN 2014, 22-38), permitiendo clasificar a las parroquias por su nivel de amenaza climática en relación al universo de valores de amenaza de cada una de las parroquias de la provincia de Loja.

## **2.4.Exposición**

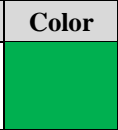




Se estableció para las dos dimensiones analizadas (ambiental y socioeconómica), los siguientes elementos expuestos:

a) Para la dimensión ambiental, el *Porcentaje de cobertura* (EC MAG-MAE-FAO 2019, 6) de la superficie sembrada de maíz duro amarillo con relación al área en cada una de las parroquias maiceras de la provincia de Loja. Se consideró como elemento expuesto las áreas de cobertura y uso del cultivo de maíz (*Zea mays*) duro amarillo, de acuerdo a la estimación de superficie sembrada de maíz duro amarillo 2019 - primer período de siembra, reportada por el Ministerio de Agricultura en su informe de resultado (Aguilar *et al.* 2019) y su catálogo de datos geográficos (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019), encontrando un amplio rango de parroquias maiceras, cuya superficie cubre porcentajes de cobertura que van desde 0,01 %, como es el caso de la parroquia urbana de Amaluza, cantón Espíndola, hasta el 41,96 %, para el caso de la parroquia rural 12 de Diciembre del cantón Pindal, con un promedio parroquial de 583,56 ha, siendo la parroquia Milagros, cantón Pindal con 3.822,21 ha de maíz sembradas, la de mayor cobertura de maíz.

b) Para la dimensión socioeconómica, el *índice de producción individual* (FAO 2003, 9), el cual consiste en la relación entre la producción promedio de maíz duro amarillo por parroquia, correspondiente a la primera siembra del año 2019 (Invierno 2019), versus el número de productores maiceros de cada parroquia de la provincia de Loja. Cabe considerar que, para el caso de la dimensión socioeconómica, la definición y ensamblaje del elemento expuesto resultó compleja considerando que, la mejor aproximación desarrollada en el estudio procedió del uso de datos productivos con un nivel de escala parroquial de los informes de resultado de siembra del MAG, con información no oficial levantada a través del *Plan Nacional de Semilla Certificada de Alto Rendimiento*, el cual realizó un levantamiento amplísimo aunque heterogéneo de los

productores de maíz duro en la zona. A pesar de ello, la aproximación (proxy) realizada con este índice, no considera la diferenciación campesina existente en relación al dato específico y concreto de la capacidad productiva de cada agricultor en las parroquias del estudio.

Tabla 4  
Niveles de exposición para la dimensión ambiental

Categoría	Valor	Color	Detalle
Muy Baja	1		Considera parroquias cuya cobertura de maíz es mínima en relación a otras parroquias, y al presentar menor cobertura, refleja una menor exposición a eventos climáticos.
Baja	2		Considera parroquias donde existe una mayor cobertura de maíz; sin embargo, no demuestra una vocación productiva de este rubro y, por lo tanto, demuestra una baja exposición frente a eventos climáticos
Moderada	3		Considera parroquias donde la cobertura del cultivo de maíz es más significativa y representativa en la parroquia, por lo que está más expuesta a eventos climáticos.
Alta	4		Considera parroquias donde la cobertura de maíz refleja una predominancia dentro de la parroquia, por lo que exhibe condiciones de exposición alta a eventos climáticos.
Muy Alta	5		Considera parroquias donde la cobertura de maíz es muy significativa y refleja predominancia del cultivo dentro de la parroquia, por lo que existen condiciones físicas de exposición muy altas a eventos climáticos.

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019)

Elaboración propia

Según (FAO 2018, 24), el nivel de exposición permite reconocer el comportamiento de los elementos físicos y socioeconómicos evaluados ante los posibles efectos del cambio climático, los cuales son intrínsecos y propios para cada parroquia. En el marco del análisis de la exposición, al igual que los índices de sensibilidad y capacidad adaptativa, se utiliza una escala de valores que va desde el 1 al 5, siendo (5) considerado como muy alto, y (1) como muy bajo, habiendo entre ellos las siguientes valoraciones y consideraciones: (4) alto, (3) moderado y (2) bajo; los cuales son representados con colores que permitan discernir en el mapa, el grado de exposición del elemento analizado, como se observa en las tablas 4 y 6.

Por otro lado, para el procesamiento de los datos, se consideró como universo estadístico para el presente estudio, todas las parroquias de la provincia de Loja, en las cuales se sembró cualquier variedad de maíz duro amarillo durante la primera siembra del año 2019 (Invierno 2019), la cual presenta los mayores reportes, rendimientos y producción en el año, de acuerdo al Informe de rendimientos objetivos del MAG (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019, 9), el informe de resultados de estimación de superficie sembrada (Aguilar *et al.* 2019, 9-10), y el mapa de estimación de superficie sembrada de maíz duro amarillo (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019).

Tabla 5  
**Cantones maiceros cuyas parroquias conforman el universo estadístico**

Cantón	Superficie (ha)	Porcentaje
Calvas	694	1,95 %
Celica	7.378	20,73 %
Chaguarpamba	1.292	3,63 %
Espíndola	89	0,25 %
Gonzanamá	331	0,93 %
Olmedo	20	0,06 %
Macará	2.822	7,93 %
Paltas	2.619	7,36 %
Pindal	8.021	22,53 %
Puyango	5.078	14,26 %
Quilanga	12	0,03 %
Sozoranga	1.279	3,59 %
Zapotillo	5.963	16,75 %
<b>Total</b>	<b>35.578</b>	<b>100 %</b>

Fuente: (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019)  
 Elaboración propia



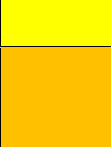

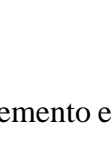
En la tabla 5 se observan todos los cantones de la provincia de Loja, cuyas parroquias fueron incluidas en el universo estadístico de la distribución de análisis en cada caso, lo cual implica, según la metodología propuesta (EC MAG-MAE-FAO 2019, 24); “la normalización de los datos de los indicadores se realiza considerando el máximo y el mínimo de la serie correspondiente a cada provincia, así como también se asume una distribución del tipo Beta para los índices compuestos de sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad” (FAO 2018, 13). Y, de esa forma, aseverar que el valor de cada una de las categorías de riesgo climático intrínseco de cada parroquia, así como su representatividad en el contexto provincial.

Como se mencionó en el párrafo anterior, la exposición para la dimensión ambiental corresponde al porcentaje de cobertura de maíz duro amarillo dentro de cada parroquia, expresada en porcentaje (%), siendo la superficie total de maíz amarillo en la provincia de Loja, para la primera cosecha del año 2019, alrededor de 35.578 hectáreas, que equivale al 15,10 % de la superficie nacional de producción de maíz (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019, 10).

Dentro de la provincia de Loja, la parroquia con el mayor porcentaje de cobertura de maíz duro amarillo es Milagros del cantón Pindal, con un porcentaje de 41,53 % del área total de la parroquia; mientras que, la parroquia Amaluza del cantón Espíndola, dispone de 1,81 hectáreas de cultivo de maíz en su superficie, lo que equivale al 0,01 %. Con este

análisis se quiere demostrar que, a mayor porcentaje de cobertura de maíz con respecto al área de cada parroquia, mayor es la exposición frente a la variabilidad climática.

Tabla 6  
**Niveles de exposición para la dimensión socioeconómica**

Categoría	Valor	Color	Detalle
Muy Baja	1		Considera parroquias con un muy alto índice de producción individual del cultivo, es decir con una gran producción de maíz por productor, que sobrepasa la media del valor cantonal.
Baja	2		Considera parroquias con un alto índice de producción individual del cultivo, es decir con una alta producción de maíz por productor, por sobre la media del valor cantonal.
Moderada	3		Considera parroquias con un moderado índice de producción individual del cultivo, es decir con un nivel medio de producción de maíz por productor, que se encuentra alrededor de la media del valor cantonal.
Alta	4		Considera parroquias con un bajo índice de producción individual del cultivo, es decir con una baja producción de maíz por productor, por debajo de la media del valor cantonal.
Muy Alta	5		Considera parroquias con el valor mínimo de índice de producción individual del cultivo, es decir con una muy baja producción de maíz por productor, situándolos por debajo de la media del valor cantonal.

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019)

Elaboración propia

Por otro lado, el elemento expuesto para la dimensión socioeconómica es el *índice de producción individual* (FAO 2003, 9) y (Damián *et al.* 2007, 153, 160), que corresponde a la relación de la producción de maíz por productor en cada parroquia; el análisis de este indicador en esta dimensión, a diferencia de la dimensión ambiental, es inversamente proporcional, ya que este permite definir que, a mayor índice de producción individual, menor la exposición a las variables climáticas, ya que “la tendencia indica que a mayor capital económico [...] existen mejores condiciones para enfrentar un evento climático como la sequía” (Meza *et al.* 2010, 32); (CIIFEN 2014, 23).

En consecuencia, el presente estudio busca considerar la problemática detrás de los valores alcanzados por aquellas parroquias con Exposición comprendida entre moderada (3) y muy alta (5), ya que son susceptibles de verse afectadas en mayor medida ante la variabilidad climática.

## 2.5. Índice de sensibilidad

Para la determinación del índice de sensibilidad, se pusieron en consideración, para cada dimensión (ambiental y socioeconómica) en el análisis, aquellos indicadores que definían con mayor claridad las características, cualidades y peculiaridades del

sistema productivo del maíz duro amarillo para los cantones Zapotillo y Pindal, que le otorgaban mayor susceptibilidad al sistema productivo, a los sistemas natural y humano frente a eventos asociados a la variabilidad climática y a eventos extremos para sequía y lluvias intensas. Cabe destacar que, para el caso del presente estudio, se analizó la pertinencia de la utilización de los indicadores usados por el proyecto GCI en el sector ganadero (FAO 2018, 18), para la presente adaptación y validación del modelo, considerando características intrínsecas del sistema de producción del maíz en la zona (capacidad de uso y degradación del suelo), así como por las características socioeconómicas más representativas (pobreza, analfabetismo, PEA Agropecuaria).

Estos indicadores fueron posteriormente, validados y comparados con otros estudios desarrollados, a fin de correlacionar la fortaleza y robustez brindada por el indicador, con las características propias del sistema productivo.

De acuerdo al estudio de vulnerabilidad al cambio climático en la región sur del Ecuador, los estresores antrópicos y naturales que generan cambios negativos en los elementos expuestos, fueron entre otros: “cambio de uso del suelo, fragmentación, red vial, deforestación, minería, incendios, inundaciones, extracción de madera, erosión, movimiento de masas, especies invasoras y pendientes” (MAE *et al.* 2001; Lewis *et al.* 2004; MAE y EcoCiencia 2005; FAO 2010 citados por Aguirre *et al.* (2015, 82) (figura 16).

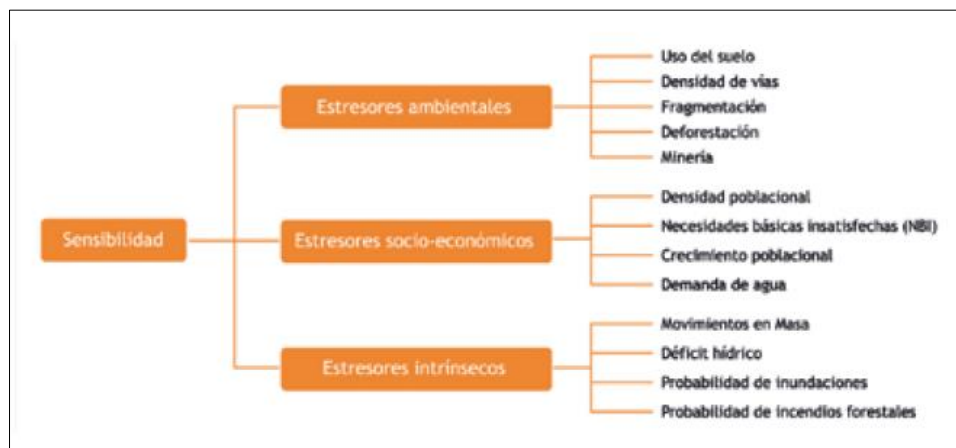


Figura 14. Estresores usados para el análisis de sensibilidad  
Fuente: Aguirre *et al.* (2015, 82)

Por su parte (CIIFEN 2014, 23-9), en su análisis de vulnerabilidad socioeconómica y ambiental al cambio climático, agrupa sus variables de susceptibilidad o sensibilidad dentro de un concepto general de susceptibilidad socioeconómica, en la cual se congregan los siguientes subsistemas de susceptibilidad: agrícola, pesquera, viviendas, población y educacional, dentro de las cuales, se definen los principales indicadores de análisis, como se

puede observar en el figura 17, en la sección de Susceptibilidad, mientras que en el anexo 4, se detalla los tipos susceptibilidad, sus indicadores y su respectivo concepto y razonamiento.

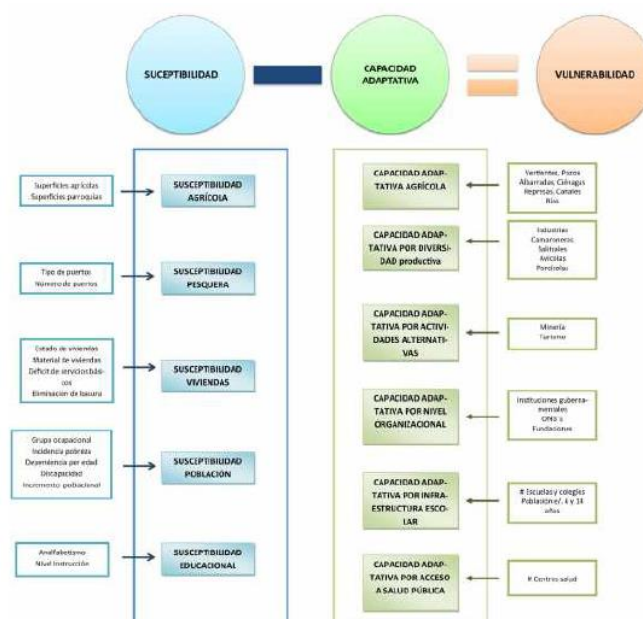


Figura 15. Esquema de la metodología para estimación de la vulnerabilidad socioeconómica. Fuente: (CIIFEN 2014).

Para el presente estudio se consideraron indicadores, tanto para la dimensión ambiental, como para la dimensión socioeconómica, para los dos tipos de amenaza, sequías y lluvias intensas, de la siguiente forma:

Tabla 7  
Indicadores de sensibilidad para la dimensión ambiental

Dimensión Ambiental	
Amenaza: Sequía	Amenaza: Lluvias intensas
Capacidad de uso del suelo	Capacidad del uso del suelo
Degradación	Degradación
Deforestación	Promedio de inundación parroquial

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019). Elaboración propia

Tabla 8  
Indicadores de sensibilidad para la dimensión socioeconómica

Dimensión socioeconómica	
Amenaza: Sequía	Amenaza: Lluvias intensas
Población migrante masculina	Promedio de inundación parroquial
Población dedicada a la agricultura y ganadería	Déficit habitacional cualitativo
Nivel de pobreza por consumo	Población migrante masculina
Tasa de dependencia por edad	Nivel de pobreza por consumo
Tasa de analfabetismo funcional	Tasa de dependencia por edad
	Tasa de analfabetismo funcional

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019). Elaboración propia

En los anexos 5 y 6, se pueden observar los indicadores de sensibilidad utilizados en el presente análisis de riesgo climático, para las amenazas sequía y lluvias intensas, para las dos dimensiones consideradas (ambiental y socioeconómica), y la respectiva explicación de su utilización.

Los rangos de sensibilidad facilitan la comprensión del nivel de impacto que un suceso climático, como la sequía o las lluvias intensas, pueden generar en el elemento expuesto, en este caso, el porcentaje de cobertura de maíz duro amarillo, para la dimensión ambiental, y el índice de producción individual, para el caso de la dimensión socioeconómica (FAO 2018, 36). Al igual que en el análisis de exposición, para la sensibilidad se genera una escala de valores del 1 al 5, siendo (5) muy alta la sensibilidad del elemento expuesto, y (1) muy baja sensibilidad, existiendo entre estos dos valores máximo y mínimo, valoraciones de (2) bajo, (3) moderado y (4) alto, en relación a la sensibilidad del elemento expuesto, frente a la ocurrencia de eventos climáticos como la sequía y las lluvias intensas, como se muestra en la tabla 13.

## **2.6. Índice de capacidad adaptativa**

Se puso en consideración para cada una de las dimensiones analizadas (ambiental y socioeconómica), en función de las dos amenazas priorizadas (sequía y lluvias intensas) como parte del análisis de riesgo climático, aquellos indicadores que representen los elementos, sistemas, servicios, herramientas de planificación que coadyuven a reducir los impactos o daños causados por alguna amenaza climática, en los elementos expuestos del sistema productivo del maíz duro amarillo en los cantones Zapotillo y Pindal.

Bajo este precepto, la interpretación de los resultados para el caso de la capacidad adaptativa es inversamente proporcional a los obtenidos en los anteriores elementos de la ecuación de riesgo climático (amenaza, exposición, sensibilidad). Es necesario aclarar que, para el presente estudio se consideraron los indicadores usados por el proyecto GCI de la FAO para el sector ganadero en la provincia de Loja, como parte del proceso de validación y adaptación del modelo de análisis de riesgo climático.

De la misma manera que en los anteriores elementos de la ecuación, estos indicadores fueron comparados y analizados con base en otros estudios de vulnerabilidad generados como, por ejemplo, el estudio de CIIFEN, en el que fueron utilizados los siguientes indicadores: a) capacidad adaptativa agrícola o de acceso al agua para agricultura; b) capacidad adaptativa por diversidad productiva, en la cual se incluyeron



las actividades industriales, camaroneras, salitrales, avícolas y porcícolas; c) capacidad adaptativa por actividades alternativas, en las que se incluyen la extracción de materiales de construcción y el turismo; d) capacidad adaptativa por nivel de organización, que refleja la presencia de instituciones de gobierno, ONG, cooperación internacional; e) capacidad adaptativa por infraestructura escolar, la cual refleja el número de centros de educación primaria y secundaria; y, f) capacidad adaptativa por acceso a la salud pública, en la que se consideraron los centros de salud (CIIFEN 2014, 33-8).

Tabla 9  
Niveles de sensibilidad

Categoría	Valor	Color	Dimensión ambiental	Dimensión socioeconómica
Muy Baja	1		Considera aquellas parroquias donde las áreas con cultivos de maíz reflejan muy poca probabilidad de sufrir impactos por sus condiciones biofísicas y de uso.	El índice de producción individual de maíz demuestra muy baja sensibilidad a sufrir pérdidas frente a eventos climáticos (sequía y lluvias intensas) debido a las condiciones socioeconómicas de los productores.
Baja	2		Considera aquellas parroquias donde las áreas con cultivos de maíz demuestran poca probabilidad de sufrir impactos por su condición biofísica y de uso.	El índice de producción individual de maíz demuestra baja sensibilidad a sufrir pérdidas frente a eventos climáticos (sequía y lluvias intensas) debido a las condiciones socioeconómicas de los productores.
Moderada	3		Considera aquellas parroquias donde las áreas con cultivos de maíz presentan una probabilidad moderada de sufrir impactos por su condición biofísica y uso.	El índice de producción individual de maíz presenta una moderada sensibilidad a sufrir impactos frente a eventos climáticos (sequía y lluvias intensas) debido a las condiciones socioeconómicas de los productores.
Alta	4		Considera aquellas parroquias donde las áreas con cultivos de maíz demuestran una probabilidad alta de sufrir impactos negativos por su condición biofísica y uso inadecuado.	El índice de producción individual de maíz tiene una alta sensibilidad a sufrir pérdidas frente a eventos climáticos (sequía y lluvias intensas) debido a las condiciones socioeconómicas de los productores.
Muy Alta	5		Considera aquellas parroquias donde las áreas con cultivos de maíz reflejan una probabilidad muy alta de sufrir impactos negativos por su condición biofísica y uso inadecuado.	El índice de producción individual de maíz demuestra muy alta sensibilidad a sufrir pérdidas frente a eventos climáticos (sequía y lluvias intensas) debido a las condiciones socioeconómicas de los productores.

Fuente: (FAO 2018)

Elaboración propia

Otro ejemplo interesante, es el desarrollado en el estudio de Evaluación de la vulnerabilidad local al cambio climático en Ecuador, en el cual se hace una clasificación de los indicadores de acuerdo al tipo de capacidades con que cuenta el sistema: infraestructura física, capacidad económica, capital humano y capacidad institucional

(Fernández *et al.* 2015, 7), y en que se detalla inclusive el origen de la fuente de cada indicador, como se puede observar en la tabla 10.

Tabla 10  
**Indicadores de capacidad adaptativa**

Capacidades	Indicadores	Fuente
<b>Infraestructura física</b>	Proporción de hogares que reciben agua a través del sistema de tuberías	Sistema Nacional de Información 2010
	Proporción de hogares con acceso a computadora	
	Proporción de hogares con servicio de electricidad	
	Proporción de hogares con servicio de recolección de basura	
	Proporción de hogares con servicio de telefonía fija	
	Proporción de hogares con instalaciones sanitarias adecuadas	
	Proporción de hogares con servicio de tratamiento de aguas residuales	
	Proporción de casas con espacio exclusivo para cocina	
	Proporción de casas con instalaciones sanitarias exclusivas	
	Proporción de población con acceso a internet	
	Proporción de población con acceso a teléfonos móviles	
	Distancia mínima a la ciudad grande	
<b>Capacidad económica</b>	Ingresos comerciales promedio	Censo Nacional Agrícola 2010
	Consumo medio de energía (Kwh / año)	
	Tiempo promedio en el negocio	
	Proporción de población que trabaja en su propio negocio	Sistema Nacional de Información 2010
	Proporción de hogares en la agricultura que posee tierras	
	Proporción de población que trabaja en agricultura, caza o pesca	
	Ingresos fiscales per cápita	
<b>Capital humano</b>	Camas de hospital per cápita	Recursos y Actividades de Salud de censo de 2009
	Población por médico	
	Número promedio de años de escolaridad del jefe de familia	Sistema Nacional de Información 2010
	Proporción de hogares que viven en casa propia	
	Proporción de hogares donde la cabeza es mujer	
	Proporción de población bajo cobertura de seguridad social	
	Proporción de población con seguro médico privado	
	Proporción de población afectada por desastres	Sistema de Gestión de Información sobre Desastres (Desinventar)
<b>Capacidad institucional</b>	Fondos para la protección del medio ambiente per cápita	Encuesta de gestión Ambiental
	Índice de capacidad institucional	

Fuente: (Fernández *et al.* 2015)

Elaboración propia

Los indicadores de capacidad adaptativa para los dos elementos expuestos (cobertura de maíz e índice de producción individual) para las dimensiones ambiental y socioeconómica, respectivamente y que se presentan en las tablas 11 y 12.

En los anexos 7 y 8, se pueden observar los indicadores para capacidad adaptativa utilizados en el presente análisis de riesgo climático, para las amenazas sequía y lluvias intensas, para las dos dimensiones consideradas (ambiental y socioeconómica), y la respectiva explicación de su utilización.

Tabla 11  
**Indicadores de capacidad adaptativa para la dimensión ambiental**

<b>Dimensión ambiental</b>	
<b>Amenaza: Sequía</b>	<b>Amenaza: Lluvias intensas</b>
Infraestructura multipropósito	Infraestructura multipropósito
Cobertura de riesgo	Cobertura de vegetación natural
Cobertura de vegetación natural	Velocidad de infiltración
Índice de red hídrica	

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019)

Elaboración propia

Tabla 12  
**Indicadores de capacidad adaptativa para la dimensión socioeconómica**

<b>Dimensión socioeconómica</b>	
<b>Amenaza: Sequía</b>	<b>Amenaza: Lluvias intensas</b>
Índice de red hídrica	Cobertura multipropósito
Cobertura de riego	Cobertura de vegetación natural
Cobertura de vegetación natural	Índice de red vial
Índice de red vial	Herramientas de planificación de cambio climático
Herramientas de planificación de cambio climático	Cobertura móvil por parroquia
Cobertura móvil por parroquia	Disponibilidad de pronósticos del clima

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019)

Elaboración propia

Los rangos de capacidad adaptativa facilitan la comprensión del grado de ajuste o reducción de daños que el sistema de producción de maíz duro amarillo, a través de sus dos elementos expuestos (porcentaje de cobertura de maíz duro amarillo, para la dimensión ambiental, y el índice de producción individual, para la dimensión socioeconómica), pueden llegar a generar frente a un evento climático, como la sequía o las lluvias intensas (FAO 2018, 33-4).

Tabla 13  
Niveles de capacidad adaptativa

Categoría	Valor	Color	Dimensión ambiental	Dimensión socioeconómica
Muy Baja	1		Parroquias que poseen cultivos de maíz, que tienen muy baja capacidad adaptativa ante eventos climáticos adversos, debido a bajas condiciones biofísicas de cobertura natural e hídrica, poca infraestructura de riego y drenaje, y la inexistencia de programas ambientales.	El índice de producción individual de maíz en la parroquia es afectado por eventos climáticos adversos, debido a una muy baja capacidad adaptativa, considerando las condiciones socioeconómicas de los productores.
Baja	2		Parroquias que poseen cultivos de maíz, que tienen baja capacidad adaptativa ante eventos climáticos adversos, debido a bajas condiciones biofísicas de cobertura natural e hídrica, poca infraestructura de riego y drenaje, y la inexistencia de programas ambientales.	El índice de producción individual de maíz en la parroquia es afectado por eventos climáticos adversos, debido a una baja capacidad adaptativa, considerando las condiciones socioeconómicas de los productores.
Moderada	3		Parroquias que poseen cultivos de maíz, que tienen moderada capacidad adaptativa ante eventos climáticos adversos, considerando sus condiciones biofísicas de cobertura natural e hídrica, infraestructura de riego y drenaje, y sus programas ambientales.	El índice de producción individual de maíz en la parroquia es afectado de manera moderada o leve por eventos climáticos adversos, debido a una muy baja capacidad adaptativa, considerando las condiciones socioeconómicas de los productores.
Alta	4		Parroquias que poseen cultivos de maíz, que tienen una alta capacidad adaptativa ante eventos climáticos adversos, considerando a la existencia de buenas condiciones biofísicas de cobertura natural e hídrica, la presencia de infraestructura de riego y drenaje, y la existencia de programas ambientales.	El índice de producción individual de maíz en la parroquia no es afectado como consecuencia de eventos climáticos adversos, ya que existe una alta capacidad adaptativa, considerando las condiciones socioeconómicas de los productores.
Muy Alta	5		Parroquias que poseen cultivos de maíz, que tienen una muy alta capacidad adaptativa ante eventos climáticos adversos, considerando a la existencia de buenas condiciones biofísicas de cobertura natural e hídrica, la presencia de infraestructura de riego y drenaje, y la existencia de programas ambientales.	El índice de producción individual de maíz en la parroquia no es afectado como consecuencia de eventos climáticos adversos, ya que existe una muy alta capacidad adaptativa, considerando las condiciones socioeconómicas de los productores.

Fuente: (FAO 2018)

Elaboración propia

A diferencia de los análisis de amenazas, exposición y sensibilidad, las categorías para la capacidad adaptativa reflejan un resultado inversamente proporcional ya que, a mayor capacidad adaptativa del sistema, se reduce la vulnerabilidad y, en consecuencia, el riesgo climático se reduce también.

De esta forma, los niveles de capacidad adaptativa se expresan en una escala del 1 al 5, reflejando que el valor de (1) corresponde a una muy baja capacidad adaptativa frente a las amenazas climáticas; mientras que, un valor de (5), refleja una muy alta capacidad adaptativa ante la ocurrencia de eventos climáticos como la sequía y las lluvias intensas. Entre estos valores, al igual que en los elementos del riesgo climático, se encuentran valores de (2) baja capacidad adaptativa, (3) moderada capacidad adaptativa y (4) alta capacidad adaptativa (tabla 13).

## 2.7. Índice de vulnerabilidad

De acuerdo al IPCC (1995) citado por Tehelen y Pacha (2017, 2), “la vulnerabilidad no sólo depende de la sensibilidad del sistema, sino también de su capacidad de adaptación a las nuevas condiciones climáticas”, con base en esta definición y la mencionada por (IPCC 2014, 5) en relación a la metodología AR5, el índice de vulnerabilidad es el resultado de la división entre el índice de sensibilidad y el índice de capacidad adaptativa.

Cabe destacar que, en base a la metodología utilizada por (FAO 2018, 29), la definición de los indicadores de sensibilidad climática y capacidad adaptativa, para las dimensiones ambiental y socioeconómica, fue desarrollada a partir del levantamiento, procesamiento y validación de información proveniente de estudios, información estadística oficial e informes técnicos provenientes principalmente de instituciones públicas tales como MAG, MAAE, IGM, INEC, ARCOTEL, Superintendencia de Bancos y Seguros, INAMHI, entre otros, que permiten comprender la vulnerabilidad que (MAG) y ambiente (MAAE) considerando tres criterios de priorización (17):

- a) disponibilidad de información con un nivel de desagregación parroquial;
- b) acceso a fuentes de información georreferenciada; y,
- c) representatividad en el territorio.

Posteriormente, se desarrolló un análisis de fuentes bibliográficas, para definir la factibilidad de acceso y relevancia de la información levantada a nivel nacional.

Como parte del proceso de adaptación o validación del modelo usado por el proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente (GCI) de FAO, en su estudio de Riesgo climático actual y futuro del sector ganadero del Ecuador, se consideraron algunos indicadores de sensibilidad climática y capacidad adaptativa, considerando las características ambientales y socioeconómicas del sistema de producción de maíz duro amarillo en los cantones de Pindal y Zapotillo, provincia de Loja.

Tabla 14  
**Indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa**

Dimensión	Amenaza	Exposición	Indicador de sensibilidad	Indicador de capacidad adaptativa
Ambiental	Sequía	% de cobertura de maíz por parroquia	-Capacidad de uso de suelo -Degradación de la tierra - % hectáreas deforestadas 2014 – 2016	-Cobertura multipropósito -Cobertura de riego estatal -Índice de red hídrica -Cobertura de vegetación natural
	Lluvias Intensas		-Capacidad de uso de suelo -Degradación de la tierra - % inundación parroquial	-Cobertura multipropósito -Cobertura de vegetación natural -Velocidad de infiltración
Socioeconómica	Sequía	Índice de producción individual – producción promedio/ #productores por parroquia	-Población migrante masculina - % población dedicada a la agricultura y ganadería -Nivel de pobreza por consumo -Tasa de dependencia por edad -Tasa de analfabetismo funcional	-Cobertura e riego estatal -Índice de red hídrica -Cobertura de vegetación natural -Índice de red vial -Herramientas de planificación de cambio climático -Cobertura móvil por parroquia -Estimado de volumen de crédito
	Lluvias intensas		- % inundación parroquial -Déficit habitacional cualitativo -Población migrante masculina - % población dedicada a la agricultura y ganadería -Nivel de pobreza por consumo -Tasa de dependencia por edad -Tasa de analfabetismo funcional	-Cobertura multipropósito -Cobertura de vegetación natural -Índice de red vial -Herramientas de planificación CC -Disponibilidad de pronóstico del clima -Cobertura móvil por parroquia

Fuente: Fernández *et al.* (2015), FAO (2018), Reyes Paredes y Shuguli Estupiñán (2019) y MAG, MAE, FAO (2019). Elaboración propia

Cada uno de los indicadores definidos para el presente estudio, fueron analizados y priorizados de acuerdo a los criterios de priorización, registrados y descritos conforme a su nombre, descripción, unidad, fuente y escala. En la tabla 13, se presenta el listado de indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa utilizados, considerando su dimensión, amenaza y exposición, muchos de los cuales fueron propuestos por Fernández *et al.* (2015, 7); FAO (2018, 20-32); Reyes Paredes y Shuguli Estupiñán (2019, 40-3); EC MAG-MAE-FAO (2019, 18), que fueron considerados para el presente estudio, de acuerdo a su pertinencia con el sector maicero de los cantones de Pindal y Zapotillo.

## 2.8. Tratamiento estadístico de los datos

Una vez que se recopiló todos los datos necesarios para cada amenaza, exposición y dimensión, se procedió con el respectivo tratamiento de los datos, previo a los cálculos de cada índice y factor. Ya que los indicadores utilizados en el presente estudio presentan

diferentes escalas y unidades de medida, se procedió a realizar la normalización de los datos con base a dos métodos: métrico y categórico, al igual que el proceso de normalización desarrollado para los índices climáticos de las dos amenazas, sequía y lluvias intensas, detallado en la sección de Amenazas.

Es necesario en primer lugar considerar que, al disponer de una gran heterogeneidad en los datos y un número significativo de los mismos, fue preciso clasificarlos de acuerdo al tratamiento y ponderación recibidos, a través de los procesos de normalización y cálculo de índices y factores, que faciliten su manejo bajo una misma escala en común y que permitan el cálculo de los índices de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (Reyes Paredes y Shuguli Estupiñán 2019, 31). Los datos fueron clasificados de la siguiente forma:

- **Indicadores:** que corresponden a los datos brutos levantados con un nivel de desagregación parroquial, que describen las características intrínsecas de la evaluación como, por ejemplo, porcentaje de cobertura de maíz, población migrante masculina, y que generalmente disponen de una escala de medición métrica.
- **Índices:** que son el resultado de la sumatoria ponderada de indicadores propuestos para cada uno de los elementos que conforman la ecuación del cálculo del riesgo climático (amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa), los cuales son normalizados de forma categórica en un rango del 1 al 5, reflejando niveles asociados en menor o mayor medida a la vulnerabilidad o el riesgo climático.
- **Factor:** que es el valor normalizado que resulta de la operación aritmética entre índices.

**Normalización métrica.** - El primer tipo de normalización llevado a cabo con los datos recopilados a una escala parroquial, fue la normalización métrica, tomando en consideración todo el universo de datos de la provincia de Loja. La operación consiste en transformar todos los valores levantados, que se encuentran en diferentes unidades y escalas, a una escala homogénea en un rango de 0 (asignado al menor valor) y 1 (asignado al mayor valor), dependiendo si el indicador está asociado positiva o negativamente a la vulnerabilidad o riesgo climático (Fernández *et al.* 2015, 3), (EC MAG-MAE-FAO 2019, 19), (Reyes Paredes y Shuguli Estupiñán 2019, 31, 57). Para lo cual se utilizan las siguientes fórmulas:

$$X_{i,0 a 1} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

$$X_{i,0 a 1} = \frac{X_{max} - X_i}{X_{max} - X_{min}}$$

si el indicador está asociado de manera positiva a la vulnerabilidad o riesgo climático. Ej. % de Cobertura de maíz / parroquia

si el indicador está asociado de manera negativa a la vulnerabilidad o riesgo climático. Ej. Cobertura de riego estatal

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019, 19)

Donde:

$X_{i,0 a 1}$ : Punto de datos normalizado. Adimensional, valor entre 0 y 1.

$X_i$ : Punto de datos individuales a ser transformado.

$X_{min}$ : Valor más bajo de la serie de datos para el indicador

$X_{max}$ : Valor más alto de la serie de datos para el indicador

De acuerdo a la fórmula y a los casos de ejemplo, un porcentaje de cobertura de maíz por parroquia, implica un mayor riesgo climático, ya que a mayores áreas de terreno con maíz, mayor es la exposición ante amenazas climáticas como la sequía y las lluvias intensas, por lo que su proceso de normalización corresponde a la primera fórmula, y su valor normalizado será más cercano a 1 que a 0; al contrario, una mayor cobertura de riego estatal, implica una menor vulnerabilidad y riesgo climático frente a la sequía, considerando que, a la eventual escasez de precipitaciones, el agua de riego necesaria para el cultivo, y que es trasladada a través de sistemas de riego desde zonas altas con mayores precipitaciones, pueden suplir la escasez del recurso, y reducir su vulnerabilidad.

**Normalización categórica.**- Una vez que los valores brutos de los indicadores de sensibilidad, capacidad adaptativa, vulnerabilidad y riesgo climático, así como los factores de amenazas y exposición han sido normalizados de forma métrica, y exhiben valores entre 0 y 1, son sometidos a un segundo procedimiento de normalización denominada normalización categórica, con el propósito de que cada uno asuma el valor correspondiente a la categoría que pertenece, facilitando el desarrollo de *salidas gráficas* de los resultados y de esta manera, facilitar el análisis de los mapas por parroquia dentro del universo provincial, así como entre los dos cantones analizados. Basados en este análisis de datos, se establecieron cinco categorías (GIZ - EURAC 2017, 110), cada una de las cuales, asumimos que mantienen una distribución de datos tipo Beta, adecuada para



variables continuas comprendidas en un rango entre 0 y 1, reflejando intervalos lineales con una probabilidad igual al 20 % para cada categoría (Reyes Paredes y Shuguli Estupiñán 2019, 58-9), “ya que están valorados positivamente y potencialmente sesgados” Fernández *et al.* (2015) citado por MAG, MAE, FAO (2019, 19).

La fórmula usada para la densidad de probabilidad de la distribución Beta es (Fernández *et al.* 2015, 4):

$$f(z) = \frac{z^{a-1}(1-z)^{b-1}dx}{B(a,b)}, \quad 0 < z < 1 \quad y \quad a, b > 0;$$

Donde,

$$B(a,b) = \int_0^1 x^{a-1}(1-x)^{b-1}dx$$

Donde, los parámetros (a, b) pueden estimarse resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones:

$$(1 - y)a - yb = 0$$

$$(y - m)a - mb = m - y$$

Donde  $y$  es la media de todos los indicadores compuestos y  $m$  se define como:

$$m = s_y^2 + y^2$$

Donde  $s_y^2$  es la varianza de los indicadores compuestos

A partir de la aplicación de dicha función, se obtienen como intervalos lineales (0,  $z_1$ ), ( $z_1$ ,  $z_2$ ), ( $z_2$ ,  $z_3$ ), ( $z_4$ ,  $z_5$ ), cada uno de los cuales como se mencionó en el párrafo anterior, reflejan el mismo peso de probabilidad del 20 %, permitiendo clasificar las parroquias por categorías de vulnerabilidad (GIZ - EURAC 2017, 115 - 8), como se observa en la tabla 15:

Tabla 15  
**Categorización de las variables ordinales**

Rango de clase	Descripción del riesgo	Valor
Si $0 < x_i < z_1$	Muy bajo	1
Si $z_1 < x_i < z_2$	Bajo	2
Si $z_2 < x_i < z_3$	Moderado	3
Si $z_3 < x_i < z_4$	Alto	4
Si $z_4 < x_i < z_5$	Muy alto	5

Fuente: (Fernández *et al.* 2015, 4); (EC MAG-MAE-FAO 2019, 20)

Elaboración propia

Considerando que, en la ecuación general de riesgo climático, la capacidad adaptativa es inversamente proporcional a la vulnerabilidad, las categorías para este índice son opuestas (tabla 16), reflejando que un índice de capacidad adaptativa muy bajo hace relación con una mayor vulnerabilidad del sistema, y viceversa:

Tabla 16  
Categorización de las variables ordinales para la capacidad adaptativa

Rango de clase	Descripción del riesgo	Valor
Si $0 < x_i > z_1$	Muy bajo	1
Si $z_1 < x_i < z_2$	Bajo	2
Si $z_2 < x_i < z_3$	Moderado	3
Si $z_3 < x_i < z_4$	Alto	4
Si $z_4 < x_i < z_5$	Muy alto	5

Fuente: (Fernández *et al.* 2015, 4); (EC MAG-MAE-FAO 2019, 20)

Elaboración propia

## 2.9. Cálculo de índices de sensibilidad y capacidad adaptativa

Una vez definidos y normalizados cada uno de los indicadores que conforman la sensibilidad y la capacidad adaptativa del estudio, en las dimensiones ambiental y socioeconómica para las amenazas de sequía y lluvias intensas, es necesario desarrollar los índices de sensibilidad y de capacidad adaptativa compuestos a fin de cuantificar el factor de vulnerabilidad para cada parroquia dentro de cada dimensión, el cual se construye a partir del cálculo respectivo a través de las siguientes ecuaciones (MAG, MAE, FAO 2019, 20):

$$ISEp = w1*Sp1 + w2*sp2 + \dots + wm*Spm$$

Donde:

**ISEp** = Índice de sensibilidad parroquial

**p** = parroquia

**W** = Peso asignado a cada indicador

**Sp** = Valor normalizado (métricamente) de cada indicador

De la misma forma, se procede a calcular el Índice de capacidad adaptativa, considerando los indicadores y pesos asignados para cada uno:

$$ICAp = w1*CAp1 + w2*CAp2 + \dots + wm*CApm$$

Donde:

**ICAp** = Índice de capacidad adaptativa parroquial

**p** = parroquia

**w** = Peso asignado a cada indicador

**CAp** = Valor normalizado (métricamente) de cada indicador

“Cabe mencionar que los valores de sensibilidad y capacidad adaptativa corresponden a los valores normalizados de las variables consideradas para cada uno, razón por la cual se les denomina índices” (FAO 2017, 42).

Por otro lado,  $w$  es el peso de cada indicador, considerando la contribución a la formación del indicador de vulnerabilidad compuesto, calculados a partir de la varianza de cada indicador normalizado de cada parroquia que conforma la provincia de Loja, y que es calculado a partir de la siguiente ecuación (Fernández *et al.* 2015, 4) y (MAG, MAE, FAO 2019, 20):

$$w_i = \frac{\sqrt{\sigma_i^2}}{\sum_{i=1}^m \sqrt{\sigma_i^2}}$$

Donde,

$w$  = peso asignado al indicador  $i$  en la formulación del índice. adimensional, valor entre 0 y 1 cuya sumatoria siempre es igual a 1.

$s^2$  = varianza de los valores del indicador  $i$  a lo largo de las  $n$  parroquias del estudio

$m$  = número de indicadores considerados para el índice de sensibilidad o capacidad adaptativa

“Este mecanismo de ponderación garantiza que una gran variación en cualquiera de los indicadores, no dominará la contribución del resto, y descarta la posibilidad de que, para propósitos de políticas, las mejoras en un indicador puedan compensar perfectamente los daños en cualquier otro” (Fernández *et al.* 2015, 3).

## 2.10. Factor de vulnerabilidad y valor de riesgo climático

Para obtener el valor del factor de vulnerabilidad, que forma parte en la ecuación general de riesgo climático, es necesario dividir los valores de los índices compuestos de sensibilidad versus los índices compuestos de capacidad adaptativa, cuyos resultados, cuyos valores también son sometidos a un proceso de normalización de forma categórica, como se ve en la siguiente fórmula (MAG, MAE, FAO 2019, 21):

$$\overline{FV}_{a,p} = \frac{\overline{ISE}_p}{\overline{ICA}_p}$$

Donde,

$FV_{a,p}$  = valor normalizado del factor de vulnerabilidad para la amenaza a en la parroquia p.

$ISE_p$  = Valor normalizado del índice de sensibilidad en la parroquia p.

$ICAP$  = Valor normalizado del índice de capacidad adaptativa en la parroquia p.

Finalmente, con el valor normalizado del factor de vulnerabilidad ( $FV_{a,p}$ ), se procede a calcular el factor de riesgo climático, mediante la multiplicación de los valores normalizados del índice de exposición y del índice de amenaza, cálculo que es expresado a través de la siguiente ecuación (21):

$$RC_{a,p} = \overline{AC_{a,p}} * \overline{EX_p} * \overline{FV_{a,p}}$$

Donde,

$RC_{a,p}$  = valor resultante para el riesgo climático en la parroquia p. Adimensional

$AC_{a,p}$  = valor normalizado para la amenaza climática en la parroquia p.

$EX_p$  = Valor normalizado de la exposición en la parroquia p.

$FV_{a,p}$  = Valor normalizado del factor de vulnerabilidad para la amenaza en la parroquia p.

a= Identificador de la amenaza climática (1 sequía, 2 lluvias intensas)

El valor resultante del riesgo climático (normalizado de manera categórica) por cada parroquia de la provincia de Loja, puede ser representado mediante mapas de riesgo climático, categorizados en cinco categorías y colores, como se observa en la tabla 17:

Tabla 17  
Categorización del riesgo climático (RC) por valores y color

Categorización del RC	Valor y color por categoría
Muy bajo	1
Bajo	2
Moderado	3
Alto	4
Muy alto	5

Fuente: FAO (2017, 43) Elaboración propia

### 1.1. Riesgo climático total

Finalmente, para calcular el riesgo climático total por cada dimensión de análisis para cada parroquia de la provincia de Loja, se desarrolló una suma ponderada de todos los resultados del riesgo climático frente a las dos amenazas, sequía y lluvias intensas, de acuerdo a la siguiente fórmula (MAG, MAE, FAO 2019, 21-2):

$$RC_T = RC_A * (W_A) + RC_S * (W_S)$$

Donde,

$RC_T$  = Riesgo climático total

$RC_A$  = Riesgo climático ambiental

$W_A$  = Peso otorgado al riesgo climático ambiental ( $RC_A$ )

$RC_S$  = Riesgo climático socioeconómico

$W_S$  = Peso otorgado al riesgo climático socioeconómico ( $RC_S$ )

Esta fórmula es utilizada para el cálculo del riesgo climático actual para las dos amenazas, sequía y lluvias intensas. Para el cálculo de los pesos otorgados para cada uno de los riesgos climáticos, tanto ambiental como socioeconómico, fueron tomados del estudio de *Riesgo climático actual y futuro del sector ganadero del Ecuador* (MAG, MAE, FAO 2019, 22), ajustando de manera proporcional la fracción correspondiente a la dimensión de gobernanza que no fue considerada para el presente estudio, de tal forma que el peso total para el riesgo climático para cada amenaza sume el valor de 1,00.



## **Capítulo tercero**

### **Resultados y discusión**

Este capítulo presenta los resultados obtenidos mediante los dos enfoques metodológicos aplicados; a saber, a) el enfoque cualitativo utilizado para capturar la percepción de los agricultores de maíz duro amarillo entrevistados respecto de las amenazas climáticas y los factores socioeconómicos que influyen en su cultivo dentro del área de estudio, y b) el enfoque cuantitativo que ofrece resultados de riesgo climático con base en indicadores obtenidos a partir de información oficial.

#### **1. Factores socioeconómicos y percepción de amenazas climáticas**

Es momento de revisar los resultados levantados por medio de las entrevistas estructuradas desarrolladas y respondidas por los productores de maíz duro amarillo entrevistados en el presente estudio, pertenecientes a los cantones de Pindal y Zapotillo, en la provincia de Loja.

##### **1.1. Caracterización de los productores de maíz**

###### **1.1.1. Edad promedio del agricultor**

Según la figura 18, las labores de campo son realizadas en su mayoría por personas que promedian los 50 años (51,2 años), cuyos rangos de edad se encuentran mayoritariamente entre las edades de 40 a 50 años (40 %) y 50 a 60 años (40 %); con un porcentaje de 15 % se encuentra el rango entre 60 años en adelante, y con un 5 % el rango comprendido entre 30 a 40 años.

Estos resultados coinciden con los presentados por (Ortega Ortega 2015, 54), en el que presenta que la mayoría de productores maiceros del cantón Pindal se encuentran entre en el rango de edad comprendido entre los 40 y los 71 años.

Según el MAG (2018) citado por Pinzón Colmenares (2019, 92-3), la edad promedio en el sector maicero en el Ecuador es de 48 años; edad aproximada a la expresada por (Palacio Ludeña 2014, 25), quien menciona que es de 45,22 años.

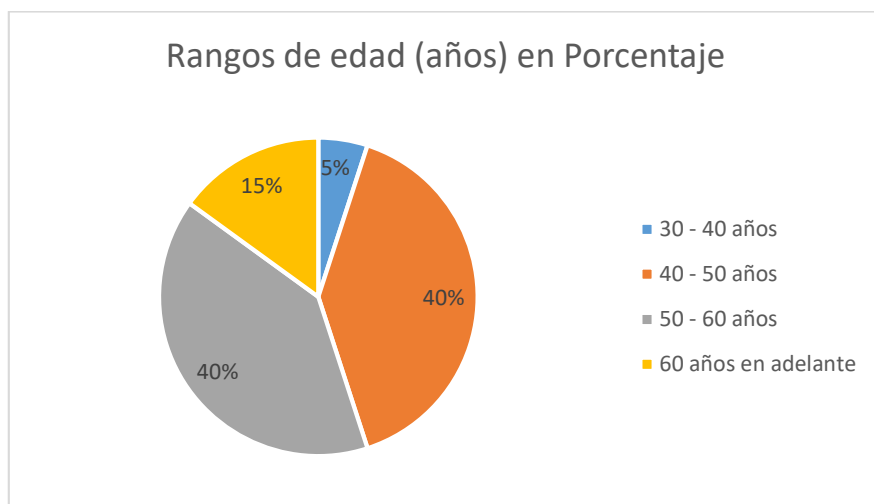


Figura 16. Rangos de edad de agricultores de maíz encuestados. Elaboración propia

Este resultado denota que dentro de la selección de agricultores, se evidencia un gran problema social, que es característico de la zona y de la mayoría de la población rural de la provincia: “el abandono del campo por parte de la población joven”, dejando a los adultos mayores la responsabilidad de la producción de la tierra (Ortega Ortega 2015, 54).

### 1.1.2. Participación por género (Hombre/mujer)

La Figura 19, refleja la participación de hombres y mujeres entrevistados en las actividades culturales de la producción del maíz duro amarillo.

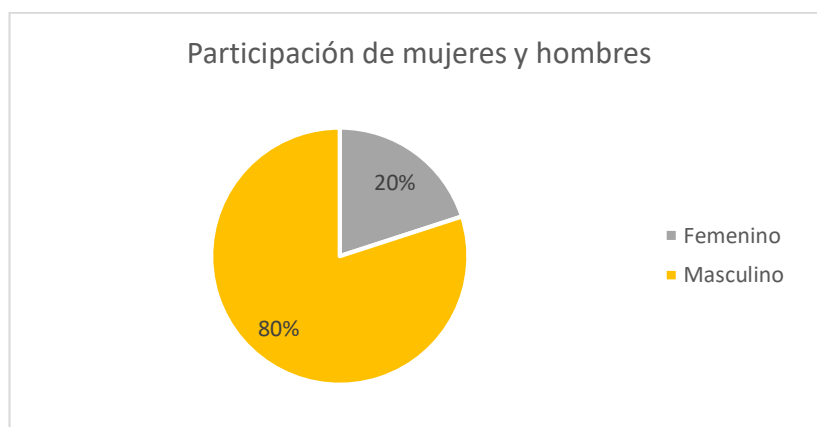


Figura 17. Participación de mujeres y hombres en las labores culturales del maíz duro. Elaboración propia.



Con base en la sistematización de las encuestas realizadas a los productores maiceros en Pindal y Zapotillo, se encontró una participación del 20 % de agricultoras cuya actividad es la producción de maíz; esto se observó principalmente en áreas de producción con superficies menores a 6 ha. Este dato puede ser comparado con lo mencionado por Palacio Ludeña (2014, 25) y Ortega Ortega (2015, 55), que establecen que el 86,3 % y el 90 % de productores maiceros en Pindal, respectivamente, son de género masculino. Cabe señalar que, en muchos sistemas productivos maiceros, las actividades que realizan las mujeres se enfocan a la cosecha, así como a actividades domésticas, tales como “cocinar y llevar la comida al sitio de siembra” (Pacheco Subía y Silva Rubio 2012, 48). En otros casos, donde la cabeza de hogar es la mujer, se debe a la migración de la población masculina, razón por la que ellas deben hacerse cargo del sistema productivo.

### 1.1.3. Organización social

La figura 20, demuestra la pertenencia a una organización o asociación por parte de los agricultores maiceros.

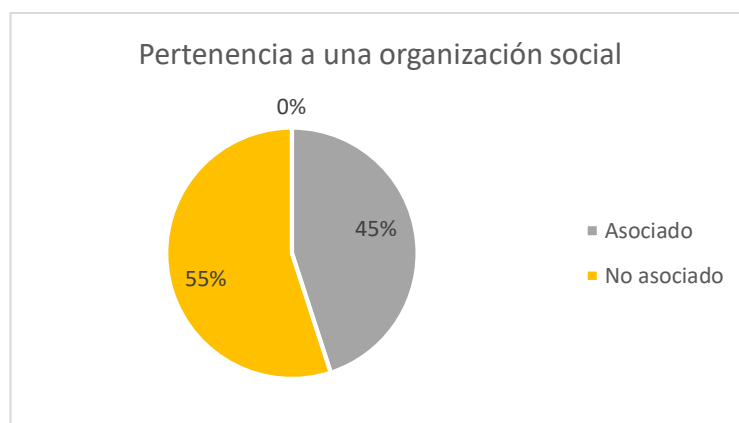


Figura 18. Pertenencia a una organización social. Elaboración propia.

Del análisis realizado a partir de los resultados obtenidos de las encuestas estructuradas, se observa que el 45 % de los productores maiceros entrevistados en este estudio, pertenece a una organización o asociación; mientras que la mayoría de agricultores, con un 55 % no se encuentra asociada a alguna organización. Estos resultados pueden ser comparados con los de Ortega Ortega (2015, 57). Entre algunas de las asociaciones mencionadas por los agricultores de Zapotillo están: Asociación

Zapotillo, Asociación 30 de noviembre de Totumitos, Asociación de Productores Agropecuarios Sur Oeste Verde, las cuales disponen centros de acopio de maíz duro amarillo en el cantón (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 76). Respecto a las asociaciones mencionadas por los productores de maíz de Pindal, están: Asociación 19 de Abril (Pacheco Subía y Silva Rubio 2012, 66), Asociación Comunitaria ASOPROMAIZA, Asociación de Productores Agroecológicos de Pindal, Asociación Juntos por un futuro mejor; sin embargo, es importante considerar que, algo menos de la mitad de la producción de maíz del cantón, se comercializa a través de asociaciones de cantones cercanos, tales como Celica, Puyando, Paltas y Chaguarpamba (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 74).

## 1.2. Caracterización de la producción de maíz

### 1.2.1. Superficie destinada a la producción

La figura 21, nos presenta la superficie de producción promedio de los entrevistados, que es destinada para la producción de maíz duro amarillo por cantón.

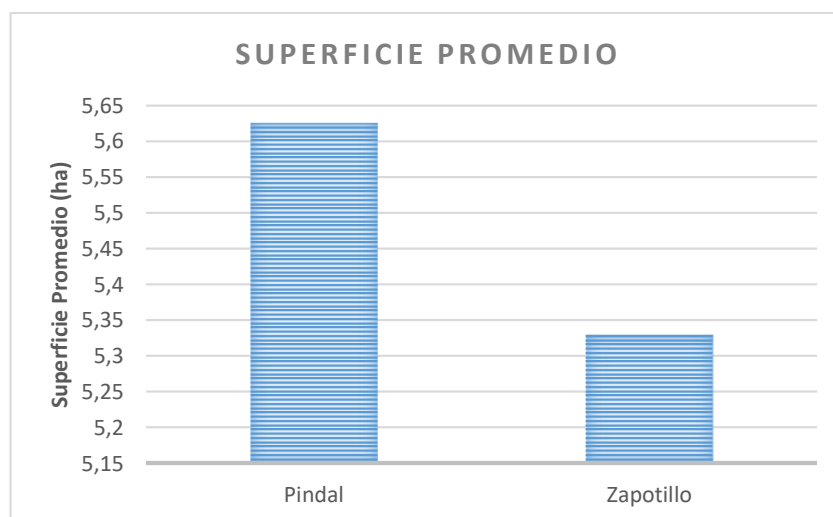


Figura 19. Superficie Promedio destinada a la producción de maíz. Elaboración propia.

El área promedio destinada a la producción de maíz duro amarillo, de acuerdo al análisis de las entrevistas, refleja que aproximadamente, de los casos entrevistados en el cantón Pindal, hay una mayor área destinada al cultivo de este rubro (5,625 ha), en comparación del cantón Zapotillo, donde las áreas de producción de los entrevistados en promedio son más pequeñas (5,33 ha); según (Palacio Ludeña 2014, 30), “el promedio de

hectáreas de producción por agricultor se ubica en 6,09” en el cantón Pindal. Sin embargo, es preciso mencionar que, la desviación estándar calculada para estos dos cantones, de acuerdo a los resultados de las entrevistas, demostró una mayor desviación estándar para el caso del cantón Zapotillo (4,67), que para el caso del cantón Pindal (2,06). Esto se debe a que en una de las entrevistas pertenecientes al cantón Zapotillo, uno de los entrevistados mencionó disponer para la siembra de maíz, alrededor de 20 ha, valor que excede ampliamente a la media de la muestra y al siguiente valor máximo observado que fue 5 ha. Sin embargo, en ambos casos los valores son muy cercanos a la superficie en hectáreas por productor calculada en el estudio, a partir de los datos de Cobertura de maíz duro en la provincia y el número de productores, ambos a un nivel de desagregación parroquial (MAG-CGINA-DGGA, 2019) y datos facilitados por el Proyecto Nacional de Semillas para Agro cadenas Estratégicas del Ministerio de Agricultura. Así mismo, (Zárate Montalvo 2010, 43), menciona que la mayoría de UPAS en el cantón Pindal tienen entre 1 a 20 ha de superficie.

### 1.2.2. Variedad de la semilla

La figura 22, refleja las variedades de semilla más utilizadas por los productores entrevistados, considerando que ciertas variedades de maíz duro exhiben características de tolerancia a la sequía, “a través de cambios morfológicos y anatómicos, incrementando la absorción y conservación de agua y otros recursos” (Kakani *et al.* 2003) citado por Luna Flores *et al.* (2015, 1456), estas características pueden ofrecer cualidades de capacidad adaptativa frente a eventos extremos.

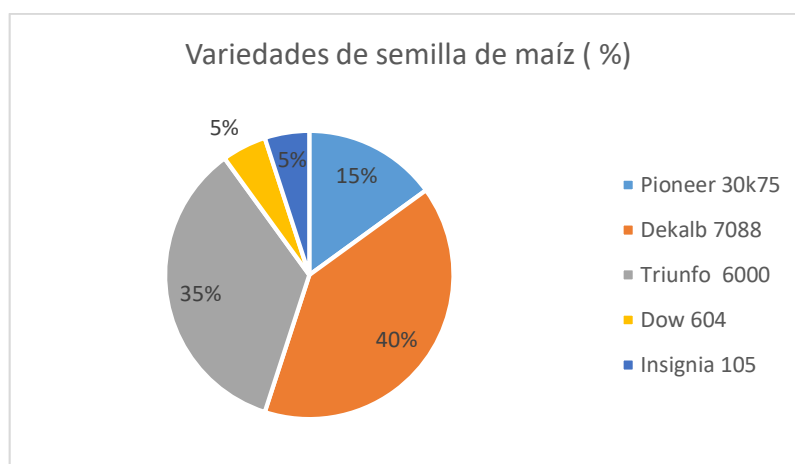


Figura 20. Variedades de semillas de maíz duro amarillo más utilizadas. Elaboración propia.

Las principales variedades de semillas utilizadas por los productores entrevistados corresponden a Dekalb 7088 (40 %), seguida de Triunfo 6000 (35 %) y de Pioneer 30k75 (15 %); las variedades Insignia 105 y Dow 604 poseen una participación del 5 %, respectivamente. Este dato es muy relevante, ya que coincide con la información proporcionada por MAG (2019, 21-2). El uso más frecuente de estos tres materiales genéticos puede deberse a sus rendimientos productivos que sobrepasan las 7,16 Tm/ha (Triunfo 6000) y 7,53 Tm/ha (Dekalb 7088), llegando a producir 12,72 Tm/ha (Zari Arévalo 2014, 28). Sin embargo, es necesario considerar que, estos rendimientos productivos pueden ser alcanzados mediante la implementación de un *paquete tecnológico* especificado por la casa comercial respectiva.

### 1.2.3. Rendimiento del cultivo

La figura 23, presenta los rendimientos productivos expresados en quintales por hectárea (qq/ha), y su equivalencia en toneladas por hectárea (Tm/ha), expresados por los productores que participaron y respondieron a las entrevistas.

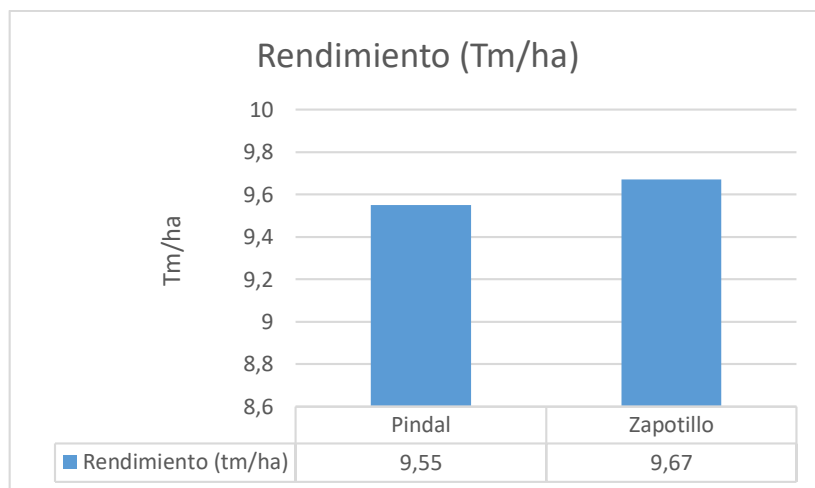


Figura 21. Rendimientos productivos (Tm/ha) de maíz duro amarillo. Elaboración propia.

Los rendimientos promedio mencionados por los entrevistados corresponden a 9,55 Tm/ha para el caso de los productores de Pindal, y 9,67 Tm/ha, para los agricultores de Zapotillo. Esto refleja una productividad superior a la media reportada por MAG (2019) para la provincia de Loja (7,64 Tm/ha) y los promedios de rendimiento a nivel cantonal, 8,69 Tm/ha para Zapotillo, y 8,60 Tm/ha para el cantón Pindal, de acuerdo a los Operativos de Rendimiento Objetivos.

#### 1.2.4. Costos de producción (\$/ha)

Los costos de producción (\$/ha) promedio, analizado a partir de las respuestas de los entrevistados, están representados en la figura 24, para los cantones Zapotillo y Pindal.

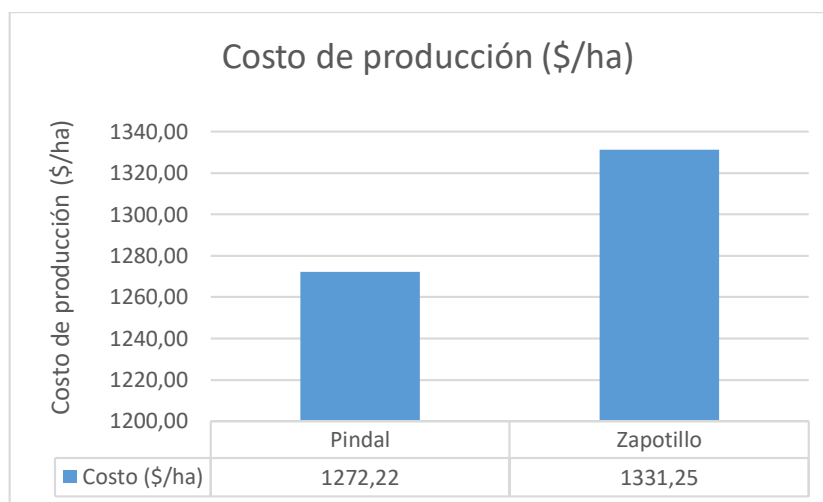


Figura 22. Costos de producción promedio (\$/ha) de maíz duro en Pindal y Zapotillo. Elaboración propia.

Los costos de producción promedio para la producción de maíz duro en el cantón Pindal asciende a \$1.272/ha; mientras que, para el caso de Zapotillo, ese valor se incrementa hasta \$1.331,25/ha. Los resultados de la entrevista, se ajustan a los costos oficiales proporcionados por MAGAP (2010) citado por Zárate Montalvo (2010, 45), que menciona que el costo de producción por hectárea en un sistema tecnificado alcanza el valor \$1.064,24/ha (Ortega Ortega 2015, 21), afirmando que dicho valor ronda los \$1.000 dólares/ha. Considerando el incremento en el costo de vida, se puede inferir que los costos analizados a través de las entrevistas desarrolladas y proporcionados por los productores entrevistados, reflejarían un valor proporcionado.

#### 1.2.5. Acceso a riego

En la figura 25, se pueden observar las respuestas promedio brindadas por los entrevistados, referentes a la pregunta realizada en relación al acceso a agua para riego. Aproximadamente, el 70 % de los consultados en los dos cantones, Zapotillo y Pindal, no tienen acceso a agua para regar sus cultivos; mientras que, el 30 % de los entrevistados hicieron referencia de que sí contaban con agua para riego. Esto se puede contrastar con el porcentaje de cultivos bajo riego, que apenas llega a 1,32 % de la superficie cultivable

en el cantón Zapotillo (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 207), y de 1,05 % de la superficie agrícola de Pindal (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 80-81).

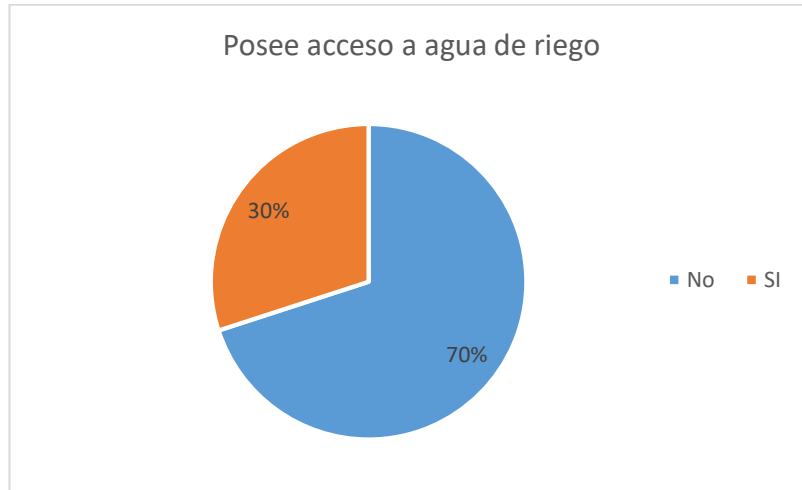


Figura 23. Acceso a agua para riego para la producción de maíz duro. Elaboración propia

#### 1.2.6. Acceso a financiamiento

La figura 26, presenta un esquema de las respuestas generadas a partir de las entrevistas, en relación a las facilidades de acceso de financiamiento para los productores de maíz duro consultados en Zapotillo y Pindal.

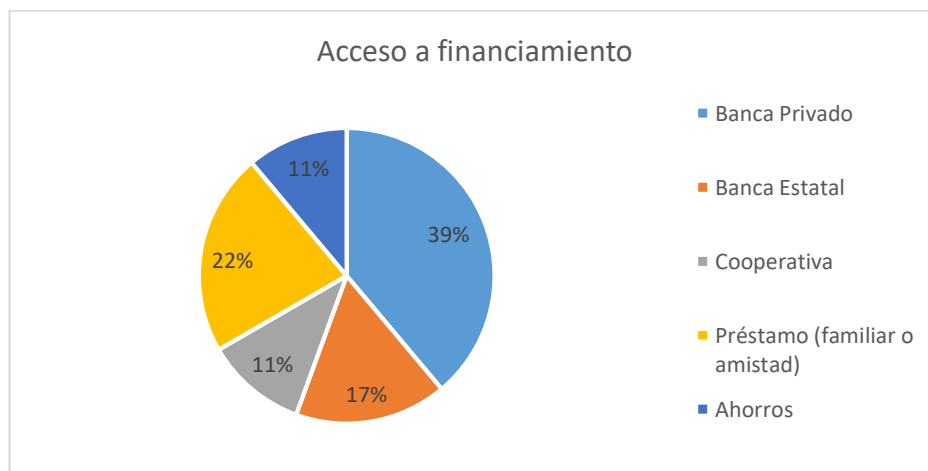


Figura 24. Acceso a financiamiento. Elaboración propia

De los 20 productores entrevistados, aproximadamente el 33 % respondió que no accede a ningún tipo de financiamiento, llámese crédito otorgado por institución pública, privada o de economía popular y solidaria. Este segmento de los consultados menciona

que, para financiar la siembra y producción de maíz, recurre a préstamos familiares y de amistades (22 %) y ahorros personales y familiares (11 %). El otro 67 % de entrevistados, accede principalmente a recursos financieros otorgados por la banca privada (39 %), la banca pública o estatal (17 %) y las cooperativas de ahorro y crédito (11 %). Estos resultados son bastante similares a los presentados por (Palacio Ludeña 2014, 19-20), el cual menciona que el 25,32 % de los encuestados autofinancia su inversión, y aproximadamente el 70 % son clientes de entidades financieras privadas y un 20 % acceden a recursos de la banca estatal.

En los cantones de Zapotillo y Pindal, como entidad financiera estatal se encuentra BanEcuador, mientras que del sector financiero privado están los Bancos de Guayaquil y Pichincha, Banco de Loja y la Cooperativa de Ahorro y Crédito Manuel Esteban Godoy, Banco Desarrollo de los Pueblos, CACPE Loja (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 75) y (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 72).

### 1.2.7. Factores climáticos que afectan el rendimiento

En la figura 27, se detalla el porcentaje de productores que expresaron cuál considera que fue el factor climático que más afecta al rendimiento del cultivo.

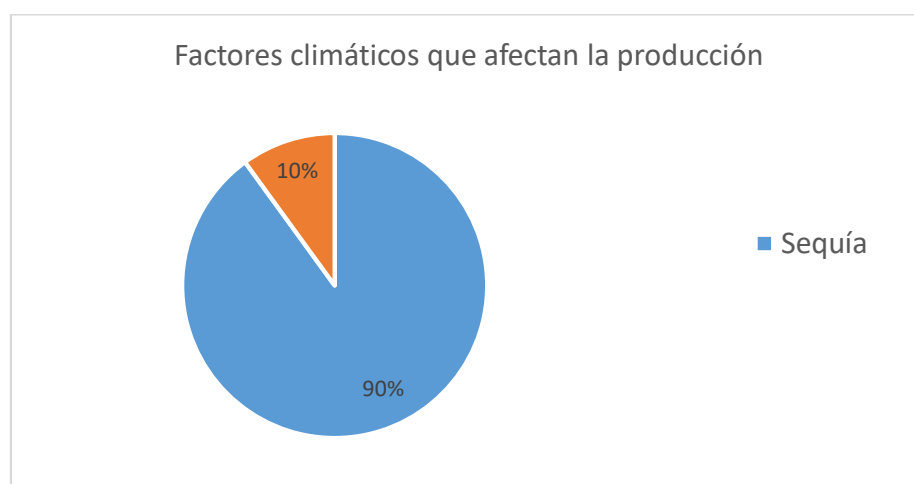


Figura 25. Factores climáticos que más afectan la producción y el rendimiento de maíz duro. Elaboración propia.

Como se observa, los productores entrevistados de maíz duro, tanto del cantón Zapotillo como de Pindal, consideraron que la mayor amenaza para la producción del maíz duro en la zona y, por ende, en su rendimiento y posterior comercialización, son los períodos de sequía, con un 90 % de respuestas; mientras que, apenas un 10 % de los

participantes aludieron que son las lluvias intensas, sin descartar por otro lado, que la sequía también es una amenaza muy frecuente y grave. Este resultado mantiene una gran relación con el indicador de acceso a agua para riego, ya que como se observó en la sección 1.2.5 y la figura 25, menos del 2 % del área cultivada, cuenta con este recurso y servicio, lo que exacerba las condiciones del cultivo frente a una época de escasez de precipitaciones.

### 1.2.8. Factores socioeconómicos que afectan el rendimiento

En la figura 28, se detalla el porcentaje de respuestas de los productores entrevistados, y que expresaron cuáles consideran que son los factores socioeconómicos que más afectan la producción, rendimiento y posterior venta del maíz duro en los cantones Pindal y Zapotillo.

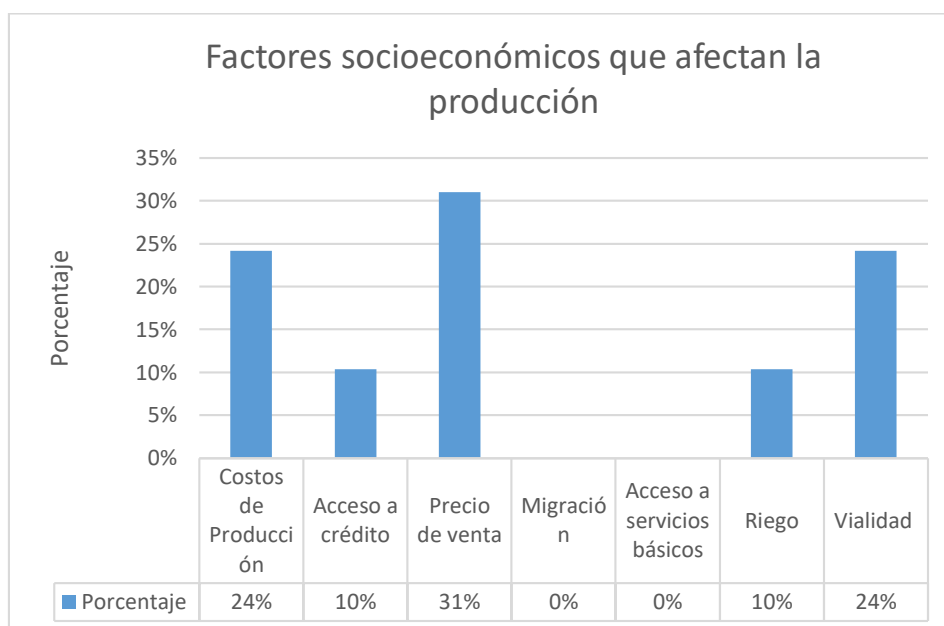


Figura 26. Factores socioeconómicos que afectan la producción y venta del maíz duro. Elaboración propia

Como se observa en la figura 28, los productores entrevistados de Pindal y Zapotillo, expresaron algunos factores de tipo socioeconómico que inciden y afectan a la producción de maíz, y especialmente a su posterior comercialización. Los entrevistados consideran que el precio de venta del maíz duro (31 % de respuestas) es el factor que más incide, principalmente en la economía familiar y, por ende, en el desarrollo de la siguiente siembra ya que, sin recursos para pagar sus deudas, es muy difícil que puedan arrancar con un nuevo proceso de producción. A continuación, los costos de producción y la viabilidad son dos factores que se ubicaron con un porcentaje de respuestas idéntico (24 %). Esta respuesta hace referencia al incremento de los insumos productivos y el



transporte, los cuales continuamente se elevan de precio, y reducen la utilidad para el agricultor. Posteriormente, y con un 10 % de respuestas respectivamente, los factores relacionados con el acceso a crédito y acceso a riego, son considerados también por los productores como factores que inciden en la producción.

### 1.2.9. Contribución porcentual de las actividades culturales agrícolas al costo de producción total

En la figura 29, se aprecia aquellas actividades culturales del maíz duro, que mayores costos de producción generan a los productores entrevistados de los cantones de Pindal y Zapotillo.

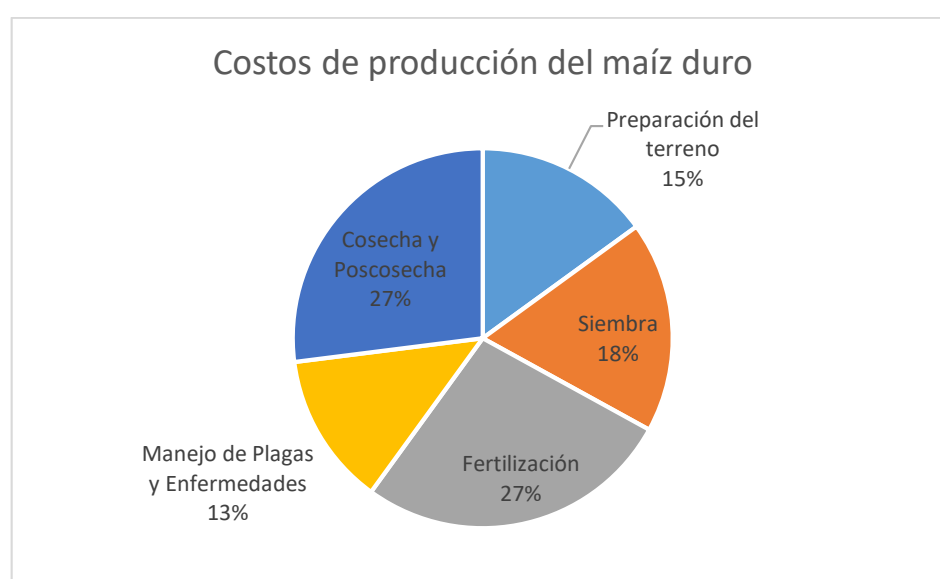


Figura 27. Contribución de las actividades culturales al costo de producción. Elaboración propia.

De acuerdo a las respuestas realizadas por los productores consultados, las actividades culturales que mayores costos representan para el agricultor son la Cosecha y Postcosecha (27 %) y la Fertilización (27 %); le siguen a continuación, las actividades alrededor de la siembra (18 %), preparación del terreno (15 %) y el manejo de plagas y enfermedades (13 %). Estos datos reflejan obviamente los altos costos relacionados con los insumos, en este caso fertilizantes que requiere el cultivo para alcanzar los rendimientos mínimos de acuerdo a la hoja técnica de las variedades comerciales; y, mano de obra, en el caso de las labores de cosecha y postcosecha, que se requiere en las etapas finales del cultivo del maíz duro amarillo en Pindal y Zapotillo.

### 1.2.10. Número de cosechas al año

En la figura 30, se puede observar la frecuencia de respuestas en relación al número de cosechas por año, que mencionaron los productores entrevistados en los cantones de Pindal y Zapotillo.

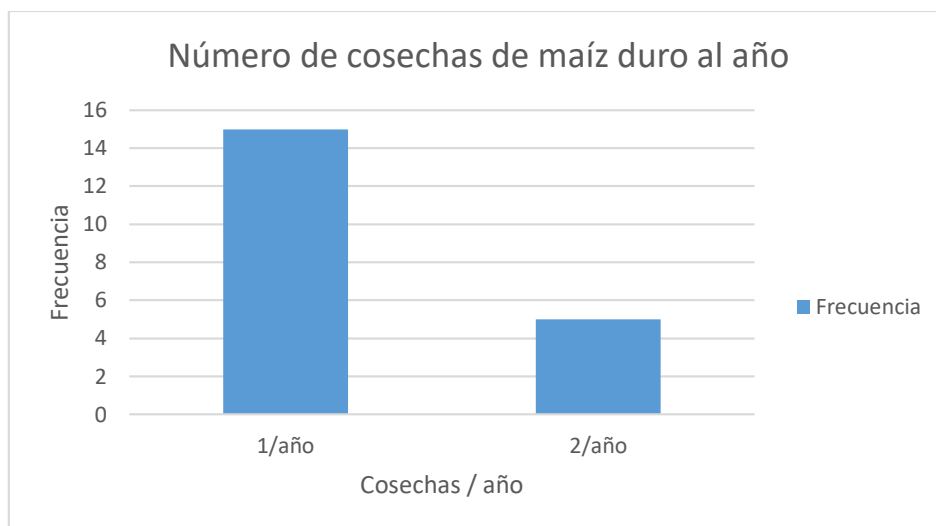


Figura 28. Número Promedio de Cosechas al año de maíz duro. Elaboración propia.

De acuerdo a las respuestas brindadas por los encuestados, se evidencia un problema para producir más de una cosecha al año de maíz duro amarillo en los cantones de Zapotillo; apenas 5 productores entrevistados, mencionaron estar en capacidad de producir dos (2) cosechas al año, lo que corresponde al 25 % de respuestas. Mientras que, el 75 % de los encuestados mencionó no estar en capacidad de producir más de una (1) cosecha al año. Este resultado puede ser comparado con el bajo porcentaje de productores que tienen acceso al riego, que de acuerdo al presente estudio corresponde al 30 %, y según los PDOT Cantonales, este valor incluso resulta ser más bajo del 5 % del área total cultivada.

### 1.2.11. Precio de venta de la producción de maíz en el centro de acopio (\$/qq)

En la figura 31, se presentan los datos relacionados con el valor de venta de la producción de maíz que los productores entrevistados reciben, principalmente en los centros de acopio que existen, tanto en los cantones de Pindal y Zapotillo, como en cantones aledaños donde el producto también es comprado.

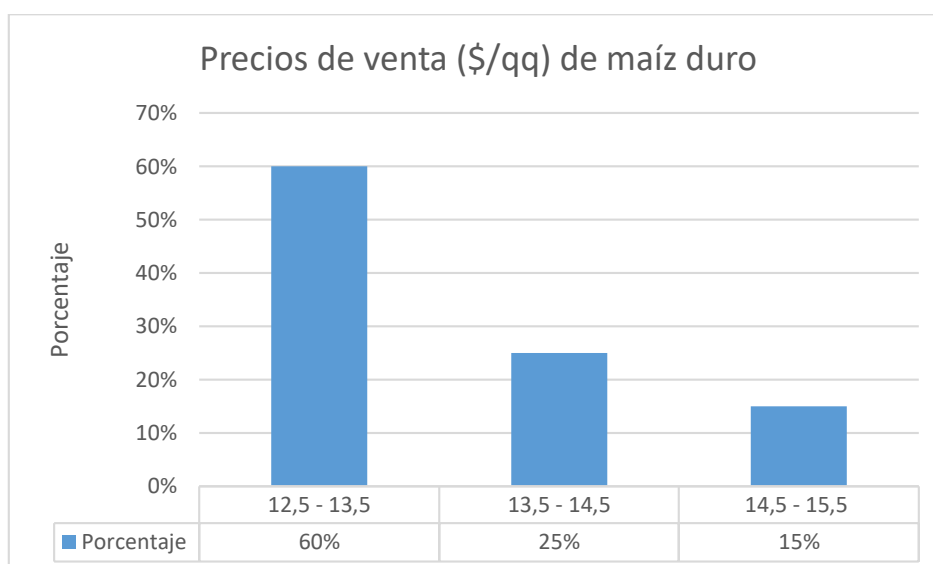


Figura 29. Precio de venta de maíz duro (\$/qq). Elaboración propia.

Según los análisis realizados a las entrevistas dirigidas a productores de maíz duro, el 60 % de estas ventas suelen ser vendidas a un precio promedio de \$13 por quintal, el 25 % tienen un precio de venta promedio de \$ 14 por quintal. Sólo el 15 % de los entrevistados mencionó haber podido vender su producción de maíz en valores superiores a \$14,50 por quintal. Estos datos contrastan con la información proporcionada por (Ortega Ortega 2015, 68), que menciona que el 88 % de los productores de maíz encuestados en Pindal, pudo vender a un precio promedio de \$ 14 por quintal. Por otro lado, (Zárate Montalvo 2010, 46) resalta que para el año 2009, el precio promedio de venta fue de \$ 10,23 por quintal, y en que ocasiones el maíz duro suele venderse por debajo de sus costos de producción, como consecuencia de una sobreoferta.

### 1.2.12. Tipo de sistema de producción

En la figura 32, se muestran los resultados obtenidos de las respuestas realizadas por los productores entrevistados, en relación al tipo de sistema de producción de maíz duro desarrollado en sus respectivas fincas: a) monocultivo; b) agroecológico; o, c) diversificado, para los dos cantones.

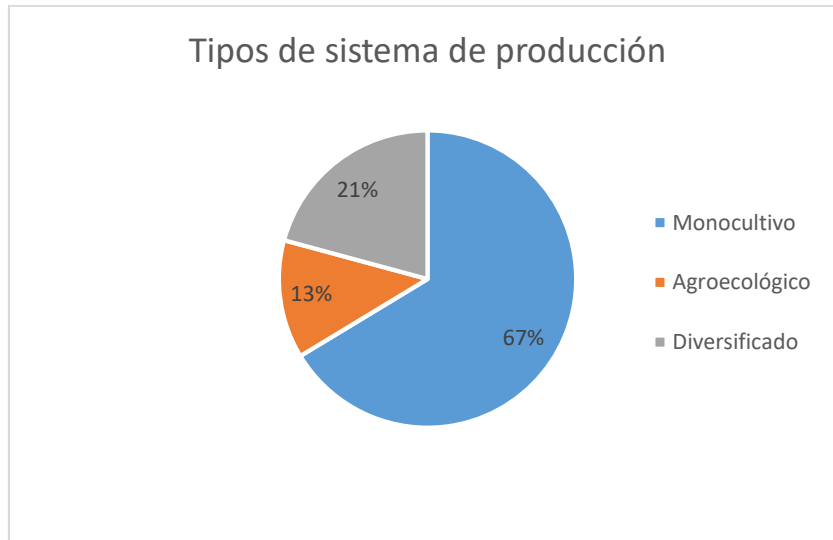


Figura 30. Tipos de sistema de producción de maíz duro. Elaboración propia.

De acuerdo al análisis realizado a las respuestas generadas por los productores entrevistados para este indicador, el 67 % de dichas respuestas afirmaron que realizan un tipo de producción agrícola de maíz duro bajo un enfoque de monocultivo; mientras que, 21 % de respuestas señalaron que desarrollan un tipo de producción de tipo diversificado; y, un 12 % de respuestas indicaron que los productores realizan sistemas de producción de maíz duro basados en técnicas agroecológicas. Es necesario precisar que, cuatro (4) productores entrevistado expresaron que desarrollan dos sistemas de producción, ya se la combinación monocultivo-agroecológico (3 respuestas), como la combinación monocultivo-diversificado (1 respuesta). Esto nos indica que, en algunos casos, los productores de maíz desarrollan algunas técnicas de producción y que dedican cierto espacio de su predio para técnicas agro biodiversas y diversificadas, siendo estas últimas, las que con frecuencia brindan el sustento alimenticio de la familia campesina.

En la figura 33, se muestran los mismos resultados presentados en la anterior gráfica, con la diferencia de que se han subdividido las respuestas de acuerdo al cantón (Zapotillo o Pindal):

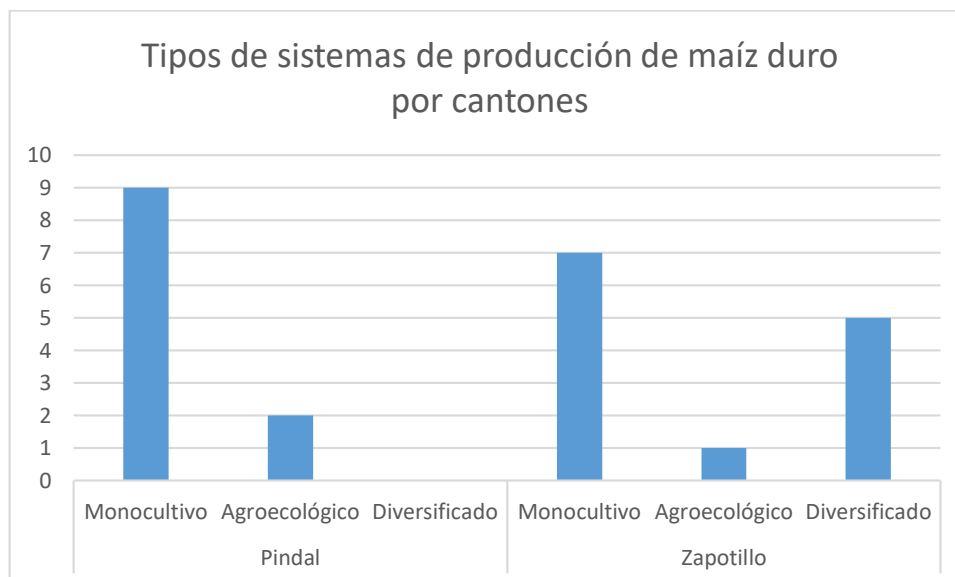


Figura 31. Tipos de sistemas de producción de maíz duro por cantones. Elaboración propia.

En la figura anterior, se pueden observar el número de respuestas generadas por los entrevistados en relación al tipo de sistema de producción empleado en las fincas, con un nivel de desagregación cantonal (Pindal y Zapotillo). Para el caso de Pindal, se observa una mayor existencia de sistemas de producción bajo monocultivo nueve (9) mientras que, en Zapotillo este tipo de sistema contabiliza siete (7). Respecto a los sistemas agroecológicos, se obtuvo dos (2) respuestas para Pindal y una (1) respuesta para Zapotillo. Por último, el sistema de producción de agricultura diversificada campesina es mayoritario en el caso de los encuestados del cantón Zapotillo, con un valor de cinco (5).

Esta desagregación de la información permite determinar que los sistemas de producción bajo monocultivo de los agricultores entrevistados, fueron característicos en los dos cantones, existiendo una mayor presencia en Pindal que en Zapotillo, mientras que los sistemas de producción diversificada fueron más más frecuentes en los productores entrevistados de Zapotillo, y los sistemas agroecológicos, están más presente en Pindal que en Zapotillo.

## 2. Cuantificación del riesgo climático

Los resultados generados de la aplicación del modelo de cálculo del riesgo climático actual (MAG, MAE, FAO 2019, 21) desarrollado de acuerdo al AR5 del IPCC (2014), para las amenazas climáticas de sequía y lluvias intensas en las dimensiones ambiental y socioeconómica, con un nivel de desagregación parroquial de los cantones de Zapotillo y Pindal, en la provincia de Loja, pueden observarse de manera gráfica a continuación.

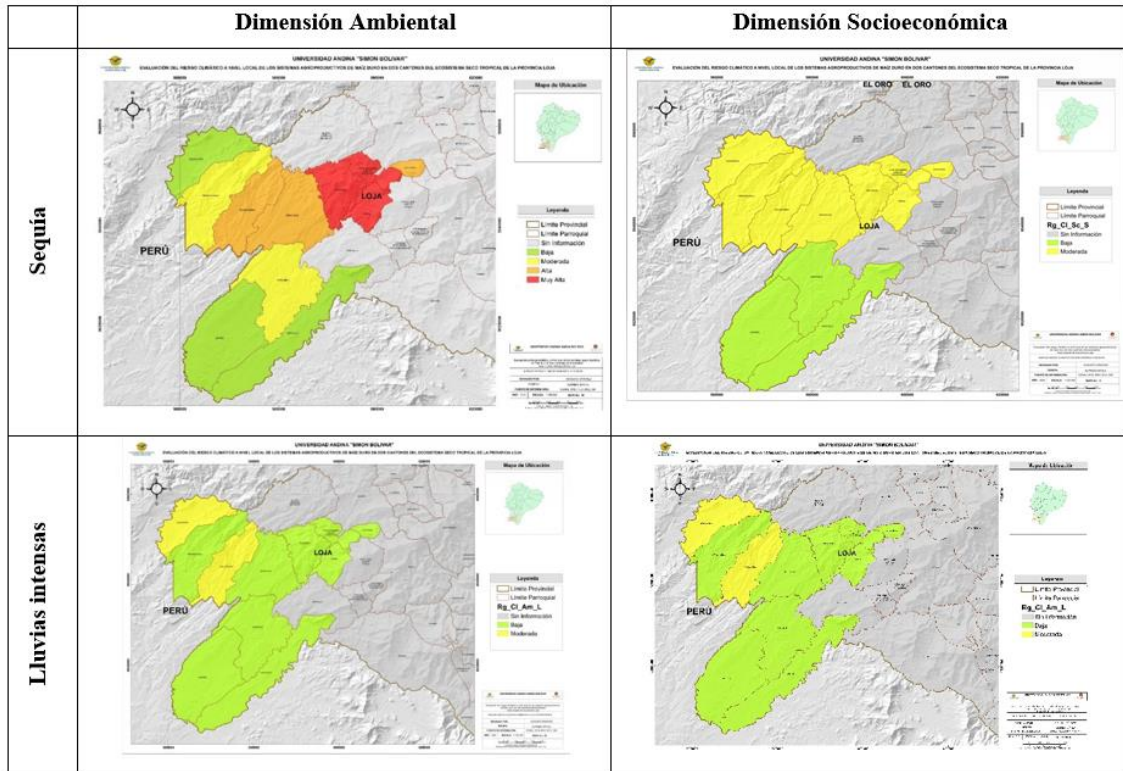


Figura 32. Mapas de riesgo climático para las amenazas de sequía y lluvias intensas actual en las dimensiones ambiental y socioeconómica. Elaboración propia.

En la figura 34, en la sección izquierda, se pueden observar los niveles de riesgo climático ambiental para las dos amenazas, sequía y lluvias intensas desde la perspectiva ambiental, reflejando grandes diferencias, principalmente en las parroquias del cantón Pindal y las parroquias de Bolaspamba y Paletillas del cantón Zapotillo, donde el riesgo climático a sequías actual tiene un riesgo muy alto y alto; mientras que, el resto de parroquias de Zapotillo, el riesgo actual a sequías varía entre moderado y bajo. Por otro lado, el riesgo climático a lluvias intensas actual, varía en las parroquias de Zapotillo y Pindal, de riesgo moderado a bajo.

Respecto de los niveles de riesgo climático socioeconómico para las sequías y lluvias intensas actuales, se observa una tendencia a un riesgo moderado para las dos amenazas, principalmente en las parroquias de los dos cantones, ubicadas en la zona Norte; esta diferencia es muy tajante en el análisis de riesgo climático a sequías actual para la dimensión socioeconómica, observándose que todas la parroquias del cantón Pindal, y las parroquias norteñas de Zapotillo (Cazaderos, Mangahurco, Bolaspamba, Paletillas) demuestran un riesgo moderado, a diferencia de las parroquias Garzareal, Limones y Zapotillo, las cuales exhiben un riesgo climático bajo.

Si comparamos los niveles de riesgo climático para la amenaza sequía en las dos dimensiones en estudio, se observa que, en las parroquias del cantón Pindal y las parroquias norteñas de Zapotillo (Cazaderos, Mangahurco, Bolaspamba y Paletillas), un nivel de riesgo

que va desde moderado hasta muy alto, lo cual demuestra una relación directa entre el riesgo climático a sequías actual de la dimensión ambiental y de la dimensión socioeconómica, lo que podría inferir una tendencia directa, a mayor área de cobertura de maíz ( % cobertura) y menor producción por productor (índice de producción individual), mayor nivel de riesgo climático.

## 2.1. Amenaza de sequía

En el caso del análisis de la amenaza a la sequía, es necesario realizar un análisis previo de esta amenaza, considerando “el indicador normalizado de precipitación (SPI, por sus siglas en inglés), bajo una metodología de análisis de desviación de precipitación con respecto a la normal. Estos datos fueron analizados a nivel nacional, y corresponden a un período de 30 años, constituyéndose en una aproximación del contexto territorial de la provincia de Loja, respecto a la reducción de las precipitaciones en relación a la media (FAO 2018, 262).

En la figura 35, se puede observar que las áreas más amenazadas por la sequía, en la zona suroccidental de la provincia de Loja, corresponden a las parroquias de Zapotillo, Limones, Garza Real y Cazaderos, en el cantón Zapotillo, al igual que las parroquias de Macará, Sabiango, La Victoria (cantón Macará), Tacamoros (cantón Tacamoros) y Sabanilla (cantón Celica) mientras que, el resto de parroquias de los cantones de Zapotillo, Pindal, Celica, Paltas y Puyango, presentan una amenaza a la sequía de nivel medio y bajo.

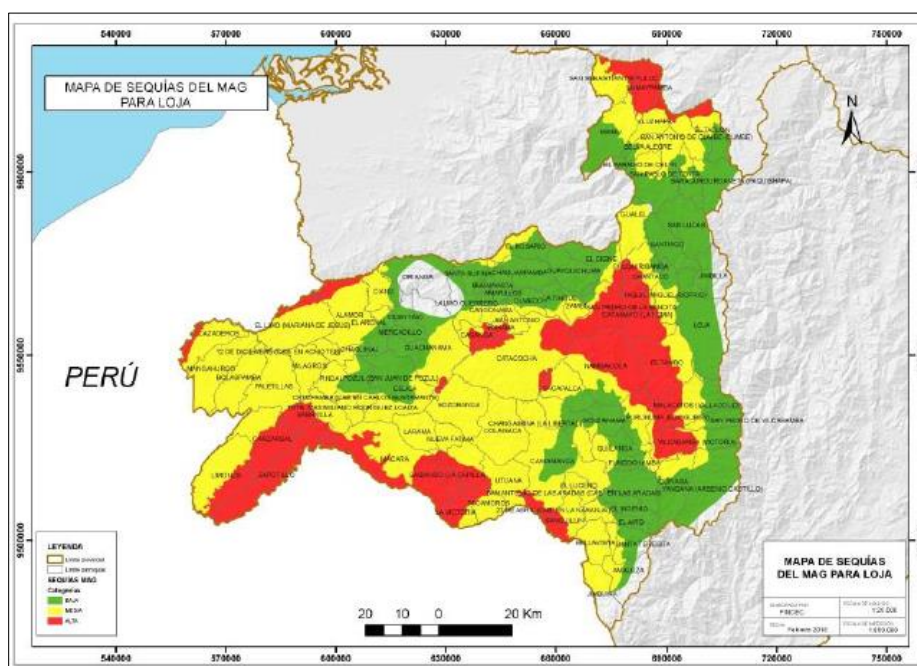


Figura 33. Interpretación de la amenaza de sequía para la provincia de Loja. Fuente: (MAG – IEE 2016) citado por FAO (2018, 262).



En la figura 36, “se observa la reducción de precipitación (SPI) en los últimos 30 años, y además el aumento de días secos consecutivos (CDD) a lo largo de este período; estos dos indicadores conforman la amenaza llamada sequía en el presente estudio” (FAO 2018, 263). Se puede observar que las parroquias del cantón Pindal y Zapotillo, registran variaciones de amenaza a la sequía desde muy baja (verde oscuro), baja (verde claro) y media (amarillo), como las parroquias de Limones, Zapotillo, Garza Real, Paletillas, Bolaspamba y Mangahurco, hasta alta (anaranjada) y muy alta (rojo), en las parroquias del cantón Pindal y la parroquia de Cazaderos del cantón Zapotillo.

Pese a ello, según FAO (2018, 263), en los últimos treinta (30) años se ha registrado menor reducción de sus regímenes de precipitación y menor aumento de días secos consecutivos con relación a la zona central y oriental de la provincia.

Al analizar la figura 37 de Tendencias o Amenazas a las Sequías para los cantones Pindal y Zapotillo, se observa un comportamiento de los niveles de riesgo por amenaza, muy similar al presentado según el estudio de FAO, con las parroquias del cantón Pindal en un nivel alto (4-anaranjado) de amenaza, mientras que las parroquias del cantón Zapotillo, presentan niveles muy bajos (1-verde oscuro), a excepción de la parroquia de Cazaderos, donde el nivel de amenaza a la sequía es alto (4-color anaranjado). Esto nos permite corroborar que el patrón de amenaza a la sequía, mantiene la misma tendencia.

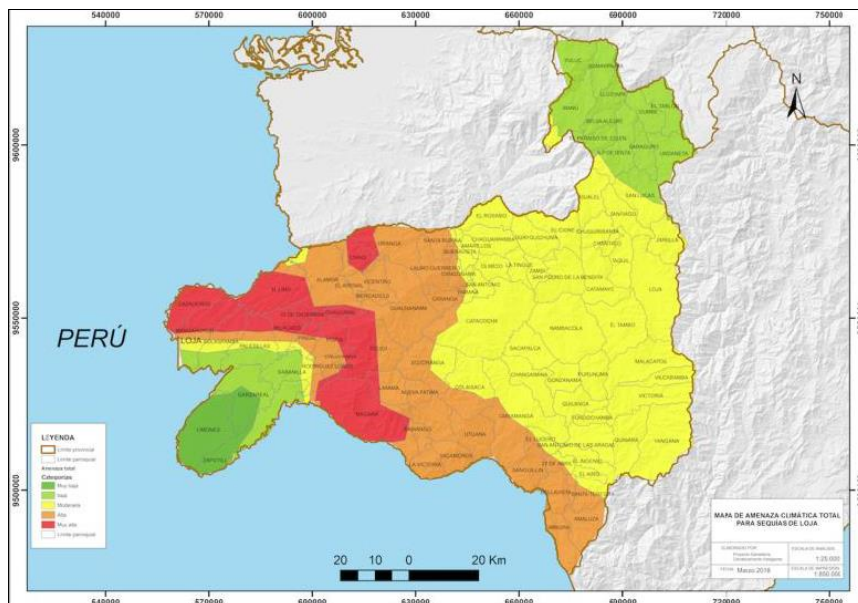


Figura 34. Mapa de amenaza total para sequías de la provincia de Loja. Fuente: (FAO 2018, 263)



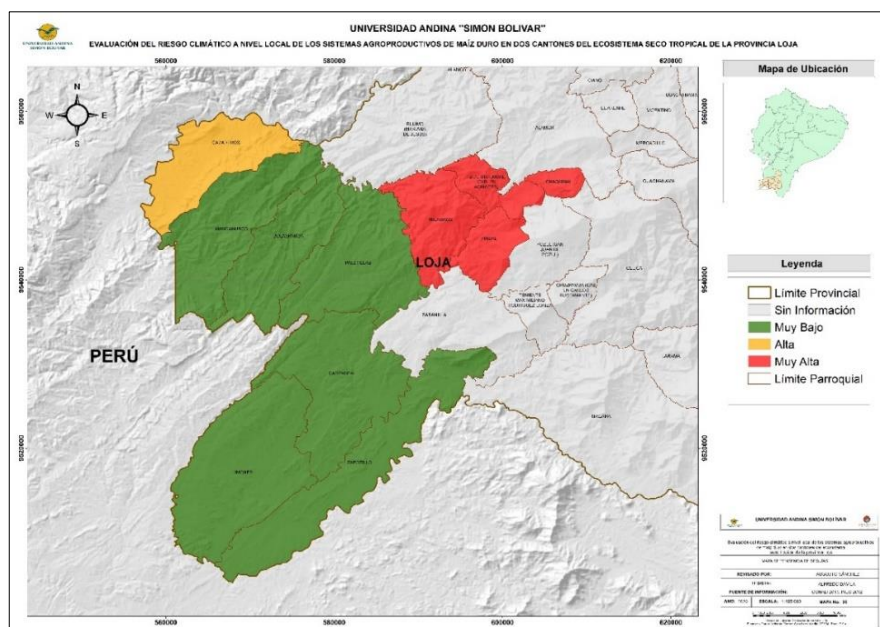


Figura 35. Mapa de amenazas a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012, IGM).

## 2.2. Amenaza de lluvias intensas

La precipitación (mm) anual en el cantón Zapotillo varía desde 300 mm en sectores como Limones, Valle Hermoso, Buenavista, Paletillas, hasta 1000 mm en el Caucho y Sahinos, con valores promedio entre los 500 a 800 mm/año, que mayoritariamente se presentan entre enero y marzo, comprendiendo en un 70 % del territorio cantonal, en las parroquias de Garza Real, Limones y Paletillas (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 45).

Para el caso del cantón Pindal, la precipitación anual (mm/año) varía desde 600 mm hasta 1.500 mm, con valores representativos entre 900 y 1.200 mm/año, con períodos lluviosos y secos idénticos a los del cantón Zapotillo (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 40).

En el caso del análisis de la tendencia a lluvias intensas, es necesario realizar un análisis previo de la amenaza a estas lluvias, considerando “el indicador normalizado de precipitación (SPI, por sus siglas en inglés), bajo una metodología de análisis de desviación de precipitación con respecto a la normal” (FAO 2018, 262).

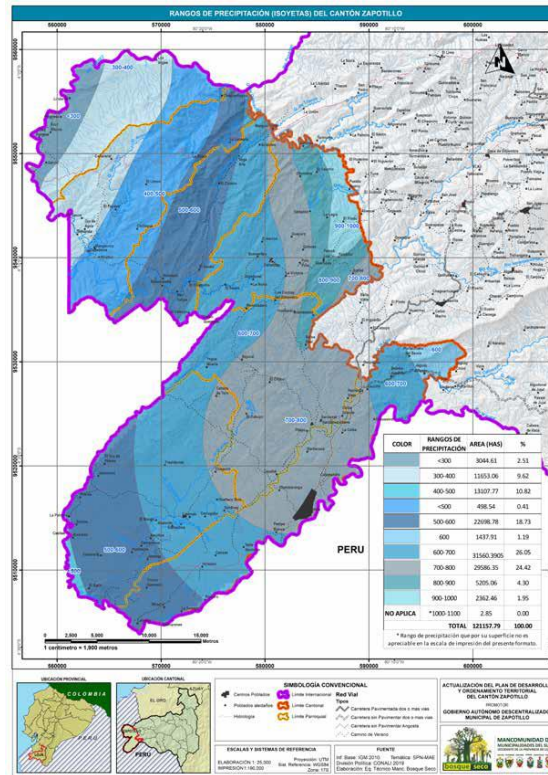


Figura 36. Rangos de precipitación (isoyetas) del cantón Zapotillo. Fuente: (GAD Zapotillo y MBS 2019, 46).

Al analizar las amenazas a lluvias intensas de los cantones Pindal y Zapotillo (figura 41), se observa un comportamiento de los niveles de riesgo por amenaza, muy similar al presentado en las actualizaciones de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial 2019 – 2023 de los cantones Zapotillo y Pindal, con todas las parroquias del cantón Pindal en un nivel muy bajo (1 - verde oscuro) de amenaza, al igual que la mayoría de parroquias del cantón Zapotillo, a excepción de Cazaderos y Bolaspamba, que reflejan niveles bajos (2 – verde claro) de amenaza a lluvias intensas.

Esto nos permite corroborar que el patrón de amenaza a lluvias intensas es muy bajo y bajo en las parroquias de ambos cantones, manteniendo una tendencia similar a los presentados por (FAO 2018), en relación a que las probabilidades de amenaza a sequía en los cantones Zapotillo y Pindal son altas (rojo) y medias (amarillo) (figura 37), permitiendo inferir una reducida amenaza a lluvias intensas. Sin embargo, hay que considerar una marcada variabilidad climática en el comportamiento interanual de las precipitaciones en general en la provincia de Loja, con marcados incrementos de precipitación entre marzo y abril, alcanzando valores de hasta 200mm/mes, en años de fenómeno El Niño (250).

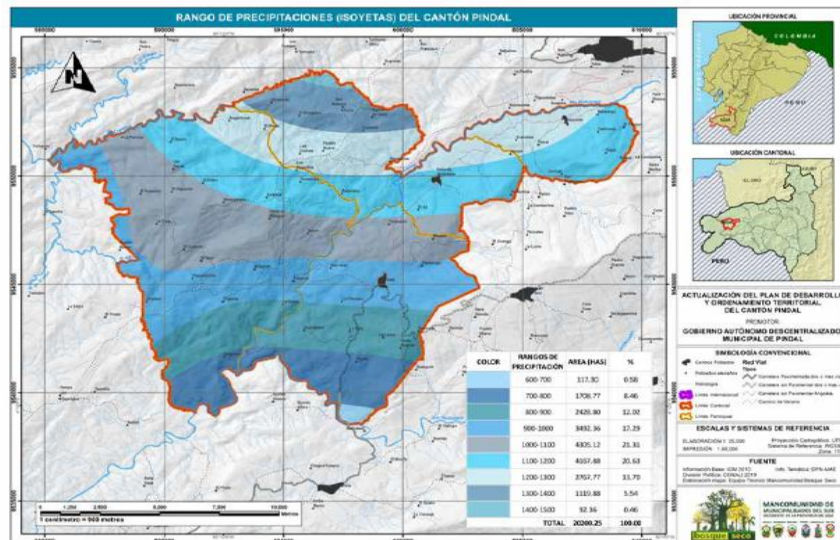


Figura 37. Rango de precipitaciones (isoyetas) del cantón Pindal. Fuente: (GAD Pindal y MBS 2019, 41).

Así mismo, se puede observar en la figura 38 que menos del 6 % de la superficie del cantón Zapotillo, presenta rangos de precipitación superiores a los 800 mm/año, considerado como valor máximo de precipitaciones, entre los meses de Enero – Abril (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 45-46).

En el caso del cantón Pindal, apenas el 6 % de la superficie cantonal se ve afectada por precipitaciones mayores a 1.300 mm/año, las cuales se presentan entre febrero y abril (figura 39) (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 40-41).

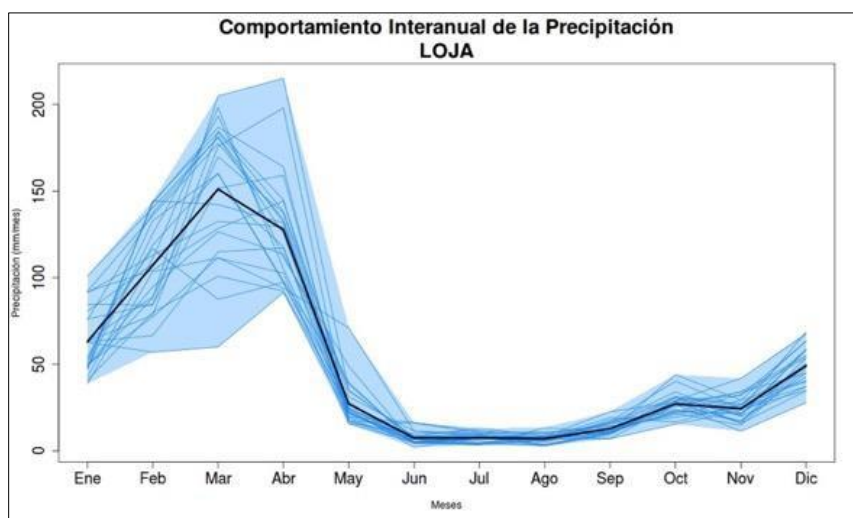


Figura 38. Comportamiento de la precipitación en la provincia de Loja. Período 1985 - 2015. Fuente: (FAO 2018, 250).

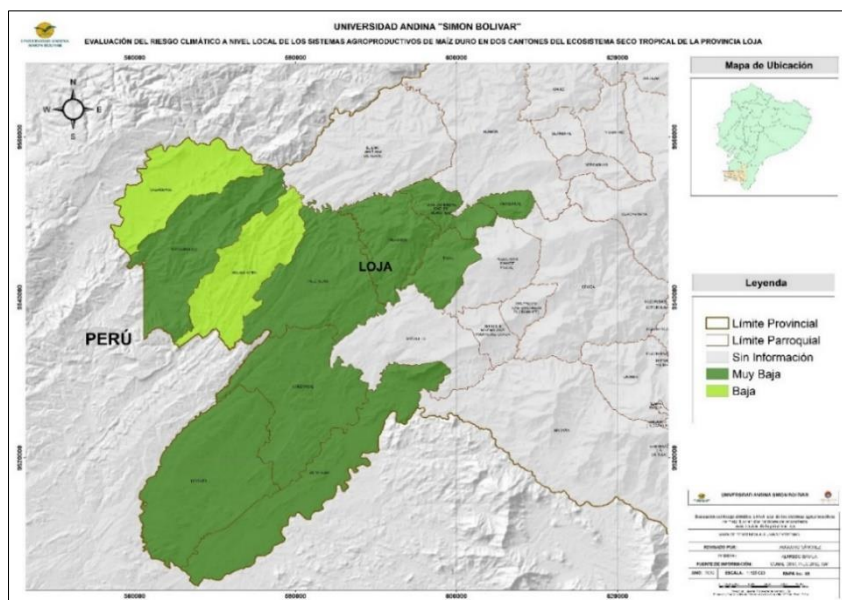


Figura 39. Mapa de tendencia a lluvias intensas. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.

## 2.3. Dimensión ambiental

### 2.3.1. Exposición

En la figura 42, se muestran las parroquias y su nivel de exposición. En Loja las parroquias con mayor uso y cobertura de maíz duro amarillo (área sembrada) se agrupan hacia el lado suroeste de la provincia en un claro patrón de expansión hacia el oeste y sur hacia la frontera con el Perú (Pindal, Zapotillo, y partes bajas de Celica y Macará), extendiéndose hacia el centro de la provincia (Paltas, Chaguarpamba, Sozoranga, partes bajas de Calvas, Gonzanamá), donde se localiza un segundo grupo de parroquias importantes por su extensión. Como clústeres aislados es posible identificar también dos grupos de parroquias ubicadas hacia el Este, en los cantones de Espíndola y Quilanga, con una transición evidente de exposición moderada a baja con respecto a los grupos más grandes.

De las 59 parroquias maiceras analizadas en la provincia de Loja, 47 parroquias presentan niveles de exposición superiores al nivel moderado, es decir el 80 % de las mismas presentan una importante área de producción de maíz duro amarillo (elemento que determina la exposición ambiental) cantidad que es considerable en su superficie. De estas 47 parroquias, 22 parroquias presentan niveles de exposición muy alta (color rojo), es decir el 47 % del grupo tienen una exposición superior al nivel moderado.



En relación a las parroquias del cantón Pindal (Pindal, Milagros, 12 de Diciembre y Chaquinal, la exposición ambiental es muy alta (5 -rojo), lo cual refleja el altísimo grado al que está expuesto el cultivo de maíz frente a eventos climáticos como la sequía, considerando su porcentaje de cobertura con respecto a la superficie de cada parroquia.

Por otro lado, las parroquias más expuestas a eventos climáticos adversos, como por ejemplo la sequía, en el cantón Zapotillo son: Paletillas y Bolaspamba con una valoración muy alta (5 -rojo), las cuales presentan porcentajes de cobertura de maíz en relación al área total de la parroquia de 17,02 % y 7,16 %, respectivamente, siendo las parroquias del cantón Zapotillo con mayor cobertura del cultivo de maíz.

Mientras que, las parroquias de Garza Real, Mangahurco, Zapotillo, Cazaderos, con valores de exposición alta (4-anaranjado) y Limones, con un valor de exposición moderada (3-amarillo) reflejan una significativa predominancia del cultivo de maíz, aunque mucho menor que en el caso de las dos primeras parroquias, ya que ninguna de estas supera el 5 % de cobertura de maíz con respecto al área de cada parroquia (3,65 %; 2,80 %; 1,84 %, 0,60 % y 0,33 % de cobertura, respectivamente).

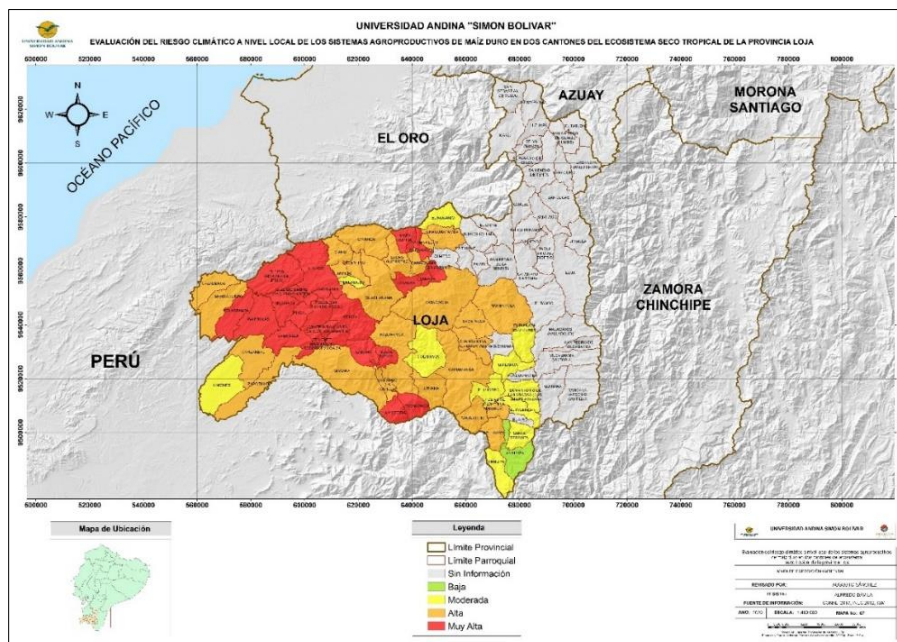


Figura 40. Mapa de exposición ambiental. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM).

### 2.3.2. Vulnerabilidad a sequía

El índice de vulnerabilidad ambiental resulta de la división del índice de sensibilidad para el índice de capacidad adaptativa; cada uno de estos índices está compuesto por una serie de indicadores para los cuales se obtuvo la información a nivel parroquial. Así, por ejemplo, para calcular el índice de sensibilidad se tomaron en consideración los indicadores de capacidad de uso de la tierra, degradación del suelo, y deforestación; mientras que, para el cálculo de la capacidad adaptativa se consideró: la infraestructura multipropósito para riego, el porcentaje de cobertura de riesgo, porcentaje de cobertura natural y el índice de cobertura de la red hídrica.

Enfocando el análisis a la dimensión ambiental y las sequías, en la tabla 18 se presentan los pesos calculados que indican la contribución de los índices de sensibilidad y capacidad adaptativa ambientales para las sequías en los cantones Pindal y Zapotillo, para la conformación del índice de vulnerabilidad a nivel parroquial.

En general en la provincia de Loja, y especialmente en los cantones de Pindal y Zapotillo, la degradación del suelo es un indicador que conlleva el mayor peso de los indicadores de sensibilidad ambiental a las sequías, seguido por la capacidad de uso del suelo y la deforestación (FAO 2018, 265).

Tabla 18  
Pesos de contribución de sensibilidad y capacidad adaptativa

Cantón	Parroquia	Índice de sensibilidad	Índice de capacidad adaptativa	Índice de vulnerabilidad
Zapotillo	Zapotillo	4	5	2
	Mangahurco	4	5	2
	Garzareal	4	4	2
	Limones	3	5	2
	Paletillas	4	5	2
	Bolaspamba	4	4	3
	Cazaderos	3	4	2
Pindal	Pindal	4	4	2
	Chaquinal	4	4	2
	12 de Diciembre	3	3	4
	Milagros	4	3	3

Elaboración propia

Por otro lado, en lo que se refiere a capacidad adaptativa ambiental a las sequías, destaca la presencia de proyectos multipropósito en la provincia seguida del porcentaje de cobertura natural y el índice de red hídrica. En base a la utilización de estos criterios, se identificaron aquellas parroquias con índices de vulnerabilidad altos (4-anaranjado), moderados (3-amarillo) y bajos (2-verde claro) las cuales se muestran en la figura 43.

De acuerdo al análisis de vulnerabilidad ambiental a las sequías en las parroquias de los cantones Pindal y Zapotillo, destacan aquellas con altos porcentajes de cobertura del cultivo del maíz duro amarillo en su territorio como Milagros, 12 de Diciembre en el cantón Pindal, y Bolaspamba en el cantón Zapotillo, con niveles moderados (3-amarillo) y alto (4-anaranjado).

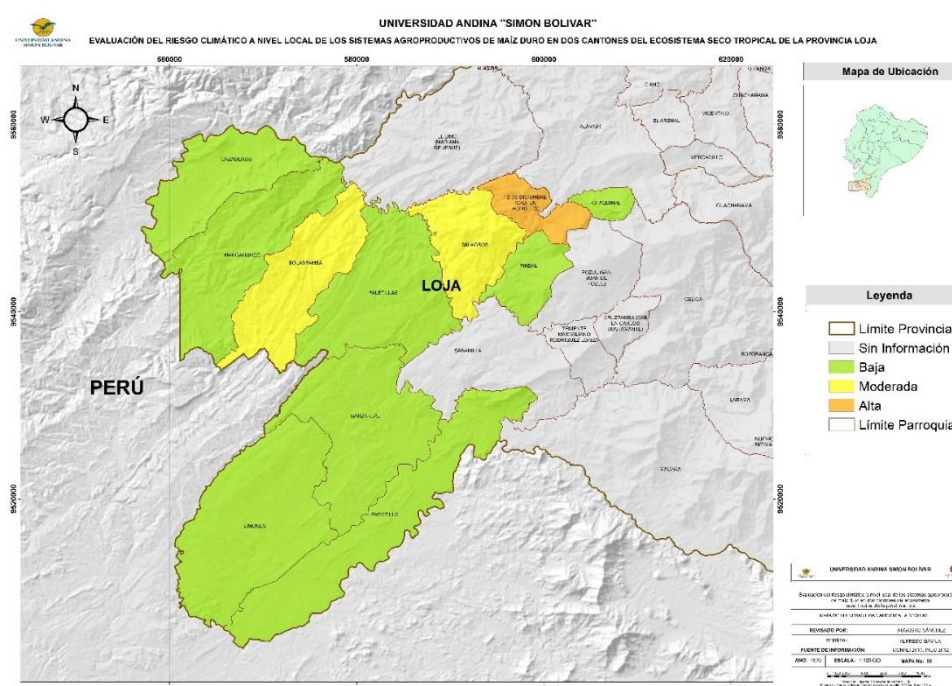


Figura 41. Mapa de vulnerabilidad ambiental a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.

Estas parroquias exhiben altos y moderados niveles de sensibilidad (Tabla 22), demostrando que la degradación de los suelos, la deforestación y la baja capacidad de uso del suelo, probablemente son sus problemas característicos; mientras que, otras parroquias como Pindal y Chaquinal, y la mayoría de parroquias del cantón Zapotillo, presentan una baja vulnerabilidad ambiental a las sequías (2-verde claro), lo que se ve reflejado en altos (4-anaranjado) y muy altos (5-rojo) niveles de capacidad adaptativa (tabla 13), lo que puede señalarnos altos porcentajes de cobertura natural, infraestructura multipropósito y cobertura de riego.

### 2.3.3. Riesgo climático a sequías

El riesgo climático ambiental se define como la multiplicación de los factores de amenaza, exposición y vulnerabilidad, siendo la vulnerabilidad producto de la división de la sensibilidad para la capacidad adaptativa. En la tabla No. 23, se observa que aquellas parroquias con un alto porcentaje de cobertura del cultivo de maíz duro amarillo (alta exposición) en relación a sus límites político-administrativo (como por ejemplo, las parroquias del cantón Pindal y algunas parroquias del cantón Zapotillo, como Paletillas y Bolaspamba), pueden presentar poca resistencia para tolerar los impactos de una amenaza climática como la sequía, mostrando una tendencia a esta amenaza (parroquias en color rojo y anaranjado) y pocos recursos tales como infraestructura física y ambiental, baja aplicación de normativas de protección de cobertura natural, recursos naturales y ecosistémicos (alta vulnerabilidad), exhibirá un riesgo climático ambiental alto, que para el caso de las parroquias de Pindal se ubican en categorías alta (color anaranjado) y muy alta (color rojo), al igual que las parroquias de Bolaspamba y Paletillas, en el cantón Zapotillo, las cuales exhiben un alto (color anaranjado) riesgo climático ambiental a las sequías.

Al contrario, las parroquias de Zapotillo, Mangahurco, Garzareal, Limones y Cazaderos, del cantón Zapotillo, exhiben índices de riesgo climático a las sequías, medias y bajas (colores amarillo y verde oscuro, respectivamente), lo cual denota que al tener un menor porcentaje de cobertura del cultivo de maíz (baja exposición), mayor resistencia para soportar los impactos de la sequía y una menor ocurrencia a la misma, así como con la capacidad de contar con infraestructura física y ambiental, tales como mayor cobertura natural, infraestructura multipropósito para riego, cobertura hídrica, recursos naturales y ecosistémicos (baja vulnerabilidad), su riesgo climático ambiental a las sequías es medio o bajo (tabla 19).

Con base en el análisis de dicha tabla, se puede observar en la figura 44, que la parroquia Chaquinal con un nivel de riesgo alto (4-anaranjado), y las parroquias de Pindal, 12 de Diciembre y Milagros, con niveles de riesgo muy alto (5-rojo), al igual que las parroquias de Bolaspamba y Paletillas del cantón Zapotillo, exhiben un mayor riesgo climático frente a las sequías. En comparación, las parroquias Cazaderos, Zapotillo y Limones exhiben niveles bajos (2-verde claro), mientras que las parroquias de Mangahurco y Garzareal presentan niveles moderados (3-amarillo) de riesgo climático a la sequía.



Tabla 19  
**Índice de riesgo climático ambiental a las sequías**

Cantón	Parroquia	Amenaza	Exposición	Índice de vulnerabilidad	Riesgo climático a las sequías
Zapotillo	Zapotillo	1	4	2	2
	Mangahurco	1	4	2	3
	Garzareal	1	4	2	3
	Limones	1	3	2	2
	Paletillas	1	5	2	4
	Bolaspamba	1	5	3	4
	Cazaderos	4	4	2	2
Pindal	Pindal	5	5	2	5
	Chaquinal	5	5	2	4
	12 de Diciembre	5	5	4	5
	Milagros	5	5	3	5

Elaboración propia

Un caso interesante, es el de la parroquia de Cazaderos, el cual nos permite demostrar que aquellas parroquias que cuentan con una capacidad adaptativa alta (cobertura natural, mayor infraestructura multipropósito para riego y cobertura hídrica), y por ende un menor índice de vulnerabilidad, puede llegar a revertir las consecuencias de una alta exposición (% cobertura de maíz) y alta probabilidad de amenaza a la sequía.

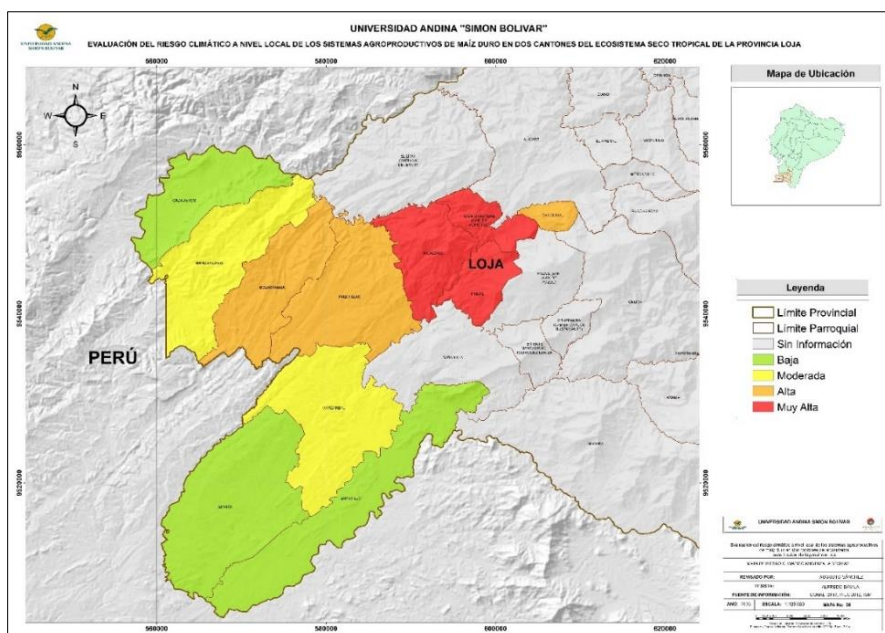


Figura 42. Mapa de riesgo climático ambiental a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.

### 2.3.4. Vulnerabilidad a lluvias intensas

El índice de vulnerabilidad ambiental resulta de la división del índice de sensibilidad entre el índice de capacidad adaptativa; cada uno de estos a su vez compuestos por una serie de indicadores para los cuales se obtuvo la información a nivel parroquial. Así, por ejemplo, para calcular el índice de sensibilidad se tomaron en consideración los indicadores de capacidad de uso de la tierra, degradación del suelo, y deforestación; mientras que, para el cálculo de la capacidad adaptativa se consideró: la infraestructura multipropósito para riego, el porcentaje de cobertura de riesgo, porcentaje de cobertura natural y el índice de cobertura de la red hídrica. Enfocando el análisis a la dimensión ambiental y las lluvias extremas, en la tabla 20 se presentan los pesos calculados que indican la contribución de los índices de sensibilidad y capacidad adaptativa ambientales para lluvias extremas en los cantones Pindal y Zapotillo, para la conformación del índice de vulnerabilidad a nivel parroquial.

Tabla 20  
Pesos de contribución de sensibilidad y capacidad adaptativa

Cantón	Parroquia	Índice de sensibilidad	Índice de capacidad adaptativa	Índice de vulnerabilidad
Zapotillo	Zapotillo	4	5	2
	Mangahurco	4	5	2
	Garzareal	4	4	2
	Limones	3	5	1
	Paletillas	4	4	2
	Bolaspamba	4	4	2
	Cazaderos	3	4	2
Pindal	Pindal	4	4	2
	Chaquinal	4	4	2
	12 de Diciembre	3	3	3
	Milagros	3	3	2

Elaboración propia

En general en la provincia de Loja, para la constitución del índice de sensibilidad, los indicadores que contribuyen con más peso son: degradación (0,2427), capacidad de uso del suelo (0,1767) y porcentaje de tierra inundable 0,1596), presentando valores de sensibilidad a lluvias intensas entre moderado y alto, las parroquias de Pindal. Por otro lado, en lo que se refiere a capacidad adaptativa, destacan los indicadores: proyectos

multipropósito para riego (0,2374), pendiente promedio parroquial (0,1753) y velocidad de infiltración del agua en el suelo (0,1568) (EC MAG-MAE-FAO 2019, 265-267). En base a la utilización de estos criterios, fue posible identificar aquellas parroquias con índices de vulnerabilidad ambiental a lluvias intensas con valores moderado (3-amarillo), bajo (2-verde claro) y muy bajo (1-verde oscuro) las cuales se muestran en la figura 45.

De acuerdo al análisis de vulnerabilidad ambiental a lluvias extremas en las parroquias de los cantones Pindal y Zapotillo, destaca la parroquia de 12 de Diciembre con una vulnerabilidad moderada (amarillo); el resto de parroquias de ambos cantones presentan un nivel bajo (2-verde claro) de vulnerabilidad ambiental a lluvias intensas, a excepción de la parroquia Limones del cantón Zapotillo, la cual presenta un nivel de vulnerabilidad muy bajo (1-verde oscuro).

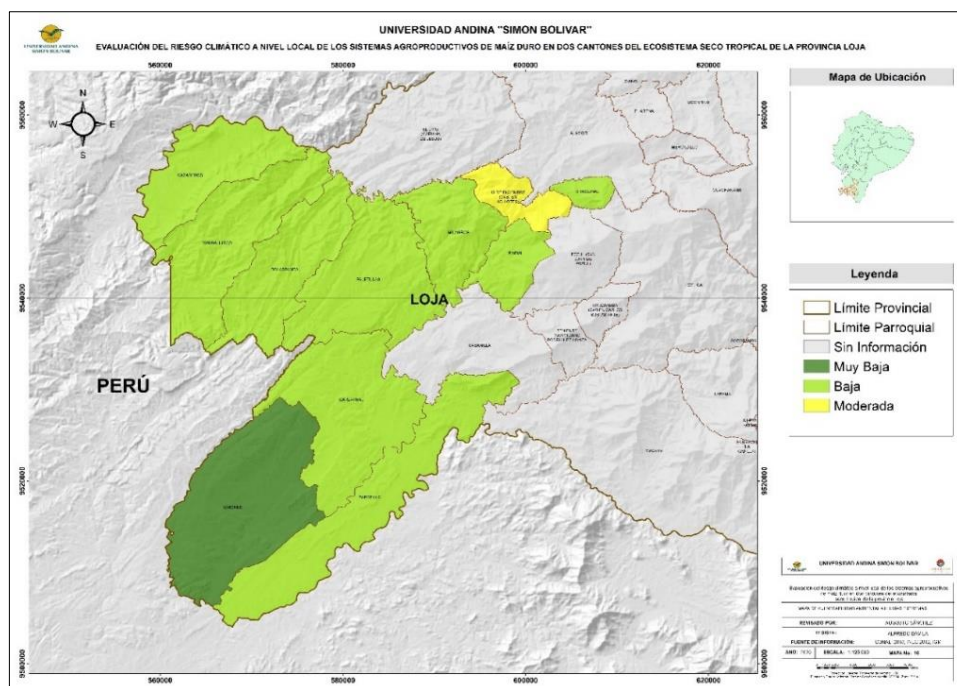


Figura 43. Mapa de vulnerabilidad ambiental a lluvias intensas CONALI 2018, INEC 2012, IGM. Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 20, las parroquias de ambos cantones presentan niveles moderados (3-amarillo) y altos (4-anaranjado) de sensibilidad, mientras que las parroquias de Zapotillo, Mangahurco y Limones demuestran niveles muy alto (5-rojo), alto (4-anaranjado), mayoritariamente. Como resultado, la vulnerabilidad ambiental a lluvias extremas es muy baja (1-verde oscuro) y baja (2-verde claro) en la mayoría de parroquias, a excepción de 12 de Diciembre, la cual presenta un nivel de vulnerabilidad ambiental a lluvias intensas moderado (3-amarillo), resultado que puede estar respaldado en la existencia de

problemas de pérdida de suelos, tala ilegal de bosques secundarios y deforestación del bosque (61,445), así como la disminución progresiva de la biodiversidad, como resultado del avance de la agricultura migratoria y la frontera agrícola del maíz (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 32-6).

### **2.3.5. Riesgo climático a lluvias intensas**

En la tabla 21 y la figura 46, se observa que aquellas parroquias con un alto porcentaje de cobertura del cultivo de maíz duro amarillo (alta exposición) en relación a su área política-administrativa (como por ejemplo, las parroquias del cantón Pindal y algunas parroquias del cantón Zapotillo, como Paletillas y Bolaspamba), en su mayoría presentan una buena capacidad de resistencia para soportar los impactos de una amenaza climática como las lluvias extremas, gracias a que cuentan con recursos tales como infraestructura física y ambiental, protección de cobertura natural, recursos naturales y ecosistémicos (baja a moderada vulnerabilidad ambiental), y principalmente una alta capacidad de infiltración del agua en el suelo (los suelos en estos 2 cantones son en su mayoría arcillo-limosos en la superficie y franco arcillo-limosos a profundidad (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 23-24) y (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 23-26) y que presentan una tendencia a verse amenazadas a un nivel bajo (verde claro) y muy bajo (verde oscuro) en relación a la variable lluvias intensas.

Para el caso de la mayoría de las parroquias del cantón Zapotillo, el nivel de riesgo climático a lluvias extremas es bajo (verde claro), a excepción de la parroquia Bolaspamba, que al igual que las parroquias del cantón Pindal, exhiben un nivel moderado (amarillo) de riesgo climático frente a lluvias extremas. Estos niveles bajos y moderados de riesgo climático frente a lluvias extremas, puede deberse en gran medida a la capacidad de infiltración que poseen la mayoría de suelos en la zona, así como a las infraestructuras multipropósito y la reducida superficie del terreno que presenta pendientes menores al 5 % (25-30) y (26-27).

Tabla 21  
**Índice de riesgo climático a lluvias intensas**

Cantón	Parroquia	Amenaza	Exposición	Índice de vulnerabilidad	Riesgo climático
Zapotillo	Zapotillo	1	4	2	2
	Mangahurco	1	4	2	2
	Garzareal	1	4	2	2
	Limonos	1	3	1	2
	Paetillas	1	5	2	2
	Bolaspamba	2	5	2	3
Pindal	Cazaderos	2	4	2	3
	Pindal	1	5	2	2
	Chaquinal	1	5	2	2
	12 de Diciembre	1	5	3	2
	Milagros	1	5	2	2

Elaboración propia

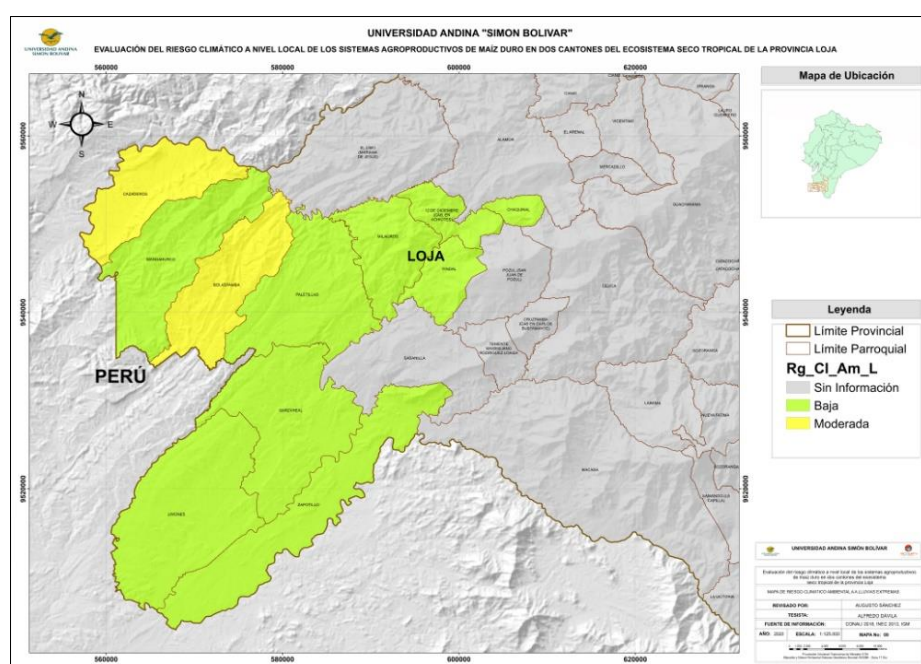


Figura 44. Mapa de riesgo climático ambiental a lluvias intensas. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.

## 2.4. Dimensión socioeconómica

### 2.4.1. Exposición

La provincia de Loja, de acuerdo a la estimación de superficie sembrada de maíz duro amarillo del primer período (época lluviosa) del año 2019, posee 35.597 ha de maíz duro amarillo (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019), con una producción calculada de 271.695 Tm, en base al rendimiento por hectárea estimado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, con un nivel de desagregación cantonal, distribuidas entre 17.632 productores de maíz duro amarillo aproximadamente, de acuerdo al Programa



Nacional de Semillas del MAG; este valor total de producción estimada de maíz duro amarillo para la siembra del primer período del año 2019, dividido para el número de productores, brinda un valor promedio aritmético de rendimiento de 15,41Tm de maíz duro por productor, en las parroquias productoras de maíz duro amarillo de la provincia de Loja, las cuales se encuentran en los cantones: Zapotillo, Pindal, Calvas, Celica, Chaguarpamba, Espíndola, Gonzanamá, Macará, Paltas, Puyango, Quilanga y Sozoranga.

Para la dimensión socioeconómica se considera la capacidad productiva de maíz por productor como el elemento expuesto. Según el análisis realizado en el marco del presente estudio (anexo 9), se desarrolló un análisis por rangos del Índice de producción individual de maíz, que corresponde a la producción de maíz (toneladas métricas de producción) para el número de productores registrados por parroquia, en las 58 parroquias analizadas, esta información fue estructurada por rangos, desde (1-5) Tm/productor, (5,1-10) Tm/ productor, (10,1-20) Tm/productor, (20,1-50) Tm/productor, y (>50) Tm/productor.

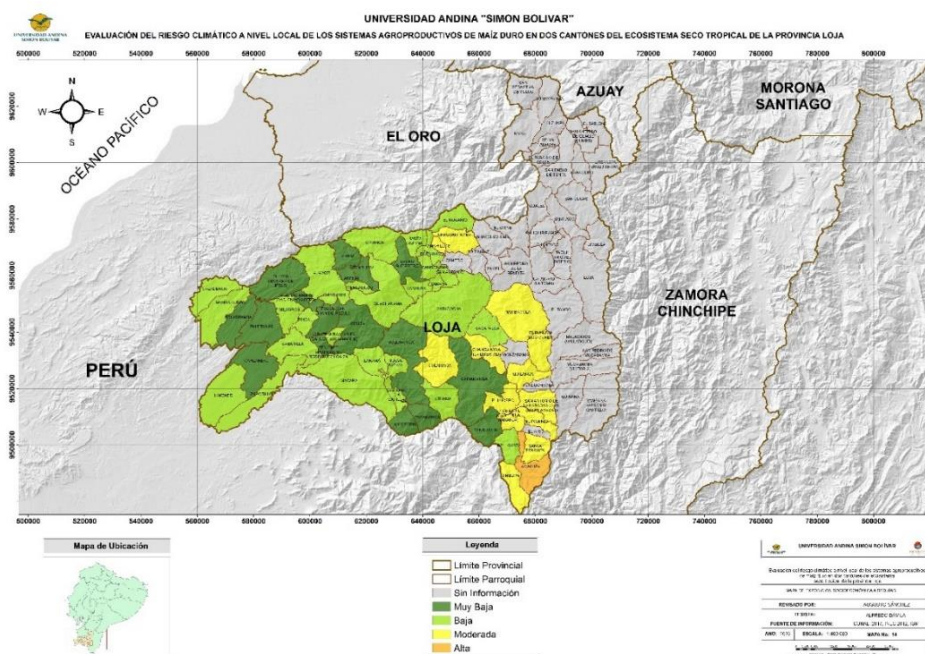


Figura 45. Mapa de exposición socioeconómica. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM).

Al comparar los menores índices de producción individual, ubicados en el rango 1-5 Tm/productor, es posible visualizar que dichas parroquias corresponden a aquellas parroquias que exhiben rangos moderados (3-amarillo) y altos (4-anaranjado) de exposición socioeconómica a eventos climáticos como las sequías; esto refleja y ratifica la condición de que, a menor índice de producción individual, es decir menor producción

de maíz por productor, mayor es el grado al que está expuesto frente a la presencia de sequías.

En la figura 47, se muestran las parroquias de Loja que presentan una exposición socioeconómica moderada (color amarillo), baja (color verde claro) y muy baja (color verde oscuro) siguiendo un patrón territorial que establece una clara diferenciación entre las áreas orientales de las zonas de producción y las áreas occidentales, las cuales se ubican al oeste, sur y centro de la provincia de Loja.

Tabla 22  
**Capacidad productiva de maíz duro amarillo por productor**

Cantón	Parroquia	Índice de producción individual Producción (Tm) / #productores
<b>Zapotillo</b>	Zapotillo	11,00
	Mangahurco	9,55
	Garzareal	22,56
	Limonos	5,08
	Paletillas	19,80
	Bolaspamba	28,96
	Cazaderos	7,23
<b>Pindal</b>	Pindal	16,12
	Chaquinal	15,55
	12 de Diciembre	18,18
	Milagros	17,22

Elaboración propia

En la dimensión socioeconómica de la provincia de Loja, como se mencionó anteriormente, se consideró como elemento expuesto el rendimiento productivo de maíz por productor (Tm/productor); el cual presenta una gran variación entre las diferentes parroquias maiceras de la provincia, presentando valores de 0,32 Tm/productor en la parroquia Amaluza del cantón Espíndola, la cual exhibe un nivel de exposición moderado (anaranjado), hasta 161,49 Tm/productor en la parroquia Tacamoros del cantón Sozoranga, 67,44 Tm/productor en la parroquia Vicentino, cantón Puyango, 54,16 Tm/productor en la parroquia Sangillín del cantón Calvas, los cuales presentan niveles de exposición muy bajos (verde oscuro). Las parroquias de los cantones de Zapotillo y Pindal presentaron según este análisis los resultados presentados en la tabla 22, lo que denotan la vocación maicera principalmente de las parroquias del cantón Pindal, las cuales superan la media aritmética de las parroquias productoras de maíz duro amarillo de la provincia de Loja (15,41 Tm/productor), dato que es corroborado en el PDOT del cantón Pindal del año 2019, en el cual se señala que de acuerdo al “INEC, la actividad con mayor representatividad es la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con 74 %,

evidenciándose dicha actividad mayormente en el sector rural con 89 % dedicada al cultivo del maíz” (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 61).

Por otro lado, las parroquias maiceras del cantón Zapotillo que presentan valores superiores a la media aritmética de la provincia de Loja para la producción de maíz duro amarillo son Garza Real, Paletillas y Bolaspamba, lo cual permite inferir dos cosas: a) que en estas parroquias los rendimientos por productor son mayores; o, b) que cada productor dispone de mayores áreas de producción en relación a sus contrapartes del mismo cantón o de la provincia.

Dentro de la provincia son 17 las parroquias que se ubican en la categoría 1 de exposición (muy baja – color verde oscuro); 28 parroquias dentro de la categoría 2 de exposición (baja – color verde claro); 13 parroquias en la categoría 3 de exposición (moderada – color amarillo); y, 1 parroquia (Amaluza) en la categoría 4 de exposición (alta – color anaranjado), al considerar un total de 59 parroquias analizadas en la provincia, el 23,72 % de las mismas se encuentran en niveles de exposición moderado y alto. Resulta interesante constatar que la menor capacidad productiva por productor, se da en las parroquias con un nivel de exposición socioeconómica moderada, aunque no se encuentra una relación precisa a simple vista; de igual forma, aquellas parroquias con una mayor capacidad productiva por productor, presentan una mayor exposición socioeconómica causada por las sequías, principalmente en aquellas parroquias ubicadas en la zona centro oeste de la provincia de Loja, lo que da cuenta del grado de explotación intensiva y de monocultivo que se desarrolla a nivel general en estas parroquias.

#### **2.4.2. Vulnerabilidad a sequías**

El índice de vulnerabilidad socioeconómico resulta de la división del índice de sensibilidad entre el índice de capacidad adaptativa; cada uno de estos a su vez están compuestos por una serie de indicadores para los cuales se obtuvo la información a nivel parroquial. Así, por ejemplo, para calcular el índice de sensibilidad se tomaron en consideración los indicadores de porcentaje de población migrante masculina, porcentaje de población dedicada a la agricultura, nivel de pobreza por consumo, tasa de dependencia por edad, tasa de analfabetismo funcional.



Tabla 23  
**Pesos de contribución para sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad**

Cantón	Parroquia	Amenaza	Exposición	Índice de sensibilidad	Índice de capacidad adaptativa	Índice de vulnerabilidad
Zapotillo	Zapotillo	1	2	2	4	2
	Mangahurco	1	2	3	4	2
	Garzareal	1	1	3	4	2
	Limones	1	2	3	4	2
	Paletillas	1	1	4	4	2
	Bolaspamba	1	1	4	4	2
	Cazaderos	4	2	3	4	2
Pindal	Pindal	5	2	3	4	2
	Chaquinal	5	2	3	4	2
	12 de diciembre	5	1	3	4	2
	Milagros	5	2	3	4	2

Elaboración propia

Mientras que, para el cálculo de la capacidad adaptativa se consideraron: Índice de cobertura de la red hídrica, porcentaje de cobertura de riego, porcentaje de cobertura natural, Índice de la red vial, herramientas de planificación, cobertura móvil por parroquia y estimado de volumen de crédito. Enfocando el análisis a la dimensión socioeconómica y las sequías, en la tabla 23 se presentan los pesos calculados que indican la contribución de los índices de sensibilidad y capacidad adaptativa socioeconómica para las sequías en los cantones Pindal y Zapotillo, para la conformación del índice de vulnerabilidad a nivel parroquial.

En Loja, el nivel de pobreza por consumo conlleva el mayor peso de los indicadores de sensibilidad, seguido con contribuciones casi similares por el alto porcentaje de población dedicada a la agricultura y ganadería, el porcentaje de población migrante masculina y el déficit habitacional cualitativo (FAO 2018, 275).

Para el caso de los cantones de Pindal y Zapotillo, esta tendencia se repite especialmente en Paletillas, Bolaspamba y 12 de Diciembre, en donde la pobreza extrema por necesidades básicas insatisfechas (NBI) supera el 50 % de la población (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 92) y (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 117); en relación a la población dedicada a la agricultura y ganadería, las parroquias de Mangahurco, Garzareal, Limones, Paletillas y Bolaspamba en el cantón Zapotillo, y la parroquia Chaquinal en el cantón Pindal, superan el 70 % de su población dedicada a esta actividad (MAG 2019, 51), ya que muchos solo son agricultores o solo ganaderos esto por el tema de tenencia de la

tierra, que muy pocos son dueños de sus tierras, desarrollando prácticas de arrendamiento para el cultivo de maíz.

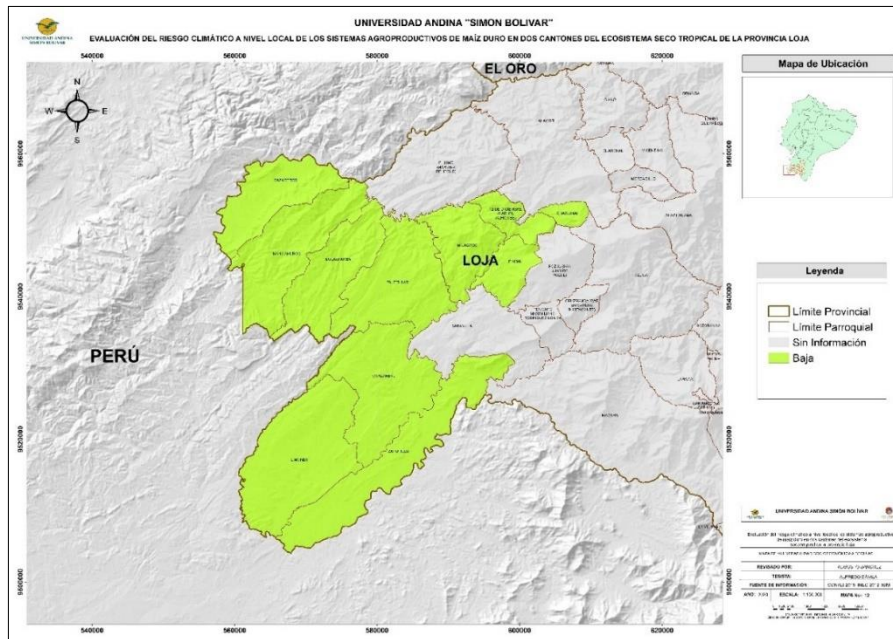


Figura 46. Mapa vulnerabilidad socioeconómica a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.

Por otro lado, en lo que se refiere a capacidad adaptativa, destaca la importancia de las herramientas de planificación de cambio climático, índice de red vial, cobertura móvil por parroquia y el estimado de volumen de crédito (EC MAG-MAE-FAO 2019, 275). Con base a estos criterios, fue posible identificar aquellas parroquias con índices de vulnerabilidad que, para el caso de los cantones de Pindal y Zapotillo, resultaron en niveles bajos (2 – color verde claro), los cuales se muestran en la tabla 23 y la figura 48, cuya razón puede radicar en el hecho en una mayor capacidad para resistir las amenazas climáticas, considerando la solidez de los medios de subsistencia, los ingresos adicionales de las familias y a los servicios e infraestructura existentes en el área, así como la disponibilidad de herramientas de planificación ambientales, lo cual que incrementan su resiliencia frente a estas amenazas climáticas.

De acuerdo al análisis de vulnerabilidad socioeconómica a las sequías en las parroquias de los cantones Pindal y Zapotillo, se puede observar índices de vulnerabilidad bajos (nivel 2 – color verde claro), que pueden obedecer al siguiente análisis:

Las parroquias del cantón Pindal presentan un nivel de amenaza o tendencia a la sequía muy alto (5 – color rojo), mientras que las parroquias del cantón Zapotillo

presentan un nivel muy bajo (1 – color verde oscuro), a excepción de Cazaderos cuyo nivel a las sequías es alto (4 – color anaranjado).

Mientras que, para el nivel de exposición para la vulnerabilidad socioeconómica, el elemento expuesto es la producción de maíz duro amarillo por productor, los niveles se ubican entre muy baja (1 – verde oscuro) y baja (2 – verde claro), lo que demuestra que los productores maiceros de los dos cantones manejan niveles de producción elevados o que las unidades productivas por productor son más extensas que la media provincial (15,41 Tm/productor)

El nivel de sensibilidad socioeconómica a las sequías se ubica en un nivel moderado (3 – color amarillo) en la mayoría de parroquias de los 2 cantones, a excepción de Paletillas y Bolaspamba (nivel alto – 4 y color anaranjado), debido a su altos porcentajes de pobreza extrema por necesidades básicas insatisfechas (NBI) población (GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 92) y (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 117), mientras que la parroquia de Zapotillo con un nivel bajo de sensibilidad (2 y color verde claro), presenta una población dedicada a la agricultura y nivel de pobreza por consumo alrededor del 30 %, muy por debajo del resto de parroquias de ambos cantones.

La capacidad adaptativa en todas las parroquias es muy buena, reflejando un nivel alto (4 y color anaranjado), lo que les brinda una excelente oportunidad de reducir su vulnerabilidad, la cual se ve reflejada en un nivel de vulnerabilidad socioeconómica baja (nivel 2 y color verde claro). Este resultado se asemeja a los desarrollados por (FAO 2018, 277), en los cuales el índice de vulnerabilidad socioeconómica a la sequía, presenta estos mismos niveles bajos (2 y color verde).

El análisis de vulnerabilidad de la provincia de Loja, realizado por FAO (277), refleja que existen parroquias con muy alta vulnerabilidad ante efectos climáticos, donde existe mayor pobreza por consumo, altas tasas de analfabetismo funcional, un alto porcentaje de la población dedicada a la agricultura y ganadería, combinados con baja red hídrica, baja cobertura de vegetación natural o baja cobertura de riego, más baja gestión de planificación o bajos volúmenes de créditos otorgados. Sin embargo, en el caso de las parroquias de los cantones Pindal y Zapotillo, la exposición socioeconómica es baja y muy baja, resultando en niveles de vulnerabilidad también bajos.

#### **2.4.3. Riesgo climático a sequías**

El riesgo climático socioeconómico se define como la multiplicación de los factores de amenaza, exposición y vulnerabilidad, siendo la vulnerabilidad producto de la división de

la sensibilidad para la capacidad adaptativa. En la tabla 19, se observa que aquellas parroquias con un alto porcentaje de cobertura del cultivo de maíz duro amarillo (alta exposición) en relación a su área político-administrativa (como por ejemplo, las parroquias del cantón Pindal y algunas parroquias del cantón Zapotillo, como Paletillas y Bolaspamba), presentan en general una baja exposición, lo que demuestra que el elemento expuesto, en este caso la producción de maíz por productor, presenta una alta resistencia a soportar los impactos de la amenaza climática como la sequía, exhibiendo niveles muy bajo (1 – verde oscuro) y bajo (2 – verde claro) en todas las parroquias analizadas, debido principalmente a los recursos con los que cuenta, tales como: índice de cobertura de la red hídrica, porcentaje de cobertura de riego, porcentaje de cobertura natural, índice de la red vial, herramientas de planificación, cobertura móvil por parroquia y estimado de volumen de crédito.

El riesgo climático socioeconómico asociado a la sequía presenta niveles moderados (3 – amarillo), principalmente en las parroquias del cantón Pindal y la mayoría de parroquias del cantón Zapotillo, a excepción de Zapotillo, Garza Real y Limones, que presentan un nivel bajo (2 – verde claro) de riesgo climático socioeconómico asociado a sequías.

Como se observa en la tabla 24, y considerando que las parroquias de Pindal presentan una mayor amenaza a la sequía (muy alta – 5, color rojo), al igual que la parroquia de Cazaderos con un nivel alto – 4 y color anaranjado. Al contrario, las parroquias de Zapotillo, Mangahurco, Garzareal, Limones y Cazaderos, del cantón Zapotillo, exhiben índices de riesgo climático a las sequías, (muy bajo 1, color verde oscuro) y, por otro lado, los niveles de exposición de las parroquias de Zapotillo y Pindal son muy bajos y bajos (1 y 2, respectivamente), en relación al objeto expuesto que es producción de maíz ( $T_m$ ) por productor ( $T_m$ / productor), lo cual denota que la mayoría de los productores de maíz duro amarillo cuentan con unidades productivas más grandes que la media aritmética registrada en el presente estudio (15,41  $T_m$ /productor), y que a su vez incide en la reducción de su vulnerabilidad frente a la sequía, además de los recursos físicos y ambientales que poseen tales como índice de red hídrica, porcentaje de áreas bajo riego, porcentaje de cobertura natural, índice de red vial, herramientas de planificación sobre cambio climático, cobertura móvil por parroquia y el estimado de volumen de crédito. Como resultado, su riesgo climático socioeconómico a las sequías se encuentra en rangos moderados (nivel 3, color amarillo), principalmente en las parroquias del cantón Pindal, y las parroquias de Mangahurco, Paletillas, Bolaspamba y Cazaderos del cantón Zapotillo; mientras que, las parroquias Zapotillo Garzareal y Limones, exhiben un nivel de riesgo climático socioeconómico bajo (2, color verde claro).

Tabla 24  
**Índice de riesgo climático socioeconómico a sequías**

Cantón	Parroquia	Amenaza	Exposición	Índice de vulnerabilidad	Riesgo climático
Zapotillo	Zapotillo	1	2	2	2
	Mangahurco	1	2	2	3
	Garza Real	1	1	2	2
	Limones	1	2	2	2
	Paletillas	1	1	2	3
	Bolaspamba	1	1	2	3
	Cazaderos	4	2	2	3
Pindal	Pindal	5	2	2	3
	Chaquinal	5	2	2	3
	12 de Diciembre	5	1	2	3
	Milagros	5	2	2	3

Elaboración propia

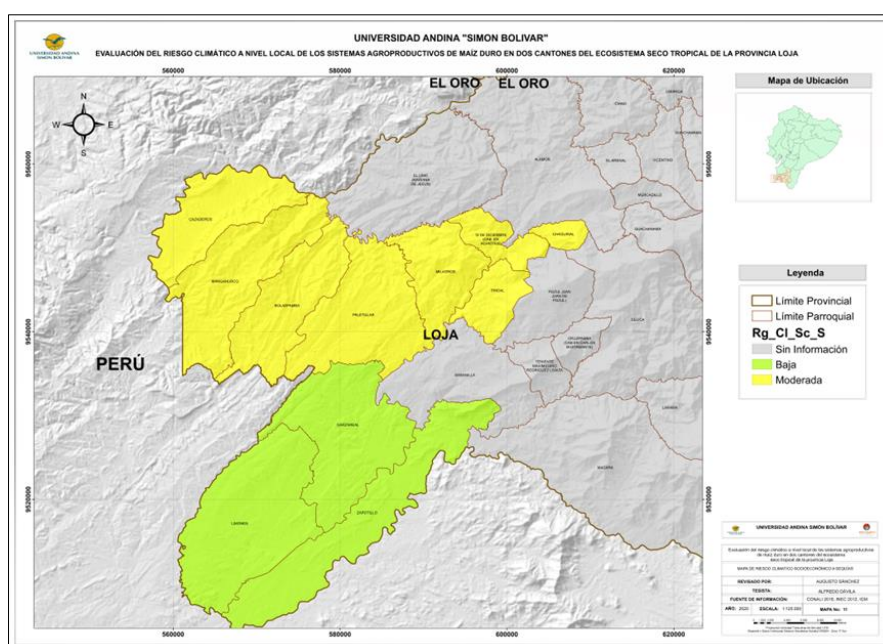


Figura 47. Mapa de riesgo climático socioeconómico a sequías. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.

#### 2.4.4. Vulnerabilidad a lluvias intensas

“El índice de vulnerabilidad socioeconómico resulta de la división del índice de sensibilidad entre el índice de capacidad adaptativa; cada uno de estos a su vez compuestos por una serie de indicadores para los cuales se obtuvo la información a nivel parroquial” (FAO 2018, 274). Así, por ejemplo, para calcular el índice de sensibilidad socioeconómica a lluvias extremas se tomaron en consideración los siguientes indicadores: porcentaje de

áreas inundables, déficit habitacional cualitativo, porcentaje de población migrante masculina, porcentaje de población dedicada a la agricultura y ganadería, nivel de pobreza por consumo, tasa de dependencia por edad y tasa de analfabetismo funcional.

Mientras que, para el cálculo del índice de capacidad adaptativa socioeconómica a lluvias extremas, se consideraron indicadores como infraestructura multipropósito, porcentaje de cobertura natural, índice de red vial, herramientas de planificación sobre cambio climático, cobertura móvil por parroquia y disponibilidad de pronóstico del clima.

Enfocando el análisis a la dimensión socioeconómica para lluvias intensas, en la tabla 25, se presentan los pesos calculados que indican la contribución de los índices de sensibilidad y capacidad adaptativa socioeconómicos para los cantones Pindal y Zapotillo, para la conformación del índice de vulnerabilidad a nivel parroquial.

Tabla 25  
**Pesos calculados de sensibilidad y capacidad adaptativa, para el índice de vulnerabilidad socioeconómica para lluvias intensas**

Cantón	Parroquia	Índice de sensibilidad	Índice de capacidad adaptativa	Índice de vulnerabilidad
Zapotillo	Zapotillo	2	4	1
	Mangahurco	4	3	2
	Garzareal	3	3	2
	Limones	3	4	1
	Paletillas	3	4	2
	Bolaspamba	4	3	2
	Cazaderos	3	3	3
Pindal	Pindal	3	4	1
	Chaquinal	3	4	1
	12 de Diciembre	3	3	2
	Milagros	3	3	2

Elaboración propia

De acuerdo a la metodología utilizada por FAO en su estudio de *Evaluación del riesgo climático actual y futuro*, cada uno de los indicadores utilizados para el análisis, contribuyen en mayor o menor medida a la construcción de sus respectivos índices así, por ejemplo, para la provincia de Loja, el nivel de pobreza por consumo (0,1772) y el porcentaje de la población dedicada a la agricultura y ganadería (0,1569) son los indicadores que conllevan el mayor aporte a la conformación del índice de sensibilidad socioeconómica, seguidos por el porcentaje de la población migrante masculina (0,1562). Por otro lado, en lo que se refiere a capacidad adaptativa socioeconómica, destaca la



importancia de los indicadores relacionados con disponibilidad de pronóstico del clima (0,2385) y herramientas de planificación de cambio climático (0,1832) (FAO 2018, 275). Basados en esta preponderancia de los indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa, se desarrolló el análisis de los índices de vulnerabilidad a lluvias intensas para las parroquias de los cantones Pindal y Zapotillo, las cuales reflejaron índices de vulnerabilidad con niveles de impacto entre moderado, bajo y muy bajo, como se muestra en la figura 50.

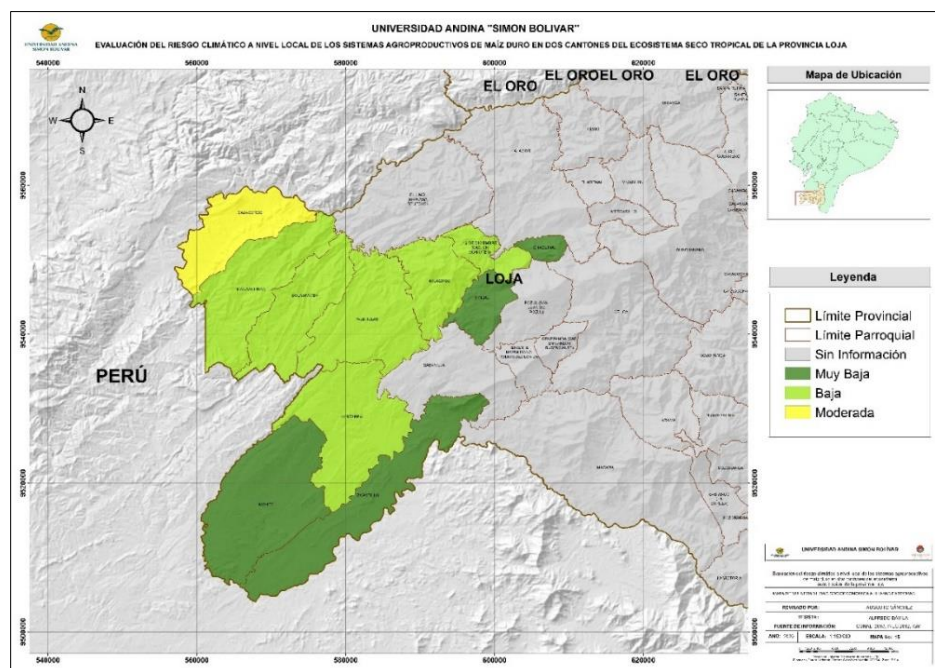


Figura 48. Mapa de vulnerabilidad socioeconómica a lluvias intensas. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de vulnerabilidad socioeconómico para lluvias intensas, destaca la parroquia de Cazaderos con un nivel de vulnerabilidad moderado (3 – color amarillo); a continuación, le siguen las parroquias de Mangahurco, Garza Real, Paletillas y Bolaspamba, del cantón Zapotillo, y las parroquias 12 de Diciembre y Milagros, del cantón Pindal, las cuales exhiben valores bajos (2 – color verde claro) de vulnerabilidad socioeconómica a lluvias intensas; mientras que, las parroquias de Zapotillo, Limones, Pindal y Chaquinal, reflejan valores muy bajo (1 – color verde oscuro) de vulnerabilidad.

En general, la vulnerabilidad socioeconómica a lluvias intensas fluctúa entre muy baja (1) y baja (2) en la mayoría de parroquias, a excepción de Cazaderos, que demuestra un valor un nivel moderado (3) de vulnerabilidad, que puede deberse a la inexistencia de pronósticos del clima y falta de acceso a infraestructuras multipropósito, demostrando una reducida capacidad de respuesta de los productores frente a la ocurrencia de lluvias

intensas, las cuales pueden ocasionar inundaciones y daños como consecuencia del exceso de precipitaciones. La respuesta generada en el presente análisis, puede verse sustentada en base a la presencia de la quebrada Cazaderos, que forma parte de la cuenca del río Puyango, y la cual ocupa el 28,9 % del área total del cantón, incluyendo gran parte de las parroquias Cazaderos, Mangahurco, Bolaspamba y Paletillas, que adicionalmente presentan niveles de amenaza entre medio y muy alto, frente a deslizamientos y movimientos de masa (GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco 2019, 49-51), que pueden verse exacerbados ante la ocurrencia de lluvias intensas; cabe señalar que, estas parroquias presentan valores de vulnerabilidad baja (2), reflejando una serie de consideraciones a nivel local respecto a la dinámica de vulnerabilidad asociada a lluvias intensas de las parroquias.

#### **2.4.5. Riesgo climático a lluvias intensas**

El riesgo climático ambiental se define como la multiplicación de los factores de amenaza, exposición y vulnerabilidad. En la tabla 26, se observa como las parroquias de Bolaspamba y Cazaderos presentan un nivel de sensibilidad a lluvias intensas bajo (2 – color verde claro), con un nivel muy bajo (1) y bajo (2) de exposición, es decir que la producción de maíz por productor es muy alta, y por ende están menos expuestos; su índice de vulnerabilidad tiene rangos bajos (2 – color verde claro) y moderados (3 – color amarillo), es decir que presentan una adecuada resiliencia para tolerar los impactos de la amenaza climática, en este caso, lluvias intensas, debido principalmente a la disposición de recursos físicos, tecnológicos y ambientales baja (2) y moderada (3) capacidad adaptativa, por lo que exhiben un riesgo climático socioeconómico moderado (3 – color amarillo).

Por el contrario, todas las parroquias del cantón Pindal y las parroquias de Zapotillo, Mangahurco, Garzareal, Limones y Paletillas, exhiben un nivel de amenaza muy bajo (1 – color verde oscuro), que se debe a la bajísima ocurrencia de lluvias intensas que puedan afectar las áreas productivas de maíz duro amarillo; estas mismas parroquias demuestran un nivel de exposición entre muy bajo (1 – color verde oscuro) y bajo (2 – color verde claro), que depende del valor expuesto representado por la producción de maíz por productor, que para el caso de las parroquias Zapotillo, Mangahurco, Limones, Cazaderos, Pindal, Chaquinal y Milagros se debe a que presentan un valor cercano a la media aritmética provincial de índice de producción individual (15,41 Tm/productor), mientras que las parroquias de Garzareal, Paletillas, Bolaspamba y 12 de Diciembre,



exhiben valores de índice de producción individual (producción de maíz por cada productor), mayores a la media aritmética de la provincia de Loja.

Por último, las parroquias con un nivel de riesgo climático bajo (2 – color verde claro), exhiben índices de vulnerabilidad bajos (2 – color verde claro) y muy bajos (1 – color verde oscuro), cuya explicación radica en una alta y moderada capacidad adaptativa (tabla 26 y figura 51).

Tabla 26  
Índice de riesgo climático socioeconómico a lluvias intensas

Cantón	Parroquia	Amenaza	Exposición	Índice de vulnerabilidad	Riesgo climático
Zapotillo	Zapotillo	1	2	1	2
	Mangahurco	1	2	2	2
	Garzareal	1	1	2	2
	Limonos	1	2	1	2
	Paetillas	1	1	2	2
	Bolaspamba	2	1	2	3
	Cazaderos	2	2	3	3
Pindal	Pindal	1	2	1	2
	Chaquinal	1	2	1	2
	12 de Diciembre	1	1	2	2
	Milagros	1	2	2	2

Elaboración propia

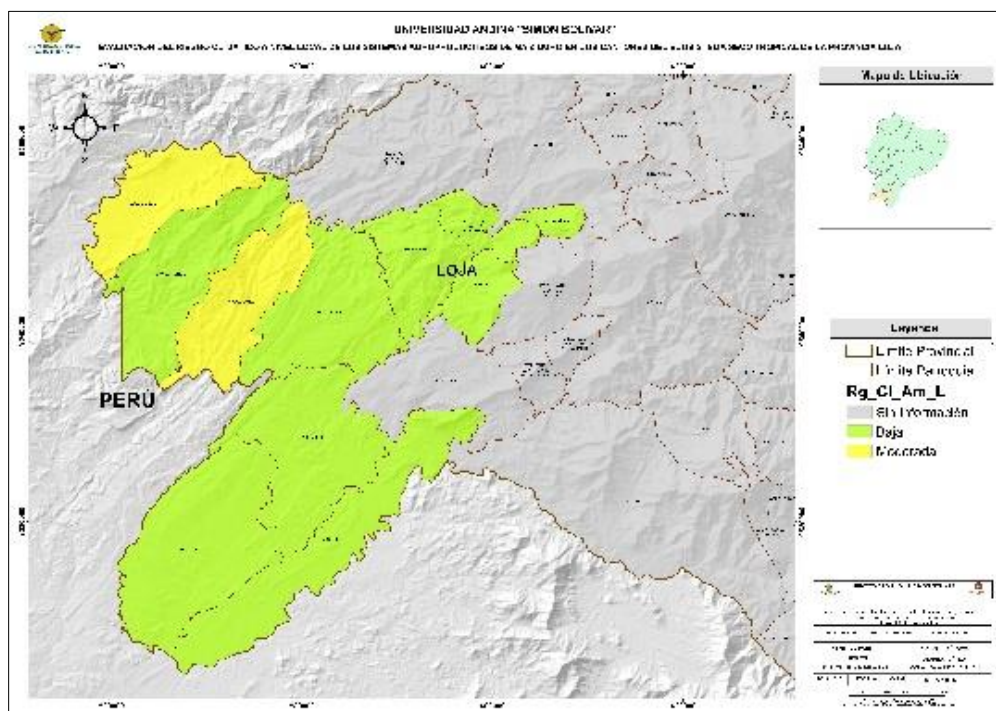


Figura 49. Mapa de riesgo climático socioeconómica a lluvias intensas. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM). Elaboración propia.



## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

Se estimó el índice de riesgo climático ambiental actual a las sequías del sistema productivo del maíz duro amarillo en los cantones de Pindal y Zapotillo en la provincia de Loja, con un nivel de desagregación parroquial, y se determinó que las parroquias con el mayor índice de riesgo a la sequía fueron Pindal, 12 de Diciembre y Milagros, pertenecientes al cantón Pindal, presentando un nivel muy alto (5 – color rojo), lo que representa el 92,7 % de la superficie del cantón Pindal; seguida de cerca con un nivel Alto (4 – color anaranjado) la parroquia de Chaquinal del cantón Pindal, y las parroquias de Paletillas y Bolaspamba, del cantón Zapotillo. Mientras que, las parroquias de Mangahurco y Garzareal presentan un nivel de riesgo moderado (3 – color amarillo), y las parroquias de Zapotillo, Limones y Cazaderos demostraron ubicarse en un nivel bajo (2 – color verde claro). De acuerdo a este análisis, el 55,3 % del cantón Zapotillo demuestra tener un índice de riesgo climático ambiental a sequías entre los niveles alto (4) y moderado (3), mientras que el 44,7 % de su superficie, se mantendría en un nivel de índice de riesgo climático ambiental a las sequías, bajo (2).

La estimación del índice del riesgo climático ambiental actual a las lluvias intensas a un nivel parroquial en los cantones Pindal y Zapotillo, demostró que el mayor índice de riesgo a las lluvias intensas se presentó en las parroquias Bolaspamba y Cazaderos, con un nivel de riesgo moderado (3 – color amarillo), lo que representa el 20,23 % de la superficie del cantón Zapotillo. Mientras que, para el resto de parroquias del cantón Zapotillo (Zapotillo, Mangahurco, Garzareal, Limones, Paletillas) y todas las parroquias del cantón Pindal, exhibieron un nivel de riesgo ambiental a lluvias intensas bajo (2 – color verde claro). De acuerdo a este análisis de riesgo climático ambiental a lluvias intensas, el nivel de riesgo tiende a ser de moderado a bajo en los dos cantones.

El análisis del riesgo climático socioeconómico actual a las sequías muestra que, todas las parroquias del cantón Pindal tienen un nivel moderado (3 – color amarillo), al igual que el 50,3 % de la superficie del norte del cantón Zapotillo, conformada por las parroquias de Cazaderos, Bolaspamba, Paletillas y Mangahurco. Mientras que, las parroquias del sur de Zapotillo (Zapotillo, Garza Real y Limones) reflejaron tener un nivel

bajo (2 – color verde claro). Considerando los niveles de riesgo climático actual para las sequías, tanto en la dimensión ambiental como en la dimensión socioeconómica, puede notarse una relación directa entre aquellas parroquias con índices de riesgo climático ambiental a sequías muy alto, alto y moderado (Milagros, 12 de Diciembre, Pindal, Chaquinal, Bolaspamba, Paletillas, Mangahurco y Garza Real) que resultan ser casi las mismas parroquias que demostraron tener niveles moderados de riesgo climático socioeconómico a sequías, a excepción de la parroquia Cazaderos y Garza Real. Esta reflexión puede demostrar que, las áreas de producción de maíz duro amarillo en los cantones de Zapotillo y Pindal con mayor riesgo climático ambiental a sequías (muy alto, alto y moderado), reflejan así mismo un mayor riesgo climático socioeconómico a sequías (moderado) que afecta a la producción de maíz producida por productor de maíz.

Por otro lado, el riesgo climático socioeconómico actual a las lluvias intensas muestra que, las parroquias de Bolaspamba y Cazaderos, del cantón Zapotillo, tienen niveles de riesgo moderados (3 – color amarillo), a comparación de la totalidad de parroquias de Pindal y el resto de parroquias de Zapotillo, las cuales presentaron niveles de riesgo bajo (2 – color verde claro). En este caso, al realizar la comparación de los niveles demostrados por la metodología de cálculo del estudio, existe una fuerte correlación entre los resultados de los índices de riesgo climático ambiental y los índices de riesgo climático socioeconómico actuales a las lluvias intensas que, a pesar de todo, presenta niveles en su mayoría bajos (2) y dos parroquias de Zapotillo con niveles moderados (3) de riesgo. Este análisis demuestra que, a pesar de que las parroquias de los cantones Zapotillo y Pindal demostraron tener índices bajos de riesgo climático a las lluvias intensas, existe una fuerte tendencia entre los daños ocasionados por las lluvias intensas al cultivo de maíz duro y la afectación a la producción de este rubro productivo por productor que lo produce que, a pesar de tener un nivel bajo, puede ocasionar cierto impacto en la economía del agricultor.

Como parte del proceso de caracterización, se encontró que el 80 % de los productores de maíz duro amarillo entrevistados en ambos cantones, son personas mayores de 40 años, siendo la participación de los hombres (80 %) mayoritaria en comparación de las mujeres, y que menos del 45 % de los productores entrevistados pertenecen a una organización social o asociación de productores de maíz duro. Estos datos reflejan que la población entrevistada dedicada a la actividad productiva del maíz no es precisamente jóvenes o adultos jóvenes, que en su mayoría son de sexo masculino,

y que debido a que la mayoría de estos, no se encuentran asociados, pueden ser susceptibles de las variaciones del mercado.

Por otro lado, al caracterizar la producción de maíz duro a través de las entrevistas estructuradas, en relación a la superficie destinada a la producción de este cultivo, reflejó que los entrevistados de las parroquias del cantón Pindal (Pindal, 12 de Diciembre, Milagros y Chaquinal) con un área productiva promedio de 5,625 ha por productor de maíz, y un nivel de riesgo climático ambiental actual a sequías desde muy alto (5) hasta alto (4), nos permite inferir que, aquellos productores entrevistados con superficies menores a este valor, pueden ser susceptibles de sufrir prolongados períodos de escasez de precipitaciones; si a este panorama, se considera que apenas el 30 % de los productores entrevistados dispone de acceso a riego (y que según las fuentes oficiales pueden ser de apenas el 1,05 % de la superficie agrícola), el potencial riesgo de afectación total o parcial al cultivo de maíz, en el caso de los productores consultados, que desarrollan un enfoque de monocultivo (81,81 % de entrevistados en el cantón Pindal), es muy alto con consecuencias desastrosas para su capacidad productiva de maíz.

Considerando que el 81,81 % de los entrevistados en el cantón Pindal posee sistemas productivos de maíz bajo un esquema de monocultivo, y apenas un 18,19 % de cultivos de maíz bajo enfoques agroecológicos, y que de acuerdo al análisis de riesgo climático ambiental a sequías, las parroquias de Pindal demostraron tener niveles de riesgo entre muy alto (5) y alto (4), y niveles de riesgo climático socioeconómico a sequías en rangos moderados (3), permiten inferir que a una mayor concentración de un solo tipo de cultivo en un área determinada, el riesgo climático a sequías, tanto ambiental como socioeconómico, se incrementa. A diferencia, los entrevistados del cantón Zapotillo con un 53,85 % de áreas productivas de maíz bajo un criterio de producción de monocultivo, y 46,15 % de áreas de cultivo de maíz con un enfoque hacia la agricultura diversificada y agroecológica, según el análisis cuantitativo, presentaron niveles de riesgo climático ambiental a sequías entre moderado (3) y bajo (2), y para riesgo climático socioeconómico para esta misma amenaza, entre moderado (3) y bajo (2), en un 50 % de su superficie parroquial. Este análisis permite considerar que a mayor área de cobertura de un cultivo único (monocultivo), el riesgo climático a sequías es en general mucho mayor.

Se encontró que, de acuerdo a las entrevistas realizadas a agricultores de maíz duro amarillo, de los cantones de Zapotillo y Pindal, el 90 % afirmó que, desde su experiencia y conocimiento empírico, el factor climático que más afecta a la producción

de este rubro, es la sequía, y apenas un 10 % afirmó que eran las lluvias intensas. Considerando los niveles de riesgo climático ambiental a sequías, que van desde muy altos, altos, moderados y bajos, así como los niveles de riesgo climático socioeconómico a sequías, que van desde moderados a bajos, se demuestra que, desde la percepción del productor maicero, y desde el análisis del riesgo climático actual, existe la misma visión de que la amenaza que más incide en los sistemas maiceros de los cantones de Zapotillo y Pindal. En comparación, los índices de riesgo climático a lluvias intensas, para las dos dimensiones, se encuentra en niveles moderados y bajos, en su mayoría, que coinciden con la baja percepción de los productores entrevistados, de que las lluvias intensas sean una amenaza climática en la zona.

Desde el punto de vista socioeconómico, los costos de producción (\$/ha) de maíz duro reportado por los agricultores entrevistados son ligeramente mayores en Zapotillo (\$ 1.331,25/ha.), caracterizado con base en las entrevistas de campo, por poseer similares porcentajes de áreas bajo monocultivos, y sistemas de agricultura diversificada y agroecológica, reflejando en esta población objetivo que a una mayor producción de maíz, existe un menor costo productivo, y por ende, un menor nivel de riesgo climático socioeconómico a las sequías (moderado a bajo), considerando que los niveles de riesgo climático ambiental, resultaron tener los niveles más altos (muy alto y alto en el cantón Pindal), lo que demuestra que, a una mayor producción de maíz, tiende a reducirse el nivel de riesgo climático socioeconómico.

## **Recomendaciones**

Se recomienda ampliar el uso del modelo de cálculo del riesgo climático actual, basado en la fórmula dispuesta por el IPCC a través de su Quinto Informe de Evaluación, a otros cultivos y especies domésticas a nivel nacional, que poseen una participación importante en la generación de fuentes de trabajo, especialmente en zonas rurales, generación de divisas y aseguramiento de la seguridad y soberanía alimentaria del país, ya que sólo de esa forma se podrá priorizar la construcción de políticas e instrumentos de planificación que ayuden a reducir el riesgo de estos rubros del sector productivo agropecuario frente a fenómenos extremos asociados a la variabilidad climática y el cambio climático.

El maíz duro amarillo es un cultivo cuyo desarrollo y mejoramiento, es la base de la producción de otros productos con valor agregado, principalmente en el sector

agroindustrial como, por ejemplo, la elaboración de balanceados para la alimentación de especies menores, aves y ganado mayor. Las amenazas climáticas asociadas al incremento o disminución de la precipitación, principalmente las sequías, pueden generar gravísimas afectaciones a la producción y rendimiento del cultivo de maíz, especialmente en zonas donde el acceso a agua de riego es escaso o nulo, ocasionando un efecto dominó o cascada en todos los encadenamientos productivos que dependen directa o indirectamente del sector maicero. Es por esta razón que, el desarrollo de análisis de riesgos climáticos en otras zonas productivas maiceras del país, van a permitir identificar áreas particularmente sensibles a los períodos de escasez hídrica, y a partir de esto, el desarrollo de acciones o medidas de adaptación al cambio climático actual.

Es importante considerar que a partir de los resultados obtenidos en el presente estudio se puedan desarrollar medidas y acciones de adaptación al cambio climático, principalmente en aquellas parroquias con mayor riesgo climático frente a sequías, que se enfoquen en el aumento de la resiliencia, tanto del productor y su sistema productivo, así como al sistema natural que, en algunas zonas, por ejemplo, de Zapotillo, se mantiene medianamente conservadas.

Se sugiere el desarrollo de estudios o análisis de riesgo climático actual y futuro de los sistemas productivos de maíz duro amarillo con un nivel de desagregación parroquial en los cantones maiceros de la provincia de Loja, y de esta forma, enriquecer la base de análisis que se ha desarrollado en el presente estudio.

La población rural y de productores agropecuarios en los cantones de Zapotillo y Pindal carecen en su gran mayoría, de recursos bibliográficos o de acceso a la información hidrometeorológica y de prevención de riesgos asociados a eventos extremos. Es fundamental que los productores agropecuarios puedan participar en procesos de fortalecimiento de capacidades respecto a la dinámica del cambio climático, riesgos y amenazas, que proporcione una masa crítica que les permita hacer frente a los factores climáticos que más inciden en la producción y rendimientos de diversos rubros agropecuarios en el suroccidente de la provincia de Loja.

Se debe considerar que, los estudios de riesgo climático, tanto actuales como futuros, ya sea en maíz o en otro rubro agropecuario, pueda ser contrastado con estudios cualitativos, respecto al criterio y apreciación de los agricultores sobre la variabilidad climática y el cambio climático actual y futuro, basados en técnicas de muestreo probabilístico aleatorias, que asegurarán que las muestras tomadas puedan representar adecuadamente a la población, asemejándose a la misma, en función de las variables

seleccionadas. Con ello, se podrá extrapolar los datos a nivel parroquial, reflejando resultados estadísticamente representativos, y que por temas logísticos y de costos, no pudieron ser considerados en el presente estudio.

Es importante que, en estudios cualitativos acerca de la percepción del agricultor de la dinámica climática, basados en técnicas de muestreo no probabilístico con tamaños de muestra reducidos, se evite generalizar los resultados a la realidad de un área geográfica o política ya que, estadísticamente hablando, estos resultados no son representativos de las percepciones de la mayoría de agricultores y productores. En el presente estudio se ha tratado de analizar y contrastar los resultados obtenidos en el estudio cuantitativo de riesgo climático, con los resultados obtenidos en el marco del proceso de entrevistas direccionadas a un grupo reducido y específico de productores de maíz duro de los cantones de Zapotillo y Pindal.



## Obras citadas

- Agreñal, Francisco. 2010. *Variabilidad Climática y Cambio Climático en Honduras*. Tegucigalpa: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. <https://repositorio.credia.hn/handle/123456789/202>.
- Aguilar, Dagguin, Oscar Calahorrano, Mayra Chicaiza, Mónica Galeas, David Jácome, Ana Belén Pijal, Blanca Simbaña, y Rafael Yépez. 2019. *Estimación de superficie sembrada de arroz, maíz duro amarillo y soya del primer período (época lluviosa) año 2019 en las provincias de: Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Loja y El Oro*. Informe de Resultados, Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG. [http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=0077e6f6-774e-456f-997e-339828e389d9&fname=if\\_estimacion\\_cultivo\\_p1\\_2019.pdf&access=public](http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=0077e6f6-774e-456f-997e-339828e389d9&fname=if_estimacion_cultivo_p1_2019.pdf&access=public).
- Aguirre, Nikolay, Paúl Eguiguren, Juan Maita, Vanesa Coronel, Natalia Samaniego, Tatiana Ojeda, Zhofre Aguirre. 2015. *Vulnerabilidad al cambio climático en la Región Sur del Ecuador: Potenciales impactos en los ecosistemas, producción de biomasa y producción hídrica*. Loja: EDILOJA Cía. Ltda. <https://www.researchgate.net/publication/298753988>.
- Aldunce, Paulina, Carolina Neri y Claudio Szlafszte. s.f. *Hacia la Evaluación de Prácticas de Adaptación ante la Variabilidad y el Cambio Climático*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170287>.
- Altieri, Miguel, y Clara Inés Nichols. 2013. “Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas”. *Agroecología* 8: 7-20. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921/152421>.
- Arias, RA, TL Mader, y PC Escobar. 2008. “Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche”. *Archivos de Medicina Veterinaria* 40 (1): 7-22. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173013340002>.
- Berkes, F., y C. Folke. 1998. *Vinculando Sistemas Sociales y Ecológicos: Prácticas Administrativas y Mecanismos Sociales para construir Resiliencia*. New York: Cambridge University Press.
- Caballero-García, Marco, Leobigildo Córdova-Téllez, y Agustín López-Herrera. 2019. “Validación empírica de la teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz en

- México”. *Revista fitotecnia mexicana* 42 (4): 357-366.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v42n4/0187-7380-rfm-42-04-00357.pdf>.
- Cáceres, Luis. 2007. “El cambio climático: Aspectos relevantes a nivel mundial y nacional”. *AFESE: Revista del Servicio Exterior Ecuatoriano* (46): 13-25.  
<https://afese.com/img/revistas/revista46/cambioclima.pdf>.
- Cedeño, Jonathan, Telmo Cuadra, Karina Abata, y Ma. Auxiliadora Merizalde. 2006. “Diagnóstico de probabilidades de lluvia asociados a eventos del ciclo ENOS en la costa de Ecuador”. *Hydrological Sciences Journal* 308: 369 - 374.  
[https://www.researchgate.net/publication/242100121\\_Diagnostico\\_de\\_probabilidades\\_de\\_lluvia\\_asociados\\_a\\_eventos\\_del\\_ciclo\\_ENOS\\_en\\_la\\_costa\\_de\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/242100121_Diagnostico_de_probabilidades_de_lluvia_asociados_a_eventos_del_ciclo_ENOS_en_la_costa_de_Ecuador).
- Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales. 2021. *Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales*.  
<https://www.crean.unc.edu.ar/pdsi-2018-10/>.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2014. “Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura y del recurso hídrico en los Andes de Colombia, Ecuador y Perú”. *CIAT Políticas en síntesis*.  
[https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/57479/http://politicas\\_sintesis15\\_evaluacion\\_vulnerabilidad\\_cambio\\_climatico\\_ecuador1.pdf](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/57479/http://politicas_sintesis15_evaluacion_vulnerabilidad_cambio_climatico_ecuador1.pdf).
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. 2014. “Análisis de vulnerabilidad Socio-Económica y Ambiental frente al Cambio Climático en la Cordillera Costera-Ecuador”. CIIFEN, Guayaquil, 72.  
<http://geonode.ciifen.org/documents/1135>.
- . 2019. *Estimación del Riesgo a sequías, heladas y otros impactos del cambio climático que pueden afectar al sector agrícola de la serranía del Ecuador y en las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo*. Informe Técnico, Guayaquil: CIIFEN.  
<http://geonode.ciifen.org/uploaded/thumbs/doc-2648-thumb.png>.
- Chamba L., Eduardo F., y Jack D. Chuncho M. 2011. “Estudio de la variabilidad espacial y temporal de la precipitación y temperatura ligada al cambio climático, en la provincia de Loja”. *Tesis doctoral*, Universidad Nacional de Loja.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5347>.
- Chamba Ochoa, Karen Gissela, y María Judith Riofrío Ojeda. 2015. “Producción y comercialización de maíz en Pindal”. *Tesis doctoral*, Universidad Técnica Particular de Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/13330>.

- Cisneros, César, David Preston, Hernán Ibarra, Luciano Martínez, Carola Lentz , Simón Pachano, Manuel Chiriboga, y otros. 1988. “Población, migración y empleo en Ecuador”. *Antología de las Ciencias Sociales* (Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales, ILDIS). <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/47545.pdf>.
- Comunidad Andina - Banco Mundial. 2013. *Ciencia del Cambio Climático en los Andes tropicales: Guía Metodológica para establecer Líneas de Base Científica en la implemetación de medidas de adaptación*. Guía Metodológica, Lima. [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Folleto-Guia-Metodol %C3 %B3gica-andesplus.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Folleto-Guia-Metodol%C3%B3gica-andesplus.pdf).
- Conde-Alvarez, Cecilia, y Sergio O. Saldaña-Zorrilla. 2007. “Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación”. *Revista Ambiente y Desarrollo* 23 (2): 23-30. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/des-17496>.
- Damián, Miguel, Jesús López, Benito Ramírez, Filemón Parra, Juan Paredes, Abel Gil Muñoz, y Antemio Cruz. 2007. “Productividad y tenencia de la tierra: el caso de los productores de maíz del estado de Tlaxcala, México”. *Cuadernos de Desarrollo Rural* (59): 149-177. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11759006>.
- Dávila Camacho, German Marcelo. 2016. “Evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L) en lotes, provincia de Los Ríos”. *Tesis de pregrado*,. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/5404>.
- Díaz-Bravo, Laura, Uri Torruco-García, Mildred Marrtínez-Hernández, y Margarita Varela-Ruíz. 2013. “La entrevista, recursos flexible y dinámico”. *Investigación en Educación Médica* 2 (7): 162-167. <http://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n7/v2n7a9.pdf>.
- EC Banco Central del Ecuador. 2020. “Reporte de Coyuntura. Sector Agropecuario”. Reporte de Coyuntura, Subgerencia de programación y Regulación, Banco Central del Ecuador, Quito: *Banco Central del Ecuador*. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201903.pdf>.
- EC CONGOPE. 2019. *Estrategia de cambio climático de la provincia de Loja con enfoque de género: Estrategias Provinciales de Cambio Climático*. Quito: CONGOPE.
- EC MAG-MAE-FAO. 2019. “Riesgo Climático Actual y Futuro del sector ganadero del Ecuador: Resumen Ejecutivo”, Quito: *Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente* (GCI).

[http://ganaderiaclimaticamenteinteligente.com/documentos/RESUMEN%20EJECUTIVO\\_RIESGOCLI.pdf](http://ganaderiaclimaticamenteinteligente.com/documentos/RESUMEN%20EJECUTIVO_RIESGOCLI.pdf).

EC Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2014. *Zonificación Agroecológica Económica del cultivo de maíz duro amarillo (Zea mays L.) en el Ecuador continental a escala 1:250.000. Comprimido de la Base de datos geográfica catalogada en formato (.gdb) y simbología (.lyr)*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

———. 2018. “Rendimientos Objetivos de Maíz Duro Época de Invierno 2018 (Enero - Junio)”. *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://dokument.pub/ql/rendimiento-de-maiz-invierno-2018-flipbook-pdf>.

———. 2019. <http://geoportal.agricultura.gob.ec>. MAG - CGINA - DGGA. Último acceso: 12 de marzo de 2020. <http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/0077e6f6-774e-456f-997e-339828e389d9>.

———. 2019. “Informe de Rendimientos Objetivos. Maíz Amarillo Duro Invierno 2019”. *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/informe-de-rendimientos-objetivos/rendimiento-de-maiz>.

———. 2019. “Mapa de Estimación de superficie sembrada de los cultivos de Arroz, Maíz amarillo duro y Soya en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, Santa Elena, Loja y El Oro, escala 1:25.000, primer período de siembra, año 2019”. *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/0077e6f6-774e-456f-997e-339828e389d9>.

EC Ministerio del Ambiente. 2017. *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático*. Quito: Ministerio del Ambiente.

EC Unidad Nacional de Almacenamiento. 2016. “Unidad Nacional de Almacenamiento”. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Último acceso: 15 de marzo de 2020. <http://www.una.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/semillas-maiz.pdf>.

ECODES. s.f. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Mangahurco*. Zapotillo: Fundación ECODES.

ECUAQUIMICA. 2015. *Ecuaquimica*. <http://www.ecuanoticias.com.ec/dekalb7088.html>.

- Escribano-Ávila, Gema. 2016. “El bosque seco neotropical de la provincia Ecuatoriana: un pequeño gran desconocido”. *Ecosistemas* 25 (2): 1-4. doi:<https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.01>.
- Espinosa Maldonado, Andrea del Cisne. 2017. “Impacto del cambio climático en el rendimiento de los cultivos de maíz duro seco, banano, cacao y café: Un análisis provincial, periodo 2000-2012”. *Tesis de pregrado*, . Universidad Técnica Particular de Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21447>.
- FAO. 2003. “Estudios sobre tenencia de la tierra: Tenencia de la tierra y desarrollo rural”. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <http://www.fao.org/3/y4307s/y4307s.pdf>.
- . 2009. *Monitoreo y Evaluación de los recursos Forestales Nacionales: Manual para la recolección integrada de datos de campo*. 3.º ed. Roma. <http://www.fao.org/3/ap152s/ap152s.pdf>.
- . 2014. *Adaptación del sector silvoagropecuario a la variabilidad y el cambio climático en la región de Magallanes y de la Antártica chilena: Experiencia de cooperación en la planificación regional*. Santiago de Chile: Oficina Regional para América Latina y El Caribe - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/3/bc321s/bc321s.pdf>.
- . 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. <http://www.fao.org/3/i6030s/i6030s.pdf>.
- . 2017. *Selección de metodologías y definición de índices de riesgo climático del sector ganadero: Reporte Metodológico*. Quito: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- . 2018. *Evaluación de Riesgo Climático Actual y Futuro: Informe de Trabajo*. Quito: Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fernández, Mario, y y Willington Rentería Santiago Bucaram. 2015. “Assessing local vulnerability to climate change in Ecuador”. *Springer Plus* 4 (738): 1-20. doi:[doi:doi.org/10.1186/s40064-015-1536-z](https://doi.org/10.1186/s40064-015-1536-z).
- Forero, Emma, Yolanda Hernández , y Carlos Zafra. 2014. “Percepción latinoamericana de cambio climático: metodologías, herramientas y estrategias de adapación en

- comunidades locales. Una revisión”. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 17 (1): 73-85. <https://doi.org/10.31910/rudca.v17.n1.2014.942>.
- GAD Municipal del Cantón Pindal. 2015. *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Pindal: GEDLATIN SA. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1160026200001\\_Plan %20de %20Desarrollo %20y %20Ordenamiento %20Territorial %20de %20la %20Parroquia %2012 %20de %20Diciembre\\_2015\\_30-10-2015\\_18-53-14.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1160026200001_Plan%20de%20Desarrollo%20y%20Ordenamiento%20Territorial%20de%20la%20Parroquia%2012%20de%20Diciembre_2015_30-10-2015_18-53-14.pdf).
- GAD Municipal Pindal - Mancomunidad del Bosque Seco. 2019. *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 - 2023*. Pindal: GAD Pindal - Secretaría Técnica Planifica Ecuador. <http://www.gadpindal.gob.ec/wp-content/uploads/2020/04/PDOT-PINDAL.pdf>.
- GAD Municipal Zapotillo - Mancomunidad del Bosque Seco. 2019. *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 - 2023*. Zapotillo: GAD Zapotillo - Secretaría Técnica Planifica Ecuador.
- GAD Municipal Zapotillo. 2016. *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Zapotillo*. Zapotillo: GAD Municipal Zapotillo. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1160001480001\\_PDOT %20COMPLETO\\_13-04-2016\\_11-52-43.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1160001480001_PDOT%20COMPLETO_13-04-2016_11-52-43.pdf).
- GIZ - EURAC. 2017. *El libro de la vulnerabilidad: Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad*. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo. [https://www.adaptationcommunity.net/download/va/vulnerability-guides-manuals-reports/giz\\_sbv\\_ES\\_SOURCEBOOK\\_screen\\_v171019.pdf](https://www.adaptationcommunity.net/download/va/vulnerability-guides-manuals-reports/giz_sbv_ES_SOURCEBOOK_screen_v171019.pdf).
- GIZ, EURAC & UNU-EHS. 2008. *Evaluación de Riesgo Climático para la Adaptación basada en Ecosistemas: Una guía para planificadores y practicantes*. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2019/06/giz-eurac-unu-2019-esp-guia-evaluacion-riesgo-climatico-abe-screen.pdf>.
- Heifer Internacional - Mancomunidad del Bosque Seco. 2015. “Seres, sabores y saberes del maíz. Variedades y usos. La organización detrás el maíz”. Celica.
- Henríquez, Cristián, Nicolle Aspee, y Jorge Quense. 2016. “Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático”. *Revista*

- de *Geografía Norte Grande* 63: 27-44.  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n63/art03.pdf>.
- Hurtado, Jacqueline. 2000. *Metodología de la Investigación holística*. Caracas: Fundación Sypal. <https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>.
- INERHI-PREDESUR-CONADE. 1994. *Plan Integral de Desarrollo de los recursos hídricos de la provincia de Loja*. Washington: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos OEA.  
<https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea02s/begin.htm#Contents>.
- IPCC. 2014. *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y cuadros multicapítulos*. Ginebra: Organización Meteorológica Mundial (OMM).  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5-IntegrationBrochure\\_es-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5-IntegrationBrochure_es-1.pdf).
- Izarra, Wilfrido, José Franco, y Samy Falcón. 2017. *Impacto de la variabilidad y cambio climático en la producción del cultivo de maíz amarillo duro en condiciones de costa central*. Lima: Ministerio del Ambiente - SENAMHI.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12542/242>.
- Jiménez Sánchez, Jeimy Paola. 2016. “Propuesta metodológica para incluir el diagnóstico de riesgos agroclimáticos en los planes de ordenamiento territorial. Caso estudio: Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Útica - Cundinamarca”. *Tesis de pregrado*, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.  
<http://hdl.handle.net/10554/20883>.
- Lampis, Andrea. 2013. “Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición”. *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía* (Universidad Nacional de Colombia) 17-33.  
[https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/37017/pdf\\_270](https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/37017/pdf_270).
- Lavell, Allan. 2014. *Sector Agropecuario: Sector Estratégico para la Gestión de Riesgos de Desastre*. Palmira: IICA.
- López, Juan. 2015. “Análisis de riesgos climáticos sobre los componentes, recursos y medios de vida de los sistemas alimentarios del departamento de Copán en el año 2014”. *Revista Ciencia y Tecnología* 16 (noviembre): 65-81.  
<https://doi.org/10.5377/rct.v0i16.2180>.

- Luna Flores, Maximino, Serafín García, Javier Martínez , Maximino Luna Estrada, Alfredo Lara, Fidel Villagrana, Félix del Jesús Cedeño , J. Jesús Llamas, y J. Jesús Avelar. 2015. "Variedades mejoradas de maíz de secano derivadas de variedades nativas tolerantes a sequía". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) 6 (7): 1455-1466. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n7/v6n7a3.pdf>.
- Marti Ezpeleta, Alberto. 1993. "Cálculo del riesgo de adversidades climáticas para los cultivos: los cereales de verano en Monegros". *Geographica*, (30), 259-269.
- Meza, Laura, Sandrine Corso, y Sebastián Soza. 2010. *Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos en Chile. Estudio piloto sobre la vulnerabilidad y la gestión local del riesgo*. Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <http://www.fao.org/3/a-as447s.pdf>.
- Molina, Richard. 2010. "Evaluación de seis híbridos de maíz duro amarillo: INIAP H 601, INIAP H 553, HZCA 315, HZCA 318, Austro 1, frente a dos testigos: AGRI 104 y DEKALB DK 708, sembrados por el agricultor local, en san Juan, cantón Pindal, provincia de Loja". *Tesis de pregrado*, Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4746/1/UPS-CT001978.pdf>.
- Montalvo Terán, Diego Ricardo. 2021. "Evaluación de la diversidad agrícola intraespecífica de maíz (*Zea mays* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) presente en las comunidades indígenas de Cotacachi, Imbabura". *Tesis de pregrado*, . Universidad Técnica del Norte - Sede Ibarra. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10900>.
- Neira, David, Fausto Alarcón, Sebastián Vicuña, Raúl Vega, María Fernanda García, José Poma, Rubén Basantes, y Cristina Pabón. 2009. *Estudio de vulnerabilidad actual a los riesgos climáticos en el sector de los recursos hídricos en las cuencas de los Ríos Paute, Jubones, Catamayo, Chone, Portoviejo y Babahoyo*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).
- OMM. 2009. "Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima". Ginebra: OMM. 235 - 226. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=6942](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=6942).
- Oñate-Valdivieso, Fernando, y Joaquín Bosque. 2011. "Estudio de tendencias climáticas y generación de escenarios regionales de cambio climático en una cuenca hidrográfica binacional en América del Sur". *Estudios Geográficos* 72 (270): 147-172. doi:doi:10.3989/estgeogr.201107.



- Ortega Ortega, Yofre. 2015. "Vicisitudes y perspectivas de la producción de maíz duro en la revitalización económica de los productores del cantón Pindal". *Tesis de maestría*, Universidad Nacional de Loja. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/9921>.
- Ospina, Pablo, Andrade, Diego, Castro, Sinda, Chiriboga, Manuel, Hollenstein, Patric, Larrea, Carlos, Larrea, Ana Isabel, Poma, José, Portillo, Bruno y Rodríguez, Lorena. 2011. "Dinámicas económicas territoriales en Loja, Ecuador: ¿crecimiento sustentable o pasajero?". Documento de Trabajo N° 76. Programa Dinámicas Territoriales Rurale. Rimisp. Otzen, Tamara, y Carlos Manterola. 2017. "Técnicas de muestreo sobre una población". *Int. J. Morphol* 35 (1): 227 - 232. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso).
- Pacheco Subía, Francinne Paola, y Fernanda Nataly Silva Rubio. 2012. "Desarrollo sostenible y sustentable de la producción de maíz en el cantón Pindal, provincia de Loja por el período comprendido 2006 a 2011". *Tesis de pregrado*, . Universidad Politécnica Salesiana. Sede Quito. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3665/1/UPS-QT03341.pdf>.
- Palacio Ludeña, Carlos Augusto. 2014. "Incidencia del financiamiento agrícola de mapiz amarillo duro seco en la población del cantón Pindal en la provincia de Loja". *Tesis de maestría*, Samborodón: Universidad Espíritu Santo. <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/1507>.
- Pérez, Osmany, María José Romero, Franklin Solís, y Heidi Castillo. 2016. "Percepciones socioculturales de los pobladores de la comunidad El Limón ante un riesgo climático". *Revista Científica de FAREM-Estelí* (17): 35-40. doi:<https://doi.org/10.5377/farem.v0i17.2612>.
- Peterson, Thomas, Christopher Folland, George Gruza, William Hogg, Abdallah Mokssit, y Neil Plummer. 2001. "Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs". *ICPO Publication* (World Climate Research Programme) (48): 143. <http://etccdi.pacificclimate.org/docs/wgccd.2001.pdf>.
- Pinilla, María Carolina, Andrés Rueda, Carlos Pinzón, y Javier Sánchez. 2012. "Percepciones sobre los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático entre campesinos del centro de Santander, Colombia". *Ambiente y Desarrollo* 16 (31): 25-37. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4168436>.

- Pinzón Colmenares, Ingrid Estefanía. 2019. “Influencia de los modelos de producción agrícola de maíz duro al cambio climático en el cantón Shushufindi”. *Tesis de maestría*, Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. .  
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6871/1/T2964-MCCSD-Pinzon-Influencia.pdf>.
- Pourrut, Pierre, Oscar Róvere, Iván Romo, y Homero Villacrés. 1995. “Clima del Ecuador”. Editado por Pierre Pourrut. *El Agua en el Ecuador: Clima, precipitaciones y escorrentía* 13-26. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/divers2/010014823.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014823.pdf).
- Rathe, Laura. 2017. “La sustentabilidad en los sistemas socio-ecológicos”. *Utopía y Praxis Latinoamericana* 22 (78): 65-78.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27952381006>.
- Reyes Paredes, Mishel Paola, y Grace Estefany Shuguli Estupiñán. 2019. “Diseño de un modelo de evaluación multivariable para la formulación de planes de ordenamiento territorial con criterios de adaptación al cambio climático local, Valle de los Chillos”. Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/20345/1/T-ESPE-039670.pdf>.
- Reyes, Segundo, y Daniel Alarcón. 1986. *Utilización de variedades precoces de maíz duro en zonas semisecas de Manabí y Loja, Ecuador*. Memorias: XII Reunión de maiceros de la zona andina, Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP.  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4967/1/INIAPEEPMEMORIASM AICEROSZONAANDINA1986p197.pdf>.
- Richter, Michael, y Andrés Moreira-Muñoz. 2005. “Heterogeneidad climática y diversidad de la vegetación en el sur de Ecuador: un método de fitoindicación”. *Revista Peruana de Biología* 12 (2): 217-238.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332005000200007&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332005000200007&lng=es&nrm=iso).
- Riofrío Correa, Nervo Ramiro. 2018. “Respuesta de dos híbridos de maíz (*Zea mays*L.) cultivados con tres densidades poblacionales a la fertilización con N, P, K”. Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28986>.

- Samaniego-Rojas, Natalia, Paúl Eguiguren, Juan Maita, y Nicolay Aguirre. 2015. *Clima de la Región Sur del Ecuador: historia y tendencias*. Loja: Universidad Nacional de Loja.  
[https://www.researchgate.net/publication/299426281\\_Clima\\_de\\_la\\_Region\\_Sur\\_el\\_Ecuador\\_historia\\_y\\_tendencias](https://www.researchgate.net/publication/299426281_Clima_de_la_Region_Sur_el_Ecuador_historia_y_tendencias).
- Segarra, Pool. 2014. *Sinergias entre degradación de la Tierra y Cambio Climático en los Paisajes Agrarios del Ecuador*. Quito: Mecanismo Mundial de la CNUCLD - Ministerio del Ambiente - ECOPAR.
- Serrano, Vicente, Santiago Begueria, Jorge Lorenzo-Lacruz, Jesús Camarero, Juan López, César Azorín, Jesús Revuelto, Enrique Morán , y Arturo Sánchez. 2012. “Análisis comparativo de diferentes índices de sequía para aplicaciones ecológicas, agrícolas e hidrológicas”. Editado por Asociación Española de Climatología. *Asociación Española de Climatología* 679-689.  
[https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/8332/1/0066\\_VIII-2012-SM\\_VICENTE.pdf](https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/8332/1/0066_VIII-2012-SM_VICENTE.pdf).
- Serratos, José Antonio. 2009. *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*. Ciudad de México: Universidad Autónoma de la ciudad de México.  
[https://www.researchgate.net/publication/303571504\\_El\\_origen\\_y\\_la\\_diversidad\\_d\\_el\\_maiz\\_en\\_el\\_continente\\_americano](https://www.researchgate.net/publication/303571504_El_origen_y_la_diversidad_d_el_maiz_en_el_continente_americano).
- Stokes, Chris, y Mark Howden. 2010. *Adapting agriculture to climate change. Preparing Australian agriculture, forestry and fisheries for the future*. Collingwood: CSIRO Publishing. <https://www.publish.csiro.au/book/6170/>.
- Tehelen, Katherine, y María José Pacha. 2017. *Estudios de vulnerabilidad en América Latina y el Caribe: recomendaciones a través de la experiencia*. Guía CDKN, Alianza, Clima y Desarrollo - CDKN. <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2017/05/Guia-Vulnerabilidad-ok.pdf>.
- Trujillo-Marín, Elio, Reinaldo Cun-González, y Julian Herrera-Puebla. 2017. “Estudio del efecto del exceso de humedad en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”. *Revista Ingeniería Agrícola* 7 (1): 60-64.  
<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/515/515>.
- UNCCD. 2017. *Perspectiva Global de la Tierra*. Primera Edición. Bonn: UNCCD.  
[https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO\\_Full\\_Report\\_low\\_res\\_Spanish.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res_Spanish.pdf).

- Universidad de Chile. 2011. *Metodología para el Desarrollo Cartográfico para la Evaluación de la Vulnerabilidad y Riesgo Agroclimático en Chile*. Santiago de Chile: FAO.
- Universidad de Chile. 2011. *Metodología para el desarrollo cartográfico para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo agroclimático en Chile: Apoyo al Diseño e Implementación de un Modelo de Gestión del Riesgo Agroclimático UTF/CHI/028*. Santiago: Universidad de Chile. Laboratorio de Análisis Territorial (LAT). <http://www.fao.org/3/as432s/as432s.pdf>.
- Vide, Javier Martín. 2009. “Conceptos previos y conceptos nuevos en el estudio del cambio climático reciente”. *Investigaciones Geográficas* (Universidad de Alicante) 51-63. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=17617034003>.
- Villamar Palma, Juan Antonio. 2011. “Evaluación agronómica de los maíces híbridos ‘Pioneer 30f87’, ‘Pioneer 30k75’ e ‘Iniap 602’ como testigo en presencia de varios niveles de fertilización, en condiciones de secano”. *Tesis de pregrado*, Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/90>.
- Zárate Montalvo, Carmen Natalia. 2010. “Dinámicas y factores de influencia en la cadena de comercialización de maíz amarillo”. *Tesis de maestría*, Quito. <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/2299>.
- Zari Arévalo, Bayron David. 2014. “Determinación de las fases fenológicas, fenométricas e índice de balance hídrico en el cultivo de maíz duro (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano, en el cantón Pindal provincia de Loja”. *Tesis de pregrado*, Universidad Técnica Particular de Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/11136>.
- Zhiña, Darío, Jheimy Pacheco, y Alex Avilés. 2017. “Modelos estocásticos para el pronóstico de sequías en la microcuenca del río Chulco en Ecuador”. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas* 44-61. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29783/1/4.%201585-4806-1-PB.pdf>.

## Anexos

### Anexo 1: Formato de entrevistas estructuradas para productores de maíz duro amarillo

 UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR Ecuador		<b>FORMATO DE ENTREVISTA ESTRUCTURADA PARA CARACTERIZAR SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ DURO AMARILLO</b>			
Fecha:		N° entrevista:			
<b>I. DATOS INFORMATIVOS</b>					
Nombre					
Edad		Ocupación			
Asociación o institución:					
<b>II. DATOS DEL PREDIO</b>					
Cantón		Parroquia			
Comunidad				Acceso a Riego	
Área cultivo maíz (ha):		Variedad:		NO	
Rendimiento cultivo:		Costo/ha		SI	
Como financia su cultivo	Banca (acceso a crédito)			PRIVADO	
	Cooperativa (acceso a crédito)			ESTATAL	
	Préstamo (familiar o amistad:				
	Ahorros				
<p>1. Mencione 3 factores climáticos (sequía, lluvias intensas) y socioeconómicos (costos de producción, acceso a crédito, precios de venta, migración, acceso a servicios básicos, riego, vialidad) que usted considera que más afectan al rendimiento y utilidad del cultivo de maíz.</p>					
2. Podría describir los costos de producción del maíz duro amarillo (en porcentaje)			3. Cuántas cosechas al año suele alcanzar?		
Preparación del terreno					
Siembra					
Fertilización					
MIPE:					
Cosecha y Postcosecha					
4. Cuál es el precio de su maíz que el centro de acopio le da?					
7. Su sistema de producción de maíz es:		Monocultivo			
		Agroecológico			
		Diversificada			

Elaboración propia

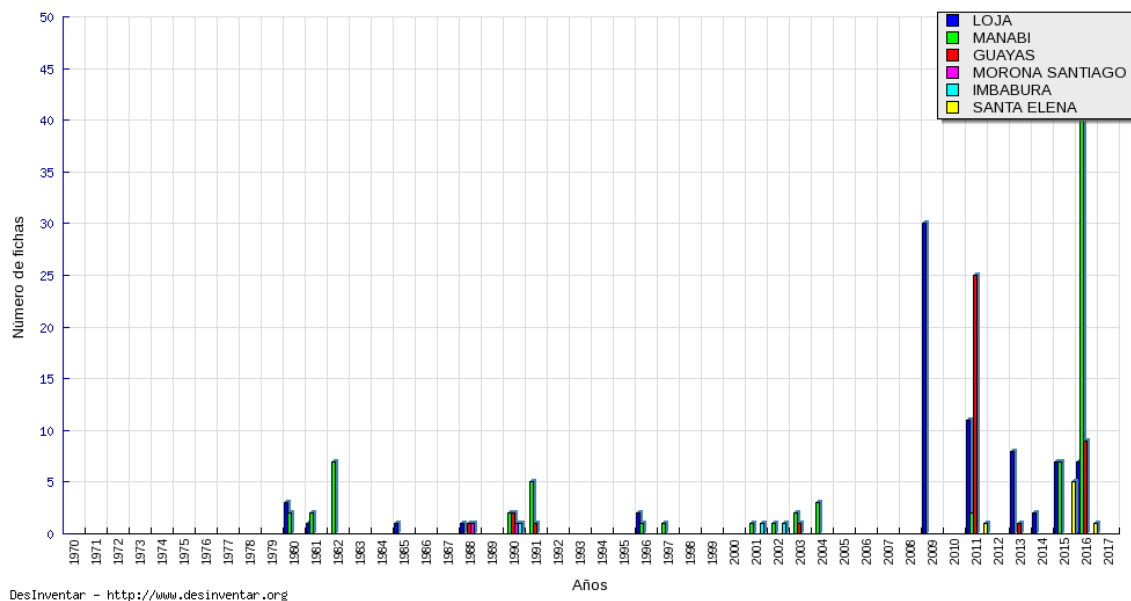
**Anexo 2: Herramientas utilizadas para la definición de amenazas climáticas**

Referencia de Información	Metodología	Características de la información
<b>Proyecciones de Cambio Climático</b>	Mediante el uso de Modelos de Circulación Global de cambio climático y su calibración con información de estaciones meteorológicas locales, se determina índices, tendencias y probabilidad de eventos climático para cada territorio a una escala de 10 km <sup>2</sup> .	<i>Cuantitativa y cualitativa</i>
<b>Estudios de Vulnerabilidad local GCI</b>	Aplicación participativa de la herramienta Cristal para la definición de vulnerabilidad local mediante tres fases: a) recopilación y análisis de toda la información secundaria relacionada a la temática climática, para estimar tendencias; b) Mapeo de actores y taller de aplicación de Cristal; c) Análisis de información y definición de amenazas en el territorio.	<i>Cualitativa</i>
<b>Desinventar</b>	Es un sistema de inventarios de desastres; una metodología de registro de información sobre características y efectos de diversos tipos de desastres, con especial interés en los desastres que son desde escalas regionales o nacionales y que a su vez permite mirar acumulados de este tipo de desastres locales desde perspectivas nacionales y regionales.	<i>Cualitativa</i>

Fuente: (FAO 2017), Proyecto GCI

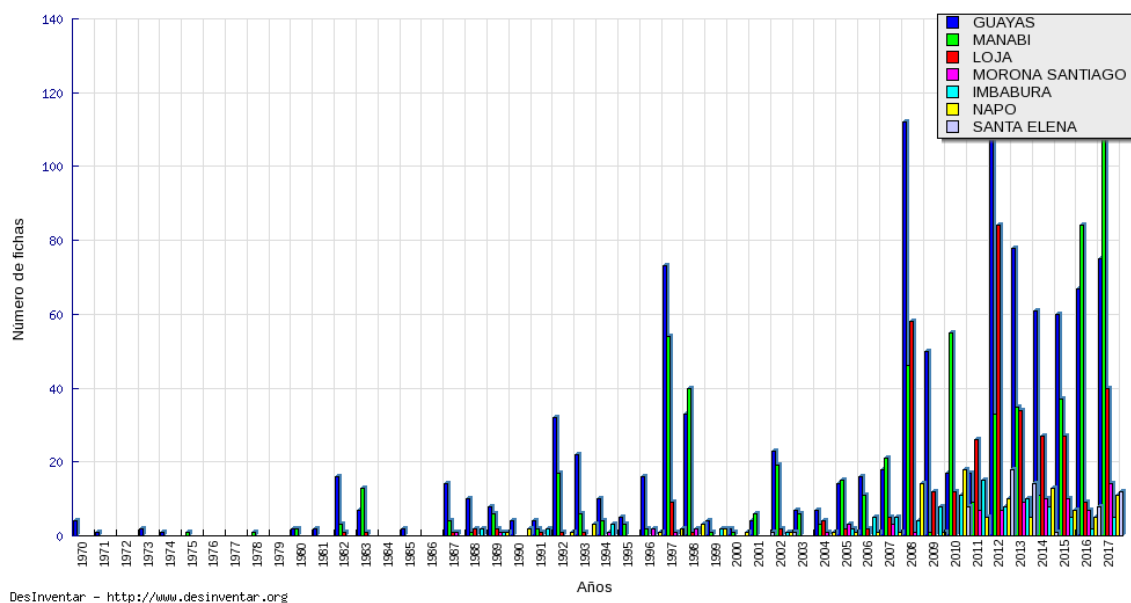
**Anexo 3: Herramienta Desinventar: a) Registro de eventos relacionados a sequías; y, b) Registro de eventos relacionados a lluvias intensas**

**a)**



Fuente: Desinventar (2017) citado por FAO (2017)

**b)**



Fuente: Desinventar (2017) citado por FAO (2017)

**Anexo 4: Tipos de susceptibilidad socioeconómica e indicadores de análisis**

<b>Susceptibilidad Socioeconómica</b>		
<b>Componente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Concepto</b>
<b>Susceptibilidad Agrícola</b>	<b>Porcentaje de superficie de cultivo por parroquia</b>	Determinación del valor porcentual de las superficies de cultivos a respecto a la superficie total, por parroquia.
<b>Susceptibilidad Pesquera</b>	<b>Número de puertos</b>	Número de puertos pesqueros, existentes y proyectados en cada parroquia
	<b>Tipo de puertos</b>	Tipos de puertos existentes: regionales, industriales, artesanales, caletas pesqueras.
<b>Susceptibilidad de viviendas</b>	<b>Estado de viviendas</b>	Las condiciones de habitabilidad de las viviendas o el uso de materiales rústicos predisponen a sus ocupantes a una mayor vulnerabilidad frente a eventos climáticos.
	<b>Material de viviendas</b>	
	<b>Déficit de servicios básicos</b>	El déficit de servicios como agua, electricidad, alcantarillado, abastecimiento de agua, genera limitaciones en la calidad de vida y la seguridad sanitaria.
	<b>Manejo de desechos</b>	La falta de una adecuada recolección y manejo de desechos puede promover la transmisión de enfermedades a través de vectores
<b>Susceptibilidad de la población</b>	<b>Grupo ocupacional</b>	Porcentaje de la población que ejerce una actividad económica. La actividad ocupacional refleja mayores ingresos económicos y un mejor nivel de vida.
	<b>Incremento poblacional</b>	Permite reflejar la dinámica de una población, y por ende su dinámica productiva. A mayor incremento poblacional, menor susceptibilidad.
	<b>Dependencia por edad</b>	La población dependiente por edad, al no encontrarse en una etapa productiva, no aporta la dinámica económica local. A mayor dependencia por edad, mayor susceptibilidad
	<b>Discapacidad</b>	Calculado a partir del porcentaje de la población con discapacidad versus el total de la población parroquial. A mayor porcentaje de discapacidad, mayor es la susceptibilidad
	<b>Incidencia de pobreza</b>	Refleja el porcentaje de la población en situación de pobreza, quienes no pueden satisfacer sus necesidades básicas. a mayor incidencia de pobreza, mayor susceptibilidad
	<b>Incidencia de pobreza extrema</b>	Porcentaje de la población en situación de indigencia o extrema pobreza. A mayor incidencia de pobreza extrema, mayor es la susceptibilidad
	<b>Coefficiente GINI</b>	Refleja la desigualdad respecto a los ingresos de la población, en una escala de 0 a 1, siendo 0, perfecta igualdad, y 1, perfecta desigualdad.
<b>Susceptibilidad educacional</b>	<b>Analfabetismo</b>	Porcentaje normalizado (en relación al mayor valor) de analfabetos por parroquia. Mayor analfabetismo, mayor susceptibilidad
	<b>Nivel de instrucción</b>	Porcentaje de la población en cada uno de los niveles de instrucción. Mayor nivel de instrucción, menos susceptibilidad.

Fuente: (CIIFEN 2014)

Elaboración propia



### Anexo 5: Indicadores de sensibilidad para la dimensión ambiental

Dimensión Ambiental			
Sequía		Lluvias intensas	
<b>Capacidad de uso del suelo</b>	Múltiples factores contribuyen a la degradación y falta de capacidad productiva del suelo, entre los que se incluyen las actividades humanas de índole agropecuaria, así como la lluvia excesiva o su déficit, afectando suelos susceptibles a la erosión, especialmente en zonas áridas y semiáridas (Segarra 2014, 7) y (CIIFEN 2014, 7).	<b>Capacidad de uso del suelo</b>	Múltiples factores contribuyen a la degradación y falta de capacidad productiva del suelo, entre los que se incluyen las actividades humanas de índole agropecuaria, así como las lluvias intensas que caen especialmente sobre los suelos expuestos causando erosión (CIIFEN 2014, 7).
<b>Degradación</b>	Suelos degradados tienen menos capacidad de almacenar agua, por lo tanto, en tiempos de sequías tienen menos posibilidad de soportar largos periodos secos sin presentar impactos en la estructura y rendimiento del suelo (CIIFEN 2012) citado por (FAO 2018, 30).	<b>Degradación</b>	Suelos degradados tienen menos capacidad de almacenar agua, por lo tanto, en tiempos de sequías tienen menos posibilidad de soportar largos periodos secos sin presentar impactos en la estructura y rendimiento del suelo (CIIFEN. 2012) citado por (FAO 2018, 30).
<b>Deforestación</b>	La deforestación ocasiona la erosión del suelo y la pérdida de su capacidad de almacenamiento de agua, lo cual origina procesos de desertificación en tierras áridas (Segarra 2014, 12).	<b>Promedio de inundación parroquial</b>	Los efectos por exceso de humedad en el cultivo de maíz se expresan en una reducción de los rendimientos entre 9,2 y 11,3 % por cada día sobre humedecimiento, alcanzando una disminución del 50 % del rendimiento entre los 3 a 5 días con exceso de humedad en el suelo (Trujillo et al. 2017, 64).

Fuente: (FAO 2018, 30)

**Anexo 6: Indicadores de sensibilidad para la dimensión socioeconómica**

<b>Dimensión Socioeconómica</b>			
<b>Sequía</b>		<b>Lluvias intensas</b>	
<b>Población migrante masculina</b>	Como consecuencia de temporadas de sequías prolongadas, la población económicamente activa, principalmente masculina, migra a las ciudades medianas o grandes, en busca de empleo, especialmente en el sector de la construcción (Cisneros et al. 1988, 252). Esto se traduce en una reducción de la tenencia de tierra y la reducción del porcentaje de la población dedicada a la actividad agropecuaria (OIM 2018) citado por (FAO 2018, 31), la cual llega a ser suplida por la mujer.	<b>Promedio de inundación parroquial</b>	Regiones con mayor porcentaje de áreas inundables, presentan una mayor susceptibilidad ante la ocurrencia de lluvias intensas, como resultado de la variabilidad climática y el cambio climático (FAO 2018, 31). En áreas de producción de maíz, puede ocasionar reducciones de rendimiento importantes (Trujillo et al. 2017, 64)
<b>Población dedicada a la agricultura y ganadería</b>	Como consecuencia de épocas de sequía intensas, la productividad del maíz se reduce, y esto a su vez incide en la reducción de los ingresos económicos familiares, lo que se traduce en un creciente proceso de migración y, por ende, en una reducción de la población dedicada a las labores agrícolas.	<b>Déficit habitacional cualitativo</b>	Un mayor déficit habitacional cualitativo conduce a la búsqueda de recursos económicos para el mejoramiento o reparación de las viviendas, lo cual se puede ver agravado en temporadas de lluvias intensas, lo cual conduce a los productores de escasos recursos, a la venta de porciones de su tierra, reduciendo así su tenencia sobre la misma (FAO 2018, 31).
<b>Nivel de pobreza por consumo</b>	La producción de maíz duro amarillo se ve seriamente afectada por la sequía y las épocas de estiaje, lo que conduce a una reducción de los rendimientos y producción, incremento de costos de producción, disminución del beneficio económico, y por ende un incremento de la pobreza por consumo, incidiendo en la posibilidad de acceder a una canasta de bienes y servicios.	<b>Población migrante masculina</b>	Como consecuencia de temporadas de sequías prolongadas, la población económicamente activa, principalmente masculina, migra a las ciudades medianas o grandes, en busca de empleo, especialmente en el sector de la construcción (Cisneros et al. 1988, 252). Esto se traduce en una reducción de la tenencia de tierra y la reducción del porcentaje de la población dedicada a la actividad agropecuaria (OIM 2018) citado por (FAO 2018, 31), la cual llega a ser suplida por la mujer.

<b>Tasa de dependencia por edad</b>	<p>“La población dependiente por edad no se encuentra en una etapa productiva y, por ende, [...], no aporta a la economía local” (CIIFEN 2014, 27), ya que comprende a personas menores a 15 y mayores a 64 años. Frente a la presencia de eventos climáticos adversos, como la sequía, aquellas parroquias con tasas de dependencia mayores, exhiben mayor sensibilidad (Granados Martínez 2017) citados por FAO 2018, 33).</p>	<b>Nivel de pobreza por consumo</b>	<p>La presencia de lluvias intensas puede ocasionar reducción en los rendimientos del maíz duro amarillo (Trujillo et al. 2017, 64), lo cual a su vez incidirá en mayores costos de producción, menores ingresos económicos para la familia campesina, dando como resultado, un incremento de la pobreza por consumo, incidiendo en la posibilidad de acceder a una canasta de bienes y servicios.</p>
<b>Tasa de analfabetismo funcional</b>	<p>El analfabetismo, debe considerarse como una barrera comunicacional para las personas, la cual reduce su capacidad de acceder a información, inclusive aquella que le permita reducir riesgos frente a la ocurrencia de amenazas climáticas como la sequía (CIIFE 2014, 29). Por lo que, a mayor analfabetismo, mayor es la sensibilidad.</p>	<b>Tasa de dependencia por edad</b>	<p>“La población dependiente por edad no se encuentra en una etapa productiva y, por ende, [...], no aporta a la economía local” (CIIFEN 2014, 27), ya que comprende a personas menores a 15 y mayores a 64 años. Frente a la presencia de eventos climáticos adversos, como las lluvias intensas, las cuales reducen los ingresos familiares producto de la cosecha de maíz, se prevé mayor sensibilidad en parroquias con altas tasas de dependencia (Granados Martínez 2017) citados por FAO (2018, 33).</p>
		<b>Tasa de analfabetismo funcional</b>	<p>El analfabetismo, debe considerarse como una barrera comunicacional para las personas, la cual reduce su capacidad de acceder a información, inclusive aquella que le permita reducir riesgos frente a la ocurrencia de amenazas climáticas como las lluvias intensas (CIIFE 2014, 29). Por lo que, a mayor analfabetismo, mayor es la sensibilidad.</p>

Fuente: (FAO 2018)

### Anexo 7: Indicadores de capacidad adaptativa para la dimensión ambiental

Dimensión Ambiental			
Sequía		Lluvias intensas	
<b>Infraestructura multipropósito</b>	La presencia de infraestructura multipropósito reduce problemas relacionados a sequías por la provisión de agua durante tiempos mayores en comparación con territorios desprovistos de estas obras (División de Agricultura y Recursos Naturales- Universidad de California, 2018)	<b>Infraestructura multipropósito</b>	La presencia de infraestructura multipropósito reduce problemas relacionados a inundaciones por la capacidad de retener excesos de caudal y protección física ante crecidas (Empresa Pública del Agua, 2017).
<b>Cobertura de riesgo</b>	La existencia de riego reduce los problemas de sequía en los territorios, por la provisión de agua para mantenimiento de los cultivos (División de Agricultura y Recursos Naturales- Universidad de California, 2018)	<b>Cobertura de vegetación natural</b>	La existencia de cobertura natural aumenta la resiliencia de los ecosistemas por la provisión de diversos servicios, en el caso de inundaciones mejora las condiciones hidrológicas y drenaje de las áreas de cultivo y cuencas (FAO, 2010). Esto a su vez reduce el riesgo en el apareamiento de plagas y enfermedades asociadas a excesos de humedad.
<b>Cobertura de vegetación natural</b>	La existencia de cobertura natural mejora la resiliencia de los ecosistemas por la provisión de diversos servicios, en el caso de sequía la provisión de agua para los cultivos (FAO, 2010).	<b>Velocidad de infiltración</b>	Suelos con velocidad de infiltración alta, drenan los excesos de caudal y evitan problemas de anegamiento a los cultivos (FAO, 2018).
<b>Índice de red hídrica</b>	En tiempos de sequías prolongadas, la existencia de fuentes de agua es fundamental para el riego de los cultivos. Este índice toma en cuenta la red hídrica existente en una parroquia, lo que tiene una relación con la cantidad de ríos que podrían proporcionar agua para su uso en riego de áreas productivas dentro de la parroquia (División de Agricultura y Recursos Naturales- Universidad de California, 2018).		

Fuente: (FAO 2018, 37-38)

### Anexo 8: Indicadores de capacidad adaptativa para la dimensión socioeconómica

Dimensión Socioeconómica			
Sequía		Lluvias intensas	
<b>Índice de red hídrica</b>	Parroquias con mayor índice de red hídrica, cuentan con una mayor disponibilidad de agua para la agricultura durante épocas de sequía, que permite garantizar la producción (División de Agricultura y Recursos Naturales- Universidad de California, 2018)	<b>Cobertura multipropósito</b>	La presencia de infraestructura multipropósito reduce problemas relacionados a inundaciones por la capacidad de retener excesos de caudal y protección de los medios de vida de los agricultores (Empresa Pública del Agua, 2017)
<b>Cobertura de riego</b>	Parroquias con una mayor cobertura de riego por sistemas estatales y/u operados con usuarios, presentan una mayor capacidad adaptativa ante las épocas de sequía, debido a la disponibilidad de agua para el cultivo. La disponibilidad de agua permite mantener los niveles de tenencia de tierra en la parroquia (Organización Internacional para las Migraciones, 2018).	<b>Cobertura de vegetación natural</b>	La existencia de cobertura natural aumenta la resiliencia de los ecosistemas por la provisión de diversos servicios, en el caso de inundaciones a mejorar las condiciones hidrológicas y drenaje (FAO, 2010). De igual manera, permite reducir la presencia de inundaciones en áreas productivas, que representan un alto riesgo para la producción y el índice de tenencia (Mascotti, 2013)
<b>Cobertura de vegetación natural</b>	Parroquias con una mayor cobertura vegetal natural incrementan los niveles de humedad ambiental en un área determinada y, por ende, las probabilidades de ocurrencia de lluvias (FAO, 2010).	<b>Índice de red vial</b>	Parroquias con un mayor número de redes viales asfaltadas, presentan mayor capacidad de adaptación ante lluvias intensas, al disponer de una mejor conectividad en situaciones de emergencia y evacuación por inundaciones (Selvaraju, 2012).

<b>Índice de red vial</b>	Parroquias con un mayor número de redes viales asfaltadas, presentan mayor capacidad de adaptación ante sequías, al disponer de una mejor conectividad en situaciones de emergencia cómo es el abastecimiento de agua por tanqueros (Selvaraju, 2012).	<b>Herramientas de planificación ambiental</b>	Parroquias que disponen de herramientas de planificación que integren el cambio climático, presentan una mayor capacidad de adaptación ante fenómenos climáticos adversos debido a que cuentan con las herramientas para una mejor preparación ex ante y una mejor respuesta durante y ex- post. De igual manera, parroquias que incluyen la variable de CC en sus herramientas de planificación, tienen la posibilidad de gestionar fondos adicionales (públicas y privadas) para la implementación de medidas de reducción de riesgo (Ministerio del Ambiente de Ecuador- MAE, 2014).
<b>Herramientas de planificación ambiental</b>	Parroquias que disponen de herramientas de planificación que integren el cambio climático, presentan una mayor capacidad de adaptación ante fenómenos climáticos adversos debido a que cuentan con las herramientas para una mejor preparación ex ante y una mejor respuesta durante y ex- post. De igual manera, parroquias que incluyen la variable de CC en sus herramientas de planificación, tienen la posibilidad de gestionar fondos adicionales (públicas y privadas) para la implementación de medidas de reducción de riesgo (Ministerio del Ambiente de Ecuador- MAE, 2014).	<b>Cobertura móvil por parroquia</b>	Parroquias con alta cobertura de servicios de datos y telefonía móvil, amplían su capacidad y tiempo de respuesta ante amenazas climáticas como lluvias intensas, en caso de emergencia (Selvaraju, 2012).
<b>Cobertura móvil por parroquia</b>	Parroquias con alta cobertura de servicios de datos y telefonía móvil, amplían su capacidad y tiempo de respuesta ante amenazas climáticas como períodos de déficit hídrico, en caso de emergencia (Selvaraju, 2012).	<b>Disponibilidad pronóstica del clima</b>	Parroquias que disponen de pronósticos climáticos, tienen la posibilidad de anticipar la presencia de un evento adverso. Esto a su vez permite instalar o activar un sistema de alerta temprana y planificar una respuesta adecuada y a tiempo para reducir los posibles impactos sobre las familias y los medios de vida (Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres (SNGRD), 2009).

Fuente: (FAO 2018, 39-41)

**Anexo 9: Rangos del Índice de producción individual de maíz en 58 parroquias maiceras de la provincia de Loja.**

Índice de tenencia (Producción de maíz / # productores)									
1- 5 (tn/productor)		5,1 - 10 (tn/productor)		10,1 - 20 (tn/productor)		20,1 - 50 (tn/productor)		> 50 (tn/productor)	
Parroquia	índice	Parroquia	índice	Parroquia	índice	Parroquia	índice	Parroquia	índice
Colaisaca	2,77	Mangahurco	9,55	Zapotillo	11,00	Garza Real	22,56	Sangillín	54,16
El Lucero	0,89	Limones	5,08	Paletillas	19,80	Bolaspamba	28,96	Ciano	52,50
Amarillos	3,40	Cazaderos	7,23	Pindal	16,12	Cariamanga	25,49	Vicentino	67,44
Buenavista	3,98	El Rosario	5,20	Chaquinal	15,55	celica	27,74	Tacamoros	161,49
Chaguarpamba	2,90	Santa Rufina	5,48	12 de Diciembre	18,18	Pozul	25,77		
27 de Abril	1,94	Casanga	9,49	Milagros	17,22	Tnte. Maximiliano Rodríguez	21,28		
Amaluza	0,32	San Antonio	5,57	Utuaña	12,69	La Victoria	48,33		
El Ingenio	1,63			Cruzpamba	15,31	El Arenal	32,63		
Jimbura	0,52			Sabanilla	16,24	El Limo	32,35		
Santa Teresita	1,31			Bellavista	17,03	Sozoranga	34,26		
Changaimina	3,14			Larama	15,24				
Nambacola	2,56			Macará	16,40				
Purunuma	1,54			Sabiango	12,42				
Sacapalca	3,69			Cangonamá	14,72				
Orianga	4,22			Catacocha	16,70				
Quilanga	2,49			Guachanamá	12,94				
San Antonio de las Aradas	1,54			Lauro Guerrero	19,80				
				Yamana	15,40				
				Alamor	10,92				
				Mercadillo	12,62				
				Nueva Fátima	13,91				

Elaboración propia