

## **Evaluación de Riesgo Climático a Nivel Local de los Sistemas Agroproductivos de Maíz Duro Amarillo en Dos Cantones del Ecosistema Seco Tropical de la Provincia de Loja - Zapotillo y Pindal**

**Alfredo Xavier Dávila Cevallos<sup>1</sup>**

[alfredoing25@yahoo.com](mailto:alfredoing25@yahoo.com)

<https://orcid.org/0009-0006-6567-7946>

Universidad Andina Simón Bolívar

Ecuador

### **RESUMEN**

El cambio climático y su gestión se perfila como un desafío multisectorial e interinstitucional a nivel mundial, con injerencia de las esferas políticas, económicas, sociales y culturales, debido principalmente a los potenciales impactos que un clima cambiante puede ocasionar en los sistemas naturales incidiendo en el agravamiento de la pobreza global, la inequidad, los conflictos sociales y el desarrollo insostenible. Este estudio validó la metodología para el análisis del riesgo climático basada en el modelo matemático del 5to Reporte de Evaluación del IPCC (WGII AR5), adoptada por Ecuador en el marco de la 3era Comunicación Nacional de Cambio Climático, y desarrollada por FAO para el sector ganadero, bajo dos enfoques del riesgo climático: ambiental y socioeconómico, en el sistema de producción de maíz duro amarillo en los cantones de Zapotillo y Pindal. El estudio examina la afectación en la cobertura de maíz y el índice de producción individual, causada por las amenazas climáticas asociadas a la precipitación que afectan a este cultivo en la zona: sequías y lluvias intensas, con un nivel de desagregación Parroquial de la información. Los datos recibieron un tratamiento estadístico previo de normalización y se definieron cinco categorías de análisis de acuerdo con el nivel de riesgo. Los resultados del estudio muestran que los niveles más altos de riesgo climático ambiental asociado a las sequías son más frecuentes en las parroquias de Pindal que, en parroquias de Zapotillo. Además, el nivel moderado de riesgo climático socioeconómico asociado a las sequías es más frecuente en las parroquias ubicadas en la zona norte, que en las el sur. En cuanto a los niveles de riesgo climático ambiental y socioeconómico asociados a lluvias intensas, presentaron niveles que van desde moderado hasta bajo en las parroquias de dichos cantones.

**Palabras clave:** *Exposición; amenaza climática; capacidad adaptativa; vulnerabilidad; sequía*

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [alfredoing25@yahoo.com](mailto:alfredoing25@yahoo.com)

# **Climate Risk Assessment at the Local Level of Hard Yellow Corn Agroproductive Systems in Two Cantons of the Dry Tropical Ecosystem of the Province of Loja - Zapotillo and Pindal**

## **ABSTRACT**

Climate change and its management is emerging as a multisectoral and inter-institutional challenge at a global level, with interference from the political, economic, social and cultural spheres, mainly due to the potential impacts that a changing climate can cause in natural systems, influencing the worsening of global poverty, inequality, social conflicts and unsustainable development. This study validated the methodology for climate risk analysis based on the mathematical model of the 5th IPCC Assessment Report (WGII AR5, adopted by Ecuador within the framework of the 3rd National Communication on Climate Change, and developed by FAO for the sector livestock, under two approaches to climate risk: environmental and socioeconomic systems, in the production system of hard yellow corn in the cantons of Zapotillo and Pindal. The study examines the impact on corn crop coverage and the individual production index, caused by the climatic threats associated with precipitation that affect this crop in the area: droughts and intense rains, with a Parroquial disaggregation level of the information. Data received a prior statistical normalization treatment and five analysis categories were defined according to the level of risk. The results of the study show that the highest levels of environmental climate risk associated with droughts are more frequent in Parroquias of Pindal canton than, in Zapotillo. Furthermore, the moderate level of socioeconomic climate risk associated with droughts is more frequent in parroquias located in the northern zone than in those parroquias located in the southern zone. Regarding the levels of environmental and socioeconomic climatic risk associated with intense rains, they presented levels ranging from moderate to low those parroquias.

**Keywords:** *exposure; climate threat; adaptative capacity; vulnerability; drought*

*Artículo recibido 21 agosto 2023*

*Aceptado para publicación: 25 setiembre 2023*

## INTRODUCCIÓN

El creciente aumento de la población mundial, principalmente en los países en desarrollo, ocasiona una creciente demanda de 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 derivados de combustibles fósiles, así como contaminantes y tecnologías inapropiadas, generando mayor afectación y dependencia en los sistemas naturales y humanos, principalmente aquellos situados en ecosistemas áridos, semiáridos y subhúmedos secos. La vulnerabilidad climática, socioeconómica y de gobernabilidad de estas regiones secas, pueden verse exacerbadas por el cambio 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.

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. 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).

Sin embargo, estos incrementos de rendimiento han sido desarrollados a partir del uso de variedades comerciales híbridas y paquetes tecnológicos 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).

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 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). 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.

El incremento sostenido de la temperatura y la variabilidad en la reducción de las precipitaciones podrían ocasionar escasez de los recursos hídricos, eventos de sequía, 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. (Neira *et al.* 2009) citado por Aguirre *et al.* (2015, 36).

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 (PRAA-GEF, GACC Pastaza, FORECCSA, CHECC, CAF 2014, CIAT 2014, CIIFEN 2014, PNACC), 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 del país. 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).

En este contexto, el presente estudio 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 y 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 de este cultivo. Este análisis y la validación de esta metodología de evaluación de riesgos climáticos en el sector agro productivo del maíz duro, facilitará la construcción de políticas públicas, normativas, incentivos y la toma de decisiones, tanto a nivel de gobierno central y gobiernos locales, organismos de cooperación y no gubernamentales, academia y otras organizaciones que permitan fortalecer el apoyo brindado a los agricultores de este rubro 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, y la reducción de la vulnerabilidad de los agricultores frente a la variabilidad climática.

## **METODOLOGÍA**

El presente estudio se manejó a través de dos enfoques metodológicos, tanto para el cálculo de riesgo climático, como para el análisis de percepción de la variabilidad climática y de los factores productivos de mayor incidencia en la producción de maíz amarillo duro en los cantones Pindal y Zapotillo, correlacionando los resultados obtenidos a través del modelo matemático con la percepción de los productores en la dinámica de la variabilidad climática y su efecto. Los enfoques utilizados son:

- 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 aborda la problemática ambiental desde la perspectiva de los valores ambientales y socioeconómicos (Forero et al., 2014, 76) a través de la valoración subjetiva de la percepción de los productores de maíz duro amarillo.

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 del conocimiento empírico y la percepción del agricultor a través del análisis cualitativo, y el abordaje de las ciencias exactas 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).

### **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

### **Marco muestral**

Para el desarrollo del análisis cualitativo, 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 (Otzen y Manterola 2017, 30), mediante el uso de entrevistas estructuradas, enmarcadas en un cuestionario, con preguntas cerradas y abiertas determinadas previamente, (Folgueiras s/a) citado por Montalvo Terán (2021, 13), enfocadas en obtener respuestas sobre los factores climáticos y socioeconómicos que afectan al rendimiento del rubro agrícola, y que “se aplican de forma rígida a todos los sujetos del estudio” (Díaz-Bravo *et al.* 2013, 163). Cabe destacar que, las entrevistas fueron

definidas con anticipación, y en función de las actividades de trabajo de la población local (FAO 2009, 43-4).

Las técnicas de muestreo no probabilístico (Pérez et al. (2016, 37) y Otzen y Manterola (2017, 230) citados por Pinzón Colmenares (2019, 46) utilizadas en el estudio son:

a) **Muestreo intencional**, que permite definir las características de la población objetivo, limitando la muestra solo a los casos que cumplieran con ciertos criterios de selección: 1) Tener más de 18 años de edad; 2) Ser agricultor y/o productor de maíz duro amarillo; y, 3) Disponibilidad para formar parte del estudio, de acuerdo a base de datos facilitada por la Mancomunidad del Bosque Seco (MBS), seleccionando únicamente a los productores de maíz de ambos cantones (Otzen y Manterola 2017, 230).

b) **Muestreo por conveniencia**, que permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos, basado 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, con base a la accesibilidad y proximidad de los entrevistados, los cuales eran productores maiceros de los cantones de Pindal y Zapotillo, y cuyos datos fueron facilitados por la MBS.

c) **Muestreo accidental o consecutivo**, mediante el cual se eligió a otros agricultores de la zona cuya disponibilidad era factible mientras se realizaban las entrevistas de muestreo intencional y por conveniencia. “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). Con ello, 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), la eficiencia de trabajar con un reducido número de encuestados, considerados representativos de la población objetivo, y, considerando que el estudio cualitativo se constituye en una aproximación de la problemática climática actual.

## **Cuestionario para entrevistas estructuradas**

El cuestionario para las entrevistas estructuradas 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. El documento fue conformado por 7 bloques de información, cuyo fin fue facilitar la descripción de aquellos factores, tanto climáticos: 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, exhibiendo los siguientes indicadores:

### **Indicadores para caracterizar al productor de maíz**

- Edad promedio de los productores
- Participación por género (hombre-mujer)
- Organización social

### **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 (\$/q)
- Tipo de sistema de producción

## Metodología para el cálculo del riesgo climático

Para la presente investigación, se utilizó el modelo matemático detallado en el V Informe de Evaluación del IPCC (WGII AR5) y adoptado por 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 2019, denominado *Evaluación de Riesgo Climático Actual y Futuro* (EC MAG-MAE-FAO 2019, 12):

$$\text{Riesgo climático} = \text{Amenaza} * \text{Exposición} * \text{Índice de Vulnerabilidad} \quad (1)$$

$$\text{Riesgo climático} = \text{Amenaza} * \text{Exposición} * \left( \frac{\text{Sensibilidad}}{\text{Capacidad Adaptativa}} \right) \quad (2)$$

Esta metodología 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 analizada bajo dos dimensiones: ambiental y socioeconómica.

**Dimensión ambiental**, que considera las condiciones y características biofísicas existentes en los cantones de Zapotillo y Pindal, con un nivel de 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 esta dimensión, 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 denominó como porcentaje de cobertura.

**Dimensión socioeconómica**, que 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. 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.

## Índices para evaluación de amenaza climática

Las amenazas climáticas consideradas para el análisis de riesgo climático fueron: a) Sequía; y, b) Lluvias intensas. La Tabla 1, muestra los índices considerados para la evaluación del riesgo climático.

**Tabla 1**

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

| Amenaza climática | Índice           | Descripción                                                                                                                    |
|-------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sequía            | CDD (# días/mes) | Mayor número de días secos consecutivos en un mes                                                                              |
|                   | SPI (mm/mes)     | Índice de Precipitación Estandarizado mensual                                                                                  |
| Lluvias intensas  | 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)

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, desarrollada en forma conjunta por el MAE e INAMHI (MAE 2017, 403) a partir de los datos observados de precipitación y temperaturas máximas y mínimas, disponibles y confiables de las estaciones hidrometeorológicas a nivel nacional.

Una vez 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), con el fin de transformar los valores de las variables medidas en una escala homogénea, en un rango de 0 (mínimo) a 1 (máximo). 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 (muy baja – baja – moderada – alta – muy alta), 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).

## Índice de exposición

Se analizaron los elementos expuestos de las dimensiones analizadas, ambiental y socioeconómica:

Dimensión ambiental: considerando el porcentaje de cobertura (EC MAG-MAE-FAO 2019, 6) a aquellas 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).

Dimensión socioeconómica: el índice de producción individual, se consideró como 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

Para el procesamiento de los datos, se consideró como universo estadístico, 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). Las Tablas 2 y 3 muestran la valoración de los niveles de exposición considerados en cada parroquia para las dimensiones ambiental y socioeconómica, respectivamente.

**Tabla 2**

Niveles de exposición para la dimensión ambiental

| <b>Categoría</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                   |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muy Baja (1)     | Cobertura de maíz es mínima en relación a otras parroquias, reflejando una menor exposición a eventos climáticos.    |
| Baja (2)         | Parroquias con mayor cobertura de maíz, sin demostrar una vocación productiva, por lo que tiene una baja exposición. |
| Moderada (3)     | Parroquias con mayor cobertura más significativa de maíz, por lo que está más expuesta a eventos climáticos.         |
| Alta (4)         | Parroquias con mayor predominancia de cobertura de maíz, exhibiendo condiciones de exposición alta.                  |
| Muy Alta (5)     | Parroquias con cobertura de maíz muy significativa y predominancia del cultivo; muy alta exposición a eventos.       |

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019)

**Tabla 3**

Niveles de exposición para dimensión socioeconómica

| Categoría    | Descripción                                                                                                       |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muy Baja (1) | Parroquias con gran producción de maíz por productor, sobrepasando la media cantonal.                             |
| Baja (2)     | Parroquias con alto índice de producción individual del cultivo, por sobre la media del valor cantonal.           |
| Moderada (3) | Parroquias con moderado índice de producción individual del cultivo, alrededor de la media del valor cantonal.    |
| Alta (4)     | Parroquias con baja producción de maíz por productor, por debajo de la media del valor cantonal.                  |
| Muy Alta (5) | Parroquias con el valor mínimo de índice de producción individual, muy por debajo de la media del valor cantonal. |

Fuente: (EC MAG-MAE-FAO 2019)

**Índice de sensibilidad**

Fueron considerados aquellos indicadores que definían con mayor claridad las características, cualidades y peculiaridades del sistema productivo del maíz duro amarillo para ambos cantones, que le otorgaban mayor susceptibilidad al sistema productivo y a los sistemas naturales y humanos frente a eventos asociados a la variabilidad climática. Los indicadores considerados para cada dimensión se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4**

Indicadores de sensibilidad

| Dimensión      | Amenaza          | Indicador                         |
|----------------|------------------|-----------------------------------|
| Ambiental      | Sequía           | Capacidad de uso del suelo        |
|                |                  | Degradación                       |
|                |                  | Deforestación                     |
|                | Lluvias intensas | Capacidad del uso del suelo       |
|                |                  | Degradación                       |
|                |                  | Promedio de inundación parroquial |
| Socioeconómica | Sequía           | Población migrante masculina      |
|                |                  | Población agricultora y ganadera  |
|                |                  | Nivel de pobreza por consumo      |
|                |                  | Tasa de dependencia por edad      |
|                |                  | Tasa de analfabetismo funcional   |

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| Lluvias<br>intensas | Promedio de inundación parroquial |
|                     | Déficit habitacional cualitativo  |
|                     | Población migrante masculina      |
|                     | Nivel de pobreza por consumo      |
|                     | Tasa de dependencia por edad      |
|                     | Tasa de analfabetismo funcional   |

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

Al igual que para el índice de exposición, para el índice de sensibilidad se genera una escala de valores del 1 al 5 (muy baja – baja – moderada – alta – muy alta), en relación a la sensibilidad del elemento expuesto, frente a la ocurrencia de eventos climáticos como la sequía y las lluvias intensas. Para la dimensión ambiental se considera la probabilidad de las parroquias con cultivos de maíz de sufrir impactos por sus condiciones biofísicas y de uso, y para la dimensión socioeconómica se considera la sensibilidad del índice de producción individual de maíz a sufrir pérdidas frente a eventos climáticos (sequía y lluvias intensas) debido a las condiciones socioeconómicas de los productores.

### Índice de capacidad adaptativa

Se consideró 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. 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 la Tabla 5, son:

**Tabla 5**  
Indicadores de capacidad adaptativa

| Dimensión | Amenaza             | Indicador                       |
|-----------|---------------------|---------------------------------|
| Ambiental | Sequía              | Infraestructura multipropósito  |
|           |                     | Cobertura de riesgo             |
|           |                     | Cobertura de vegetación natural |
|           |                     | Índice de red hídrica           |
|           | Lluvias<br>intensas | Infraestructura multipropósito  |
|           |                     | Cobertura de vegetación natural |
|           |                     | Velocidad de infiltración       |

|                |                     |                                                   |
|----------------|---------------------|---------------------------------------------------|
| Socioeconómica | Sequía              | Índice de red hídrica                             |
|                |                     | Cobertura de riego                                |
|                |                     | Cobertura de vegetación natural                   |
|                |                     | Índice de red vial                                |
|                |                     | Herramientas de planificación de cambio climático |
|                |                     | Cobertura móvil por parroquia                     |
|                | Lluvias<br>intensas | Cobertura multipropósito                          |
|                |                     | Cobertura de vegetación natural                   |
|                |                     | Índice de red vial                                |
|                |                     | Herramientas de planificación de cambio climático |
|                |                     | Cobertura móvil por parroquia                     |
|                |                     | Disponibilidad de pronósticos del clima           |

La valoración del nivel de riesgo asociado a este índice en la dimensión ambiental se realiza considerando la capacidad adaptativa ante eventos climáticos adversos, debido a las condiciones biofísicas de cobertura natural e hídrica, infraestructura de riego y drenaje, y el acceso a programas ambientales. En la dimensión socioeconómica se evalúa la afectación al índice de producción individual de maíz en la parroquia ocasionada por eventos climáticos adversos debido a la capacidad adaptativa, considerando las condiciones socioeconómicas de los productores.

### **Índice de vulnerabilidad**

Con base a la definición del 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”, y la descrita 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.

Como parte del proceso de validación del modelo usado por FAO 2018, 29, los indicadores de sensibilidad climática y capacidad adaptativa considerados, fueron identificados, levantados, procesados y validados a partir de estudios e información estadística y técnica de instituciones públicas tales como MAG, MAAE, IGM, INEC, ARCOTEL, Superintendencia de Bancos y Seguros, INAMHI,

entre otros, que permitan comprender la vulnerabilidad del sistema considerando tres criterios de priorización:

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

### **Tratamiento estadístico de datos**

Debido a que los indicadores utilizados en el 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. Considerando el número y heterogeneidad de los datos obtenidos se los clasificó de la siguiente manera:

*Indicadores:* son los datos brutos levantados con un nivel de desagregación parroquial, que describen las características intrínsecas de la evaluación.

*Índices:* 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) normalizados de forma categórica en un rango del 1 al 5.

*Factor:* Valor normalizado que resulta de la operación aritmética entre índices.

*Normalización métrica:* que consistió 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 indicadores asociados de manera positiva a la vulnerabilidad o riesgo climático, como el porcentaje de cobertura de maíz/parroquia, se utilizó la siguiente fórmula:

$$X_{i,0 a 1} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3)$$

Para indicadores asociados de manera negativa a la vulnerabilidad, como la cobertura de riesgo estatal, se utilizó la siguiente fórmula:

$$X_{i,0 a 1} = \frac{X_{max} - X_i}{X_{max} - X_{min}} \quad (4)$$

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

(EC MAG-MAE-FAO 2019, 19).

*Normalización categórica:* Los valores normalizados de forma métrica fueron sometidos a un segundo procedimiento de normalización con el fin de que cada uno asuma el valor correspondiente a la categoría que pertenece. Con base 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. La fórmula usada para la densidad de probabilidad de la distribución Beta es:

$$f(z) = \frac{z^{a-1}(1-z)^{b-1}dx}{B(a,b)}, 0 < z < 1 \quad a, b > 0 \quad (5)$$

Donde:

$$B(a,b) = \int_0^1 x^{a-1}(1-x)^{b-1}dx \quad (6)$$

Los parámetros a y b pueden estimarse a partir del siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} (1-y)a - yb &= 0, \\ (y-m)a - mb &= m - y \end{aligned} \quad (7)$$

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

$$m = s_y^2 + y^2 \quad (8)$$

En esta ecuación  $s_y^2$  es la varianza de los indicadores compuestos.

De estas ecuaciones se obtienen como intervalos lineales (0, z1), (z1, z2), (z2, z3), (z4, z5), 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, de acuerdo a la Tabla 6.

**Tabla 6**

Categorización de variables

| 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)

### Cálculo de índices de sensibilidad y capacidad adaptativa

A fin de cuantificar el factor de vulnerabilidad para cada parroquia dentro de cada dimensión se desarrolla el cálculo de índices respectivos a través de las siguientes ecuaciones:

$$ISEp = w_1Sp_1 + w_2Sp_2 + \dots + w_mSp_m \quad (9)$$

Donde:

*ISEp*: Índice de sensibilidad parroquial

- *w*: Peso asignado a cada indicador
- *Sp*: Valor normalizado (métricamente) de cada indicador.
- *p*: Identificador de parroquia

De igual manera, el índice de capacidad adaptativa se determina a través de:

$$ICAp = w_1CAp_1 + w_2CAp_2 + \dots + w_mCAp_m \quad (10)$$

Donde:

- *ICAp*: Índice de capacidad adaptativa parroquial
- *w*: Peso asignado a cada indicador
- *CAp*: Valor normalizado (métricamente) de cada indicador.

El peso de cada indicador se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$w_i = \frac{\sqrt{\sigma_i^2}}{\sum_{i=1}^m \sqrt{\sigma_i^2}} \quad (11)$$

Donde:

- $w$ : Valor entre 0 y 1 asignado a cada indicador  $i$ . Sumatoria es siempre igual a 1.
- $\sigma^2$ : varianza de los valores del indicador  $i$ .
- $m$ : número de indicadores considerados.

### ***Factor de vulnerabilidad y 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, como en la siguiente ecuación:

$$\overline{FV_{a,p}} = \frac{\overline{ISE_p}}{\overline{ICA_p}} \quad (12)$$

Donde:

- $\overline{FV_{a,p}}$ : Valor normalizado del factor de vulnerabilidad
- $\overline{ISE_p}$ : Valor normalizado del índice de sensibilidad
- $\overline{ICA_p}$ : Valor normalizado del índice de capacidad adaptativa.

Finalmente, con el valor normalizado del factor de vulnerabilidad, 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:

$$RC_{a,p} = \overline{AC_{a,p}} \times \overline{EX_p} \times \overline{FV_{a,p}} \quad (13)$$

Donde:

- $RC_{a,p}$ : valor resultante para el riesgo climático
- $\overline{AC_{a,p}}$ : valor normalizado para la amenaza climática
- $\overline{EX_p}$ : Valor normalizado de la exposición

- $\overline{FV_{a,p}}$ : Valor normalizado del factor de vulnerabilidad
- a: Identificador de amenaza climática (1 sequía, 2 lluvias intensas).

### ***Riesgo climático total***

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:

$$RC_T = RC_A(W_A) + RC_S(W_S) \quad (14)$$

Donde:

- RCT = Riesgo climático total
- RCA= Riesgo climático ambiental
- WA= Peso otorgado al riesgo climático ambiental (RCA)
- RCS= Riesgo climático socioeconómico
- WS= Peso otorgado al riesgo climático socioeconómico (RCS)

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.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados alcanzados mediante los dos enfoques metodológicos: a) enfoque cualitativo, para captar la percepción de los agricultores respecto a las amenazas climáticas y los factores socioeconómicos que influyen en el cultivo; y, b) enfoque cuantitativo con los resultados del riesgo climático con base a una definida batería de indicadores, son presentados a continuación:

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

Los resultados obtenidos a través de las entrevistas estructuradas dirigidas a los productores de maíz duro amarillo de los dos cantones, son abordadas a continuación de manera general:

## **Caracterización de los productores de maíz**

### **Edad promedio del agricultor**

La mayoría de productores entrevistados promedian los 50 años de edad, con un rango de edad entre 40 a 60 años, el 80%. Estos datos reflejaron una tendencia a la presentada por otros estudios (Pinzón Colmenares 2019, 92-3; Palacio Ludeña 2014, 5), y que demuestra un problema socioeconómico de la zona, que es “el abandono del campo por parte de la población joven” (Ortega Ortega 2015, 54).

### **Participación por género**

El estudio reflejó una mayor participación de hombres (80%) en las actividades culturales, que mujeres (20%), datos que pueden ser comparados con los expresados por Palacio Ludeña (2014, 25) y Ortega Ortega (2015, 55), que establecen que el 86,3 % y el 90 % de productores maiceros en Pindal, son hombres. Es importante señalar que, las actividades a las que mayoritariamente se enfocan las mujeres son la cosecha y las actividades domésticas (Pacheco Subía y Silva Rubio 2012, 48). En otros casos, la migración masculina obliga a las mujeres a hacerse cargo.

## **Caracterización de la producción de maíz**

### **Superficie destinada la producción**

Basados en las entrevistas estructuradas a productores de los dos cantones, existe una mayor área de cultivo de este rubro en Pindal (5,625 ha.), en comparación de Zapotillo (5,33 ha.); estos datos son afines a los establecidos por Palacio Ludeña (2014, 30), el cual hace mención a un promedio de 6,09 para el cantón Pindal. Estos valores pueden ser correlacionados con los presentados por MAG-CGINA-DGGA, 2019.

### **Variedad de semilla**

Las semillas más utilizadas por los agricultores entrevistados corresponden a Dekalb 7088 (40%), Triunfo 6000 (35 %) y Pioneer 30k75 (15 %); las variedades Insignia 105 y Dow 604 poseen una participación del 5 %, respectivamente. El uso más frecuente de estos materiales genéticos es debido al rendimiento productivo, que puede sobrepasar las 7,16 Tm/ha, legando inclusive a las 12,72 Tm/ha (Zari Arévalo 2014, 8). Cabe considerar que estos rendimientos son alcanzados gracias a un paquete tecnológico que lo respalda.

### **Rendimiento del cultivo**

Los rendimientos promedio reflejados por los agricultores entrevistados fueron de 9,55 Tm/ha (Pindal) y 9,67 Tm/ha (Zapotillo), demostrando una ligera productividad mayor para el grupo de agricultores de este último cantón, y superior a la reportada por MAG (2019) correspondientes a la provincias y a cada uno de los cantones del estudio.

### **Costos de producción (\$/ha)**

Los costos de producción promedio para la producción de maíz duro, de acuerdo al grupo entrevistado, puede ascender a \$1.272 / ha., en Paltas, y a \$1.331,25 / ha., en Zapotillo. Estos valores se alinearon a los reportados por MAGAP citado por Zárate Montalvo (2010) y al valor promedio descrito por Ortega Ortega (2015, 21).

### **Acceso a riego**

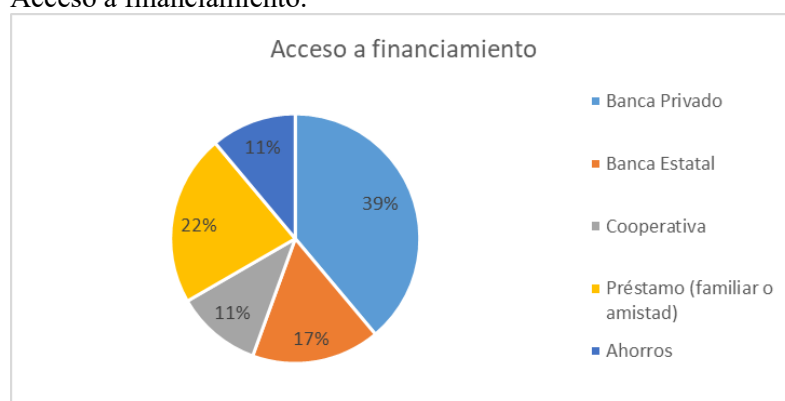
Aproximadamente, el 70% de los agricultores entrevistados, carece de acceso agua para riego, a diferencia del 30% que si cuenta con este servicio. Estos valores no pudieron ser contrastados a los reportados en los PDOT 2019 de los GAD Pindal (1,05% de acceso) y Zapotillo (1,32%).

### **Acceso a financiamiento**

Respecto a las facilidades de acceso a financiamiento para los agricultores, de los 20 entrevistados, el 33% mencionó que no accede a ningún tipo de financiamiento, llámese financiamiento público, privado, de la economía popular; este grupo recurre a amistades (22%) y ahorros personales y familiares (11%). El 67% de entrevistados que acceden a crédito lo hacen a través de la banca privada (39%), pública (17%) y cooperativas (11%) (Figura 1). Esta tendencia es similar a la registrada por Palacio Ludeña (2014, 19-20). En ambos cantones, BanEcuador es la entidad financiera estatal disponible; mientras que del sector 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).

**Figura 1**

Acceso a financiamiento.



### Factores climáticos que afectan el rendimiento

Del grupo de agricultores entrevistados de los cantones Zapotillo y Pindal, el 90% consideraron la sequía como la mayor amenaza para la producción del maíz duro en la zona. Este resultado tiene una correlación fuerte con los resultados alcanzados de acceso al agua para riego (< 2% del área).

### Número de cosechas al año

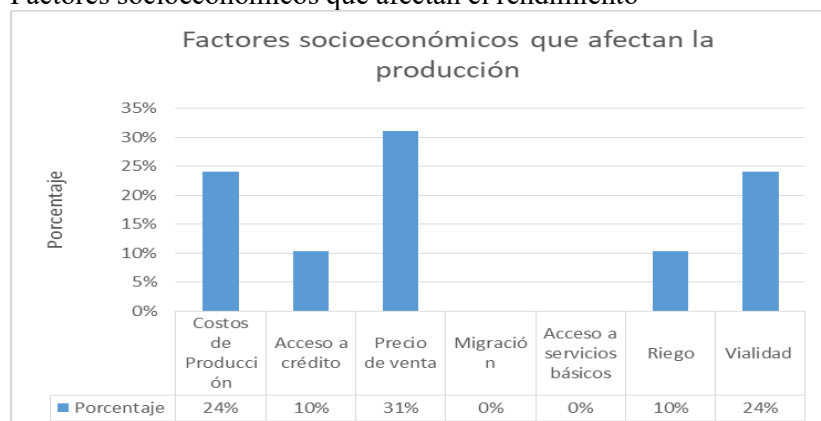
De 20 agricultores entrevistados, 15 afirmaron que solamente cuentan con la capacidad para producir 1 cosecha al año, es de decir el 75% de entrevistados. Los resultados de acceso al riego, reflejan tener una fuerte correlación con este factor.

### Factores socioeconómicos que afectan el rendimiento

En la Figura 2, se reflejan los principales factores socioeconómicos que afectan la producción del maíz duro en los dos cantones, siendo el precio de venta (31%), los costos de producción (24%) y los costos atados al efecto de la vialidad (24%). Otros factores son el acceso a crédito (10%) y riego (10%). Los resultados hacen referencia al incremento de los insumos productivos y el transporte, los cuales tienden a elevarse progresivamente.

**Figura 2**

Factores socioeconómicos que afectan el rendimiento



### Contribución de las actividades culturales agrícolas al costo de producción total

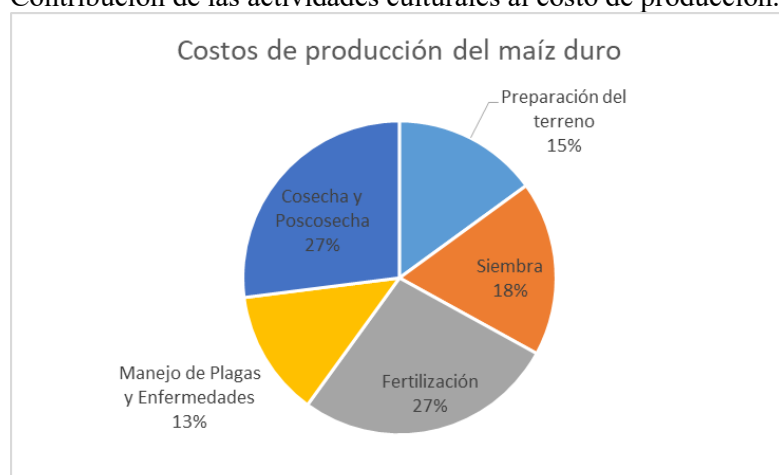
En la Figura 3, se observan aquellas actividades culturales del cultivo que mayores costos de producción generan a los productores entrevistados de Pindal y Zapotillo. Las actividades de cosecha y postcosecha, y de fertilización (27% cada una), son los rubros que mayores costos generan a los productores. Le siguen las actividades de siembra, preparación del terreno y el manejo de plagas y enfermedades.

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

Según el 60% de los entrevistados, el precio promedio del quintal de maíz duro es de \$13,00 dólares; mientras que, el 25% respondió que recibe un precio promedio por quintal de \$14,00, y el 15% recibe hasta \$15,00 dólares por quintal. Estos datos son comparables con los descritos por Ortega Ortega (2015, 68); mientras que, según Zárate Montalvo (2010, 46), el precio promedio para 2009 fue de \$10,23/qq.

**Figura 3**

Contribución de las actividades culturales al costo de producción.



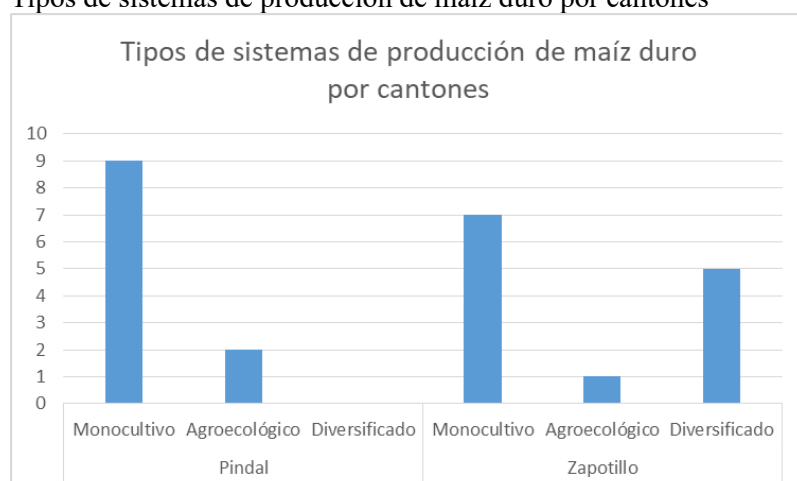
### Tipo de sistema de producción

El porcentaje de respuestas sobre los tipos de sistemas productivos de maíz desarrollados en las fincas de los dos cantones, y abordados en la entrevista fueron:

a) monocultivo (67%); b) agroecológico (13%); y, c) diversificado (21%). Por otro lado, cuatro de los entrevistados señalaron que desarrollan sistemas de producción combinados, monocultivo – agroecológico y monocultivo – diversificado. Con esto se infirió que, los productores desarrollan varias técnicas de producción, y dejando cierta área de la finca para el sustento de la familia, el cual es producido en base a técnicas productivas agrobiodiversas y diversificadas.

**Figura 4**

Tipos de sistemas de producción de maíz duro por cantones



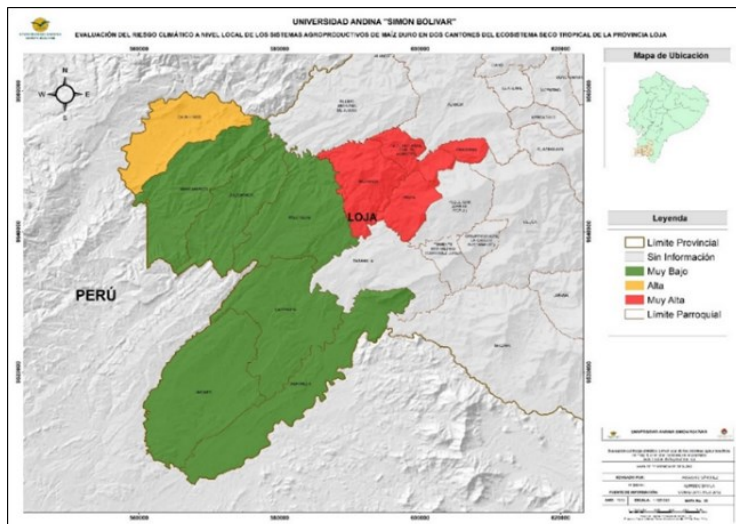
En este mismo sentido, y haciendo una desagregación por cantón, se obtuvo una mayor incidencia de sistemas bajo monocultivo en Pindal, que en Zapotillo; mientras que los sistemas agroecológicos y diversificados son más frecuentes en Zapotillo que en Pindal (Figura 4).

### Cuantificación del riesgo climático

#### *Amenaza de sequía*

Previo al análisis de la amenaza a la sequía, es necesario realizar un análisis considerando los indicadores normalizado de precipitación (SPI) y aumento de días secos consecutivos (CDD), bajo una metodología de análisis de desviación de precipitación con respecto a la normal, con datos correspondientes a un período de al menos 30 años, en los cuales se ha registrado una reducción de los regímenes de precipitación y aumento de días secos consecutivos (FAO 2018, 262 - 3), en los cantones del suroccidente de la provincia de Loja. Similar comportamiento es observable en el análisis de amenazas para la sequía de Pindal y Zapotillo del presente estudio, con las parroquias del cantón Pindal con índices Muy Altos (5 – rojo) de amenaza, y las parroquias de Zapotillo con nivel Muy Bajos (1 – verde oscuro) (Figura 5), a excepción de la parroquia Cazaderos, con un índice Alto (4 – anaranjado) a la sequía.

**Figura 5**  
Mapa de amenazas a sequías.



Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012, IGM)

### ***Amenaza de lluvias intensas***

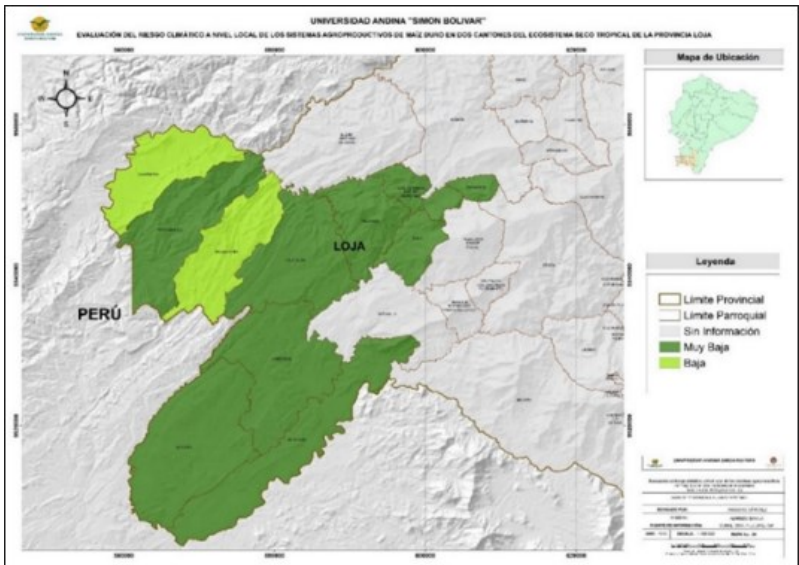
Al igual que en el caso de la amenaza a sequías, es necesario analizar la amenaza a lluvias intensas, considerando el indicador normalizado de precipitación (SPI), bajo una metodología de análisis de desviación de precipitación con respecto a la normal (FAO 2018, 262), el cual nos permite corroborar que el patrón de amenaza tiende a ser Bajo y Muy Bajo en los cantones (Figura 6).

### ***Dimensión Ambiental***

#### **Exposición**

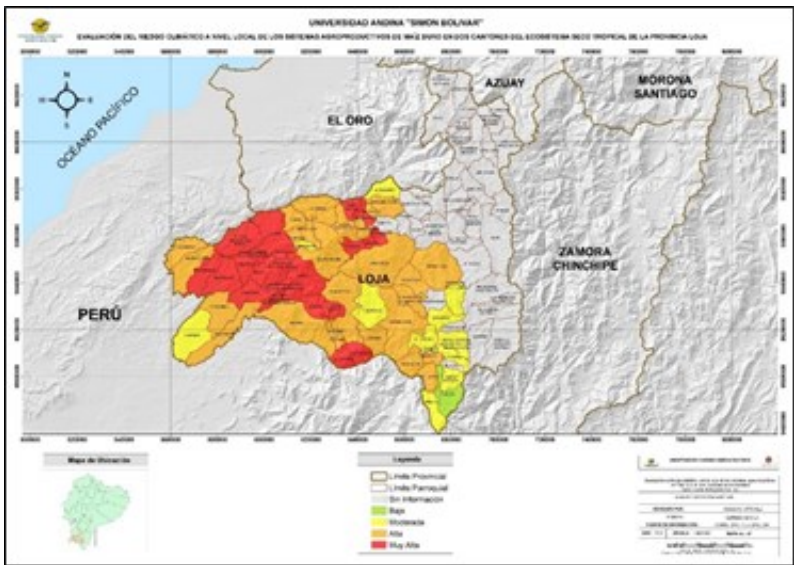
La exposición se refleja como la mayor o menor cobertura de maíz duro (área sembrada). En este sentido, en la Figura 7 se muestran las parroquias de la provincia de Loja con mayor exposición, ubicadas en la parte occidental de la zona maicera de la provincia, entre las que están también las parroquias de los cantones Pindal y Zapotillo.

**Figura 6**  
 Mapa de amenaza a lluvias intensas



Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012, IGM)

**Figura 7**  
 Mapa de exposición ambiental.



Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM)

### Riesgo climático a sequías

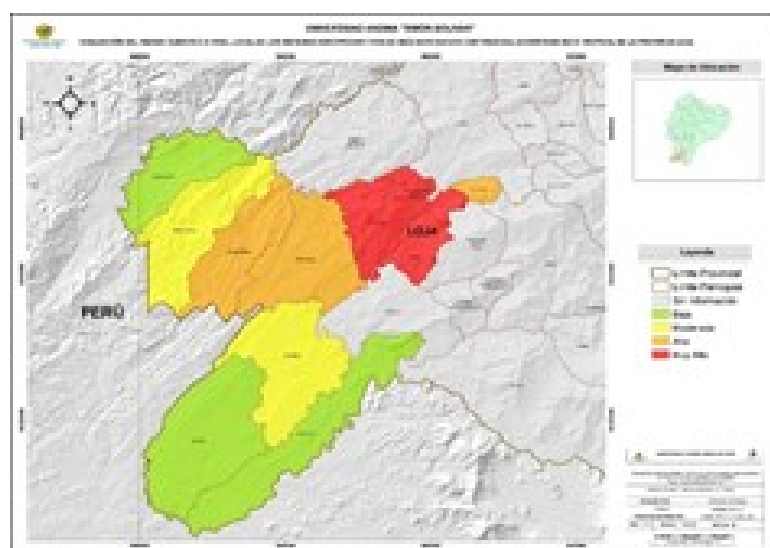
El índice de riesgo climático es el resultado del cálculo de los indicadores de sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad, desagregados a un nivel parroquial. Como se observa en la Tabla 7, las parroquias con una alta exposición (% cobertura del cultivo), y un índice de amenaza Muy Alto (5 – rojo) y Alto (4 – anaranjado), pudiendo reflejar una baja resiliencia y/o capacidad adaptativa, lo que resulta en una alta vulnerabilidad a dicha amenaza climática, en este caso las sequías, debido

principalmente a una escasa infraestructura, pocas o ninguna aplicación de normativas de conservación, disponibilidad de servicios ecosistémicos, entre otros. Este mismo análisis se puede realizar a la inversa también, considerando los factores antes descritos. En la Tabla 7 y la Figura 8 se puede observar que, las parroquias de Pindal se encuentran en niveles de riesgo entre Muy Alto y Alto; mientras que, las parroquias de Zapotillo exhiben niveles de riesgo climático a la sequía, entre Moderados (3 – amarillo) y Bajos (2 – verde claro).

**Tabla 7**  
Índice de riesgo climático ambiental a sequías

| Cantón    | Parroquia   | Amenaza | Exposición | Vulnerabilidad | Riesgo 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              |
|           | 12Diciembre | 5       | 5          | 4              | 5              |
|           | Milagros    | 5       | 5          | 3              | 5              |

**Figura 8**  
Mapa de riesgo climático ambiental a sequías



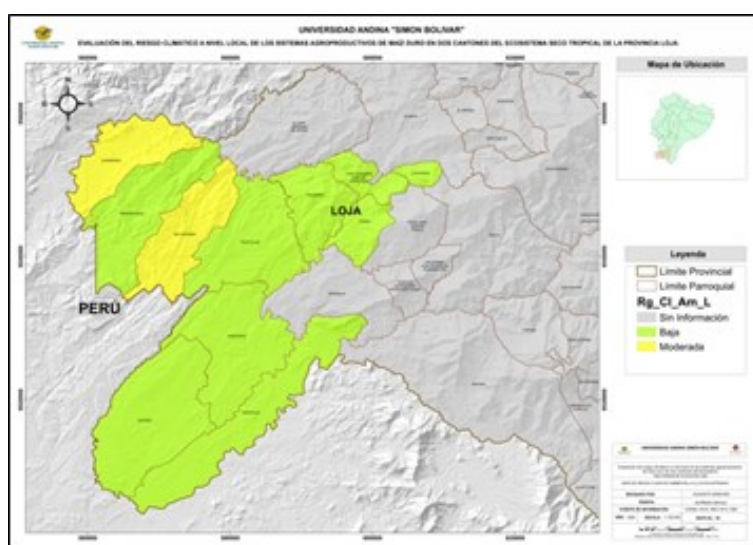
. Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM)

## Riesgo climático a lluvias intensas

En la Figura 9, se puede apreciar que el índice de riesgo climático a lluvias intensas para las parroquias de ambos cantones se encuentra entre Moderado (3 – amarillo) y Bajo (2 – verde claro); cabe considerar que en este caso, la Amenaza a lluvias intensas se encuentra entre Bajo y Muy Bajo (Figura 6), mientras que los indicadores de capacidad adaptativa, tales como: cobertura vegetal, y principalmente capacidad de infiltración en el suelo (suelos arcillo limosos y franco arcillo limosos), le confieren una mejor resiliencia.

### Figura 9

Mapa de riesgo climático a lluvias intensas.



Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM).

## Dimensión Socioeconómica

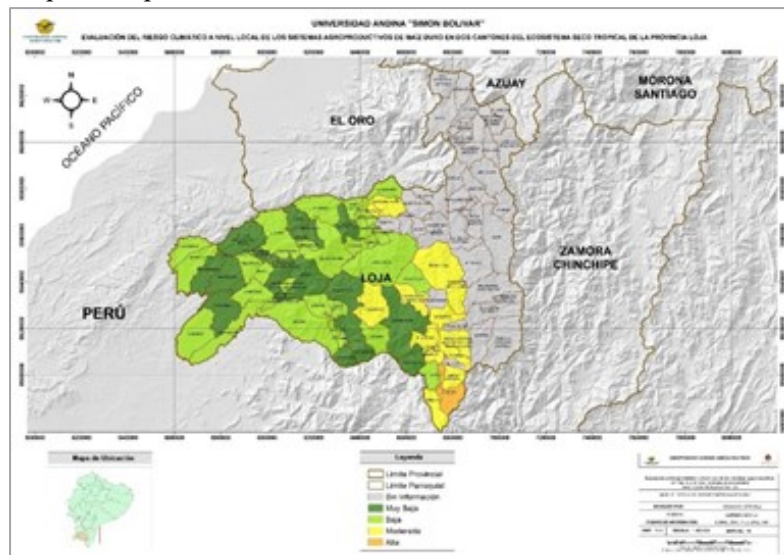
### Exposición

La exposición es considerada como la capacidad productiva de maíz por productor. El análisis previo desarrollado fue el de establecer rangos de índices productivos individuales, que corresponden a relacionar la producción de maíz para el número de productores registrados por parroquia. En la Figura 10 se muestran las parroquias de la provincia de Loja con mayor exposición socioeconómica, observando que en el caso de las parroquias de Pindal y Zapotillo, los niveles de exposición se encuentran en los rangos entre Bajo (2) y Muy Bajo (1), denotando la vocación maicera, cuyas medias superan el promedio provincial. Este análisis de rangos e índices permitió inferir dos cosas en las parroquias de Pindal y Zapotillo:

a) los rendimientos por productor son mayores; y, b) cada productor dispone de mayores áreas de producción, lo que les confiere una mayor resiliencia.

**Figura 10**

Mapa de exposición socioeconómica.



Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM)

### Riesgo climático a sequías

En la Tabla 8, se observa que las parroquias de Pindal reflejan una mayor amenaza a la sequía (Muy Alta y Alta), al igual que la parroquia Cazaderos (Alta), a diferencia del resto de parroquias de Zapotillo (Muy Baja). La exposición se ubica entre Baja y Muy Baja para todas las parroquias, lo cual denota que la mayoría de los productores cuentan con unidades productivas mayores a la media provincial (15,41 Tm/productor), y que a su vez incide en índices de vulnerabilidad Bajos, resultando en índices de riesgo climático socioeconómicos Bajos (2) y Moderados (3) (Figura 11).

**Tabla 8**

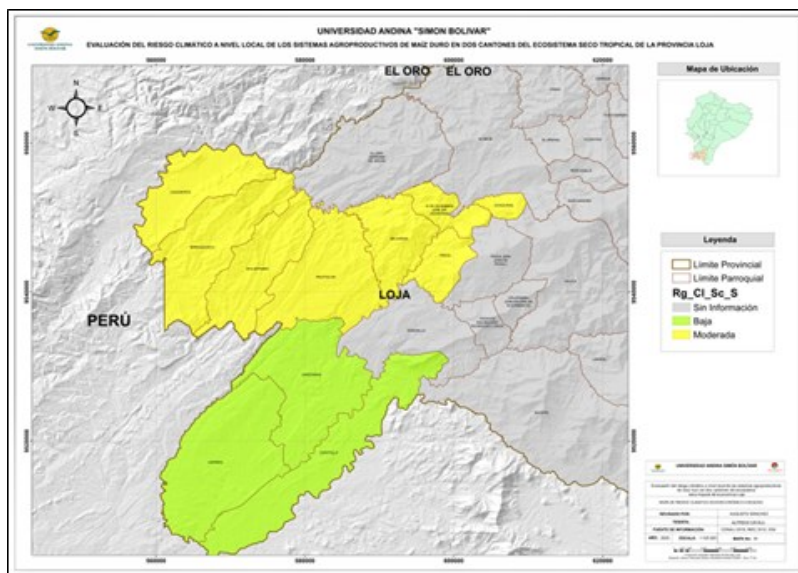
Índice de riesgo climático a sequías

| 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 |

**Figura 11**

Mapa de riesgo climático socioeconómico a sequías.



Fuente: (CONALI 2018), (INEC 2012), (IGM).

### Riesgo climático a lluvias intensas

En la Tabla 9, se puede apreciar que el índice de riesgo climático socioeconómico a lluvias intensas para las parroquias de ambos cantones se encuentra entre Moderado (3 - amarillo) y Bajo (2 – verde claro), cuya explicación radica en una alta y moderada capacidad adaptativa, lo que reduce los índices de vulnerabilidad de las parroquias de ambos cantones.

**Tabla 9**

Índice de riesgo climático 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                |
|           | Limones    | 1       | 2          | 1                        | 2                |
|           | Paletillas | 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 |

## CONCLUSIONES

Las parroquias con mayor índice de riesgo a la sequía fueron Pindal, 12 de Diciembre y Milagros, del cantón Pindal, con una calificación de Muy Alto (5 – color rojo). La parroquia Chaquinal, también de Pindal, y las parroquias Paletillas y Bolaspamba de Zapotillo, presentaron un índice de riesgo frente a la sequía Alto (4 – color anaranjado); mientras que, las parroquias de Mangahurco y Garzareal presentaron un riesgo Moderado (3 – color amarillo). Según el análisis, el 92,7% de la superficie del cantón Pindal presenta un nivel de riesgo Muy Alto, mientras que el 55,3% de la superficie de Zapotillo, demostraría un riesgo asociado a la sequía entre Alto y Moderado.

La estimación del riesgo climático ambiental actual a las lluvias intensas tendió a ubicarse entre Moderado (3 – color amarillo), en las parroquias de Bolaspamba y Cazaderos, lo que representa el 20,23 % de la superficie del cantón Zapotillo. El índice de riesgo climático a lluvias intensas fue Bajo (2 – color verde claro) en el resto de parroquias de Zapotillo y Pindal.

El análisis del riesgo climático socioeconómico actual a las sequías reflejó que el 100% de las parroquias de Pindal, y la mitad de las parroquias de Zapotillo (Cazaderos, Bolaspamba, Paletillas y Mangahurco) presentan un índice Moderado (3 – color amarillo), mientras que Zapotillo, Garza Real y Limones demostraron un índice Bajo (2 – color verde claro). En este punto, es factible reconocer que existe una tendencia directamente proporcional entre las parroquias que reflejan niveles de riesgo climático a las sequías, tanto en la dimensión ambiental como en la socioeconómica, con índices de riesgo desde Muy Alto a Moderado. Basados en este análisis, se puede inferir que las áreas productivas de maíz duro con mayor riesgo ambiental a sequías, demuestran un mayor riesgo socioeconómico, afectando la producción por productor.

La mayoría de parroquias de Pindal y Zapotillo presentaron niveles Bajo (2 – color verde claro) de riesgo socioeconómico a lluvias intensas, a excepción de Bolaspamba y Cazaderos que tuvieron un

riesgo Moderado (3 – color amarillo). Comparando el resultado para las dos dimensiones, ambiental y socioeconómico, del riesgo climático a lluvias intensas, se observa una fuerte correlación entre los resultados. A pesar de reflejar bajos índices de riesgo climático a las lluvias intensas, es importante mencionar que, las lluvias intensas pueden ocasionar afectaciones al ciclo productivo del rubro del maíz duro.

El 80% de los productores entrevistados en los dos cantones son mayores de 40 años, siendo el 80% de género masculino. El 45% de los entrevistados pertenecen a una organización social o asociación de productores de maíz. Los productores entrevistados son en su mayoría hombres y adultos, que suelen ser susceptibles de las variaciones del precio del rubro en el mercado, debido a su falta de organización. Analizando los datos levantados de las entrevistas realizadas en las parroquias de Pindal, con áreas productivas promedio de 5,625 ha. por productor, y con un riesgo climático ambiental actual a sequías Muy Alto y Alto, podríamos inferir que aquellos productores con áreas productivas menores, podrían ser susceptibles de sufrir prologados períodos de escasez de precipitaciones. Si a este análisis, agregamos que apenas el 30% dispone de acceso a agua para riego, y que más del 80% desarrollan un enfoque de monocultivo, se tiene como resultado que el potencial riesgo de afectación parcial o total es muy alto.

Considerando que, más del 80% de los productores entrevistados en Pindal, desarrollan sistemas productivos de maíz bajo un enfoque de monocultivo, y que de acuerdo al análisis de riesgo climático ambiental a sequías, estas mismas parroquias presentaron índices de riesgo entre Muy Alto y Alto, así como rango Moderados en el análisis de riesgo socioeconómico a sequías, se puede inferir que, a mayor área de cobertura de un cultivo único, como el monocultivo, el riesgo climático asociado a sequías es en general mucho mayor. Al contrario, de lo encontrado en las parroquias de Zapotillo, donde el enfoque de monocultivo alcanza el 54%, y los índices de riesgo climático a sequías no sobrepasan el rango Moderado.

El 90% de los agricultores entrevistados afirmó que el factor climático que más afecta a la producción del maíz duro, es la sequía. Si a esta percepción climática, se suman los análisis cuantitativos de riesgos climáticos asociados a la sequía, tanto ambiental como socioeconómica, que reflejaron niveles desde

Muy Altos a Moderados, es posible afirmar que, las sequías son las amenazas que más inciden en los sistemas maiceros de la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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>.

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).

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 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. 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>.

FAO. 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>.

FAO. 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).

- 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.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 adapatción 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).

Heifer Internacional - Mancomunidad del Bosque Seco. 2015. “Seres, sabores y saberes del maíz. Variedades y usos. La organización detrás el maíz”. Celica.

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>.

IPCC. 2014. *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros 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).

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>.

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).

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>.
- 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-Esteli* (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>.
- 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>.
- 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/INIAPEEPMEMORIASMAICERO SZONAANDINA1986p197.pdf>.
- 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>.
- 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>.