



TEKOHA HA  
AKÁRAPUÁ KATUIRÁ  
Motenondcha  
Ministerio del  
AMBIENTE Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE



TEKOATY HA MBA' EREREKOPY  
AKÁRAPU' ÁRÁ RAPE' APO  
Sambiyhita  
Secretaría  
TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN  
DEL DESARROLLO ECONÓMICO  
Y SOCIAL

Fundación  
**Avina**

**TETÁ REKUÁI**  
**GOBIERNO NACIONAL**

# EVIDENCIAS CIENTÍFICAS E IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EN EL DEPARTAMENTO DE

# CORDILLERA

### **Autores**

Benjamín Grassi  
Fabricio Vázquez  
Raquel Rodríguez

### **Producción general**

Ulises Lovera Gaona, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible  
Nora Clotilde Páez Ortiz, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible

Jorge González, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social  
Briham Piñáñez, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social  
Jéssica Servín, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social  
Mabel Cubilla, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social

Andrea Rodríguez, Fundación Avina  
Eduardo Rotela, Fundación Avina  
Paula Burt, Fundación Avina  
Paula Ellinger, Fundación Avina  
Virginia Scardamaglia, Fundación Avina

### **Maquetación**

Nathalia Rojas Balsevich

### **Aprobación del reporte por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible Agosto 2020**

Se permite la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación para propósitos académicos o sin fines de lucro, siempre y cuando la fuente sea citada inequívocamente.

### **Para citar la fuente**

Grassi, B., Vázquez, F. y Rodríguez, R. 2020: Evidencias científicas e impactos económicos del cambio climático en el departamento de Cordillera. MADES-STP. Asunción, Paraguay.



TEKOHA HA  
AKÁRAPUÁ KATUIRÁ  
Motenondcha  
Ministerio del  
AMBIENTE Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE



TEKOATY HA MBA' EREREKOPY  
AKÁRAPU' ÁRÁ RAPE' APO  
Sambityha  
Secretaría  
TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN  
DEL DESARROLLO ECONÓMICO  
Y SOCIAL

Fundación  
**Avina**

**TETÃ REKUÁI**  
**GOBIERNO NACIONAL**

# EVIDENCIAS CIENTÍFICAS E IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

## EN EL DEPARTAMENTO DE CORDILLERA

Consultores

**Benjamín Grassi**  
**Fabrizio Vázquez**  
**Raquel Rodríguez**

# AGRADECIMIENTOS

A las personas que aportaron mucho profesionalismo a este trabajo; Lic. Diana Benítez (FPUNA), Lic. Sergio Méndez (IB), Lic. Héctor López (DINAC), Lic. Alcides Domínguez (FPUNA), Ana Jara (SEN) y Arnaldo Rodríguez, entre otros. A la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH) de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC) por facilitar los datos meteorológicos que hicieron posible este estudio, como así también a la ITAIPÚ Binacional y al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a la Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP) por facilitar los datos hidrométricos. A la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP), a la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC) del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y a la Fundación Avina por la confianza y el soporte necesario.

El estudio *Evidencias científicas e impactos económicos del cambio climático en el departamento de Cordillera* fue realizado en el marco del proyecto “Fortaleciendo el rol de los Consejos Locales de Desarrollo para contribuir a la implementación de las NDC y el acceso a finanzas climáticas,” financiado por el Fondo Verde para el Clima, implementado por Fundación Avina y ejecutado en coordinación con la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social, y la Dirección Nacional de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible.

# ÍNDICE

<b>Agradecimientos</b>	<b>4</b>
<b>Índice</b>	<b>5</b>
<b>Siglas y abreviaturas</b>	<b>6</b>
<b>Resumen</b>	<b>7</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>Introducción</b>	<b>9</b>
<b>Marco Metodológico</b>	<b>10</b>
<b>1. Ubicación Geográfica</b>	<b>12</b>
<b>2. Características Biofísicas</b>	<b>13</b>
<b>3. Caracterización Climática</b>	<b>15</b>
3.1. Temperatura	17
3.2. Heladas	19
3.3. Precipitación	19
3.4. Tormentas	21
<b>4. Evidencias científicas del cambio climático</b>	<b>22</b>
4.1. Temperatura	22
4.2. Olas de calor	23
4.3. Sequías	23
4.4. Heladas	25
4.5. Precipitación	26
<b>5. Situación Socioeconómica y Vulnerabilidad Climática</b>	<b>30</b>
5.1. Demografía	30
5.2. Infraestructuras y transportes	31
5.3. Empleo, pobreza e ingresos	33
5.4. Programas sociales	36
5.5. Economía y producción	37
<b>6. Impactos Económicos del Cambio Climático</b>	<b>44</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>47</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>48</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>49</b>

# SIGLAS Y ABREVIATURAS

<b>°C</b>	Grado Celsius
<b>BCP</b>	Banco Central del Paraguay
<b>DGEEC</b>	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos
<b>DINAC</b>	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
<b>DMH</b>	Dirección de Meteorología e Hidrología
<b>ENOS</b>	El Niño Oscilación del Sur
<b>hPa</b>	hecto Pascal
<b>LI</b>	Líneas de inestabilidad
<b>MADES</b>	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
<b>MAG</b>	Ministerio de Agricultura y Ganadería
<b>MOPC</b>	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
<b>mm</b>	milímetro
<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud
<b>PAC</b>	Plan de Acción Climática
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>SAS</b>	Secretaría de Acción Social
<b>SCM</b>	Sistemas Convectivos de Mesoescala
<b>SENACSA</b>	Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal
<b>SIMA</b>	Servicio de Información de Mercados Agropecuarios
<b>SPI</b>	Índice Estandarizado de la Precipitación
<b>STP</b>	Secretaría Técnica de Planificación
<b>TRMM</b>	Tropical Rainfall Measurement Mission
<b>TUC</b>	Tiempo Universal Coordinado

# RESUMEN

Las concentraciones de gases de efecto invernadero, en particular el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), continúan aumentando y la temperatura media global de la Tierra del año 2019 estuvo 1,1 °C sobre los promedios de la temperatura del período industrial 1850-1900 estimados, siendo el segundo año más caliente después del año 2016.

El calentamiento global de origen antrópico tuvo su impacto en el Paraguay y en cada uno de los departamentos que lo conforman, este informe revela algunos cambios que han acontecido en el clima del departamento de Cordillera. Los datos meteorológicos de Caacupé, única estación meteorológica disponible en Cordillera, datan desde el año 1961 hasta el presente, y ha sido posible obtener algunas conclusiones sobre cambios temporales que han experimentado parámetros de la temperatura, la precipitación y los eventos extremos a pesar de algunos vacíos en la serie histórica. Se observa que la precipitación anual tuvo un incremento en el período 1961-2019, los eventos extremos de sequías se han vuelto cada vez más extremas, y las heladas, a pesar de ser menos intensas que en décadas pasadas, continúan causando daño a la agricultura.

La población del departamento es de más de 300.000 habitantes, con un mayor porcentaje de población urbana. Su nivel de pobreza es un poco más elevado que el promedio nacional, llegado a 26,9 % de la población. Para responder a esta problemática, los programas sociales de Tekopora y Adultos Mayores atienden a más de 20.000 beneficiarios. La economía del departamento se distribuye entre la agricultura familiar campesina y la ganadería. Los cultivos más importantes son la caña de azúcar, la mandioca y el maíz. La ganadería complementa a la agricultura con más de 200.000 cabezas. Los mayores impactos del cambio climático afectan a la agricultura. A causa de las sequías, en los últimos eventos de mayor trascendencia, en 2007, 2012 y 2019, los cultivos de caña de azúcar y mandioca experimentaron pérdidas por más de dos millones de dólares. Los sectores de comercio, servicio e industrias también se han visto impactados, aunque con menor intensidad (no se disponen de datos ni de estimaciones sobre las pérdidas en estos sectores). Las respuestas de políticas públicas tradicionalmente han sido paliativas, privilegiando los aspectos sociales.

# SUMMARY

*The amount of Greenhouse Gas (GHG) specifically the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), are still increasing and the average of the global temperature of the Earth was settled in 1,1° Celsius above the estimated average of the industrial period (1850-1900), being the second hottest year after the 2016.*

*The global warming caused by anthropic origin had its impact in Paraguay and in each one of its departments. This report reveals some changes on the climate that have affect the Cordillera department.*

*The meteorological data are registered and processed in Caacupé since 1961, and it remains the only meteorological station available in the entire department. Some of the conclusions they reached, are very important to understand the climate change and some levels including parameters of temperature, shower and the damaged caused by adverse weather conditions. The precipitation level had a positive increasing trend on the 1961-2019 period. The droughts turned to be more intense, and the frost, in spite of being less intense than previous decades, they are still causing damaged to the agriculture.*

*The current population is a little bit more than 300.000 people, with a large percentage of urban citizens. The level of poverty is just a little more elevated than the national average, with a rate of 26,9%. To solve this problem, the government launches social programs called “Tekopora” and “Elderly man” to look after 20.000 beneficiaries.*

*The economy of the department is allocated between the familiar agriculture, and cattle raising. The farming includes sugar cane, corn and cassava “mandioca”. The cattle raising achieves an important value adding to the sector of agriculture 200.000 heads.*

*Climate change hits first the agriculture of the region. Due the droughts, in 2007, 2012 and in 2019, the grow of sugar cane and mandioca experienced losses for more than US\$ 2 millions.*

*The industries and commerce were also hit, although with less intensity (data and estimates of losses in these sectors are not available). Public policy responses have traditionally been palliative, giving priority to social aspects.*

# INTRODUCCIÓN

La República del Paraguay posee una economía bastante dependiente de la agricultura y de la ganadería, condición que la hace altamente vulnerable a las condiciones climáticas<sup>1</sup>; un cambio en las condiciones normales del clima y de los apartamientos correspondientes de la variabilidad climática implicaría enfrentar situaciones desconocidas y con resultados inciertos. El cambio climático está en marcha desde hace décadas, quizá siglos, por lo que este estudio propone una línea de base, con el objetivo de comprender y valorizar cómo los diferentes sectores económicos y sociales del departamento de Cordillera han sido afectados por el mismo hasta el presente.

El Estado paraguayo promueve y apoya la investigación científica, climática y socioeconómica con el propósito de facilitar la comprensión de los efectos, la magnitud y la distribución cronológica del cambio climático, y de las consecuencias económicas y sociales, así como lo establece la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>2</sup>.

A partir del compromiso asumido como país donde se reconoce la necesidad de una respuesta progresiva y eficaz a la amenaza apremiante del cambio climático<sup>3</sup>, sobre la base de los mejores conocimientos científicos disponibles, la Fundación Avina, junto con el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP), con el apoyo de los fondos del Fondo Verde para el Clima (GCF, siglas en inglés) encomendaron el trabajo denominado “*Estudios climáticos de base científica y económica*” bajo el proyecto Readiness del Fondo Verde para el Clima “Fortaleciendo el rol de los Consejos Locales de Desarrollo para contribuir a la implementación de las NDC y el acceso a finanzas climáticas” para obtener resultados que sirvan de herramienta para la toma de decisiones en materia de cambio climático y para apoyar la implementación de políticas climáticas que busquen mejorar la calidad de vida de los paraguayos.

Este es un estudio de caracterización climática y socioeconómica del departamento de Cordillera, que forma parte de un estudio que contempla el “Estado del Clima en Paraguay al 2019” y otros estudios climáticos y económicos, como este, para los departamentos de San Pedro, Guairá, Alto Paraná, Caaguazú y Paraguari.

Se describen las características climáticas del departamento, en términos de temperaturas medias y extremas, y precipitación total mensual y extremas del período 1971-2000<sup>4</sup> (30 años) con base en los datos de la estación meteorológica del Ministerio de Agricultura y Ganadería ubicada en la ciudad de Caacupé.

Se presentan también las características socioeconómicas del departamento, tales como la estructura de la población y otras variables sociodemográficas. Se observa que las actividades económicas del departamento de Cordillera son principalmente del sector de comercios y servicios.

1 La economía del cambio climático en el Paraguay, CEPAL.

2 Ley 251/93.

3 Ley 5681/16.

4 Se utiliza este período climatológico normal, para compatibilizar los datos con el mapa de precipitación media del Paraguay que es del período 1971-2000.

# MARCO METODOLÓGICO

El estudio climático se inicia con una reunión con el staff directivo y técnico de la Dirección Nacional de Meteorología e Hidrología (DMH) de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC), a fin de informar acerca del carácter de los estudios climáticos a ser llevados adelante y solicitar formalmente la provisión de los datos climáticos necesarios. Los mismos fueron proveídos sin mayores inconvenientes en planillas electrónicas Excel, también fueron solicitados los metadatos de que dispone la institución a fin de conocer más acerca de la calidad de los datos para su correcto tratamiento.

Los datos proveídos por la DMH (DINAC) fueron los siguientes:

- Temperatura media mensual (°C)
- Temperatura mínima media mensual (°C)
- Temperatura máxima media mensual (°C)
- Temperatura mínima extrema mensual (°C)
- Temperatura máxima extrema mensual (°C)
- Precipitación media mensual (mm)
- Precipitación diaria máxima mensual (mm)

Los parámetros de temperatura y precipitación anual fueron calculados a partir de los datos mensuales proveídos.

Como referencia de datos pluviométricos se utilizó el mapa de “Precipitación anual media en Paraguay”, período 1971-2000 de la Facultad Politécnica, UNA (Grassi, 2005), siendo este un documento disponible sobre normales climatológicas de precipitación.

En general, para la caracterización climática de los estudios departamentales se optó, en caso de estar disponible, por los datos del período 1971-2000 a fin de ser comparable con la información del mapa mencionado en el párrafo anterior. Este período de 30 años es considerado *normal climatológico*<sup>5</sup>. Para los análisis de impactos físicos del cambio climático se utilizó el período *normal climatológico estándar*<sup>6</sup> 1961-1990 (OMM, 2019), salvo que el mismo no esté disponible para el departamento, por falta de datos meteorológicos históricos.

5 Medias periódicas calculadas para un período uniforme y relativamente largo que comprende por lo menos 3 períodos consecutivos de 10 años.

6 Históricamente, las normales climatológicas estándares se calculaban cada 30 años por períodos de 30 años (1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, 1991-2020 (próximo)), actualmente se considera también al período 1981-2010. El período 1961-1990 se mantiene como estándar de referencia para evaluaciones de largo plazo del cambio climático.

Para la caracterización climática se utilizó la temperatura media calculada como un promedio de 4 horarios fijos de observación meteorológica (00, 09, 12, y 18 UTC<sup>7</sup>)<sup>8</sup>, siendo este el método adoptado y publicado por la DINAC, este método permite una buena aproximación a la media verdadera, pero no tiene una aplicación universal, cambiando los horarios de cálculo cambia el valor de la media, entonces se dificulta su comparación con medias calculadas en otros países que podrían estar utilizando otros horarios. Por este motivo, para los estudios de largo plazo del cambio climático se utilizó la temperatura media calculada como un promedio entre la temperatura mínima diaria y la temperatura máxima diaria (2 observaciones diarias), este método es el recomendable por la OMM en el caso de estudios de cambio climático, por la buena representatividad estadística del elemento climático, la facilidad del cálculo, la minimización de errores y permitir la comparación de este parámetro con los valores calculados por este método en cualquier otra parte del mundo (OMM, 2018).

Se analizaron las heladas meteorológicas, definidas como aquellas que ocurren cuando la temperatura del aire llega a ser igual o menor 0 °C, medido en casilla meteorológica a una altura entre 1,5 m y 2,0 m. No se analizaron las heladas agronómicas<sup>9</sup>.

El análisis del impacto económico incluyó dos fases. La primera fue la identificación de eventos climáticos extremos en cada uno de los departamentos, proveniente de los informes climáticos específicos. En un segundo momento y en función a los resultados climáticos de sequías, heladas e inundaciones ocurridas, se exploró la existencia de variaciones en los niveles de producción de los posibles rubros agrícolas y pecuarios. Previamente se identificaron los rubros agrícolas y ganaderos más importantes en términos de superficie utilizada y valor de la producción.

De esta forma se seleccionaron los eventos climáticos extremos que afectaron a cultivos específicos en los diferentes años. Posteriormente se calculó la disminución de la producción debido al evento climático, utilizándose para el efecto las estadísticas oficiales del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), restando la cantidad producida en año o periodo del evento de la producción promedio de los años anteriores. Seguidamente se valorizó la pérdida de producción, multiplicando esta por el precio de mercados de los productos en cada año. Finalmente, la cifra de pérdidas totales en guaraníes se pasó a dólares corrientes de cada año, según la cotización referencial del Banco Central del Paraguay (BCP). De esta forma se logró calcular las pérdidas agrícolas de los rubros más importantes y de los eventos climáticos que con mayor intensidad afectaron a los distintos rubros agrícolas.

Con la producción ganadera, específicamente bovina, se utilizó el mismo mecanismo. Se identificaron las pérdidas de cabezas en cada uno de los departamentos y se las asoció al evento climático correspondiente. Finalmente se valorizó la pérdida de cabeza mediante la multiplicación de esta por el valor unitario para el año y periodo analizado. En este caso se movilizó estadística del Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENAESA).

Se realizaron entrevistas a profundidad complementarias a informantes claves en todos los departamentos, que conforman este estudio, específicamente a los técnicos del MAG.

---

7 Tiempo universal coordinado, siglas intermedio entre la versión inglesa y la francesa (hora local UTC-4 para horario de invierno y UTC-3 para horario de verano).

8 Método utilizado a partir del año 1971, para años anteriores al 1971 se utilizaban solo 3 observaciones horarias (00, 12 y 18 UTC).

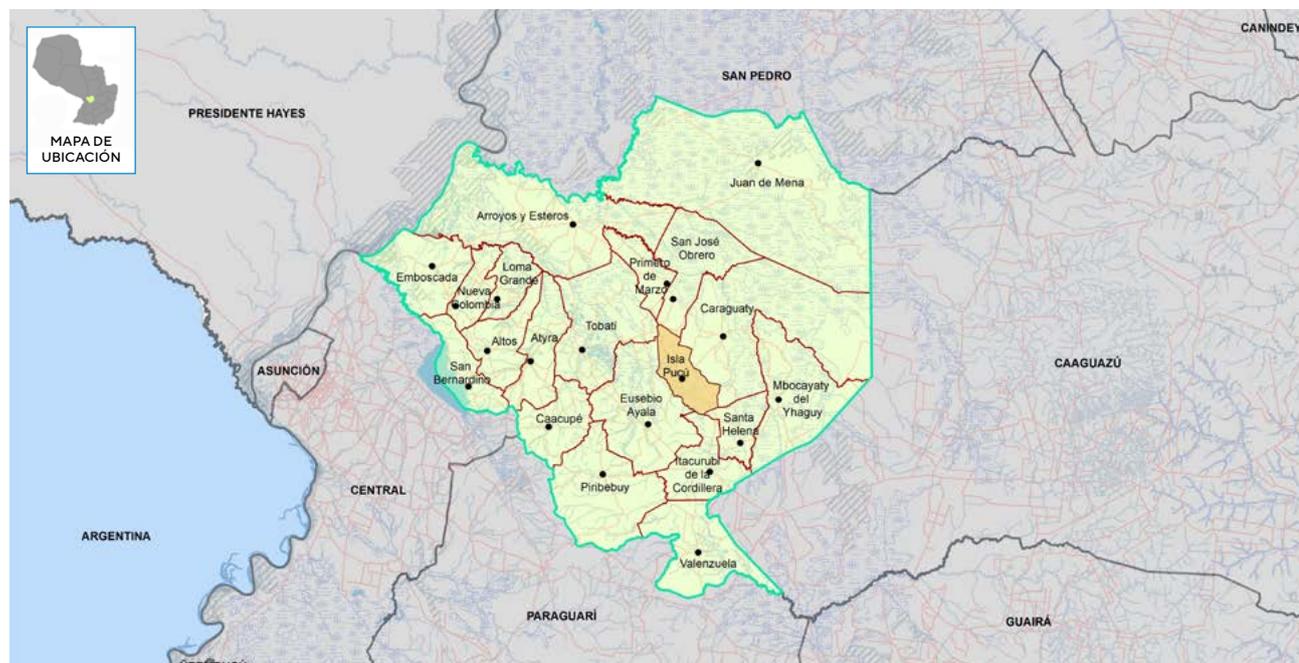
9 Ocurre cuando la temperatura del aire llega a ser igual o menor a 0 °C registrado por termómetro ubicado a la intemperie y a 5 cm sobre el nivel del suelo.

# 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El departamento de Cordillera está ubicado entre los paralelos 24° 50' y 25° 30' de latitud sur y los meridianos 57° 30' y 56° 27' de longitud oeste. Al norte linda con San Pedro, al noroeste el río Paraguay lo separa de Presidente Hayes, al este y sureste limita con Caaguazú, al sur con Paraguarí y al suroeste con Central.

Cordillera tiene una superficie de 4.948 km<sup>2</sup>. Políticamente se divide en 20 distritos que son los siguientes: Altos, Arroyos y Esteros, Atyrá, Caraguatay, Emboscada, Eusebio Ayala, Isla Pucú, Itacurubí de la Cordillera, Juan de Mena, Loma Grande, Mboycaty del Yhaguy, Nueva Colombia, Pirebebuy, Primero de Marzo, San Bernardino, San José Obrero, Santa Elena, Tobatí, Valenzuela y Caacupé, esta última es la capital departamental.

Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de Cordillera.



Elaboración propia.

## Referencias

- Ciudades
- Cauce Hídrico
- Rutas, caminos
- Departamentos
- Cordillera
- Distritos de Cordillera
- Distritos comprendidos por el proyecto
- Lagos
- Esteros
- Terreno inundable
- Países limítrofes

## 2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS



Se pueden considerar en este departamento dos zonas: la primera, situada al noreste, en la que alternan numerosos esteros, campos y terrenos de topografía plana y la segunda, con tierras onduladas y planas.

Desde el punto de vista físico se pueden considerar en este departamento dos zonas: la primera, situada al noreste, desde el río Yhaguy, regada por el río Manduvirá, en la que alternan numerosos esteros, campos y terrenos de topografía plana, en general aptos para la ganadería, y la segunda, que se extiende a lo largo de la Cordillera de los Altos, con tierras onduladas y planas, apropiadas para la agricultura.

La serranía de los Altos sirve de límite con los departamentos Central y Paraguairí, desde el lago Ypacaraí en toda la extensión oeste del departamento. Los cerros más conocidos son Caacupé, Atyrá y Altos, encontrándose también otros menores como Aguary, Porarú y Aguaity.

El río Paraguay bordea parte del departamento. Los ríos interiores son Manduvirá, que lo cruza de este a oeste, Piribebuy, Yhaguy, Negro y Salado, que recibe las aguas del lago Ypacaraí, la cual tiene aproximadamente 22 km de largo, entre 5 y 6 km de ancho, 3 metros de profundidad y 90 km de superficie, en él desembocan numerosos arroyos.

De acuerdo a la Resolución SEAM N° 614 del año 2013, el departamento de Cordillera se encuentran en la ecorregión Litoral Central (Figura 2).

Figura 2. Mapa de ecorregión del Paraguay.



Fuente: Resolución SEAM N°614/13. Elaboración propia.

### 3. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA



El departamento de Cordillera tiene un clima templado húmedo con lluvia todo el año y verano caliente. Durante el invierno, es frecuente la invasión de aire frío subpolar, que hace descender considerablemente la temperatura del aire, hasta producir heladas en ciertas ocasiones.

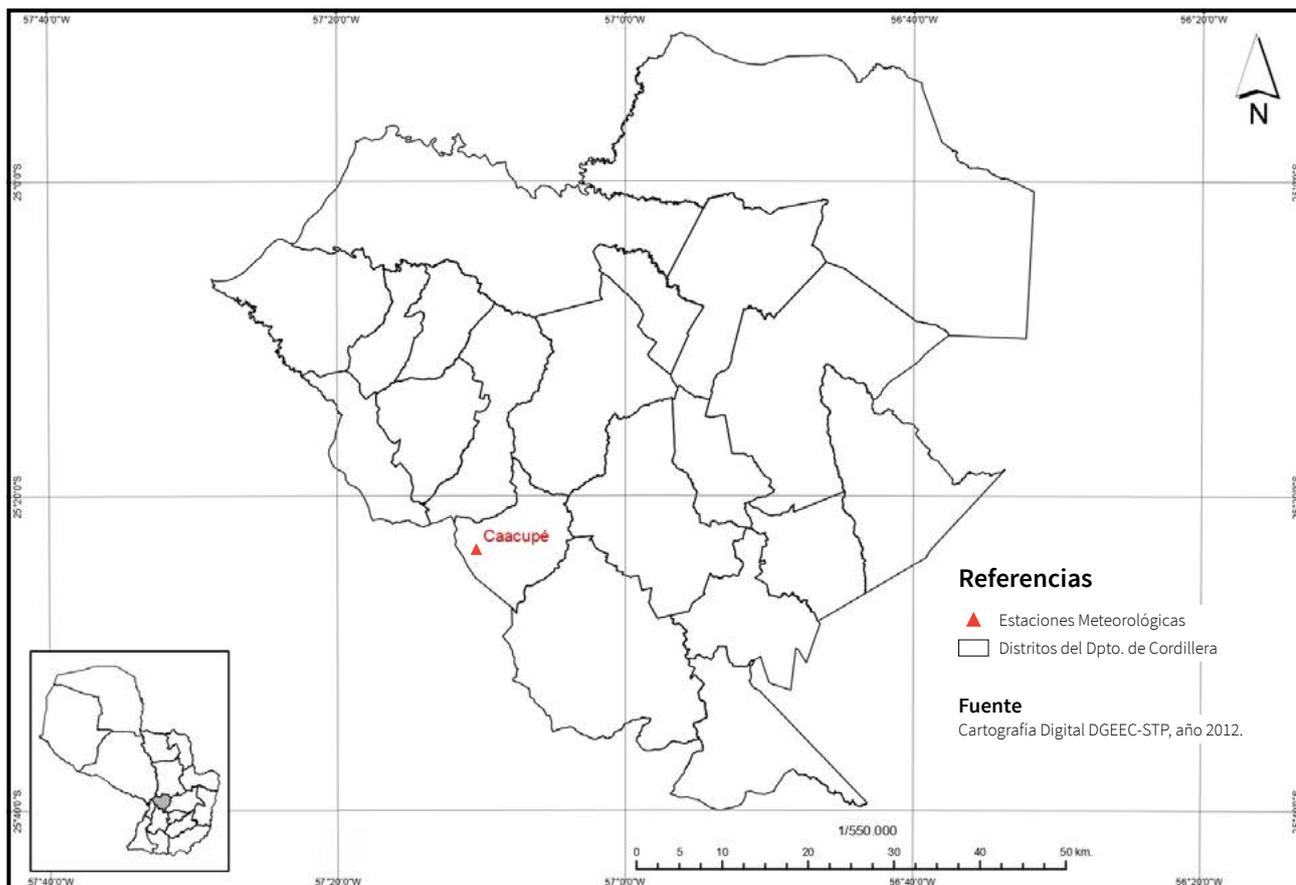
El departamento de Cordillera se encuentra ubicado en el centro-este de la Región Oriental del Paraguay, la circulación general de la atmósfera la ubica en zona de dominio del borde occidental anticiclón subtropical del Atlántico sur, así, es bañado por vientos cálidos y húmedos procedentes del océano Atlántico, en la mayor parte del año, a través de los vientos dominantes del noreste. Según Köppen (1936)<sup>10</sup>, el departamento tiene un clima templado húmedo (Cfa) con lluvia todo el año y verano caliente. Durante el invierno, es frecuente la invasión de aire frío subpolar, a través de los vientos del sur, que hace descender considerablemente la temperatura del aire, hasta producir heladas en ciertas ocasiones.

El departamento de Cordillera cuenta con una estación meteorológica ubicada en el Instituto Agronómico Nacional (IAN), dependencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)<sup>11</sup>, en cercanías de la capital departamental Caacupé (Figura 3), y está operada por el MAG (Cuadro 1). Es una de las estaciones meteorológicas más antiguas del MAG y su funcionamiento responde al Programa de Agrometeorología del MAG. Para la caracterización climática del departamento de Cordillera se optó por los datos meteorológicos de esta estación del período 1971-2000 (30 años), que está ubicada en la parte occidental del departamento y representan adecuadamente las características climáticas de Cordillera.

10 [http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen\\_1936.pdf](http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf)

11 La DINAC no cuenta con una estación meteorológica de referencia en el departamento de Cordillera

Figura 3. Mapa de ubicación de la estación meteorológica, ubicada en la ciudad de Caacupé.



Elaboración propia.

En el Cuadro 1 se puede observar datos relacionados a la estación meteorológica del departamento de Cordillera, como su ubicación geográfica y el periodo de datos existente.

Cuadro 1. Datos de la estación meteorológica de Caacupé, departamento de Cordillera.<sup>12</sup>

LAT. (S)	LONG. (O)	ELEV. (M)	PERÍODO	CANT. (A)	PROPIETARIO
-25,40	-56,01	228	1961-actual <sup>12</sup>	59	MAG

Por encontrarse un poco al sur del trópico de Capricornio, el Sol en su recorrido se aproxima una sola vez al año al zenit, esto hace que el régimen de radiación solar presente un máximo en verano y un mínimo en invierno y este hecho se refleja directamente en el régimen de temperatura que consecuentemente presenta una onda simple durante el año o sea un máximo y un mínimo.

En este estudio se considera verano a los meses de diciembre, enero y febrero, otoño a los meses de marzo, abril y mayo, invierno a los meses de junio, julio y agosto y primavera a los meses de setiembre, octubre y noviembre.

12 La información tiene momentos con falta de datos

El centro-oeste de la Región Oriental del Paraguay, zona que incluye el departamento de Cordillera, es una de las zonas húmedas y templadas del país. En el Cuadro 2 se presentan indicadores anuales de elementos y parámetros climáticos del departamento de Cordillera, con base en datos de la estación meteorológica de Caacupé (IAN).

Cuadro 2. **Síntesis de los valores medios y extremos anuales de distintos parámetros climáticos (1971-2000) en Caacupé, Cordillera.**

Parámetro climático	Período	Valor
Temperatura media diaria	1971-2000	22,3 °C
Temperatura mínima media	1971-2000	17,2 °C
Temperatura máxima media	1971-2000	27,5 °C
Precipitación media anual	1971-2000	1640 mm

Fuente: MAG. Elaboración propia.

### 3.1. TEMPERATURA



La temperatura máxima extrema observada en Caacupé fue 40,0 °C en el mes de diciembre del año 1985.

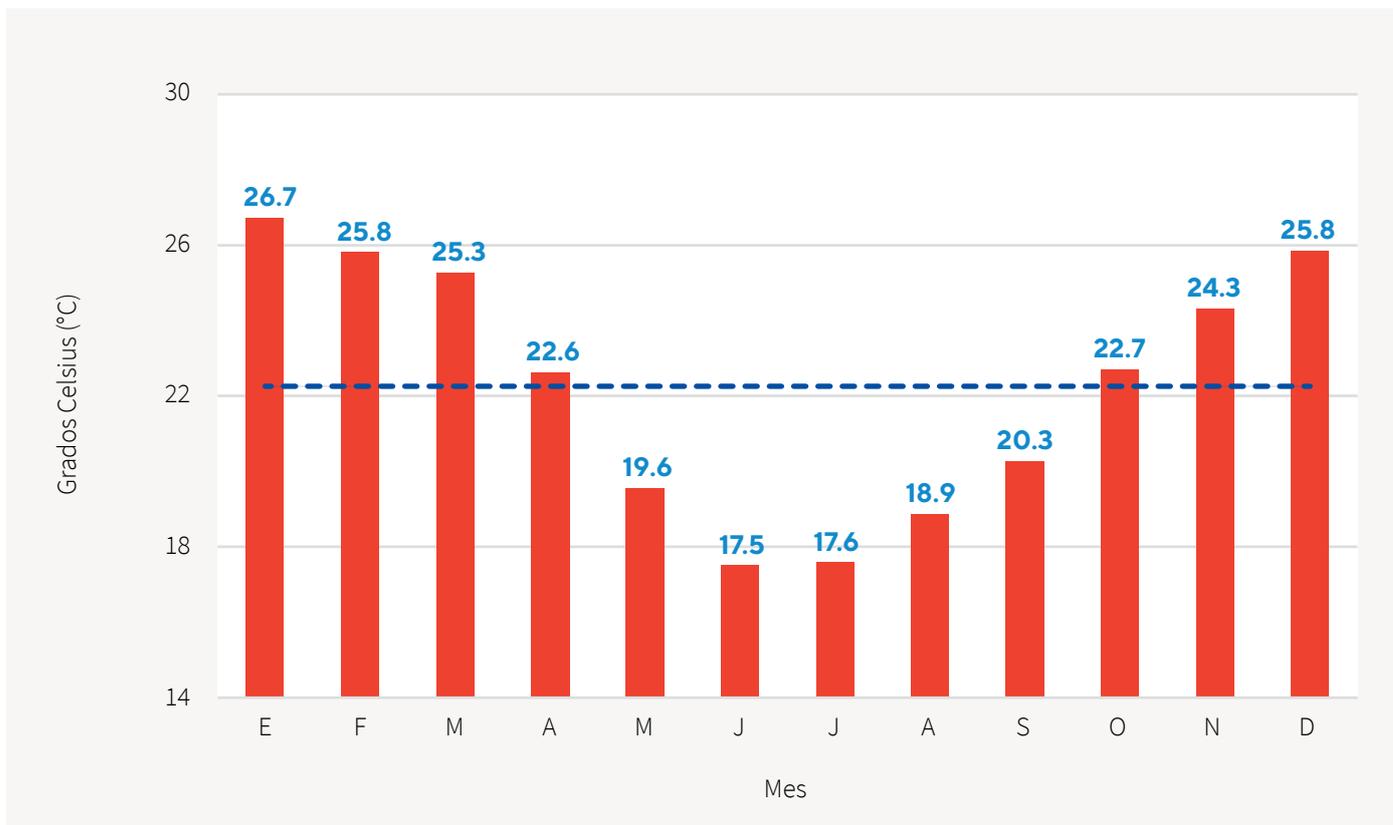
El régimen de la temperatura media presenta una onda simple con máximos en el verano y mínimos en el invierno, con momentos de transición en primavera y otoño. En Caacupé la temperatura anual media es de 22,3 °C, en el verano la temperatura media de enero es la más alta con una marca de 26,7 °C (mes más caliente), seguido de diciembre y febrero con 25,8 °C. Durante el otoño la temperatura media mensual desciende gradual y moderadamente de unos 25,3 °C en marzo a 19,5 °C en mayo. En el invierno se registran las temperaturas más bajas, la temperatura media de junio es 17,5 °C (mes más frío) seguido muy de cerca por julio con 17,6 °C. En la primavera la temperatura asciende gradual y moderadamente de 20,3 °C en setiembre a 24,3 °C en noviembre ([Gráfico 1](#)). La amplitud térmica media anual<sup>13</sup> es de 9,2 °C.

Este comportamiento estacional de la temperatura también se refleja en los otros parámetros, como las temperaturas máximas y mínimas medias, y las temperaturas máximas y mínimas extremas. La temperatura máxima extrema observada en Caacupé fue 40,0 °C en el mes de diciembre del año 1985, y la temperatura mínima extrema observada fue de -2,0 °C en el mes de agosto del año 1999; así, el rango absoluto de temperatura en Caacupé es de 42,0 °C<sup>14</sup>. Más detalles de las temperaturas mensuales, medias y extremas pueden observarse en el [Gráfico 2](#).

13 Diferencia de temperatura entre el mes más caliente (enero) y el mes más frío (julio)

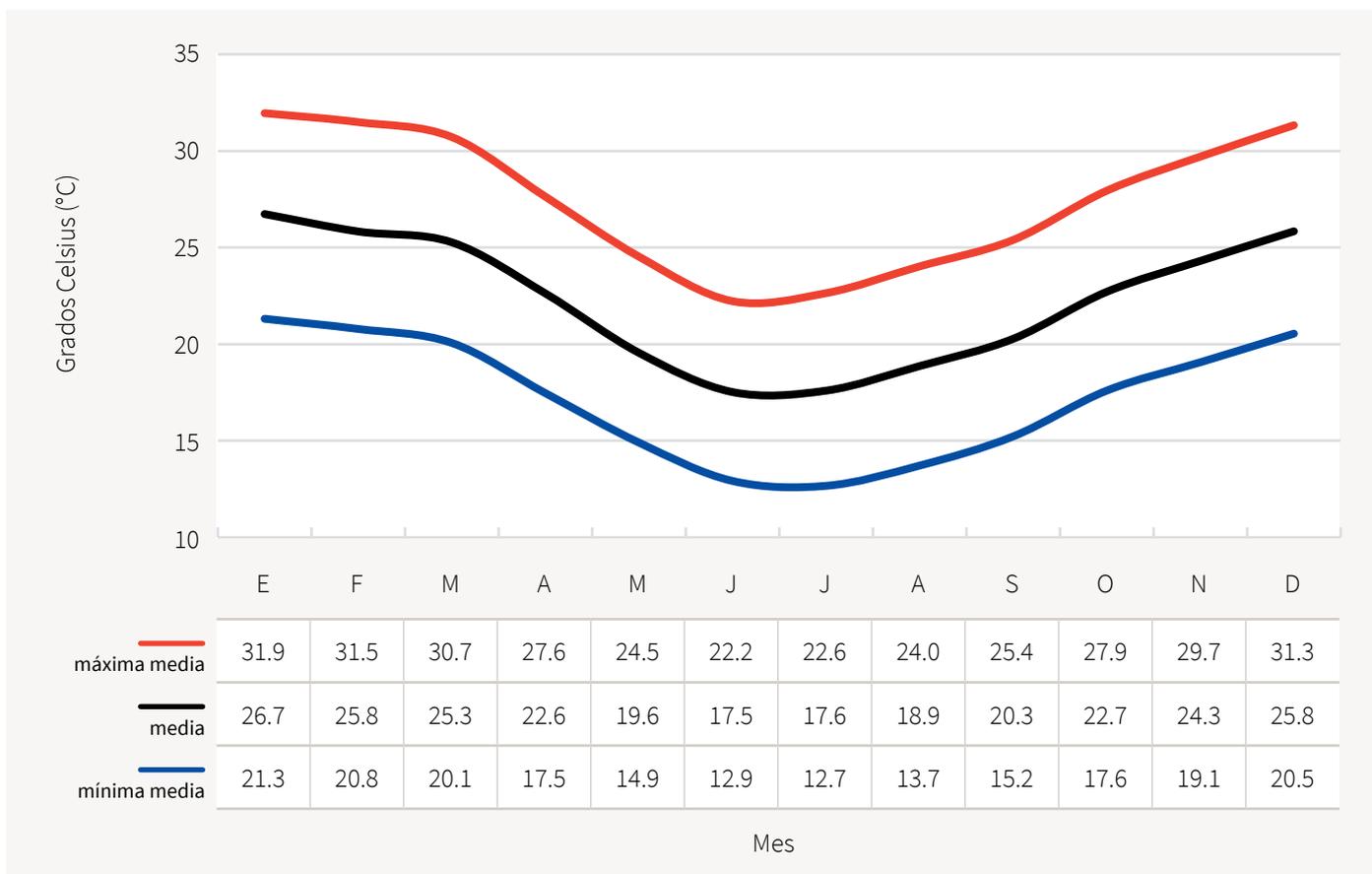
14 Diferencia entre la temperatura máxima más alta observada y la temperatura mínima más baja observada en el período 1971-2000 (30 años)

Gráfico 1. Temperatura media mensual (barras) y temperatura media anual (línea horizontal, 22,3 °C) en Caacupé, Cordillera. Período 1971-2000.



Fuente: MAG. Elaboración propia.

Gráfico 2. Temperaturas medias mensuales, en Caacupé, Cordillera, período 1971-2000.

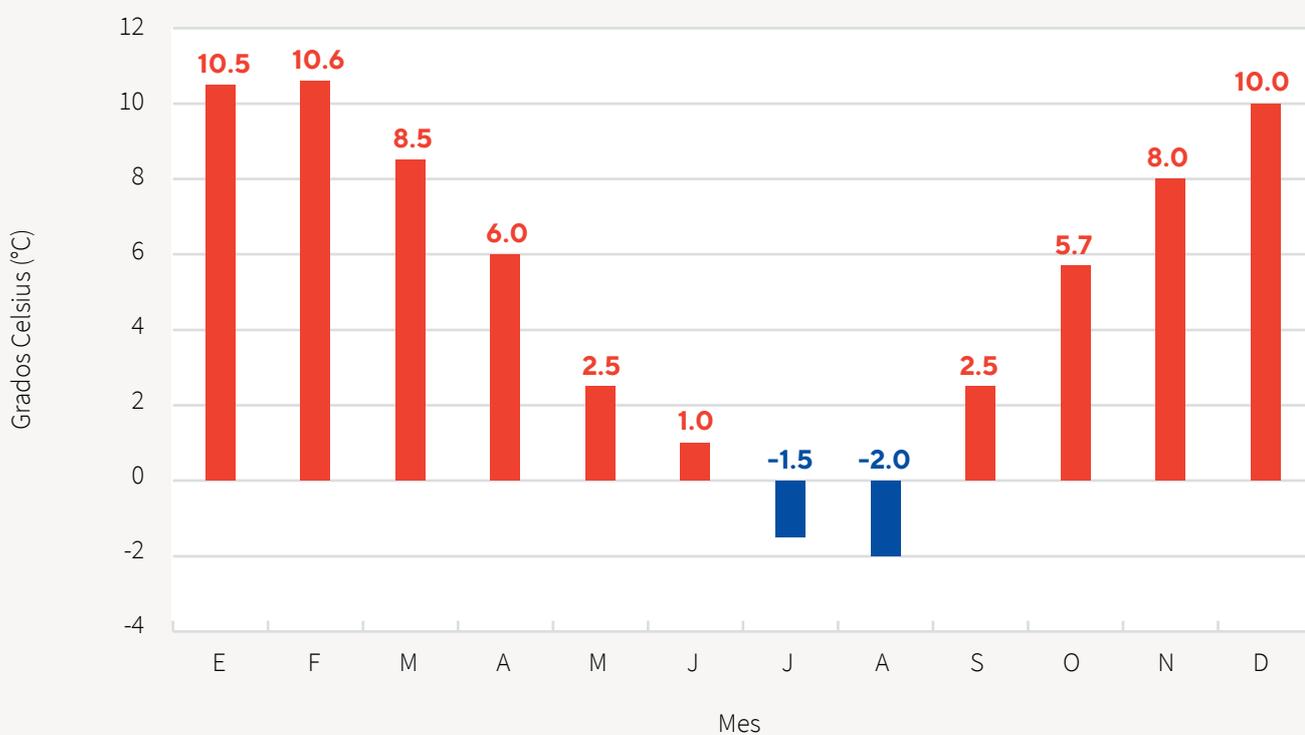


Fuente de datos: MAG. Elaboración propia.

## 3.2. HELADAS

Las heladas meteorológicas no son un fenómeno de alta recurrencia en el departamento de Cordillera durante los meses del invierno cuando la temperatura puede llegar a 0 °C o aún menos, especialmente entre julio y agosto, también junio es un mes frío y aunque la temperatura no llega a valores de helada, suelen ocurrir temperaturas cercanas a los 0 °C en casilla meteorológica y pueden ocasionar heladas agronómicas (Gráfico 3).

Gráfico 3. **Temperatura mínima extrema mensual en Caacupé, Cordillera, los meses de julio y agosto presentan temperaturas  $\leq 0$  °C. Periodo 1971-2000.**



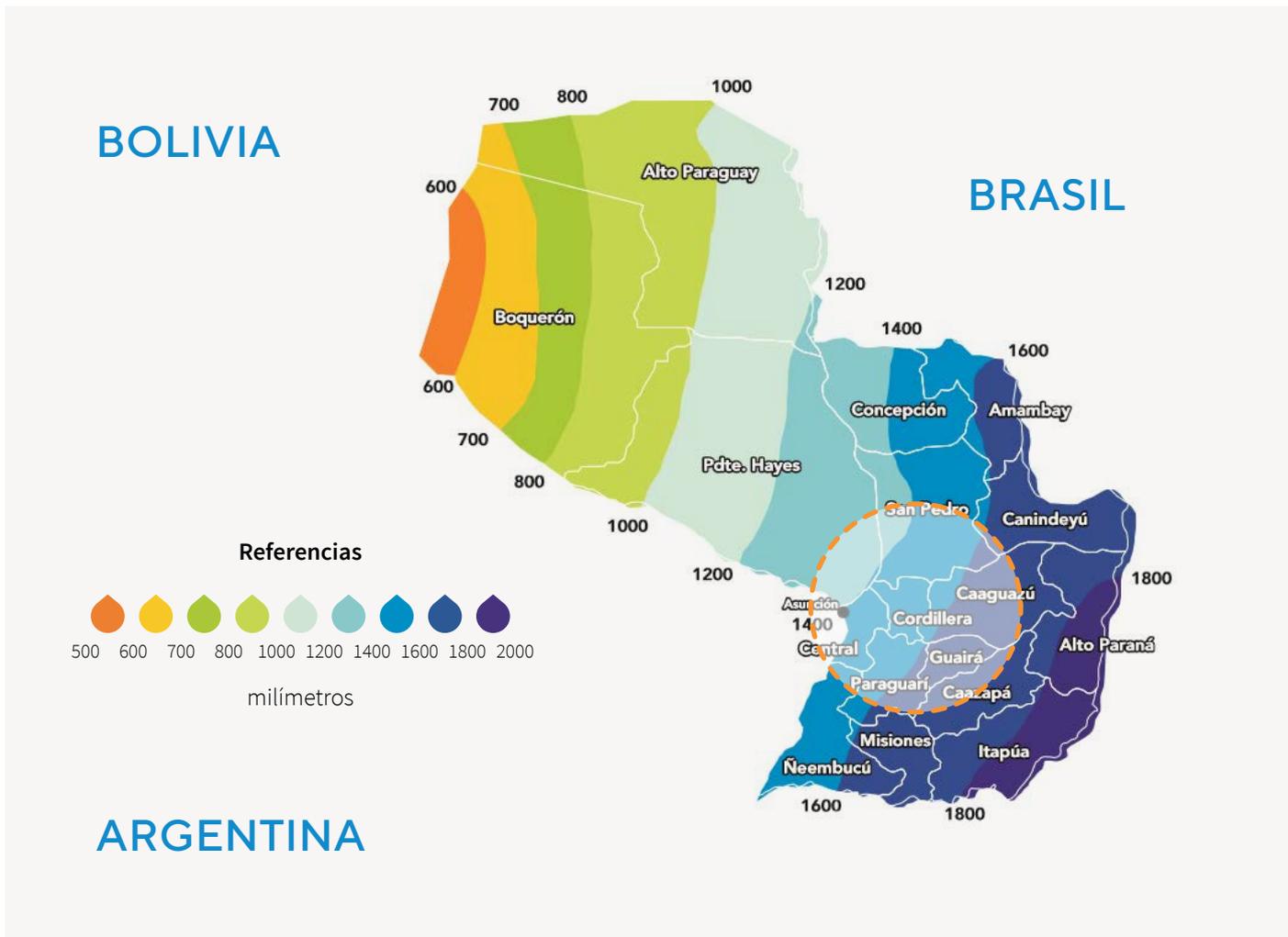
Fuente de datos: MAG. Elaboración propia.

## 3.3. PRECIPITACIÓN

El departamento de Cordillera se encuentra en el centro-este de la Región Oriental y en la zona húmeda del Paraguay. En términos de precipitación media anual, esta aumenta ligeramente de oeste a este en el departamento, siendo algo más lluviosos los distritos ubicados al este en frontera con el departamento de Caaguazú, y

los distritos menos lluviosos serían los ubicados al oeste en la frontera con el departamento Central. Esta diferencia tiene relativa importancia en el eje oeste-este, pues mientras que hacia el primero la precipitación media anual es del orden de los 1.550 mm, como en los distritos de Arroyos y Esteros, Emboscada y San Bernardino, hacia el este la precipitación anual aumenta ligeramente en los distritos de Juan de Mena, Caraguatay y Mbocayaty del Yhaguy con 1.650 mm. Esta diferencia de precipitación es de aproximadamente 100 mm por año (Figura 4).

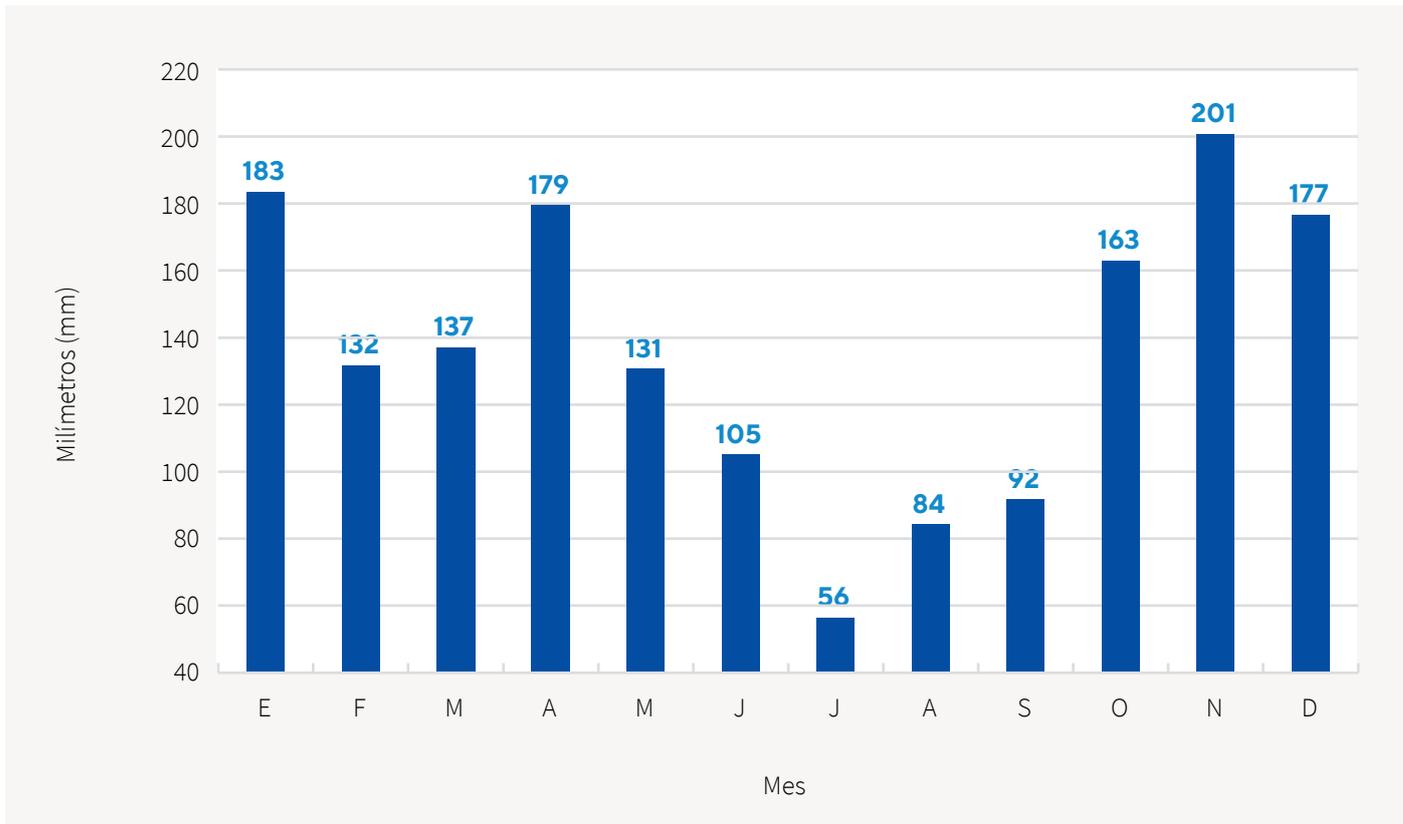
Figura 4. **Precipitación anual media en Paraguay. Período 1971-2000. La paleta de colores de abajo indica el rango de precipitación.**



Fuente: FPUNA<sup>15</sup>

La distribución estacional de la precipitación en Caacupé es bastante irregular en el sentido de que no existe una estación lluviosa bien marcada, se observan como 3 picos lluviosos, uno en verano, otro en otoño y un tercer pico en primavera, y se observa una estación relativamente seca en el invierno. En verano el mes más lluvioso es enero (183 mm), en otoño el mes más lluvioso es abril (179 mm) y en primavera el mes más lluvioso es noviembre (201 mm) –siendo también el mes más lluvioso del año–; en la estación menos lluviosa se destaca julio por ser el más seco (56 mm) ([Gráfico 4](#)).

Gráfico 4. **Precipitación media mensual en Caacupé, Cordillera (precipitación total media anual 1.640 mm). Período 1971-2000.**



Fuente de datos: MAG. Elaboración propia.

### 3.4. TORMENTAS

Por su ubicación geográfica, el departamento de Cordillera se encuentra sujeto a la ocurrencia de tormentas severas. Las tormentas ocurren en cualquier época del año, y presentan una *recurrencia alta a muy alta* de octubre a abril<sup>16</sup>, o sea desde inicios de la primavera, pasando por el verano, hasta mediados del otoño, durante el invierno son menos frecuentes. Vientos fuertes, precipitaciones intensas con ocasional caída de granizos y descargas eléctricas, son las características de las tormentas que afectan la región.



Por su ubicación geográfica, el departamento de Cordillera se encuentra sujeto a la ocurrencia de tormentas severas. Las tormentas ocurren en cualquier época del año, y presentan una *recurrencia alta a muy alta* de octubre a abril

# 4. EVIDENCIAS CIENTÍFICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO



En Paraguay el año más caliente desde que se tienen datos meteorológicos fue el año 2019.

El cambio climático puede verse a través de los cambios observados en diferentes parámetros de elementos climáticos, como temperaturas medias y extremas, precipitación media y extremas, olas de calor y sequías, entre otros. En Caacupé, la información climática disponible data desde 1961 hasta el presente, sin embargo es insuficiente como para entender con mayor amplitud los cambios temporales que han experimentado parámetros de la temperatura, la precipitación y los eventos extremos por algunos vacíos en la serie histórica. No obstante, se han procesado los datos disponibles y se han obtenido resultados importantes.

## 4.1. TEMPERATURA

En Paraguay el año más caliente desde que se tienen datos meteorológicos fue el año 2019; en Caacupé, con la información meteorológica disponible no fue posible sacar conclusiones acerca de los cambios temporales de la temperatura del aire. No obstante, se puede inferir que las mismas aumentaron con el tiempo por los resultados obtenidos en los departamentos adyacentes, tales como Central, Paraguari, San Pedro y Caaguazú<sup>17</sup>.

## 4.2. OLAS DE CALOR

En el Paraguay durante este siglo XXI se registraron las 3 mayores cantidades anuales de olas de calor, contabilizadas en los últimos 40 años, y fueron en los años 2002, 2012 y 2019. El promedio de la cantidad de olas de calor en el país<sup>18</sup> en el año 2002 fue de 4,7, en el año 2012 fue de 5,4, y finalmente en el año 2019, se registró la mayor cantidad media de olas de calor con un récord de 5,7<sup>19</sup>. En Caacupé la información meteorológica disponible fue insuficiente para sacar conclusiones sobre las olas de calor, no obstante, podemos presumir que la cantidad de olas de calor en Cordillera han aumentado con el tiempo, en función de lo ocurrido en los departamentos adyacentes como; Caaguazú, Central, San Pedro y Paraguarí<sup>20</sup>



En Caacupé la información meteorológica disponible fue insuficiente para sacar conclusiones sobre las olas de calor, no obstante, podemos presumir que la cantidad de olas de calor en Cordillera han aumentado con el tiempo, en función de lo ocurrido en los departamentos adyacentes como; Caaguazú, Central, San Pedro y Paraguarí.

## 4.3. SEQUÍAS

Se analizan las sequías que han ocasionado un impacto económico importante en Cordillera, especialmente las que se han registrado en el presente siglo, así tenemos 3 casos importantes, las sequías del período 2006-2007, 2011-2012 y 2018-2019. Se utiliza el método de análisis de la anomalía de la precipitación mensual<sup>21</sup> para determinar excesos o déficits de la precipitación, en este caso se utilizó la precipitación media mensual del período 1971-2000 como de referencia. Las anomalías son acumulativas entre meses consecutivos.

### Sequía 2006-2007

Esta sequía tuvo momentos muy prolongados en el año 2006 y situaciones bien marcadas durante el invierno y la primavera del año 2007 ([Gráfico 5](#)).

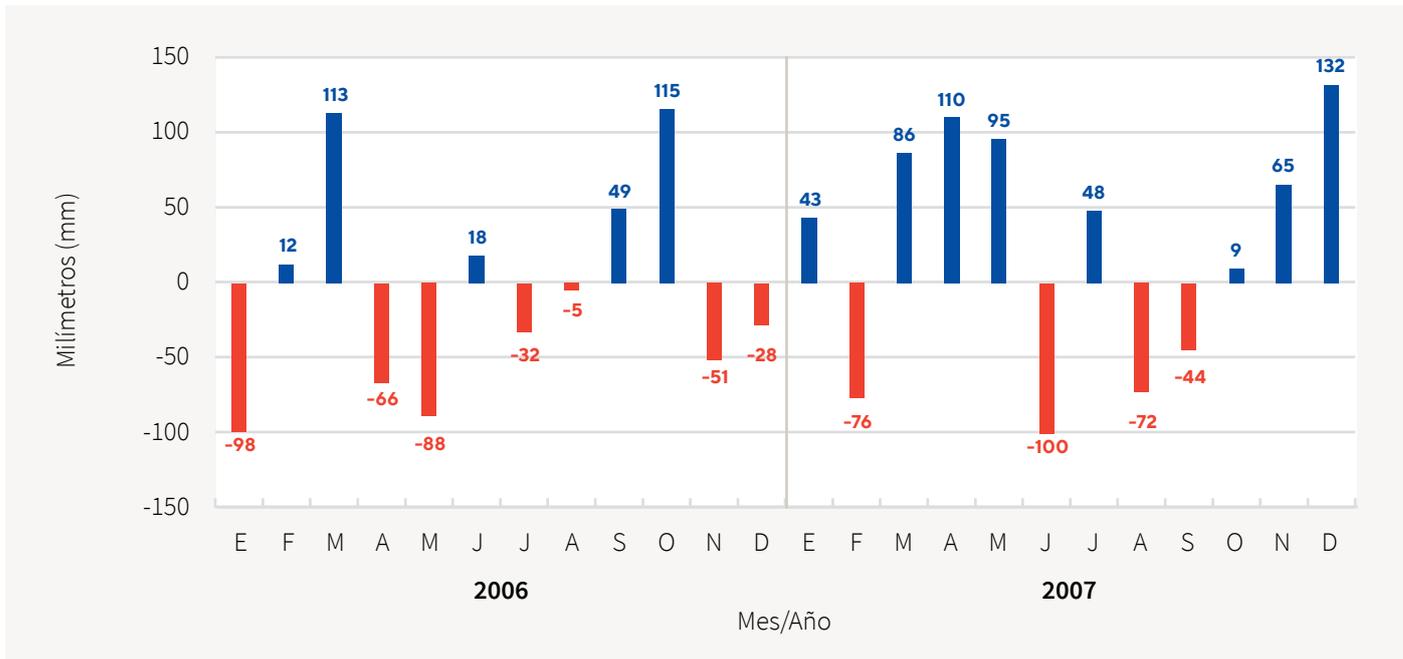
18 Calculadas en base a datos de 14 estaciones meteorológicas

19 Estado del clima Paraguay 2019

20 Ver estudios climáticos de base científica y económica de los departamentos citados

21 Precipitación mensual menos la precipitación media mensual

Gráfico 5. Anomalía de la precipitación mensual del período 2006-2007 respecto del período climatológico 1971-2000, meses con precipitación por encima de la media (barra azul), meses con precipitación por debajo de la media (barra roja).

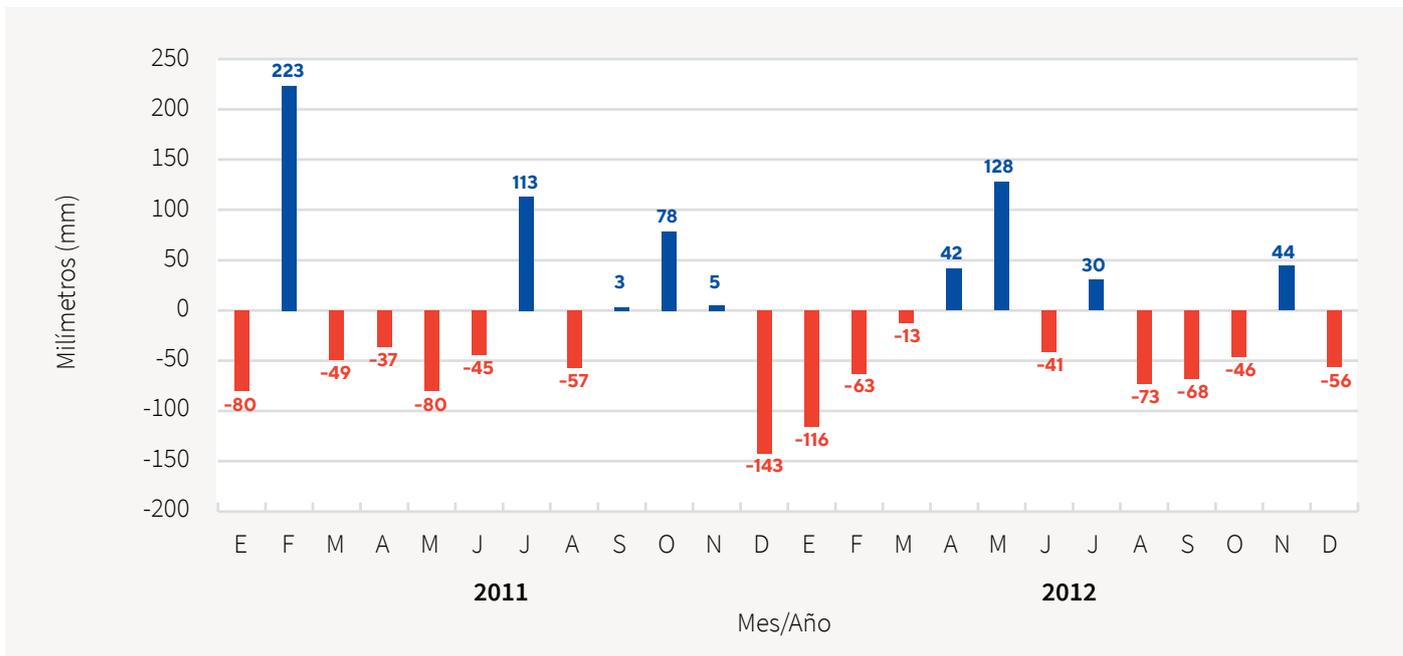


Fuente de datos: MAG. Elaboración propia.

### Sequía 2011-2012

Esta sequía fue persistente durante el año 2011 y durante el verano del año 2012 cuando llegó a situaciones de sequía extrema y continuó en el segundo semestre del año 2012 (Gráfico 6).

Gráfico 6. Anomalía de la precipitación mensual del período 2011-2012 respecto del período climatológico 1971-2000, meses con precipitación por encima de la media (barra azul), meses con precipitación por debajo de la media (barra roja).

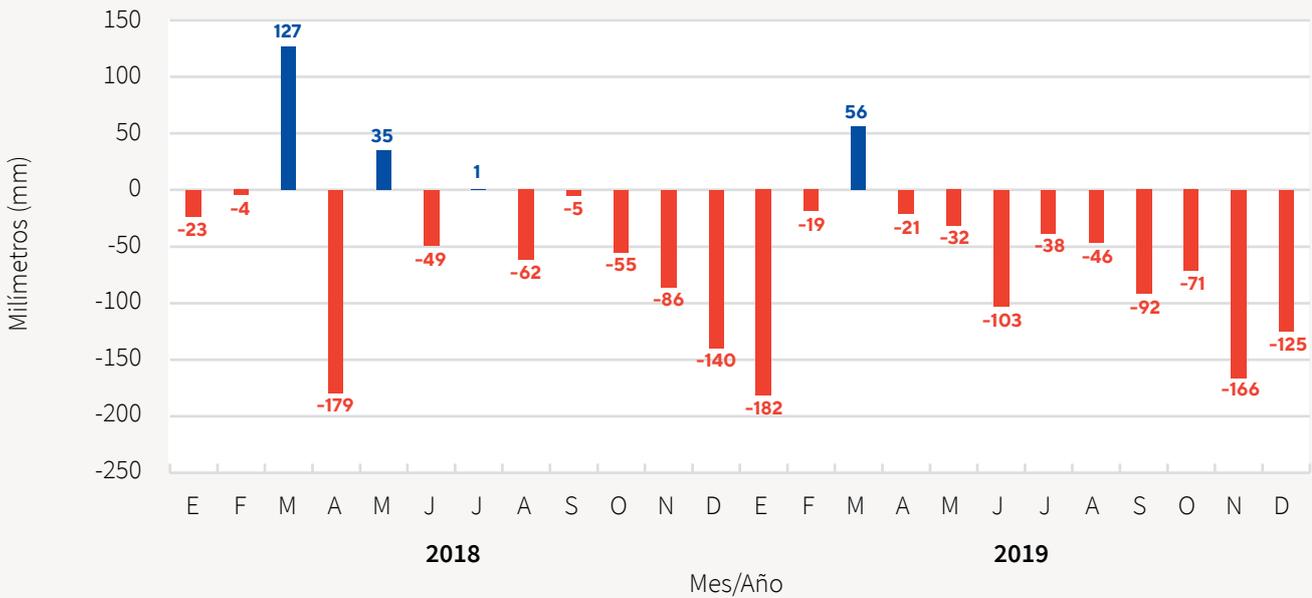


Fuente de datos: MAG. Elaboración propia.

## Sequía 2018-2019

Esta sequía fue muy fuerte y llegó a situaciones de sequía extrema en 2 momentos, a finales del año 2018 y durante casi todo el año 2019 (Gráfico 7).

Gráfico 7. Anomalía de la precipitación mensual del período 2018-2019 respecto del período climatológico 1971-2000, meses con precipitación por encima de la media (barra azul), meses con precipitación por debajo de la media (barra roja).



Fuente de datos: MAG. Elaboración propia.

## 4.4. HELADAS<sup>22</sup>

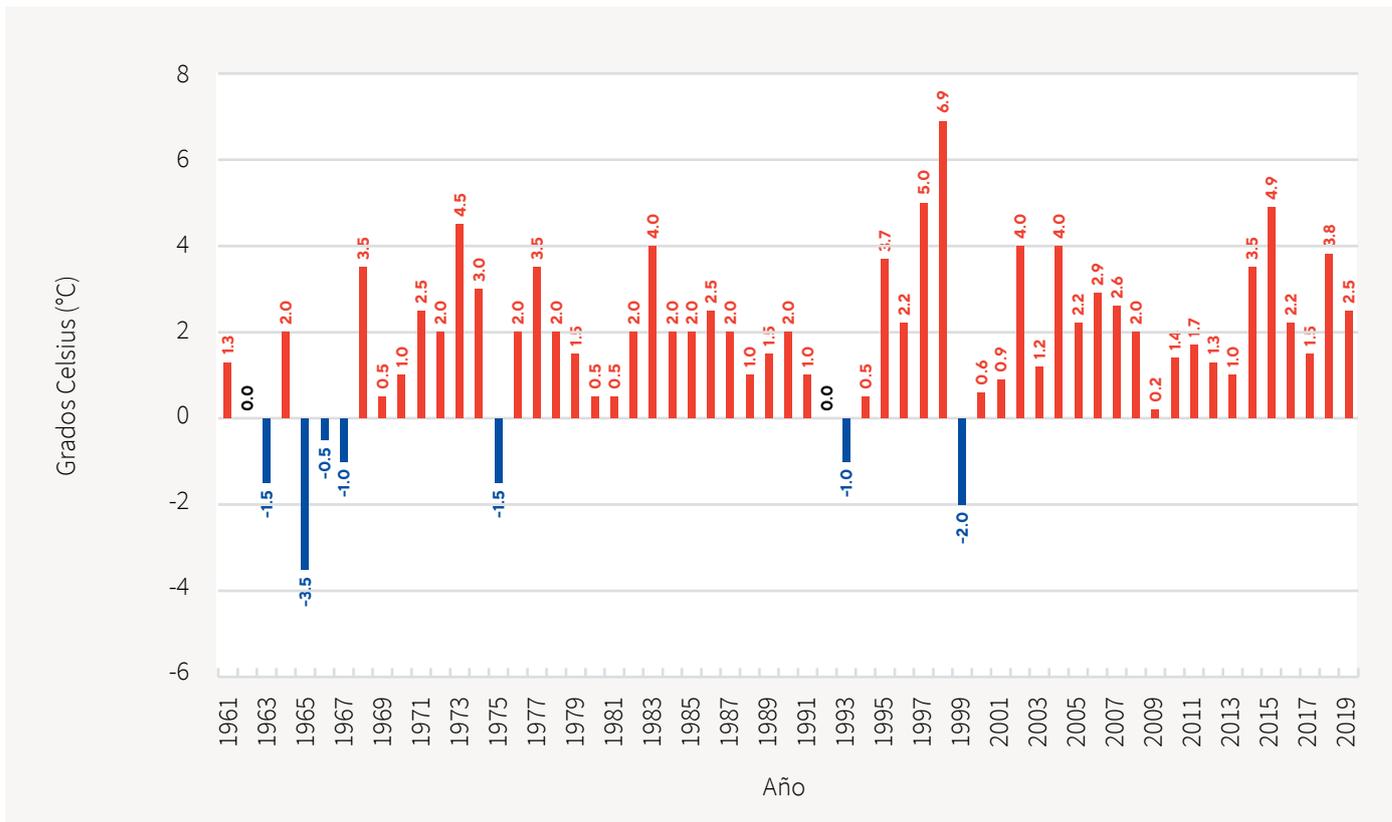
Se han analizado las temperaturas mínimas extremas anuales en Caacupé como series temporales en el período 1961-2019 (Gráfico 8), y se puede observar que las temperaturas más bajas se han registrado en el siglo pasado. En el período 1961-1999 se han registrado heladas de hasta  $-3,5^{\circ}\text{C}$ , especialmente en la década de los años 1960, la última gran helada se registró en el año 1999 con una marca de  $-2^{\circ}\text{C}$ , sin embargo después de este año las heladas se han retraído y en el período reciente (2000-2019) no se han registrado temperaturas iguales o menores a  $0^{\circ}\text{C}$  ( $T \leq 0^{\circ}\text{C}$ ).

Las heladas en el departamento de Cordillera representan una peligrosidad *alta a media*<sup>23</sup> en áreas productivas para actividades agropecuarias, sin embargo, dada la tendencia del cambio climático, es probable que en las próximas décadas sean cada vez menos frecuentes e intensas, y con el tiempo representen un riesgo menor para la agricultura.

22 Temperatura del aire  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  tomada en casilla meteorológica

23 Secretaría de Emergencia Nacional. Atlas de Riesgos de Desastres de la República del Paraguay 2018

Gráfico 8. **Temperatura mínima extrema anual en Caacupé, Cordillera. Periodo 1961-2019.**



Fuente de datos: MAG. Elaboración Propia.

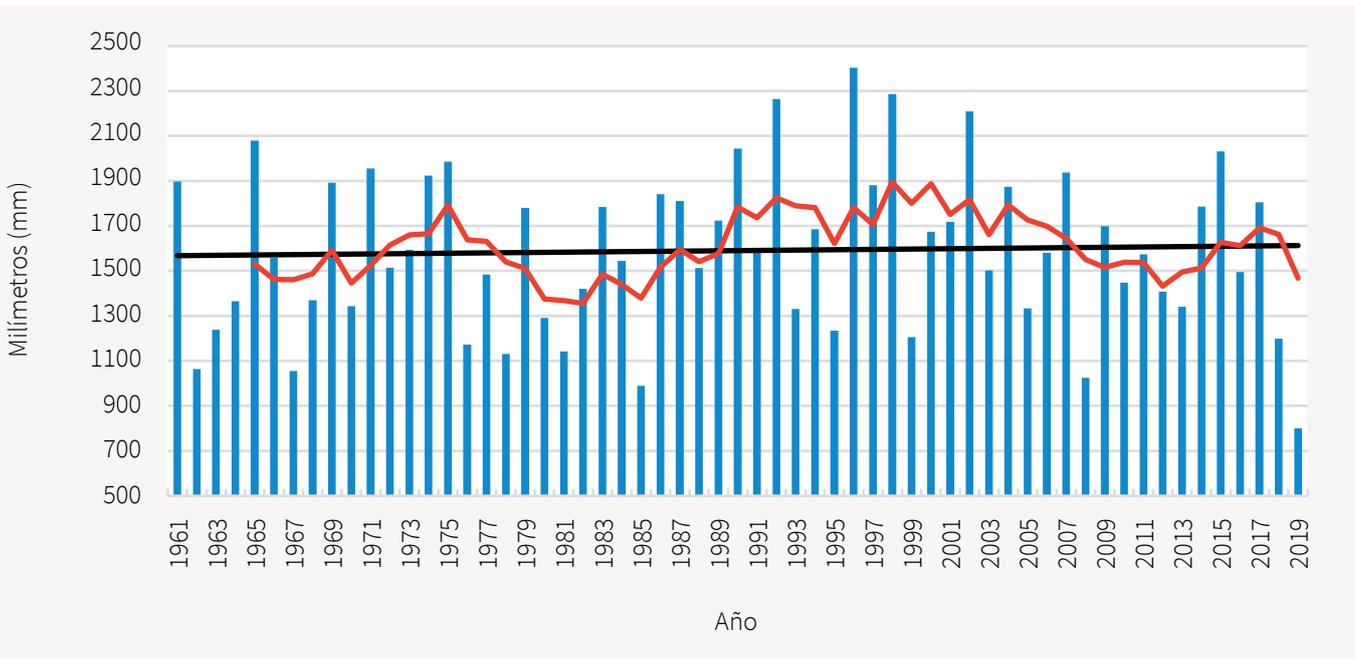
## 4.5. PRECIPITACIÓN

La variabilidad interanual de la precipitación en el departamento de Cordillera y en gran parte del Paraguay, es considerablemente amplia y la misma está gobernada en cierta medida por fenómenos de gran escala, como por ejemplo el ENSO<sup>24</sup>. Este se manifiesta como un calentamiento o enfriamiento anormal de las aguas superficiales del Océano Pacífico Tropical, que normalmente dura de varios meses a un año, incluso algunos pocos años. Este fenómeno, entre fases cálidas y frías, tiene una frecuencia media de 4 años, pero puede variar entre 2 y 7 años. Por eso, la variación de la precipitación entre un año y otro puede ser muy importante. En la década de los años 90, hubo una primacía de eventos El Niño, incluso un evento muy fuerte como el Niño 1997-98, la consecuencia de este hecho fueron las precipitaciones anuales por encima de la media acontecidas en ese período (Gráfico 9). También se observa que en años de La Niña la precipitación cae significativamente por debajo de la media, pero también existe algún otro factor que motiva la variabilidad interanual de la precipitación que no está motivada por el ENSO, como puede ser la temperatura del océano Atlántico, entre otros, y que puede producir precipitaciones anuales significativamente anormales.

24 El Niño Oscilación del Sur (siglas en inglés)

Observando el comportamiento de la precipitación anual en Caacupé, en el periodo 1961-2019, se puede apreciar una ligera tendencia positiva o sea un aumento con los años (Gráfico 9), este aumento de la precipitación anual en Caacupé también se observa en gran parte del Paraguay, especialmente en la región húmeda<sup>25</sup> del país, donde hubo un aumento de unos 200 mm en 75 años (2,7 mm/año) considerando el período 1945-2019.

**Gráfico 9. Precipitación anual (barra azul), media móvil de 5 años (línea roja) y tendencia temporal lineal de la precipitación anual (recta negra) en la estación meteorológica de Caacupé, Cordillera.**



Fuente de datos: MAG. Elaboración propia.

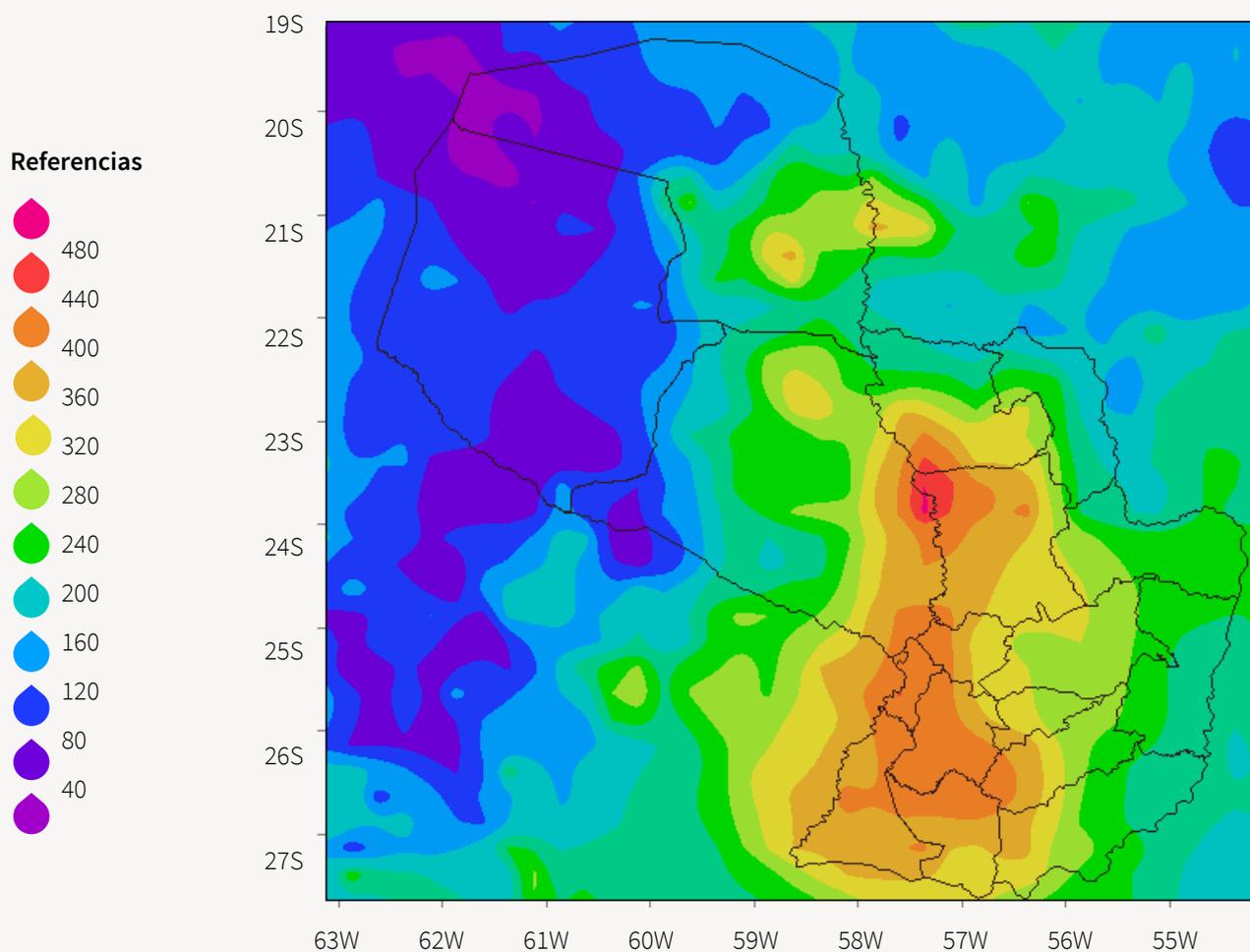
### Precipitaciones intensas

Sistemas meteorológicos que producen importantes precipitaciones en corto tiempo ocurren en Cordillera, líneas de inestabilidad y otros sistemas convectivos transitan el centro y sur de la Región Oriental del Paraguay produciendo precipitaciones diarias de intensidad considerable. Uno de estos eventos extremos fue lo ocurrido durante el mes de noviembre del año 2004, durante ese mes un núcleo de precipitación máxima se situó en un eje norte-sur sobre el río Paraguay, afectando desde el departamento de Concepción (al norte) hasta el departamento de Misiones (al sur); en el departamento de Cordillera, la precipitación fue máxima al oeste en frontera con el departamento Central con más de 400 mm y fue disminuyendo hacia el este con cerca de 350 mm de precipitación (Figura 5), en Cordillera este evento extremo dejó una precipitación promedio de 400 mm, representando aproximadamente el 25% de la precipitación anual del departamento, o sea que este evento mensual representó la cuarta parte de la precipitación anual. Esta precipitación produjo eventos hidrológicos extremos con desbordes considerables de cauces hídricos, inundación de campos y afectación a caminos vecinales, entre otros.



Durante el mes de noviembre del año 2004, un núcleo de precipitación máxima se situó en un eje norte-sur sobre el río Paraguay. En Cordillera este evento extremo representó la cuarta parte de la precipitación anual y produjo eventos hidrológicos extremos.

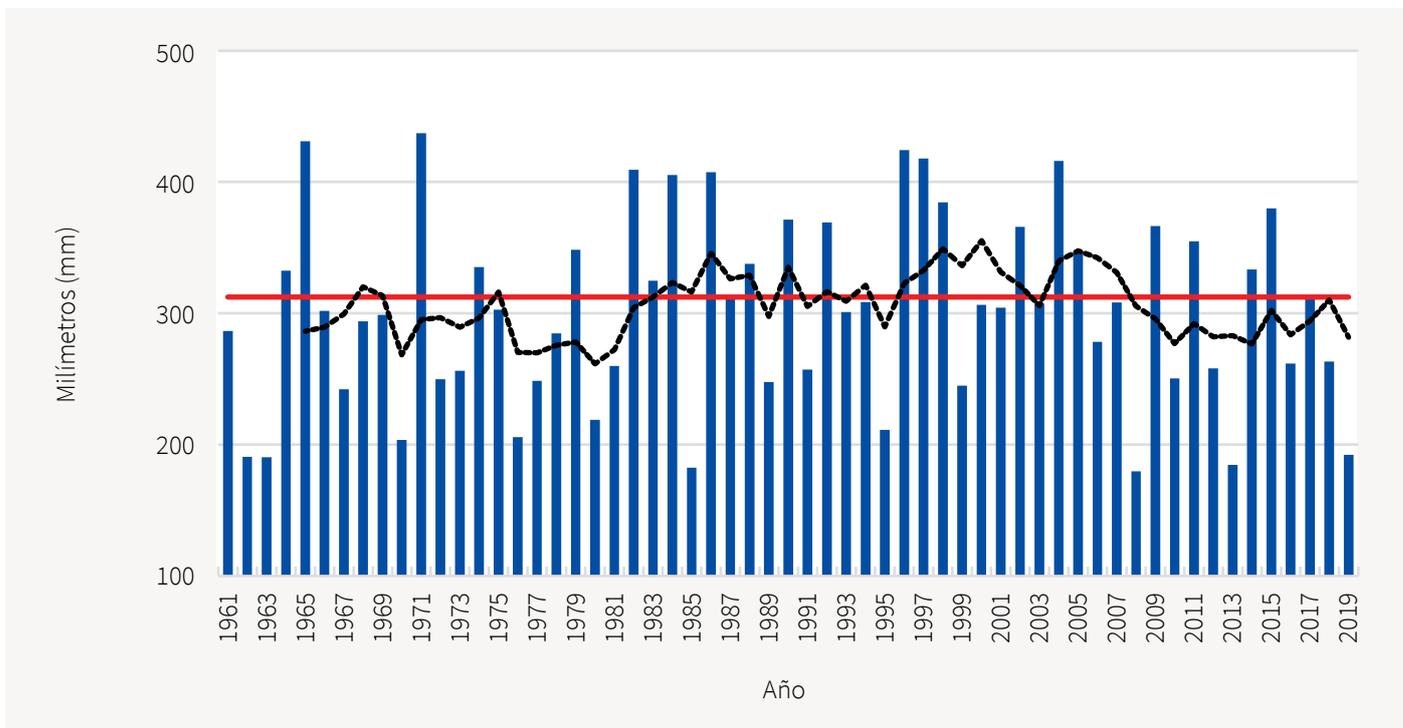
Figura 5. Precipitación total mensual del mes de noviembre del año 2004 en el Paraguay. El núcleo estuvo centrado en un eje norte-sur sobre el río Paraguay, San Pedro noroccidente, Central y cordillera occidental, en esta oportunidad la precipitación promedio del mes en Cordillera fue de 400 mm. La paleta de colores de la derecha indica los rangos de precipitación en milímetros.



Fuente: Satélite TRMM. Elaboración propia.

En Caacupé según los datos del período 1961-2019, se analiza el comportamiento de las precipitaciones mensuales máximas, se observa que tiene un promedio alto (312 mm), y que los valores máximos, o que superan el promedio, son algo más frecuentes en tiempos actuales que en el pasado, no obstante la información disponible no es suficiente para sacar conclusiones sobre la tendencia temporal de este parámetro climático ([Gráfico 10](#)).

**Gráfico 10. Precipitación mensual máxima anual (barra azul), precipitación mensual máxima media (312 mm-línea roja) y media móvil de 5 años (línea quebrada en negro) en Caacupé, Cordillera. Período 1961-2019.**



Fuente de datos: MAG. Elaboración propia.

# 5. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA



El departamento de Cordillera tiene una población de poco más de 307.000 habitantes, lo que representa el 4% de la población total del país en el 2018.

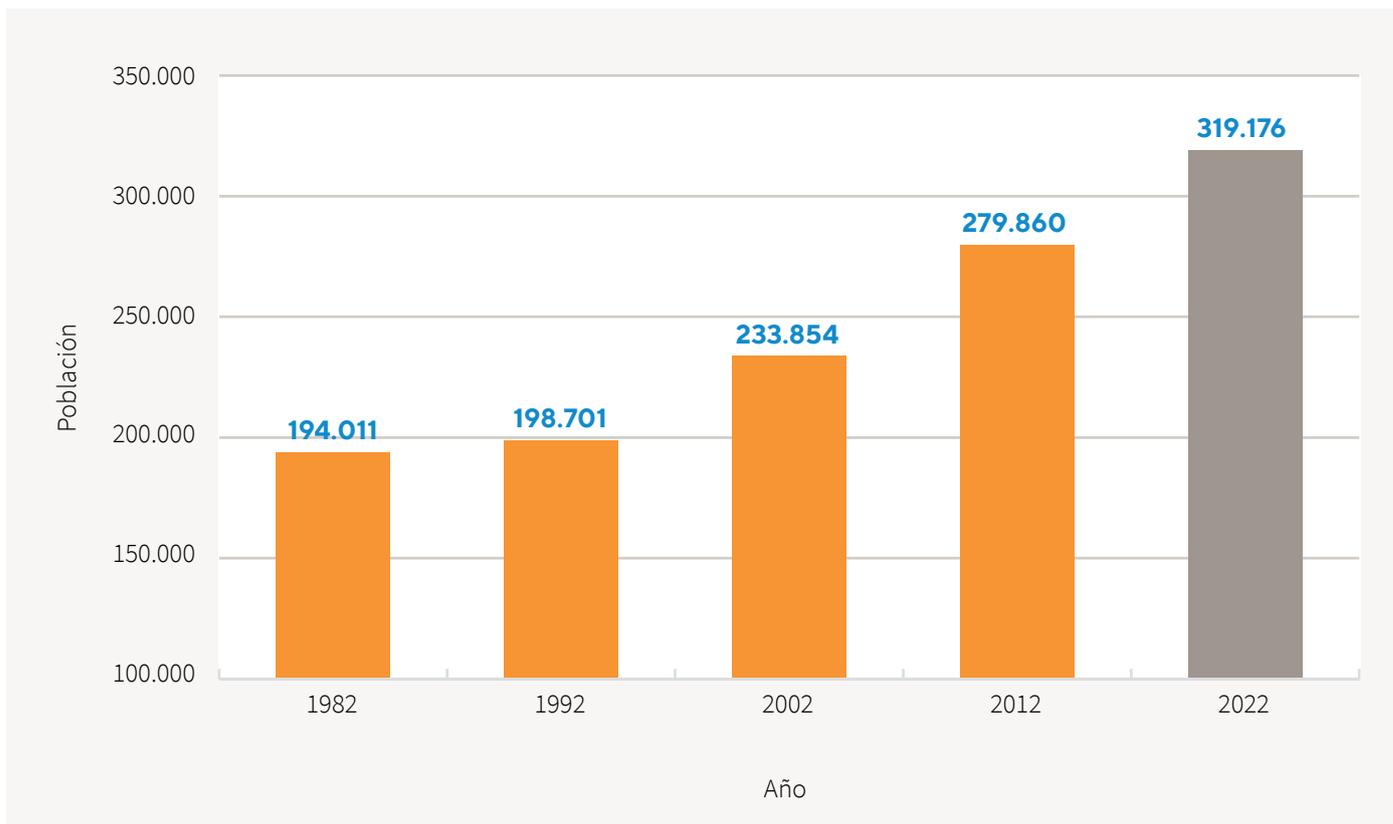
## 5.1. DEMOGRAFÍA

La población, su tamaño y características demográficas son indicadores del departamento que revelan la conformación social, así como su capacidad productiva y de consumo. El departamento de Cordillera tiene una población de poco más de 307.000 habitantes, lo que representa el 4% de la población total del país en el 2018. A su vez, más del 65% de la población vive en zonas rurales. Este porcentaje tendería a decrecer con mayor velocidad que otros departamentos, debido a los rendimientos decrecientes y poco atractivos de los sistemas productivos rurales, asociados a la muy baja fertilidad de los suelos. Sin embargo, si no se diseñan y planifican nuevas residencias urbanas en el departamento, es muy probable que una porción significativa siga viviendo en las zonas rurales, pero que trabaje y estudie en las zonas urbanas, movilizándose de forma cotidiana.

Al igual que el resto de los departamentos, la distribución de edades de la población se caracteriza por un porcentaje elevado de adultos mayores, que residen generalmente en las zonas rurales.

Desde 1992 hasta la actualidad la población ha crecido considerablemente a razón de más de 4.000 habitantes por año, es decir experimentó un crecimiento de 53% en los últimos treinta años. Se estima que para el 2025 alcanzará los 330.538 habitantes (Gráfico 11). El crecimiento demográfico de este departamento se explicaría principalmente por la mancha urbana de la Gran Asunción, que incluye a algunos distritos de este departamento. De igual forma, por su ubicación próxima a Asunción, la población de Cordillera no ha migrado en cantidades significativas, ya que dispone de servicios en forma creciente en las últimas décadas. No debe olvidarse que las ciudades más importantes del departamento se localizan sobre el eje vial de mayor fluidez y relevancia de la economía paraguaya.

Gráfico 11. Evolución de la Población de Cordillera hasta el año 2012 y proyección al año 2022.



Fuente de datos: DGEEC, 2016.

## 5.2. INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTES

Las redes viales, sobre todo aquellas pavimentadas que aseguran el tránsito de todo tiempo, son de suma importancia para las comunidades rurales, ya que contribuyen en gran medida a dinamizar la economía local, los caminos les permiten transportar con facilidad los productos agrícolas y pecuarios y llegar a los centros urbanos para la comercialización de estos.

Según datos actualizados del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), el departamento de Cordillera cuenta con alrededor de 2.300 kilómetros de caminos en el año 2019 (Cuadro 3). Según la misma fuente, en 2019 la estructura vial departamental estaba compuesta principalmente por caminos no pavimentados que representaban el 71%, y siendo la red pavimentada el 29% (comprendida por caminos asfaltados, con tratamiento superficial, empedrados y empedrado combinado con ripio). Las precipitaciones de intensidad media y alta tienen un efecto negativo sobre los caminos no pavimentados ya que la escorrentía del agua destruye los ya precarios caminos, volviéndolos intransitables hasta que se sequen, limitando de esta forma la salida de personas hacia sus puestos de trabajo.

En la Figura 6 se observa que los caminos de tierra son los predominantes. Sin embargo, la pavimentación de varios tramos del departamento ha cambiado la fisonomía vial de Cordillera. En efecto, la construcción de la ruta que une Asunción

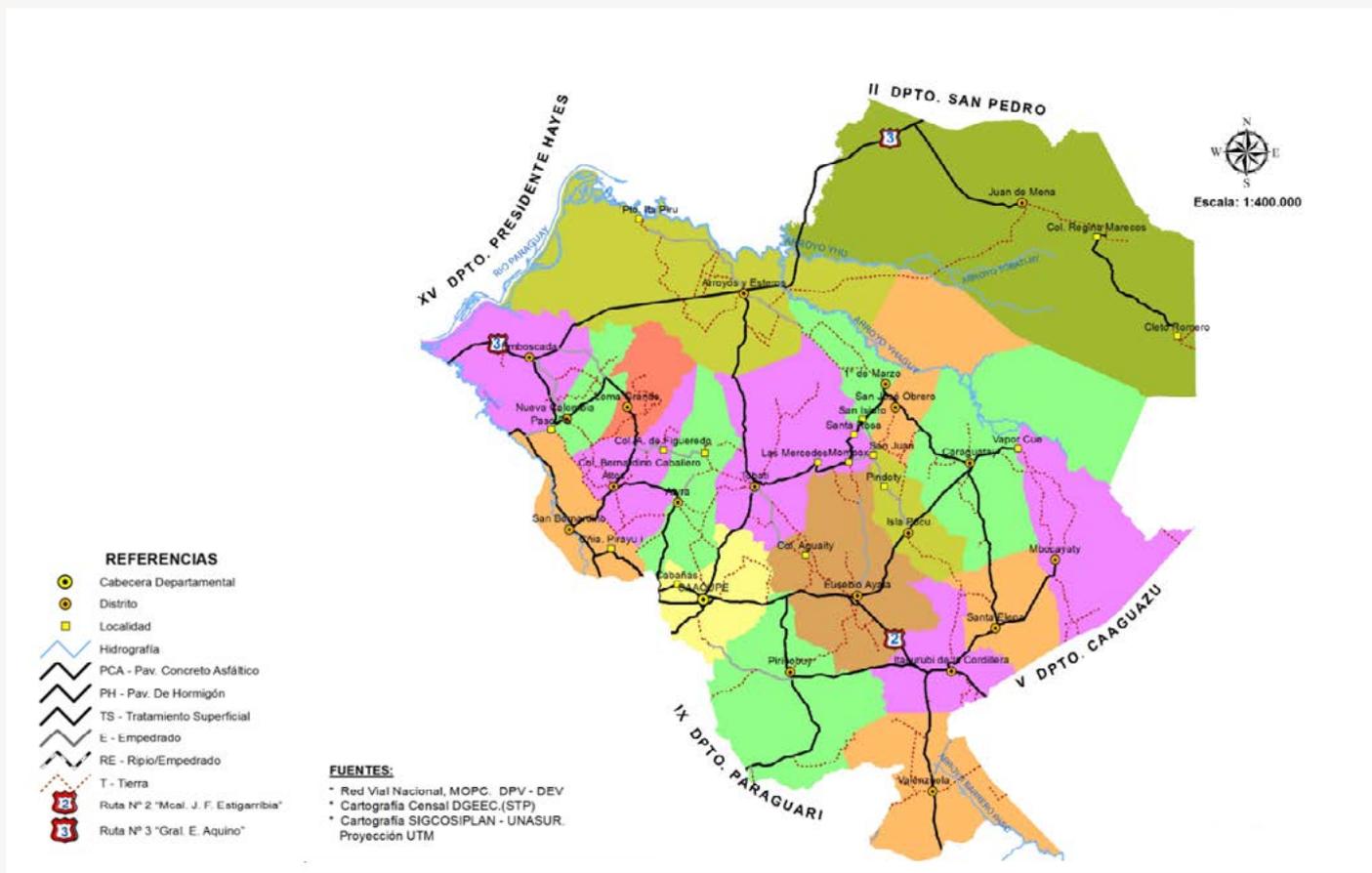
con San Estanislao y Salto del Guairá ha reactivado el comercio y los servicios en la porción norte del departamento. Igualmente, la conexión asfaltada entre Caacupé y Arroyos y Esteros, así como el eje asfaltado que une Ypacaraí con Pirayú y Paraguari al sur.

Cuadro 3. Tipo de superficie de los caminos de Cordillera (en kilómetros) en el año 2019.

ASFALTO	EMPEDRADO	EMPEDRADO RIPIO	TIERRA
560 km	88 km	13 km	1.629 km
<b>TOTAL 2.290 km</b>			

Fuente: MOPC, 2019

Figura 6. Mapa de la red vial del departamento de Cordillera al año 2018.



Fuente: <https://www.mopc.gov.py/mopcweb/old/caaguazu-s424>

En cuanto a los transportes con que contaba la población del departamento de Cordillera en el 2019, los datos de la Dirección del Registro de Automotores indican que existe un total de 61.000 vehículos registrados, los que contribuyen a la movilidad de los pobladores, quienes pueden trasladarse a los centros de consumo y empleo, entre otros, pero que, además, la utilización de estos estaría contribuyendo al incremento de los gases de efecto invernadero<sup>26</sup>.

El número de vehículos registrados permite notar claramente que los autos y las motos han sido los vehículos que han experimentado crecimientos importantes. En el transcurso de siete años, la cantidad de autos ha crecido más del doble y la de motos más de cuatro veces, favorecido principalmente por las facilidades crediticias de estos bienes. Por otro lado, resalta que en el mismo periodo de tiempo la cantidad de transportes vinculados a actividades productivas como camionetas y camiones sufrieron aumento, siendo del 60% en el caso de la última. Mientras que los tractores decrecieron un 12%. Aun así, tal como se observó antes, el estado de los caminos y las precipitaciones reducen bastante la eficiencia y la rentabilidad de los productores agrícolas y ganaderos, al generar costos de transporte adicionales.

### 5.3. EMPLEO, POBREZA E INGRESOS

Según datos del año 2018, el 25% de los empleos correspondían al sector primario,<sup>27</sup> es decir un cuarto de su población. Esto es particularmente significativo puesto que indica la cantidad de empleos que dependen de las condiciones climáticas, por lo que se asume que una sequía, tormenta severa y otros eventos climáticos extremos que afecten directamente a la agricultura y la ganadería, terminarán impactando en los empleos y por ende en los ingresos y en el nivel de vida de la población.

El perfil joven de su población hace que Cordillera presente una gran cantidad de personas en edad de trabajar, alrededor de 219.591 personas, con una tasa de ocupación del 92,3%. Sin embargo, los altibajos en las actividades comerciales, así como la informalidad, indicarían unos niveles elevados de subempleo, especialmente en el sector comercial y servicios.

La estructura económica muestra la preeminencia del sector terciario (comercio y servicios). Es más, el sector terciario es el predominante con poco más de la mitad de los empleos, es decir alrededor de 147.000 puestos de trabajo. Estas actividades son eminentemente urbanas y se concentran en la capital de departamento, Caacupé. Como se indicó antes, existe una incongruencia entre la dinámica de población, muy rural, y una economía urbana. La movilidad cotidiana, desde las zonas rurales a las urbanas entre estas regiones podría explicar, al menos en parte, esta situación. El sector de comercio y servicios no es vulnerable al cambio climático.

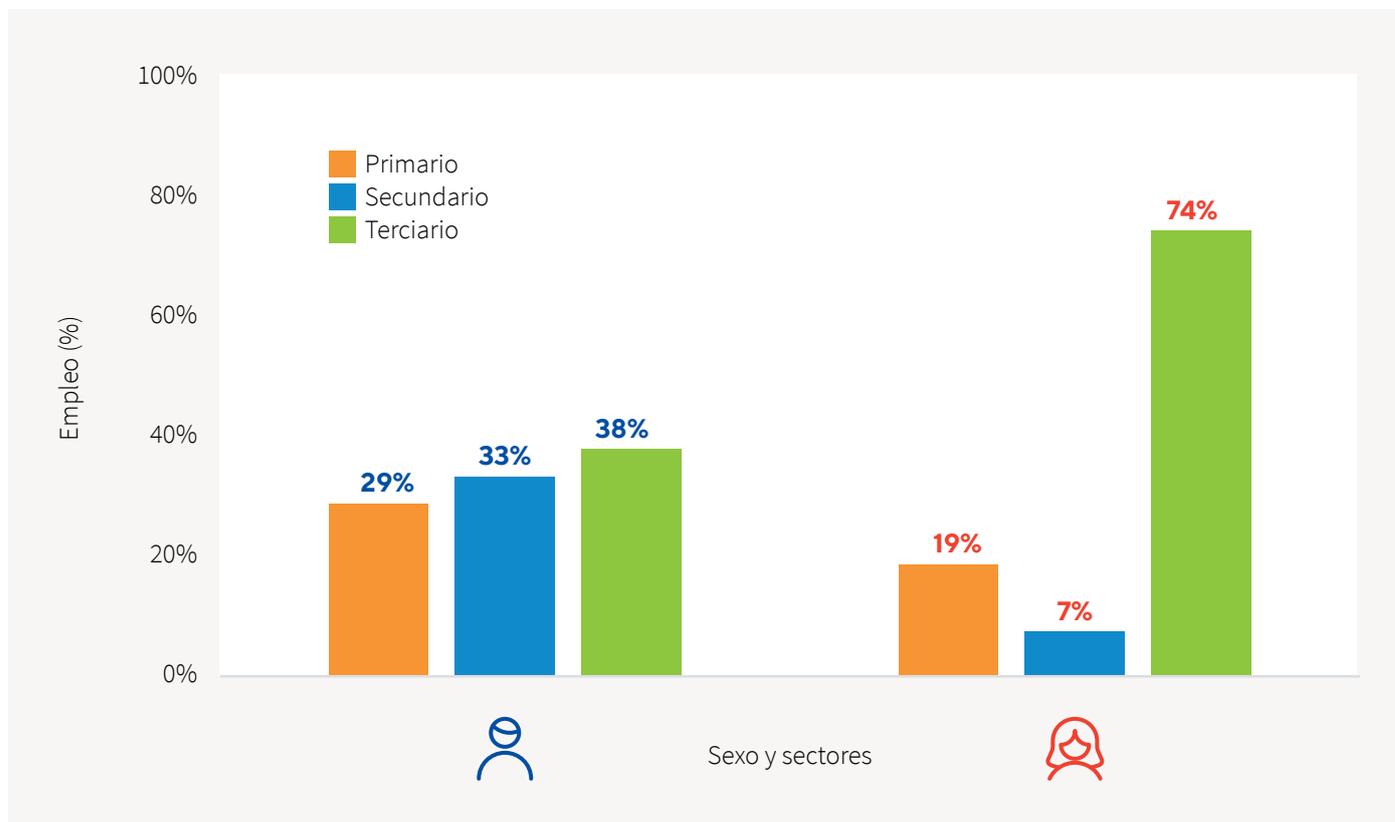
En el departamento existen varias agroindustrias que procesan frutos y caña de azúcar principalmente. Las primeras son de pequeño y mediano porte, mientras que la segunda de mayor envergadura (una fábrica de aguardiente). Si bien dependen de materia prima agrícola, estas industrias presentan una baja vulnerabilidad al cambio climático debido a su baja productividad.

26 Aunque la participación de Paraguay en las emisiones mundiales totales es del 0,1%.

27 Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos

Los distintos sectores presentan niveles de participación de hombres y mujeres diferentes. En la industria prevalecen los hombres y en el comercio y los servicios las mujeres. (Gráfico 12)

**Gráfico 12. Distribución del empleo por sectores y por sexo, en %.**



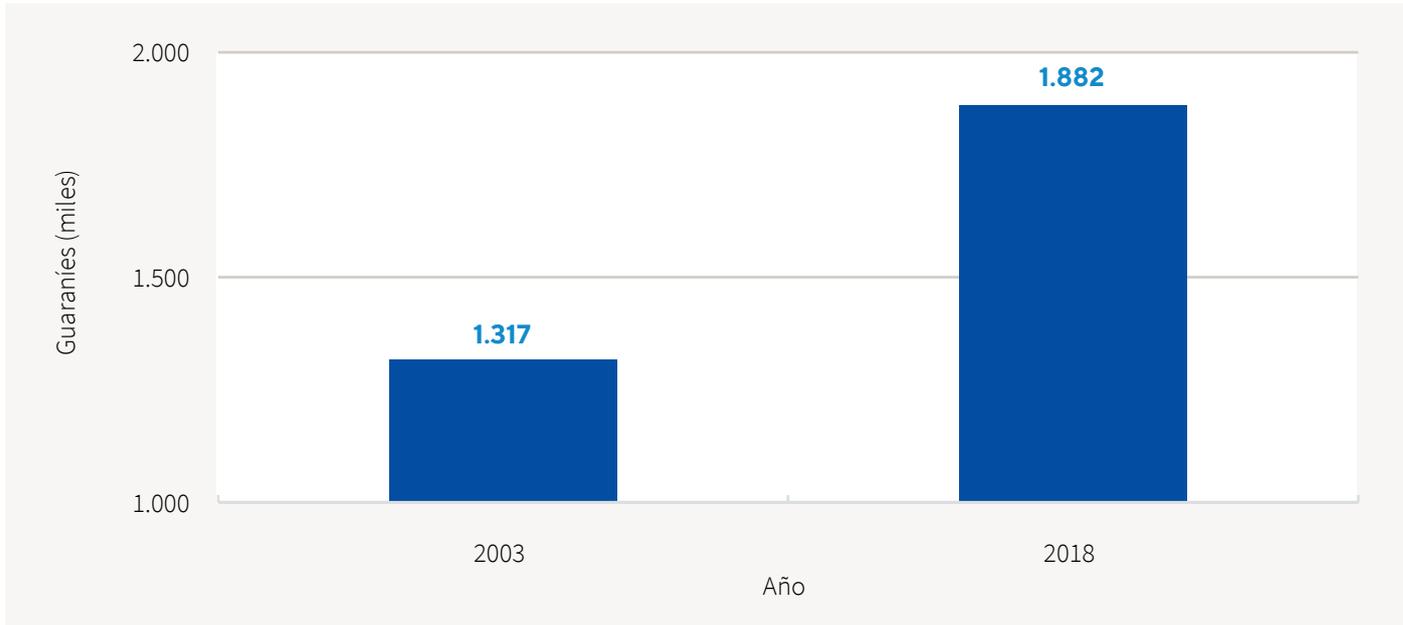
Fuente: DGEEC, EPH, 2018.

Por el lado de los ingresos provenientes de actividades productivas, la mayor demanda de commodities agrícolas de los últimos quince años, alimentada por una demanda creciente y sostenida de China, así como de otros países, la agricultura, la ganadería y las agroindustrias del departamento de Cordillera experimentaron un crecimiento de volumen y de valor que se transfirió a los distintos eslabones de las cadenas productivas.

Tal como se aprecia en el Gráfico 13, los salarios promedios mensuales, de todas las ramas de actividad, tuvieron un comportamiento creciente, de 43% en quince años. De igual forma, los salarios percibidos por las mujeres, históricamente inferiores a los de los hombres, también crecieron en los últimos años.

El incremento del ingreso promedio de las familias ha mostrado un comportamiento creciente en la última década y media, impulsado por las actividades de mayor productividad y rentabilidad, especialmente en el comercio y los servicios. Otro factor que explica el dinamismo del empleo y de los ingresos es la proximidad de este departamento a la ciudad de Asunción, que ofrece empleos, tanto públicos como privados, y por lo tanto atraen a trabajadores del departamento de Cordillera, incluso a más de 50 kilómetros de distancia.

**Gráfico 13. Evolución del promedio de ingreso laboral (en miles de guaraníes) en la ocupación principal de la población en Cordillera.**



Fuente de datos: DGEEC en línea, datos por temas.

En cuanto a la diferencia entre sexos, se aprecia que en los últimos años (2017-2018) hubo un comportamiento similar entre ellos; es decir, tanto los ingresos de los hombres como los de las mujeres aumentaron entre 16 y 22%, siendo el de las últimas superior.

Esto posiblemente se debe porque estas encontraron oportunidades laborales en el sector comercial y de servicios. También se observa que la diferencia de ingresos promedio entre hombres y mujeres aumentó entre 2017 y 2018, pasando de Gs 517.000 (86 dólares) a Gs 536.000 (89 dólares) lo que representa una variación de apenas 4%. (Gráfico 14)

**Gráfico 14. Promedio de ingreso mensual (miles de guaraníes) en la ocupación principal de la población de Cordillera entre los años 2017 y 2018.**



Fuente: DGEEC, 2018.

## 5.4. PROGRAMAS SOCIALES

A pesar de mostrar estándares de empleo bajo comparado con el promedio nacional, Cordillera es uno de los departamentos con menor incidencia de la pobreza extrema. En efecto, la proximidad a Asunción permite obtener mejores empleos y una mayor capacidad de conexión y, por lo tanto, una menor incidencia en la pobreza. Por el lado de la pobreza no extrema se sitúa a niveles semejantes al promedio nacional (26,9%), siendo su índice de Gini<sup>28</sup> de 0,41. Cerca de tres de cada diez habitantes en Cordillera son pobres o pobres extremos, siendo mayor el porcentaje en las zonas rurales, la que se dedica a actividades agropecuarias y sus ingresos dependen en gran medida de la venta de los productos agrícolas. La extrema dependencia del clima de los sistemas productivos agropecuarios en general, y en especial aquellos de la población en situación de vulnerabilidad social, sitúa a estos en una posición de fragilidad social y de vulnerabilidad ante el cambio climático.

Esta situación se ve reflejada en la cantidad de beneficiarios de Programas Sociales del Estado, que se focalizan en población en situación de pobreza y pobreza extrema. Uno de los subsidios corresponde al programa Tekoporã, que está vigente desde el año 2005 y es administrado por la Secretaría de Acción Social (SAS) actualmente Ministerio de Desarrollo Social. Existen casi 4.300 beneficiarios en el departamento, es decir alrededor del 1,3% de la población total. El monto bimestral recibido por las familias es de aproximadamente 90 dólares.

El otro subsidio es conocido como la Ley de Adultos Mayores, otorgado mediante la Ley N° 3728/09 “Que establece el derecho a la pensión alimentaria para las personas adultas mayores en situación de pobreza”, y está a cargo del Ministerio de Hacienda. La misma consiste en una pensión mensual no menor al 25% del salario mínimo vigente<sup>29</sup>, y está dirigida a adultos mayores de 65 años y en situación de pobreza. En comparación al programa anterior, la población beneficiada es del 5% del total departamental. El monto mensual que reciben los beneficiarios es de alrededor de 90 dólares. Este programa dispone de 16.032 beneficiarios en el departamento de Cordillera. Los programas sociales no son acumulativos, es decir los beneficiados no pueden acceder a ambos programas simultáneamente. En forma conjunta, estos programas sociales benefician a cerca de 20.300 personas de forma directa, poco menos del 7% de la población total del departamento. Así, inyectan casi dieciocho millones de dólares anualmente, lo que representa un ingreso seguro y no dependiente de factores climáticos. (Cuadro 4)

**Cuadro 4. Cantidad de beneficiarios y monto total anual transferido a las personas en el departamento de Cordillera al año 2019 por los programas Tekoporã y Adultos mayores.**

Subsidio	Cantidad de beneficiarios	Importe anual
Programa Tekoporã	4.227	1.500.000 US\$
Ley de Adultos Mayores	16.032	16.300.000 US\$
<b>TOTAL</b>	<b>20.259</b>	<b>17.800.000 US\$</b>

28 Cabe mencionar que el coeficiente de Gini es una forma de medir la desigualdad, o bien el nivel de concentración que existe en la distribución de los ingresos en la población. Sus valores oscilan entre 0 y 1, un coeficiente de Gini de 0 representa una equidad perfecta, mientras que un coeficiente de 1 representa una inequidad perfecta. Por lo tanto, cuanto más cercano a uno, mayor la desigualdad en el país.

29 Salario Mínimo Vigente en el año 2019: Gs. 2.192.839, alrededor de 338 dólares.

## 5.5. ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN

En el departamento de Cordillera existen tres sistemas productivos principales: la agricultura tecnificada, la agricultura familiar campesina y la ganadería para carne.

En este estudio se considera que una vulnerabilidad alta puede afectar a más del 40% de los ingresos provenientes de las actividades productivas agrícolas. Las medianas afectan del 30 al 40% de los ingresos y las bajas, menor al 30%. Esta escala se basa en el nivel de pérdida de ingresos, donde el valor de los productos puede hacer variar el resultado.

- **La Agricultura tecnificada:** se trata de una parte pequeña de la producción de caña de azúcar, que presenta una vulnerabilidad baja.
- **La Agricultura familiar campesina:** se ubica principalmente en la porción norte del departamento, es afectada tanto por la sequía como por las heladas, en los cultivos tradicionales de maíz, mandioca y poroto. Las hortalizas también forman parte de este esquema productivo. Las tormentas severas afectan a la producción hortícola (tomate y pimiento principalmente) así como a los animales menores, principalmente gallinas. Esta agricultura presenta una vulnerabilidad media al cambio climático ya que este afecta de forma directa no solo a la capacidad de generar ingresos, sino sobre todo a la seguridad alimentaria, por la disminución de alimentos para el consumo familiar.
- **La ganadería para carne:** se ubica en la porción sur del departamento. La sequía afecta a este sistema productivo. Esta actividad presenta una vulnerabilidad baja al cambio climático.

Por otro lado, no se aprecian vulnerabilidades significativas al sector industrial, ya que se trata fundamentalmente de pequeñas industrias que no suelen ser impactadas por los eventos climáticos extremos.

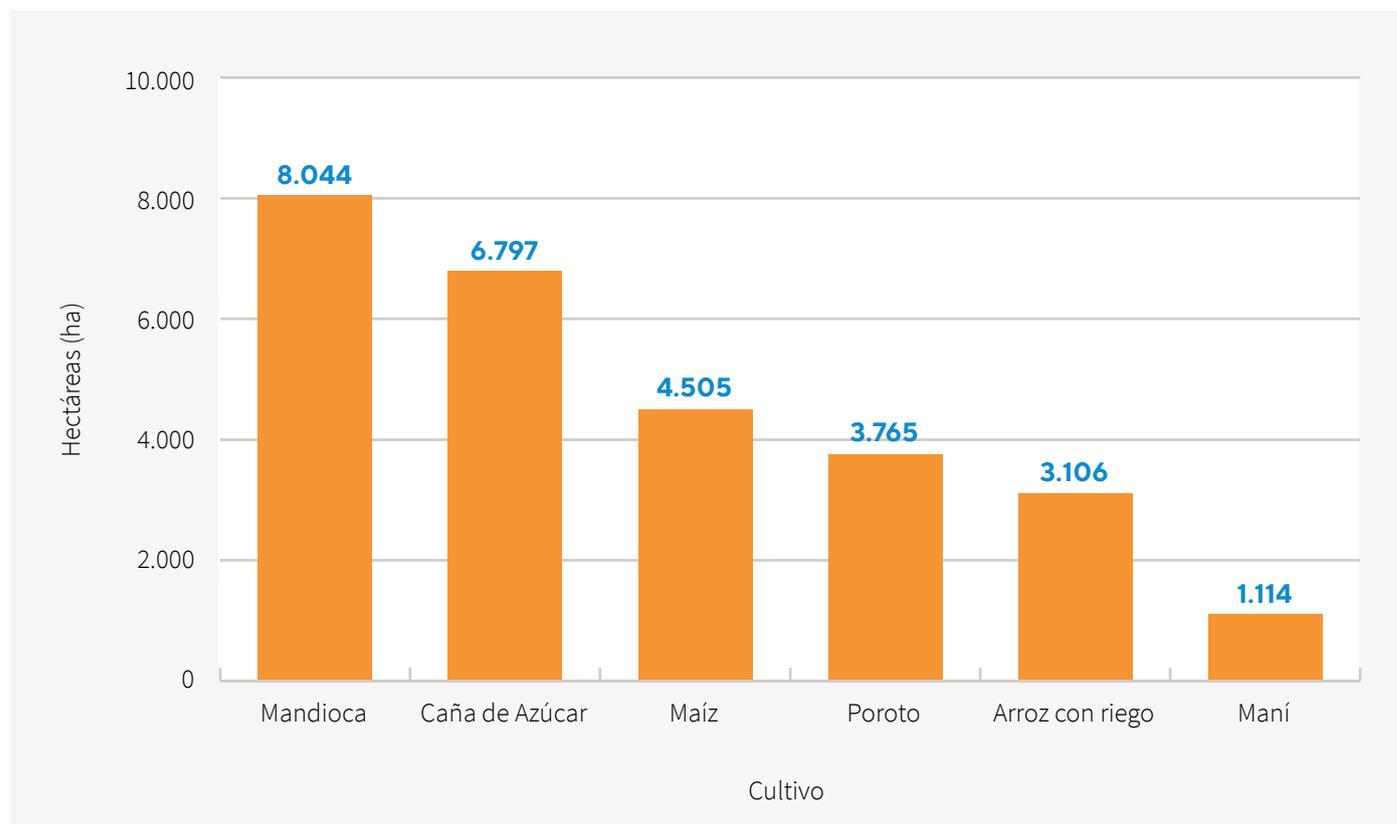
A diferencia de otros departamentos, con mayores niveles de vulnerabilidad al cambio climático, Cordillera aparece como un departamento de menor impacto, esto se debe a dos factores principales; el primero es el tamaño limitado del departamento, el segundo factor es el carácter productivo poco intensivo de la gran mayoría de los sistemas de producciones agrícolas y ganaderas, y por lo tanto con menor exposición a eventos climáticos extremos.

### PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Según publicaciones oficiales del Ministerio de Agricultura y Ganadería, la superficie cultivada en el año 2018 de los principales rubros de mandioca, caña de azúcar y maíz es de aproximadamente 8.000, 6.800, y 4.500 hectáreas al año respectivamente (Gráfico 15). Estos rubros están vinculados principalmente a la agricultura familiar, aunque una parte de los cultivos de caña de azúcar pueden ser considerados como tecnificados, porque son implementados por productores de mayor capacidad de innovación e inversión. Sin embargo, las limitaciones tecnológicas, especialmente la muy baja incorporación de innovaciones en los cultivos (semillas, abonos y buenas prácticas agrícolas) y de degradación de suelos, continúan siendo aspectos limitantes a la diversificación e intensificación productiva, reduciendo los ingresos de los agricultores e incrementando la vulnerabilidad al cambio climático.

Por su parte, los rubros de la agricultura tecnificada son el arroz con riego y la caña de azúcar, esta última producida para las empresas productoras de azúcar y alcohol, aunque la participación de esta no es muy representativa en el departamento.

Gráfico 15. Superficie de los principales cultivos de Cordillera (hectárea) en el año 2018.



Fuente de datos: MAG, 2019.

Con respecto al valor total de la producción de los rubros de la agricultura familiar, este supera al de la tecnificada, siendo tres veces superior.

El valor total anual de los principales rubros agrícolas asciende a más de 240.000 millones de guaraníes (alrededor de 41 millones de dólares), considerando los rubros con mayor superficie en el departamento (mandioca, caña de azúcar y maíz), con precios de mercado local de los rubros al 26 de diciembre de 2019 y tipo de cambio del Banco Central del Paraguay (BCP) a la misma fecha. (Cuadro 5)

**Cuadro 5. Rendimiento por hectárea, precio, producción y valor de la producción de los principales cultivos de Cordillera en el año 2018.**

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Precios (G/ton)*	Producción (ton)	Valor de la producción (millones de G)	Valor de la producción (millones de US\$)
Mandioca	9.824	1.250.000	79.021	98.776	17
Caña de Azúcar	58.669	190.000	398.770	75.766	13
Poroto	874	8.000.000	3.289	26.312	4
Maíz	4.259	988.000	19.188	18.958	3
Arroz con riego	5.269	1.067.000	16.366	17.463	3
Maní	750	6.000.000	836	5.016	1
<b>Total</b>				<b>242.291</b>	<b>41</b>

Fuente: MAG, 2019 y Servicio de Información de Mercados Agropecuarios (SIMA)



Una pérdida importante para este sector de la agricultura campesina se traduce en la menor disponibilidad de alimentos y por lo tanto un incremento de la pobreza e incluso de la pobreza extrema.

Los cultivos agrícolas muestran niveles similares de vulnerabilidad al cambio climático. La mandioca y la caña de azúcar son impactadas principalmente por sequías y heladas.

En cuanto a los rendimientos producidos en el departamento en comparación a los nacionales, se puede decir que se encuentran bastante por debajo siendo entre 45 y 15% inferiores al promedio nacional. Esto se debe a que se trata de una zona con suelos muy degradados debido a la sobreexplotación, pues se encuentra poblada desde el periodo colonial, cumpliendo el rol de proveedor de productos agrícolas para Asunción. No obstante, la caña de azúcar y el poroto cuentan con rendimientos ligeramente superiores a la media nacional (entre 3 y 5%).

Anteriormente la producción hortícola se destinaba al consumo familiar y en algunos casos se lograba comercializar en Asunción, con una rentabilidad muy baja por los altos costos de transporte, vinculado a las grandes distancias y al mal estado de los caminos del departamento, especialmente en las zonas productivas agrícolas. Sin embargo, actualmente cada centro urbano del departamento representa una demanda de tamaño mucho más grande que debe ser atendida, lo que representa nuevas oportunidades productivas y comerciales para los agricultores familiares campesinos. (Vázquez, 2019)

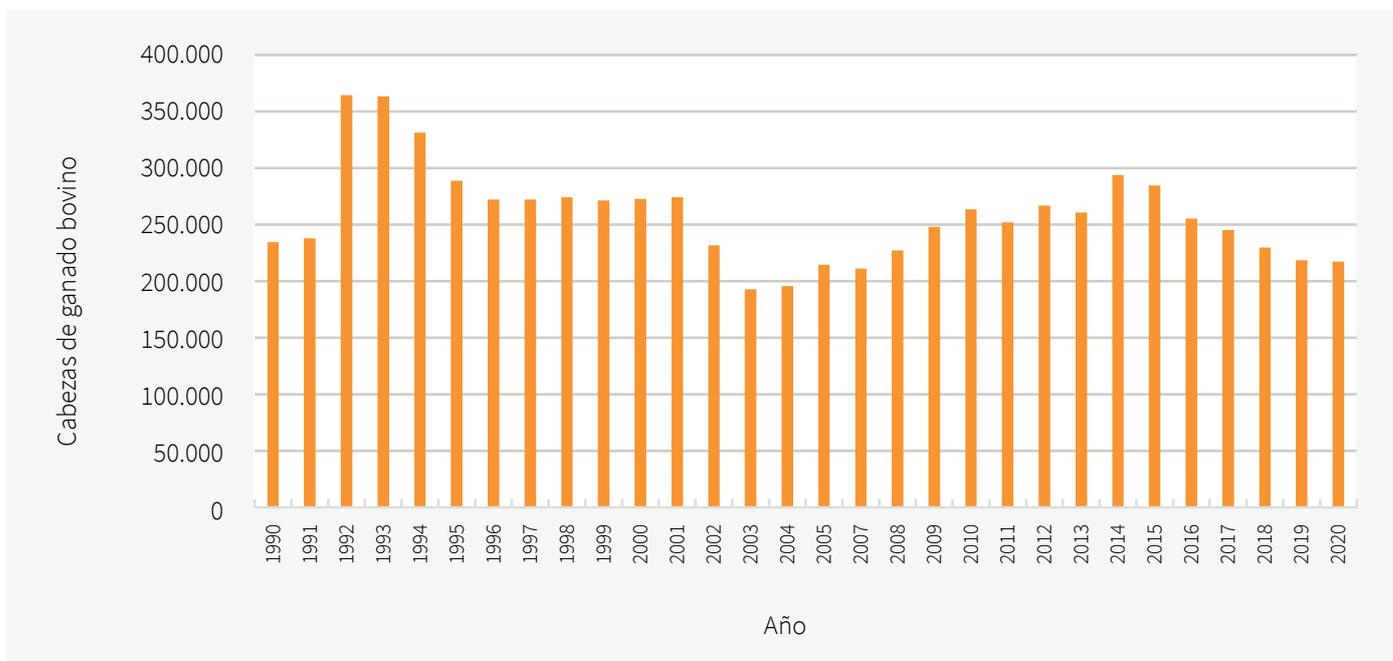
Las mujeres, históricamente encargadas de la producción de subsistencia, han tomado el desafío de la comercialización en las ferias de productos hortícolas que con distintas periodicidades se organizan en los centros urbanos. Si bien no existen datos oficiales sobre esta actividad, se asume que es muy importante, puesto que se trata de ingresos frecuentes (diarios, semanales, quincenales y mensuales) que rompen la tendencia estacional histórica de los ingresos agrícolas (ingresos concentrados en un solo periodo del año). Es por eso que cualquier evento climático que afecte este sistema productivo ocasionará impactos económicos y sociales de relevancia, ya que constituye la fuente de ingresos para una porción de recursos bajos y cercanos a los grupos de pobreza.

Una pérdida importante para este sector de la agricultura campesina se traduce en la menor disponibilidad de alimentos y por lo tanto un incremento de la pobreza e incluso de la pobreza extrema, en estos casos la existencia de programas sociales reduce el impacto.

## PRODUCCIÓN PECUARIA

La producción de ganado bovino en el departamento de Cordillera asciende a alrededor de 218.000 cabezas<sup>30</sup> (Gráfico 16), teniendo a nivel nacional poca relevancia (1,6% del total del ganado bovino).

Gráfico 16. Evolución de la población de ganado bovino en Cordillera.



Fuente de datos: SENACSA.

Obsérvese que la población de ganado bovino había experimentado un crecimiento entre los años 1990 y 1999, siendo el año 1992 su pico máximo. En los siguientes veinte años se da el decrecimiento progresivo hasta reducirse en casi 20%, en el segmento de productores ganaderos que se dedican exclusivamente a ésta actividad, debido a la migración de los productores pecuarios hacia zonas más productivas. Este grupo es vulnerable al cambio climático, específicamente los situados al noroeste del departamento, caracterizado por ser zonas inundables y estar expuesto a las inundaciones.

En el caso de producción bovina a pequeña escala, la que practican los agricultores familiares campesinos se utiliza principalmente como forma de ahorro, porque reduce significativamente el riesgo asociado a la incertidumbre de las cosechas de rubros agrícolas.

Debido a la disminución de la mano de obra disponible para realizar cultivos agrícolas, es posible que una parte de estos agricultores se dediquen a la cría de animales a pequeña escala y de forma de gestionar mejor sus activos, atendiendo que pueden administrar mejor los riesgos y sobre todo que los animales son menos demandantes de mano de obra que la agricultura. (Vázquez, 2019)

Por otra parte, con relación a la producción de animales menores (Cuadro 6), la de aves representa la de mayor volumen en el departamento, y a la vez corresponde a menos del 7% del total del país. La gran producción de aves se explica por la existencia de decenas de granjas criadoras de aves parrilleras para los frigoríficos que se encuentran en el departamento vecino de Central.

Cuadro 6. Cantidad de cabezas según tipo de producción animal en Cordillera en el año 2016.

AVES	PORCINO	OVINO	EQUINO	CAPRINO
1.134.938	41.900	9.088	8.636	2.415

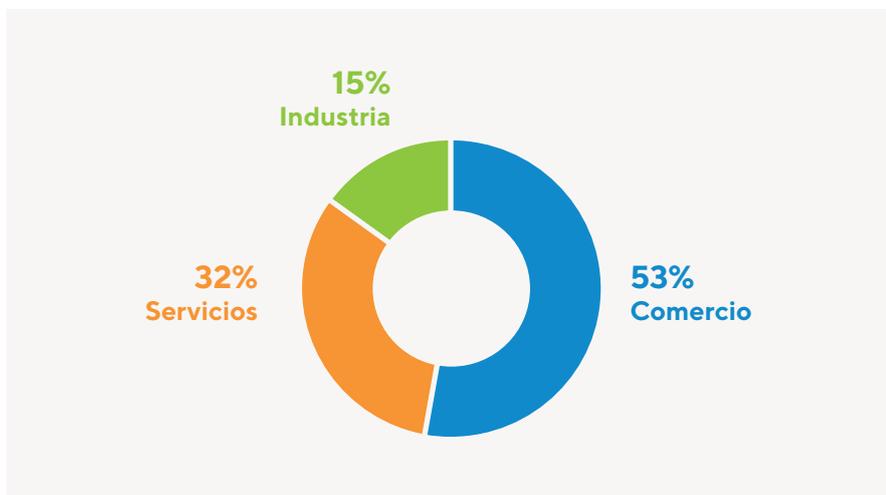
Fuente: SENACSA

Este nivel de producción de animales menores se asocia tanto a fincas proveedoras de pollos parrilleros para la industria, como a la cantidad de fincas de la agricultura familiar que dispone de estos animales para autoconsumo y para venta ocasional. Este sector productivo muestra mayores niveles de vulnerabilidad en el grupo de la Agricultura familiar campesina, donde la cría de animales menores (gallinas y cerdos) son destinados principalmente al consumo familiar.

### INDUSTRIAS, COMERCIOS Y SERVICIOS

Según el Censo Económico Nacional del año 2011, en el departamento de Cordillera alrededor de cinco de cada diez son comercios y un tercio servicios, de un total de 6.000 unidades económicas aproximadamente. (Gráfico 17)

Gráfico 17. Unidades económicas en Cordillera (en porcentaje) en el año 2010.



Fuente: DGEEC, 2011

Las industrias, el comercio y los servicios se concentran en las ciudades más pobladas y con mayor capacidad de atracción. Nítidamente sobresale la ciudad de Caacupé, seguida por Tobatí y Piribebuy.

La distribución de las unidades económicas y del personal ocupado pueden observarse en el [Cuadro 7](#).

Cuadro 7. **Unidades económicas y personal ocupado por sexo en Cordillera, Censo Económico Nacional.**

Distritos	Unidades económicas	Personal ocupado por sexo	Hombre	Mujer
Caacupé	1.888	5.201	2.842	2.359
Tobatí	624	1.867	1.329	538
Piribebuy	617	1.285	706	579
Eusebio Ayala	500	1.118	575	543
Emboscada	347	588	248	340
Atyrá	334	843	540	303
Itacurubí de la Cordillera	294	736	437	299
Altos	243	463	221	242
San Bernardino	225	612	333	279
Arroyos y Esteros	220	539	282	257
Isla Pucú	136	215	106	109
Caraguatay	116	308	194	114
Santa Elena	97	173	83	90
Primero de Marzo	84	115	64	51
Valenzuela	64	670	592	78
Nueva Colombia	56	90	45	45
Mbocayaty del Yhaguy	54	98	51	47
Loma Grande	35	73	34	39
Juan de Mena	33	54	26	28
San José Obrero	17	47	26	21
<b>Total Cordillera</b>	<b>5.984</b>	<b>15.095</b>	<b>8.734</b>	<b>6.361</b>

Fuente: DGEEC, 2011

Con respecto al valor económico que aportan los sectores de industria, comercio y servicios cabe señalar que los datos oficiales disponibles están desfasados debido a que pasaron ya diez años del último Censo Económico<sup>31</sup>. No obstante, a continuación se presenta una estimación calculada para el departamento de Cordillera a partir de los datos disponibles del 2011 a los que se sumó el porcentaje de crecimiento del producto interno bruto (PIB) de cada sector entre los años 2010 y 2018 (comercio 27%, industria 48%, servicios 41%). (Cuadro 8)

De esta manera se obtuvo el siguiente cuadro, cuyo valor incluye la suma de los valores de remuneraciones, ingresos por suministro de bienes y servicios y gastos por compras de bienes y servicios de cada sector del departamento de Cordillera: comercio, industria y servicios (sin agricultura ni ganadería).

31 Censo Económico Nacional de 2011

Cuadro 8. **Valor económico de los sectores industria, comercio y servicio en el departamento de Cordillera en los años 2010 y Estimación para el 2018. Cambio al cierre del año 2010: 4.558 guaraníes por dólar.**

Sectores	Año 2010		Año 2018	
	Millones de G	Millones de US\$	Millones de G	Millones de US\$
Comercio	805.453.457	176.712,04	1.022.925.890	172.558,35
Industria	226.462.807	49.684,69	335.164.954	56.539,30
Servicios	199.658.128	43.803,89	281.517.960	47.489,53
<b>Total</b>	<b>1.231.574.392</b>	<b>270.200,61</b>	<b>1.639.608.805</b>	<b>276.587,18</b>

Fuente: varias. Elaboración propia.

De esta manera se asume que, en el departamento, estos sectores acompañaron el patrón de crecimiento experimentado a nivel nacional, también caracterizado por la irrupción acelerada de los sectores de comercio y servicios, fundamentalmente del sector comercial<sup>32</sup>.

Por último, el sector financiero ha experimentado una expansión en la última década, expresada en la cantidad de bancos. Actualmente operan 5 instituciones financieras, con 9 sucursales en las ciudades más importantes y poco más de 130 corresponsales no bancarios, que amplían las operaciones financieras.

La ciudad mejor servida y con mayor oferta es Caacupé, aunque el resto de las ciudades también disponen de acceso a los servicios financieros. Según los Indicadores y Datos de Bancarización del Banco Central del Paraguay, en el departamento de Cordillera existen más de 30.167 cuentas bancarias y, al primer trimestre de 2020, los depósitos de dinero en distintas modalidades ascienden a más de 46 millones de dólares.

32 Aunque el cuadro indique una reducción del monto en el sector comercial en dólares, en términos absolutos y en guaraníes la cifra del año 2018 es mayor a la del 2010, pero al aplicarse el tipo de cambio para expresarlo en dólares, esta aparece como menor.

# 6. IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

## EN LA AGRICULTURA

Los eventos climáticos de la década pasada han provocado pérdidas millonarias a la economía del departamento. Aunque no se disponen de datos oficiales ni sistemáticos sobre los impactos del cambio climático para todos los sectores ni rubros, por inexistencia de estadística, pero para algunos sectores, como la mandioca y caña de azúcar se dispone de información y los daños por causas climáticas son altos.

En la última década, el impacto del cambio climático en el departamento de Cordillera ha sido causado principalmente por sequías. A este monto deben agregarse las pérdidas de los rubros menores del departamento, que no pueden ser contabilizadas con exactitud, por insuficiencia de datos.

En esta sección se integran los apartados climáticos y económicos de forma de identificar y cuantificar los impactos del cambio climático sobre la estructura económica del departamento de Cordillera. La metodología del cálculo consistió en comparar la producción de cada rubro del departamento de Cordillera de un año promedio con el año en que ocurrió un evento climático extremo. La diferencia de producción obtenida luego fue multiplicada por el valor de cada producto, obteniéndose de esta forma el valor total de la pérdida monetaria de cada rubro.

En caso de que la sequía ocurrida en el periodo 2006-2007, la pérdida para los productores de mandioca fue de poco más de 3000 dólares. Aunque esta cifra puede aparecer como baja e irrisoria, igual significa pérdidas significativas, sobre todo para el sector de la agricultura familiar campesina, que dispone de una gama muy limitada de productos de renta.

Cuadro 9. **Pérdidas en cultivos de mandioca, según eventos de sequía, en el departamento de Cordillera.**

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de MANDIOCA en Cordillera (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2006 - 2007	110.000	3.300

Fuente: Ministerio de Agricultura y CAPECO. Elaboración propia.

Cuadro 10. **Pérdidas en cultivos de caña de azúcar, según eventos de sequía, en el departamento de Cordillera.**

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de CAÑA DE AZÚCAR en Cordillera (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2011 - 2012	78.521	2.093.000

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería y CAPECO. Elaboración propia.

En la última década y media las sequías han significado pérdidas por poco más de dos millones de dólares en el departamento de Cordillera (Cuadro 11), basado en un conjunto de cálculos y estimaciones a partir de datos estadísticos y observaciones de varias fuentes, solamente en los rubros de mandioca y caña de azúcar (Cuadro 9 y 10).

Cuadro 11. **Pérdida económica en los rubros de caña de azúcar y mandioca en el departamento de Cordillera a causa de la sequía.**

	2007	2012
Caña de Azúcar	3.300	-
Mandioca	-	2.093.000
<b>TOTAL</b>		<b>2.096.300</b>

Elaboración propia.

Estas pérdidas están calculadas sobre los ingresos que dejaron de percibir los agricultores, pero si se incorporan los impactos de la disminución de la producción sobre los demás eslabones de la cadena, la cifra sería mayor. De igual forma, también existen pérdidas en el comercio y los servicios del departamento, es decir aquellas operaciones que se tendrían que haber producido con los ingresos de los agricultores. No se pueden hacer estimaciones sobre estas pérdidas por insuficiencia de datos.

Las heladas también tienen un efecto directo sobre la producción de cultivos, pero su cuantificación resulta extremadamente difícil por la inexistencia de datos que puedan permitir una valoración departamental sistemática. En la producción hortícola, las heladas generan pérdidas considerables, especialmente a aquellos productores que no disponen de tecnología adecuada.

## EN LA SITUACIÓN SOCIAL

Varios eventos climáticos impactan en la población del departamento. Las precipitaciones y tormentas son las principales, pues limitan y a veces impiden el normal desarrollo de las actividades cotidianas, como por ejemplo los traslados a los servicios públicos por problemas de tránsito sobre caminos no pavimentados.

La suspensión de clases en los niveles de Escolar básica, Educación media y universidades es corriente en el departamento, especialmente en las zonas rurales. Debido al mal estado de los caminos no pavimentados, las lluvias de distinta intensidad pueden afectar por varios días la comunicación y el transporte, así como a los vehículos que deben sortear los pozos y zonas pantanosas para lograr trasladarse.

Debido a que este departamento presenta una topografía con muchas ondulaciones y con varios cursos de agua importantes, numerosos puentes precarios sufren daños que exigen reparaciones urgentes luego de tormentas o precipitaciones intensas que incrementan el caudal de los arroyos de forma rápida.

En términos sociales existen dos tipos de impactos. El primero suele ser puntual, como resultado de tormentas severas, que afectan tanto a cultivos como a las viviendas precarias. El segundo es de mayor impacto, generalmente sequías y heladas, pues afectan a superficies más extensas que las tormentas severas y las pérdidas que acarrear tienen impacto directo y residual en los ingresos de los agricultores.

Para ambos casos, existen mecanismos de respuestas. La Secretaría de Emergencia Nacional atiende los casos puntuales de eventos extremos que afectan a viviendas, mediante la donación de chapas para el techo y otros materiales para la vivienda, así como kits de alimentos. Por su parte, el Ministerio de Agricultura y Ganadería se encarga de las familias que han perdido sus cultivos proveyendo semillas e implementos agrícolas para relanzar la producción. Cuando disponen de medios y según la intensidad de los daños, la Gobernación y las distintas municipalidades también realizan aportes específicos para ayudar a la población afectada.

## EN LAS FINANZAS

No se aprecian repercusiones significativas al sector financiero, ya que el aparato productivo agrícola no demanda estos servicios para movilizar la producción, o lo hace en niveles muy bajos.

## MEDIDA DE RESPUESTAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

La gestión del cambio climático requiere de mayor nivel de conocimiento, así como la aplicación de nuevas tecnologías que ayuden a mejorar las condiciones productivas, buscando que las fincas tengan una producción estable, sostenible y atemporal para satisfacer la demanda de consumo local y captar nuevos mercados de comercialización, beneficiando en forma directa a los agricultores familiares campesinos.

Se precisan diversas líneas de acción para hacer frente al cambio climático de forma efectiva en el departamento de Cordillera. En primer lugar, deben ser desarrolladas las estrategias para atenuar el impacto de los eventos climáticos extremos, como la sequía, que presenta impactos regionales de gran relevancia económica, pero también las tormentas severas que, aunque puntuales en términos de área afectada, pueden provocar cuantiosas pérdidas económicas.

Las gobernaciones y municipalidades podrían coordinar mecanismos de alerta ante estas contingencias climáticas, así como disponer de un paquete de intervenciones para paliar los efectos sociales y económicos.

# CONCLUSIONES

El clima no aparece como un factor de gran relevancia en la economía del departamento de Cordillera. La agricultura es la actividad más expuesta al cambio climático, ya que los cultivos se realizan siguiendo el ciclo natural, sin disponer de infraestructura y capacidad para responder de forma rápida, eficiente y resiliente a los eventos climáticos extremos. La dependencia de las precipitaciones y la alta vulnerabilidad a la sequía, las heladas y a las tormentas severas de las últimas décadas han impactado negativamente, pero con niveles no muy altos, en la economía y en las condiciones sociales del departamento.

El sistema productivo agrícola, específicamente la caña de azúcar y la mandioca, sufrieron pérdidas por poco más de 2 millones por eventos extremos de sequía, cifra extremadamente inferior a las de otros departamentos del país.

Las pérdidas generadas por eventos climáticos extremos en este departamento tienen una baja capacidad de trasladar sus efectos e impactos a lo largo de todos los eslabones de las cadenas de valor. Si bien no existen cifras sobre el impacto directo, se puede asumir que una parte, entre el 5 y el 10% de las pérdidas del sector agrícola, hubiesen terminado en los sectores de comercio y servicios.

A pesar de este bajo impacto, existen impactos sociales que deben ser atendidos, pues estos podrían agravar los niveles de pobreza que hoy se encuentran relativamente bajos.

En este sentido, por el lado de los agricultores familiares campesinos, la vulnerabilidad climática se combina con una situación socioeconómica precaria que si se alinean pueden incrementar el nivel de pobreza de la población rural y por lo tanto demandar mayor cantidad de recursos financieros para hacer frente a programas sociales de contención de la pobreza como Tekoporã y Adultos Mayores. En términos sociales la ecuación entre precariedad social, baja producción agrícola destinada al consumo y eventos climáticos extremos se resuelve en un incremento de las desigualdades y mayor fragmentación social. Por ejemplo, los programas sociales atienden a poco más de 20.000 personas en situación de vulnerabilidad social y requieren una inversión anual de 17,8 millones de dólares. No debe olvidarse sin embargo que el departamento de Cordillera presenta niveles de pobreza por debajo del promedio nacional, por lo que los eventos climáticos extremos no afectarían con tanta fuerza la estructura social ni económica de este departamento.

Por otro lado, los diferentes sistemas productivos, industriales, comerciales y de servicios del departamento, ven afectada su competitividad y eficiencia por la serie de sobrecostos derivados de la no pavimentación de los caminos vecinales. Pérdida de tiempo y desgaste de vehículos de transporte, especialmente aquellos de carga, representan otro impacto directo del cambio climático.

El carácter "natural" de los eventos climáticos y la "aceptación" de sus efectos deben ser reemplazados por una serie de políticas orientadas tanto a la contingencia como a la previsión y a la anticipación, de forma de gestionar de manera dinámica y generar resiliencia en los sistemas productivos, con especial atención en la población más vulnerable.

# RECOMENDACIONES

- **Hacer un seguimiento del clima departamental con base en los recursos disponibles** (estaciones meteorológicas, estudios e investigaciones académicas) de tal manera a incrementar los conocimientos sobre el cambio climático y sus impactos.
- **Conformar una base de datos climáticos confiable** a nivel departamental para facilitar los estudios e investigaciones sobre el cambio climático.
- Se recomienda **ampliar los estudios del clima departamental**, incluyendo análisis de comportamientos climáticos estacionales (primavera, verano, otoño e invierno) para ver cuáles son los momentos de mayor impacto del cambio climático, y poder asociarlos a eventos extremos.
- Se recomienda **socializar ampliamente los resultados de los estudios climáticos departamentales**, como una información operativa desde el punto de vista climático, de manera tal que las autoridades y la población en general se informen y conciencien sobre el cambio climático y sus efectos.
- Se sugiere **coordinar acciones entre instituciones, públicas y privadas, que generan datos meteorológicos e hidrológicos**, a nivel departamental, con el fin de ampliar la cantidad y mejorar la calidad de los datos climáticos, y poder integrarlos en una base de datos climáticos ampliada, para estudios futuros.
- Se sugiere **avanzar en otros estudios meteorológicos, climáticos e hidrológicos** para detectar otras señales del cambio climático en el departamento, por ejemplo, cambios en la cantidad de la humedad del aire y del suelo, duración y frecuencia de días secos y húmedos, frecuencia e intensidad de sequías y tormentas, entre otros.
- Se recomienda **la incorporación de la innovación tecnológica y de gestión para el sector productivo agropecuario**. Cuando se pueda, deberían pensarse estrategias de irrigación de cultivos, mediante colecta de aguas de lluvia, de forma de reducir las pérdidas en momentos de sequía y asegurar mejores rendimientos en periodos normales. Sin embargo, atendiendo la escasa calidad del servicio eléctrico necesario para mover el agua, se estima que la materialización de esta estrategia será difícil o al menos limitada a superficies pequeñas.
- Se recomienda **identificar las zonas específicas de mayores impactos a caminos rurales no pavimentados**, de forma de intervenir en estas de forma anticipada para limitar el daño producido por las precipitaciones.
- Se sugiere **fortalecer el registro de datos estadísticos sobre la producción agropecuaria** por departamento y si es posible desagregado por distritos, sería de gran utilidad no solo para contabilizar las pérdidas cuando aparecen eventos climáticos extremos, sino también para la planificación natural del crecimiento económico sostenible. La casi inexistencia de datos, informaciones y análisis referentes a las actividades productivas limita significativamente la calidad de las tomas de decisiones de las autoridades, siendo, de forma indirecta, un factor de incertidumbre para la gestión del desarrollo regional sustentable.
- Se sugiere **involucrar y promover** en el sector educativo y académico, público y privado, **proyectos de divulgación e investigación sobre mitigación y adaptación al cambio climático**.

# BIBLIOGRAFÍA

Benítez, V. C. D., 2018. Caracterización de la sequía en el Paraguay utilizando diferentes metodologías para el período 1961-2013. Trabajo de Grado, Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción.

Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas, 2019. Datos productivos de CAPECO. Asunción Paraguay.

CEPAL, 2014. La economía del cambio climático en el Paraguay.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 2012. Atlas censal del Paraguay.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 2015. Proyección de la Población Nacional, Áreas Urbana y Rural por Sexo y Edad, 2000-2025.

Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo, 2013. Censo Económico Nacional de 2011. Paraguay Resultados Finales.

Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo. 2020. Encuesta Permanente de Hogares Continua, 2019. Asunción, Paraguay.

Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos, 2016. Atlas demográfico del Paraguay 2012. Asunción, Paraguay.

Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos, 2020. Compendio Estadístico 2018. Asunción, Paraguay.

Estimaciones a partir de datos de DGEEC 2011 y datos del BCP

Grassi, B. y colaboradores. 2005. Un análisis del comportamiento de la precipitación en Paraguay.

Grassi, B. y colaboradores. 2004. Análisis de la tendencia de la temperatura en el Paraguay (2004). UNA, San Lorenzo, Paraguay.

Grassi, B., y colaboradores, 2020. Estado del clima en Paraguay al 2019.

[http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen\\_1936.pdf](http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf)

[https://www.paho.org/par/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2334:la-ops-insta-a-los-paises-a-prepararse-para-enfrentar-olas-de-calor-en-el-hemisferio-sur&Itemid=213](https://www.paho.org/par/index.php?option=com_content&view=article&id=2334:la-ops-insta-a-los-paises-a-prepararse-para-enfrentar-olas-de-calor-en-el-hemisferio-sur&Itemid=213)

Jara, A., 2020. Olas de calor en Paraguay. Trabajo de grado. FPUNA (Inédito)

Ley 251/93. Que aprueba el convenio sobre cambio climático adoptado durante la Conferencia de la Naciones Unidas sobre medio ambiente y Desarrollo 1992

Ley 5681/16. Por el Cual se aprueba en Acuerdo de Paris sobre Cambio Climático 2015

Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019. Síntesis Estadísticas. Producción Agropecuaria. Año agrícola 2017/2018. Asunción, Paraguay.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. Síntesis Estadística. 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

Organización Meteorológica Mundial, Guía de prácticas climatológicas. OMM-N° 100, 2018.

Organización Meteorológica Mundial, 2019: Reglamento Técnico Documentos fundamentales N° 2, Volumen I – Normas meteorológicas de carácter general y prácticas recomendadas. OMM-N° 49.

[Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. 2001. impactos, adaptación y vulnerabilidad.](#)

Peralta. 2018. Análisis estructural de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay.

Prein, A. F., et al. 2016. The future intensification of hourly precipitation extremes. Nature Climate Change.

Resolución MADES N° 614/13.

Secretaría de Emergencia Nacional 2018. Atlas de riesgos de desastres de la República del Paraguay.

Secretaría de Emergencias Nacional. 2018. Plan Nacional de Implementación del Marco de Sendai 2018-2022, cronología de eventos significativos en el Paraguay.

Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal, 2019.

Svoboda, M. et al. 2012, Standardized Precipitation Index user guide. WMO-N° 1090, 24pp.

Trenberth, K. E. 2011. Changes in precipitation with climate change. Climate Research, 47, 123–138.

Vazquez, F. 2015. Agricultura y Desarrollo en Paraguay, Asunción, Unión de Gremios de la Producción.

Vazquez, F. 2011. Atlas Agropecuario y Forestal del Paraguay. Unión de Gremios de la Producción, Asunción.

Vazquez, F. 2013. Atlas de Políticas Públicas del Paraguay: Tendencias y retos de intervención. Ministerio de Hacienda.

Vazquez, F. 2017. El rol de las ciudades intermedias en la nueva estructura urbana del Paraguay. In: (Org.). Sistemas Urbanos y ciudades medias en Iberoamérica, con Goetz, K. Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Vazquez, F. 2006. Territorio y Población. Nuevas dinámicas regionales en Paraguay. GTZ, UNFPA, Asunción.

Vazquez, F. 2019. La Transformación Territorial del Paraguay en democracia. El Lector, 2019, Asunción.

Vazquez, F. 2019. La transformación territorial del Paraguay en democracia, Asunción, El Lector. Abc Color, Ed. 2.019. Impacto económico ocasionado por tormentas severas en municipios del área metropolitana de asunción, Paraguay, con Gamarra, T.; Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres.

World Meteorological Organization, 2017: WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals, WMO-No. 1203.

Zhang, H., T. Delwoorth, F. Zeng, G. Vecchi, K. Paffendorf, L. Jia, 2016: Detection, Attribution, and Projection of Regional Rainfall Changes on (Multi-) Decadal Time Scales: A Focus on Southeastern South America, J. Climate 29 (23): 8515-8534.





**EVIDENCIAS CIENTÍFICAS E IMPACTOS ECONÓMICOS DEL  
CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DEPARTAMENTO DE CORDILLERA**