



TEKOHA HA  
AKÁRAPUÁ KATUIRÁ  
Motenondcha  
Ministerio del  
AMBIENTE Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE



TEKOATY HA MBA' EREREKOPY  
AKÁRAPU' ÁRÁ RAPE' APO  
Sambopyha  
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  
**PARAGUARÍ**

### **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 Paraguari. 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 PARAGUARÍ

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 Paraguarí* 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	20
3.3. Precipitación	20
3.4. Tormentas	22
<b>4. Evidencias científicas del cambio climático</b>	<b>23</b>
4.1. Temperatura	23
4.2. Olas de calor	24
4.3. Sequías	26
4.4. Heladas	31
4.5. Precipitación	32
<b>5. Situación Socioeconómica y Vulnerabilidad Climática</b>	<b>35</b>
5.1. Demografía	35
5.2. Infraestructuras y transportes	36
5.3. Empleo, pobreza e ingresos	38
5.4. Programas sociales	40
5.5. Economía y producción	42
<b>6. Impactos Económicos del Cambio Climático</b>	<b>49</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>53</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>54</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>55</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 Paraguari, a pesar de la limitada cantidad de datos meteorológicos existente en el departamento que datan de los últimos 14 años (2006-2019). Uno de los resultados concluye que la temperatura media anual se encuentra en aumento y que el año 2019 fue el más caliente del departamento de Paraguari, donde en su estación meteorológica de Paraguari se registró un record de 23,4 °C evidenciando una tendencia positiva del aumento de la temperatura. Entre los eventos extremos se observa un incremento sustancial de las olas de calor, especialmente en la última década, las heladas están disminuyendo en intensidad y frecuencia, pero aun así continúan causando daño a la agricultura, las sequías y tormentas han sido particularmente intensas en el presente siglo.

La población del departamento es de más de 260.000 habitantes, con un mayor porcentaje de rurales. Su nivel de pobreza es bastante más elevado que el promedio nacional, llegado a 35,8% de la población. Para responder a esta problemática, los programas sociales de Tekopora y Adultos Mayores atienden a más de 22.000 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, el poroto y el maíz. La ganadería complementa a la agricultura con más de 450.000 cabezas, en la porción sur del departamento. Los mayores impactos del Cambio Climático afectan a la agricultura. A causa de las sequías y heladas, en los últimos eventos de mayor trascendencia, en 2003, 2008 y 2012, los cultivos de caña de azúcar y mandioca experimentaron pérdidas por más de 13 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 Paraguari department.*

*The meteorological data are registered and processed in Paraguari (City) since 2006, therefore the amount of data and information collected is very recent. The latest results conclude that the region average of the anual temperature had a positive increasing trend and in 2019 reached its highest level, with a record of 23,4° Celsius, being the warmest year since its monitoring started.*

*Considering the adverse weather conditions, there is still a raise in heat waves, specially in the last decade. The frost are decreasing in intensity and frequency, although they are still causing damages to the agriculture in the region. The intensity of storms and drought were also an important variable to consider during this century.*

*The current population is 260.000 people, with a large percentage of rural citizens. The level of poverty is far more elevated than the national average, with a rate of 35,8%. To solve this problem, the government launches social programs called “Tekopora” and “Adultos Mayores” to look after 22.000 beneficiaries.*

*The economy of the department is allocated between the familiar agriculture, and cattle raising. The farming includes sugar cane, corn, cassava “mandioca” and beans. The cattle raising achieves an important value adding to the sector of agriculture 450.000 heads.*

*Climate change hits first the agriculture of the region. Due the droughts, in 2003, 2008 and in 2012, the grow of sugar cane and mandioca experienced losses for more than US\$ 13 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 Paraguari 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 denomi-

nado “*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 Paraguari, 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, Cordillera, Guairá, Caaguazú y Alto Paraná.

Se describen las características climáticas del departamento, en términos de temperaturas medias y extremas, y precipitación total mensual y extremas del período 2006 - 2019 con base en los datos de la estación meteorológica de Paraguari. Para observar el comportamiento del clima en forma temporal se utilizan los datos de toda la serie histórica disponible.

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 Paraguari son principalmente del sector primario (agricultura y ganadería).

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

2 Ley 251/93.

3 Ley 5681/16.

# 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>4</sup>. Para los análisis de impactos físicos del cambio climático se utilizó el período *normal climatológico estándar*<sup>5</sup> 1961-1990 (OMM, 2019), salvo que el mismo no esté disponible para el departamento, por falta de datos meteorológicos históricos.

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

5 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>6</sup>)<sup>7</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>8</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.

6 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).

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

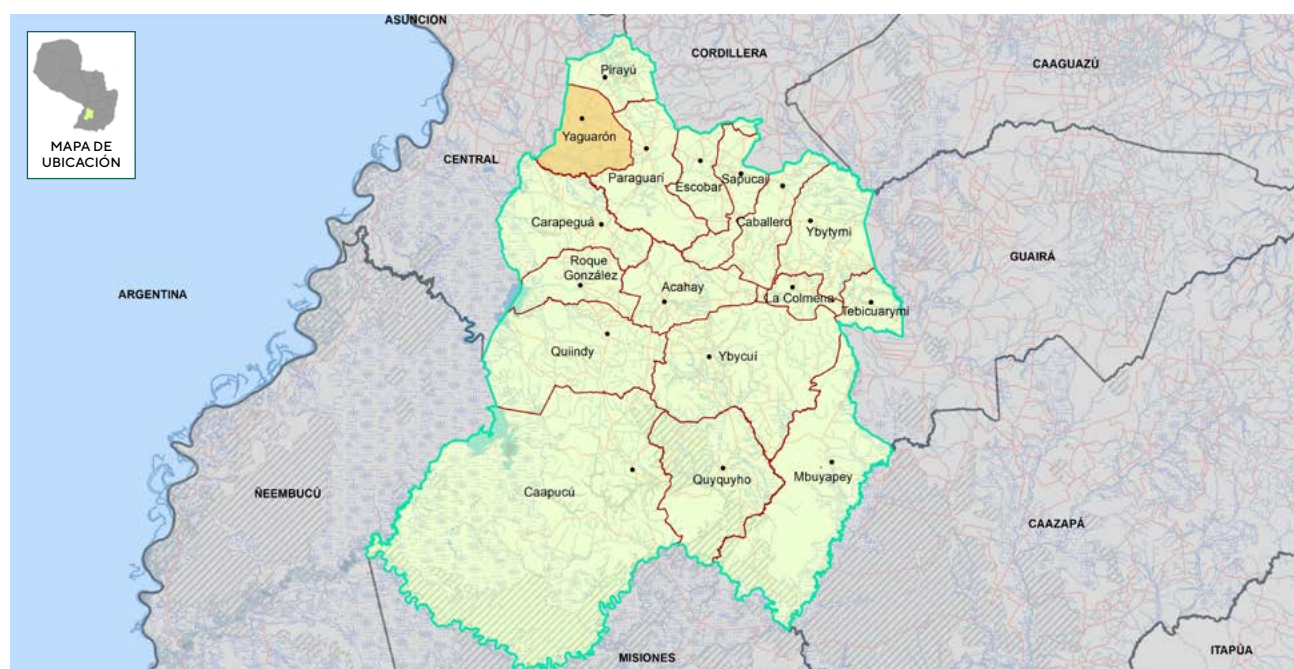
8 Ocurre cuando la temperatura del aire llega a ser igual o menor a 0 °C registrado por termómetro ubicado a la intemperie y a 5 cm sobre el nivel del suelo.

# 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Está situado al suroeste de la Región Oriental, entre los paralelos 25° 25' y 26° 35' de latitud sur y los meridianos 56° 35' y 57° 40' de longitud oeste. Son departamentos lindantes al norte Cordillera y Caaguazú, al sur Misiones, al este Guairá y Caazapá, y al oeste Central y Ñeembucú. Es, junto con el departamento de Caaguazú, el que posee mayor cantidad de departamentos limítrofes del país.

El departamento de Paraguari se divide en 18 distritos y son los siguientes: Acahay, Caapucú, Carapeguá, Escobar, General Bernardino Caballero, La Colmena, María Antonia, Mbuyapey, Pirayú, Quiindy, Quiquyhó, San Roque González de Santa Cruz, Sapucaí, Tebicuarymí, Yaguarón, Ybycuí, Ybytymí y Paraguari, que es la capital departamental.

Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de Paraguari.



Elaboración propia.

## Referencias

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

## 2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS



El norte del departamento de Paraguari es de topografía accidentada. El centro y suroeste se caracterizan por sus tierras planas y onduladas. El sur está formado esencialmente por grandes campos con lomadas de poca altura.

El norte del departamento de Paraguari es de topografía accidentada, con cerros pertenecientes a la cordillera de los Altos o desprendimientos de la misma. El centro y suroeste se caracterizan por sus tierras planas y onduladas, formando grandes valles cubiertos de pastizales muy adecuados para la ganadería. El sur está formado esencialmente por grandes campos con lomadas de poca altura, aptos tanto para la cría de ganado como para la agricultura. En las proximidades del lago Ypoá, hacia el sur, el terreno es bajo y húmedo.

Las principales formaciones orográficas están representadas por los cerros Pirayú, Verá, León, Paraguari, Mbatoví, Santo Tomás y Yhú. Elevaciones dispersas se extienden al sur de las vías del ferrocarril. Las más conocidas son Moñai, Yaguarón, Costa Pucú, Cerro Porteño, Verde y los cerros de Ybytimí. En el distrito de Acahay se encuentra el cerro del mismo nombre y el Tatú Cua, el más elevado de la zona; otros están dispersos en Carapeguá, Roque González de Santa Cruz, Quiindy, y existe también una "cordillerita" en el distrito de Caapucú<sup>9</sup>.

Los cursos de agua pueden agruparse en dos vertientes principales: la del río Tebicuary, con sus afluentes Tebicuarymí, río Negro y arroyo Mbuyapey, y la vertiente del oeste, formada por los arroyos Caañabé, Aguaiy y sus numerosos afluentes que se unen al lago Ypoá y a la laguna Verá, formando esteros y carrizales.

De acuerdo a la Resolución SEAM N° 614 del año 2013, el departamento de Paraguari comparte territorio entre las ecorregiones Ñeembucú, Selva Central y Litoral Central. ([Figura 2](#)).

Figura 2. Mapa de ecorregiones del Paraguay.



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

# 3. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA



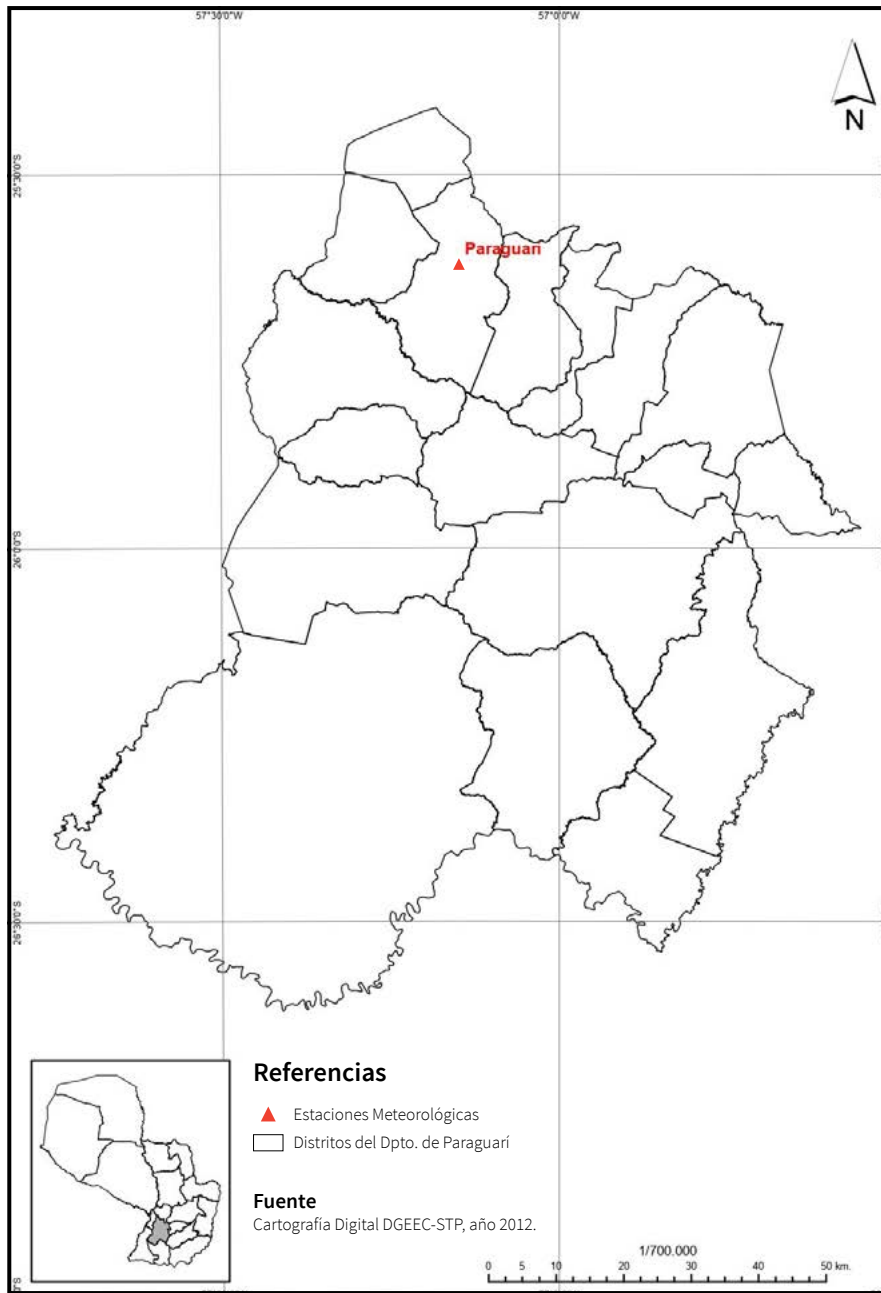
El departamento de Paraguari tiene un clima templado húmedo con lluvia todo el año y verano caliente. Durante el invierno, es frecuente la invasión de aire frío subpolar, que hace descender considerablemente la temperatura del aire, hasta producir heladas en ciertas ocasiones.

El departamento de Paraguari se encuentra ubicado en el centro 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 Paraguari cuenta con una estación meteorológica ubicada en la ciudad de Paraguari, su capital (Figura 3), y está operada por la DINAC (Cuadro 1). Es una estación meteorológica relativamente nueva, instalada en el año 1981 y estuvo funcionando con interrupciones, clausurada en el año 1995 y vuelta a funcionar en el año 2006; desde ese entonces opera con toda regularidad. Dada la irregularidad del funcionamiento en su primera etapa (1981-2005) se optó por considerar para la caracterización climática de la estación meteorológica al período 2006-2019 (período de 14 años). Esta situación debilita un poco los resultados de la caracterización climática, ya que lo ideal es contar con un período de 30 años como mínimo, además, por ser datos de un período reciente estarían sesgados a representar condiciones cuasi actuales que ya están afectadas más fuertemente por el cambio climático. Por su ubicación y por las características topográficas del departamento, los datos de la estación meteorológica de Paraguari representan adecuadamente las características climáticas del departamento.

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

**Figura 3. Mapa de ubicación de la estación meteorológica en la ciudad de Paraguarí, departamento de Paraguarí.**



Elaboración propia.

En el [Cuadro 1](#) se pueden observar datos relacionados a la estación meteorológica del departamento de Paraguarí, como su ubicación geográfica y el periodo de datos existente.

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.



El centro de la Región Oriental del Paraguay, zona que incluye el departamento de Paraguari, 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 Paraguari, con base en datos de la estación meteorológica de Paraguari.

**Cuadro 1. Datos de la estación meteorológica del departamento de Paraguari.<sup>11</sup>**

LAT. (S)	LONG. (O)	ELEV. (M)	PERÍODO	CANT. (A)	PROPIETARIO
-25,77	-57,25	87	1981-actual	40 <sup>11</sup>	DINAC

**Cuadro 2. Síntesis de los valores medios anuales de distintos parámetros climáticos anuales en Paraguari (2006-2019), Paraguari.**

Elemento climático	período	Valor
Temperatura media diaria	2006-2019	22,7 °C
Temperatura mínima media	2006-2019	17,6 °C
Temperatura máxima media	2006-2019	33,0 °C
Temperatura máxima extrema	2006-2019	42,0 °C
Temperatura mínima extrema	2006-2019	0,0 °C
Precipitación total media anual	2006-2019	1.573 mm

Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

## 3.1. TEMPERATURA

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 Paraguari la temperatura anual media es de 22,7 °C, en el verano la temperatura media de enero es la más alta con una marca de 27,5 °C (mes más caliente), seguido de diciembre y febrero con 27,0 °C en ambos casos. Durante el otoño la temperatura media mensual desciende gradual y moderadamente de unos 25,2 °C en marzo a 19,0 °C en mayo. En el invierno se registran las temperaturas más bajas, las temperaturas medias del mes de junio y de julio resultan iguales 17,5 °C (meses más fríos). En la primavera la temperatura asciende gradual y moderadamente de 21,2 °C en setiembre a 24,9 °C en noviembre ([Gráfico 1](#)). La amplitud térmica media anual (temperatura media del mes más caliente menos temperatura media del mes más frío)<sup>12</sup> es de 10,0 °C.

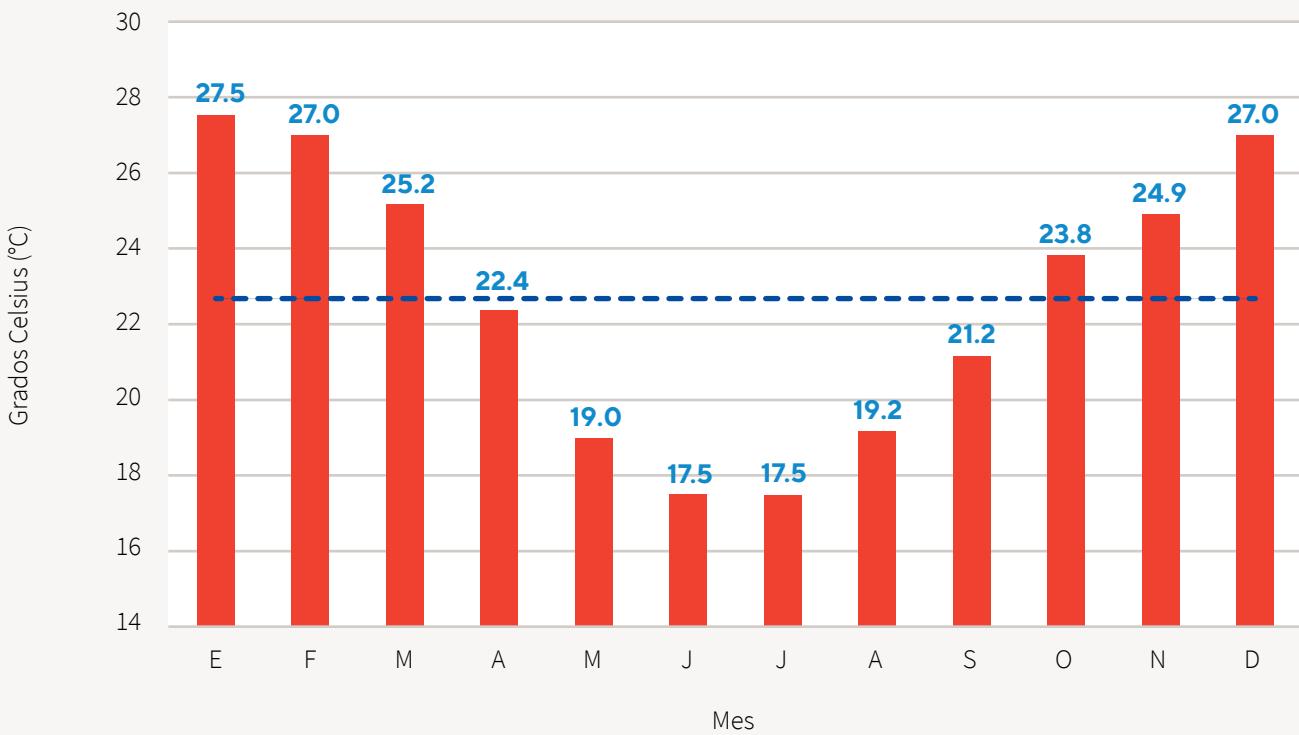
<sup>11</sup> Funcionamiento con interrupciones

<sup>12</sup> Diferencia de temperatura entre el mes más caliente (enero) y el mes más frío (julio)



En Paraguarí la temperatura anual media es de 22,7 °C. La amplitud térmica media anual (temperatura media del mes más caliente menos temperatura media del mes más frío) es de 10,0 °C.

**Gráfico 1. Temperatura media mensual (barra) y temperatura media anual (línea horizontal, 22,7 °C) en la ciudad de Paraguarí, departamento de Paraguarí. Período 2006-2019.**

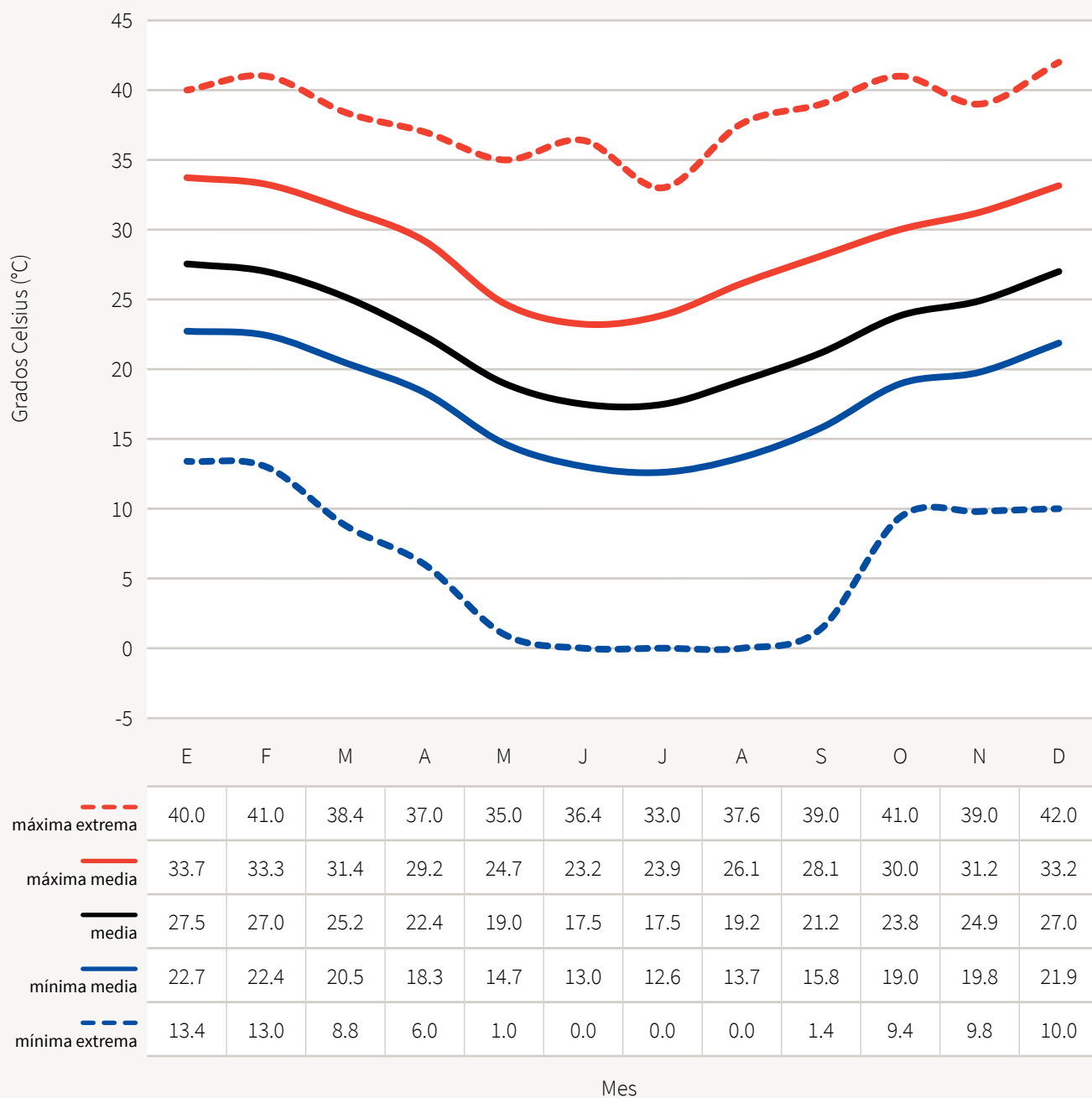


Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

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 Paraguarí fue de 42,0 °C en el mes de diciembre del año 2008, y la temperatura mínima extrema observada fue de 0,0 °C en el mes de junio del año 2012, repitiéndose en el año 2016 y en el mes de julio del año 2009 y 2019; el rango absoluto de temperatura en Paraguarí es de 42,0 °C<sup>13</sup>. Más detalles de las temperaturas mensuales, medias y extremas pueden observarse en el [Gráfico 2](#).

13 Diferencia entre la temperatura máxima más alta observada y la temperatura mínima más baja observada en el período 2006-2019 (14 años)

**Gráfico 2. Temperaturas mensuales, medias y extremas, en la ciudad de Paraguarí, departamento de Paraguarí, período 2006-2019.**

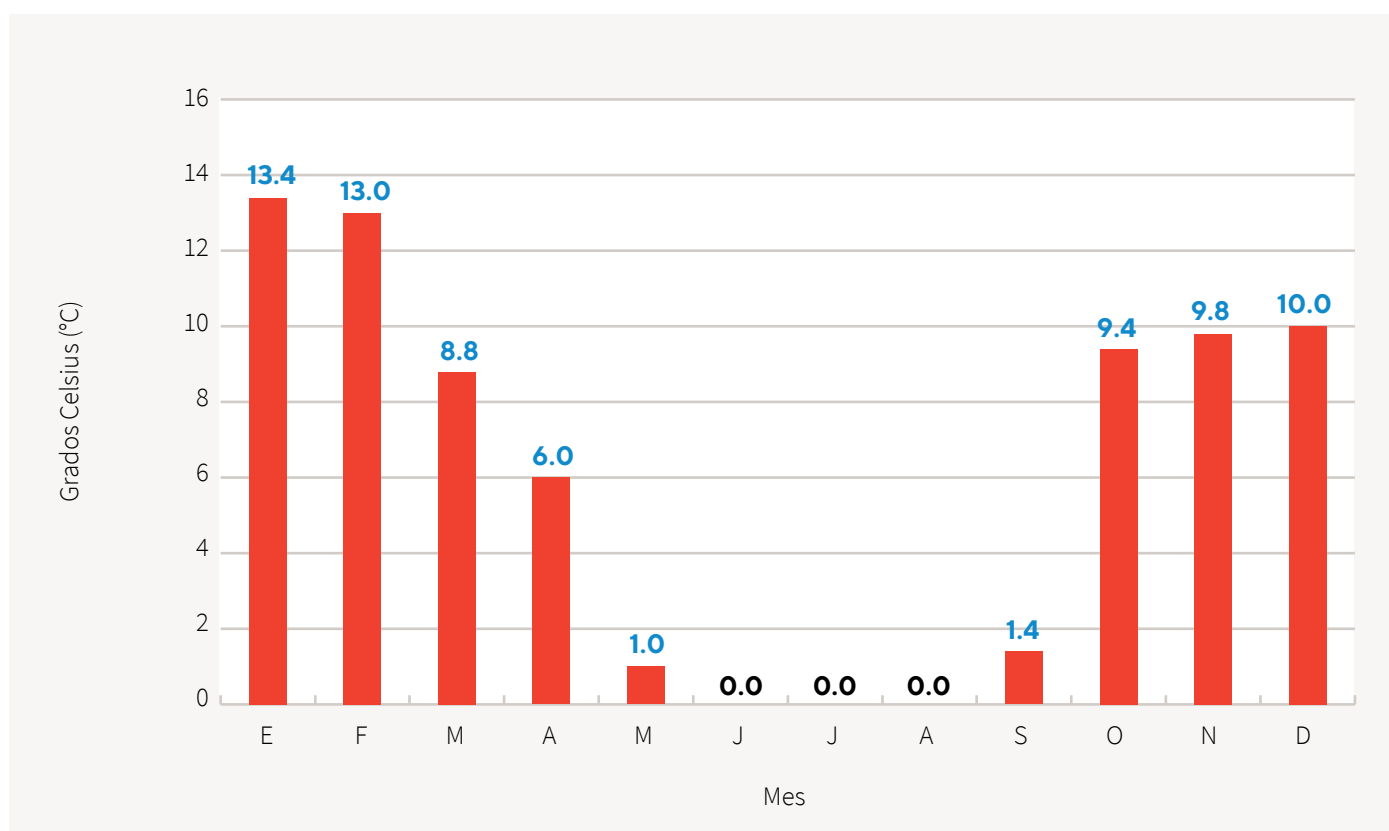


Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

## 3.2. HELADAS

Las heladas meteorológicas son un fenómeno recurrente en el departamento de Paraguairí durante los meses del invierno cuando la temperatura puede llegar a 0 °C, sin embargo, a finales del otoño (mayo) y a principios de la primavera (septiembre) también 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 Paraguairí, departamento de Paraguairí. Los meses de junio, julio y agosto presentan temperaturas de 0 °C. Periodo 2006-2019.**



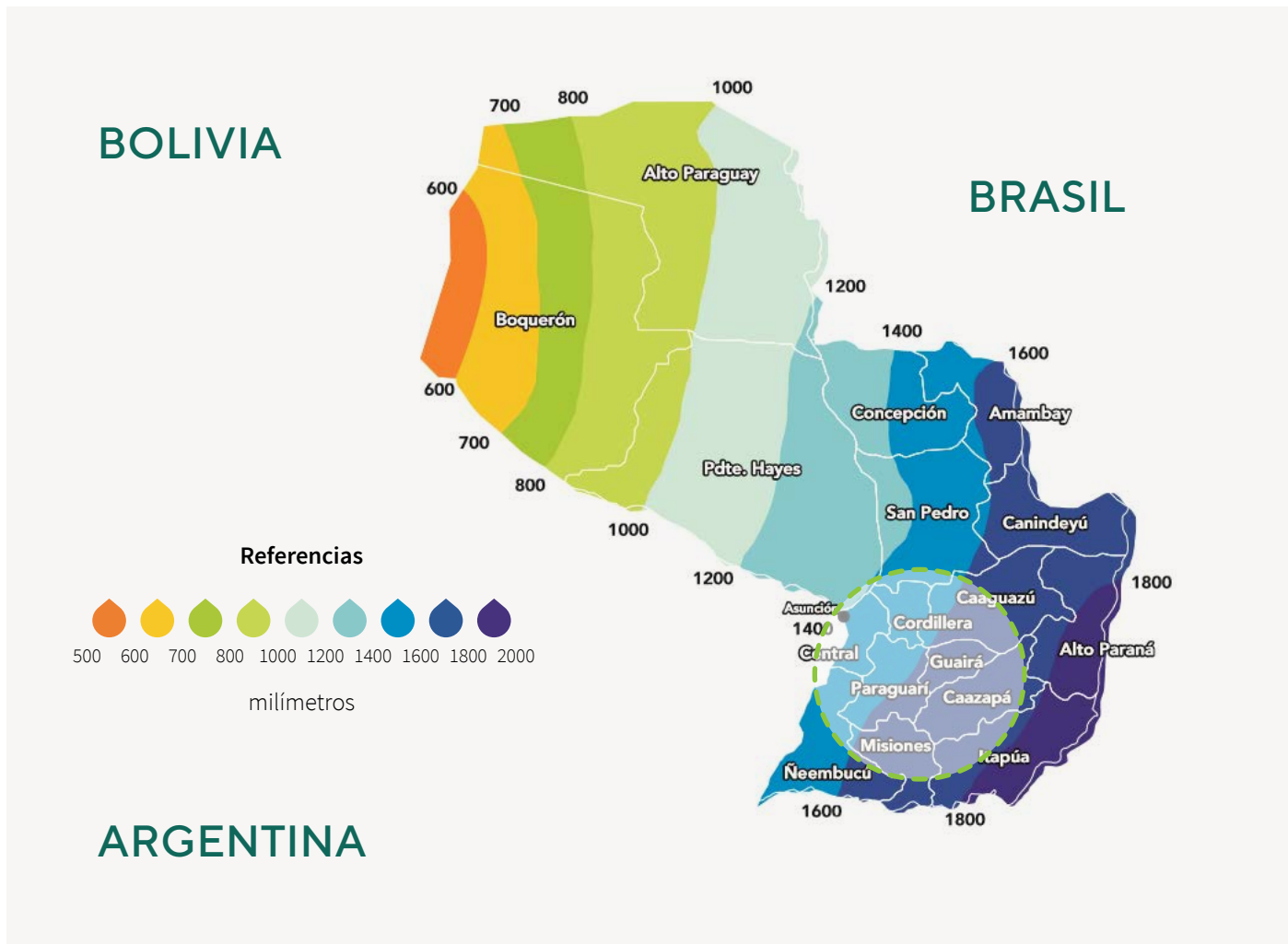
Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

## 3.3. PRECIPITACIÓN

El departamento de Paraguairí se encuentra en el centro-sur de la Región Oriental y en la zona húmeda del Paraguay. En términos de media anual, la precipitación aumenta ligeramente de noroeste a sureste dentro del departamento, siendo algo más lluviosos los distritos ubicados al este en frontera con el departamento de Guairá al sureste en frontera con los departamentos de Caazapá y Misiones, y los

distritos menos lluviosos serían los ubicados en la frontera con el departamento de Cordillera al norte, departamento Central al oeste y el departamento de Ñeembucú al suroeste. Esta diferencia es de relativa importancia en el eje noroeste-sureste, pues mientras que hacia el primero la precipitación media anual es del orden de los 1.500 mm, como en los distritos de Pirayú, Yaguarón y Carapeguá, hacia el sureste, en los distritos de Mbuyapey y Tebicuarymí la precipitación aumenta ligeramente hacia unos 1.650 mm. Esta diferencia de precipitación es de aproximadamente 150 mm por año entre un extremo y otro del departamento (Figura 4).

**Figura 4. Precipitación anual media en Paraguay. 1971-2000.**

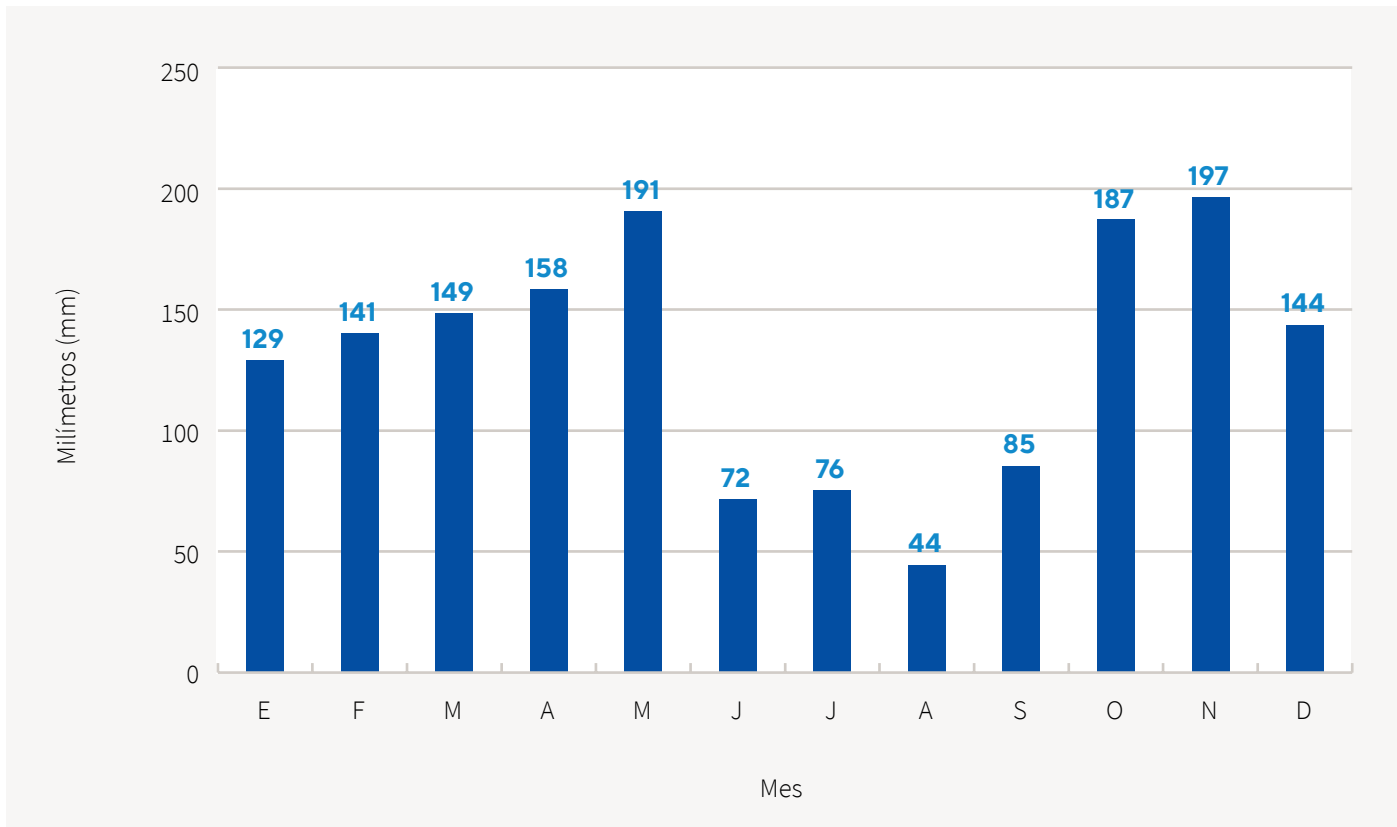


Fuente: FPUNA<sup>14</sup>

La distribución mensual de la precipitación en Paraguari, en el período 2006-2019, muestra 2 momentos de precipitación máxima, una al finalizar el otoño en el mes de mayo con una precipitación media de 191 mm, la otra a finales de la primavera en el mes de noviembre con 197 mm (mes más lluvioso); el momento menos lluvioso ocurre en el invierno con su expresión mínima en el mes de agosto con 44 mm de precipitación media (Gráfico 4). Hay que señalar que estos resultados se basan en una estadística de 14 años de información, y en el caso de la precipitación es insuficiente para caracterizar adecuadamente este parámetro climático, no obstante, el resultado obtenido reproduce aceptablemente el patrón regional de la precipitación.

14 Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción.

**Gráfico 4. Precipitación media mensual en la ciudad de Paraguari, departamento de Paraguari (precipitación media anual 1.572 mm). Período 2006-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

### 3.4. TORMENTAS

Por su ubicación geográfica, el departamento de Paraguari se encuentra sujeto a la ocurrencia de tormentas severas y tornados. Las tormentas ocurren en cualquier época del año, pero presentan una recurrencia *alta a muy alta* de octubre a abril<sup>15</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 y descargas eléctricas son las características de las tormentas que afectan la región.



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

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

# 4. EVIDENCIAS CIENTÍFICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

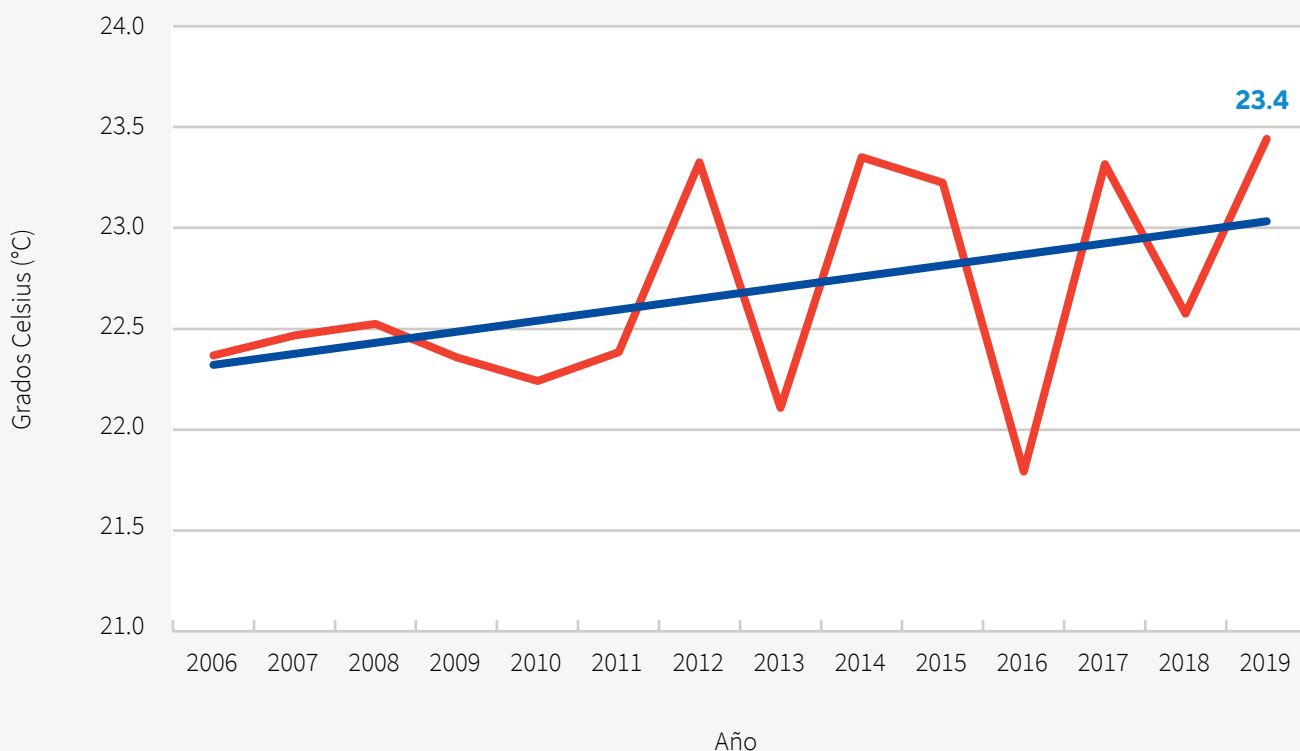
El cambio climático puede verse a través de los cambios observados en diferentes parámetros de elementos climáticos, como temperaturas medias y extremas, precipitación, entre otros. En Paraguari no existen suficientes datos para entender los cambios temporales (tendencias) que han experimentado parámetros de la temperatura y la precipitación, si bien los datos de temperatura se iniciaron en el año 1981, estos han sufrido muchas interrupciones importantes con el tiempo y recién a partir del año 2006 se ha regularizado la toma de datos meteorológicos en general, por tal motivo las series climáticas temporales presentadas corresponden al período 2006-2019. Este período es insuficiente para sacar conclusiones sobre tendencias climáticas, no obstante se presentan los datos climáticos para un panorama del clima de los últimos años.

Cabe resaltar que en un estudio más amplio realizado a nivel país, donde se analizaron datos climáticos de todo el Paraguay, se concluye que el cambio climático se está acelerando en el país<sup>16</sup>.

## 4.1. TEMPERATURA

Según la evolución temporal de la temperatura media anual de la estación meteorológica de la ciudad de Paraguari, en el departamento de Paraguari ([Gráfico 5](#)), se puede observar la existencia de una tendencia temporal al aumento de la temperatura del aire. También se observa que el año 2019 fue el más caliente del récord de 14 años de datos de temperatura disponible en la estación (2006-2019), con un valor de 23,4 °C, valor no superado anteriormente en ese período.

**Gráfico 5. Temperatura media anual en la estación meteorológica de Paraguarí (línea roja) y tendencia temporal lineal (línea recta azul). Período 2006-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Como en el análisis de los otros departamentos de este estudio se consideraron períodos decadales para ver la evolución de la temperatura por períodos de 10 años, en esta ocasión la limitada cantidad de datos impide realizar esta evaluación.

## 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<sup>17</sup>, y fueron en los años 2002, 2012 y 2019. El promedio de la cantidad de olas de calor en el país 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>18</sup>.

Para el análisis de olas de calor en el departamento de Paraguarí se utilizaron los datos meteorológicos de la ciudad de Paraguarí; esta estación meteorológica por ser una de las más noveles posee un récord de datos insuficiente para sacar conclusiones sobre las olas de calor en el departamento del Paraguarí; se procesaron los datos del período 2007-2019 (13 años de datos)<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> Con datos de 14 estaciones meteorológicas

<sup>18</sup> Estado del clima Paraguay 2019

<sup>19</sup> El año 2006 no fue procesado por insuficiencia de datos

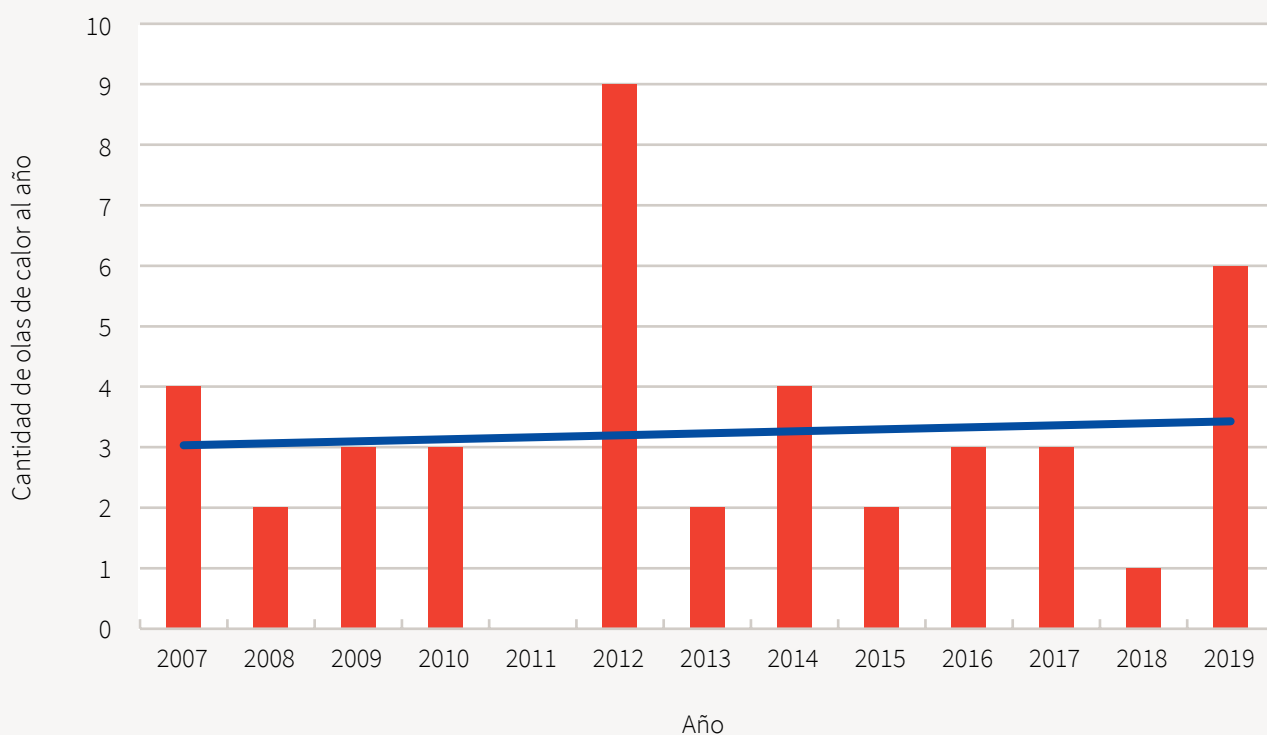




Resalta el récord del año 2012 con 9 eventos de olas de calor seguido del año 2019 con 6 eventos de olas de calor.

Los datos meteorológicos de Paraguari en el período 2007-2019 muestran que la cantidad de olas de calor al año tuvieron el comportamiento observado en el Gráfico 6, se identifican algunos valores importantes como lo acontecido en los años 2007 y 2014 con 4 olas de calor al año, pero resalta el récord del año 2012 con 9 eventos de olas de calor seguido del año 2019 con 6 eventos de olas de calor; estos eventos importantes también han sido registrados en departamentos vecinos como Guairá, por ejemplo.

**Gráfico 6. Cantidad de olas de calor al año en la ciudad de Paraguari, departamento de Paraguari. Periodo 2007-2019.**



Fuente de datos (Jara, 2020)<sup>20</sup>. Elaboración propia.

Dada la limitante de la cantidad de años de datos disponibles de olas de calor en Paraguari, no es suficiente para realizar un análisis decadal o sea por períodos de 10 años, como se ha realizado en otros departamentos.

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

## 4.3. SEQUÍAS

Un estudio reciente sobre sequías en Paraguay trata sobre la caracterización de la sequía en el país, utilizando 2 diferentes métodos<sup>21</sup>, el índice estandarizado de precipitación (SPI, siglas en inglés)<sup>22</sup> y el índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI, siglas en inglés). Son índices que permiten expresar tanto las sequías como los períodos húmedos; de ambos índices, el SPI es el de uso más generalizado y utiliza solo datos de precipitación, a partir de la función de distribución de probabilidades y desviación normal (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Clasificación de valores de SPI y categoría de humedad o sequía.**

<b>≥ 2,00 SPI</b> <b>EXTREMADAMENTE HÚMEDO</b>	<b>1,50 a 1,99 SPI</b> <b>MUY HÚMEDO</b>	<b>1,00 a 1,49 SPI</b> <b>MODERADAMENTE HÚMEDO</b>
<b>0 a -0,99 SPI CERCANO A LO NORMAL</b>		
<b>-1,00 a -1,49 SPI</b> <b>MODERADAMENTE SECO</b>	<b>-1,50 a -1,99 SPI</b> <b>SEVERAMENTE SECO</b>	<b>≤ -2,00 SPI</b> <b>EXTREMADAMENTE SECO</b>

Utilizando el método de los SPI-3 para Paraguarí, se tienen los resultados de períodos húmedos y secos de los últimos 14 años (Gráfico 7). Se observan variaciones importantes en el comportamiento temporal de este índice de humedad, no obstante puede apreciarse que en el período de 2007-2013 hubo un dominio de condiciones secas, mientras que en el período 2014-2016 hubo un dominio de condiciones húmedas y posteriormente 2017-2019 una tendencia a sequía, especialmente manifestada a fines del año 2018 y en el segundo semestre del año 2019.

Otra observación importante es que a pesar de que Paraguarí tiene una precipitación media anual cercana a 1.600 mm, y tiene un clima tropical húmedo, la frecuencia de sequías es alta (Gráfico 7), mostrando una gran variabilidad entre períodos secos y húmedos. Además, la frecuencia de sequías con intensidad moderada a severa ( $-1 \leq \text{SPI} \leq -2$ ) es alta.

Se observa que las sequías también, al igual que las precipitaciones, presentan variaciones que trascienden la interanualidad hacia una escala de tiempo mayor, decadal o multidecadal, por ejemplo, a nivel país, desde 1980 hasta 1998 hubo un dominio de excesos hídricos<sup>23</sup>, en Paraguarí solo podemos observar este efecto a partir del año 2007 por la falta de datos en años anteriores.

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

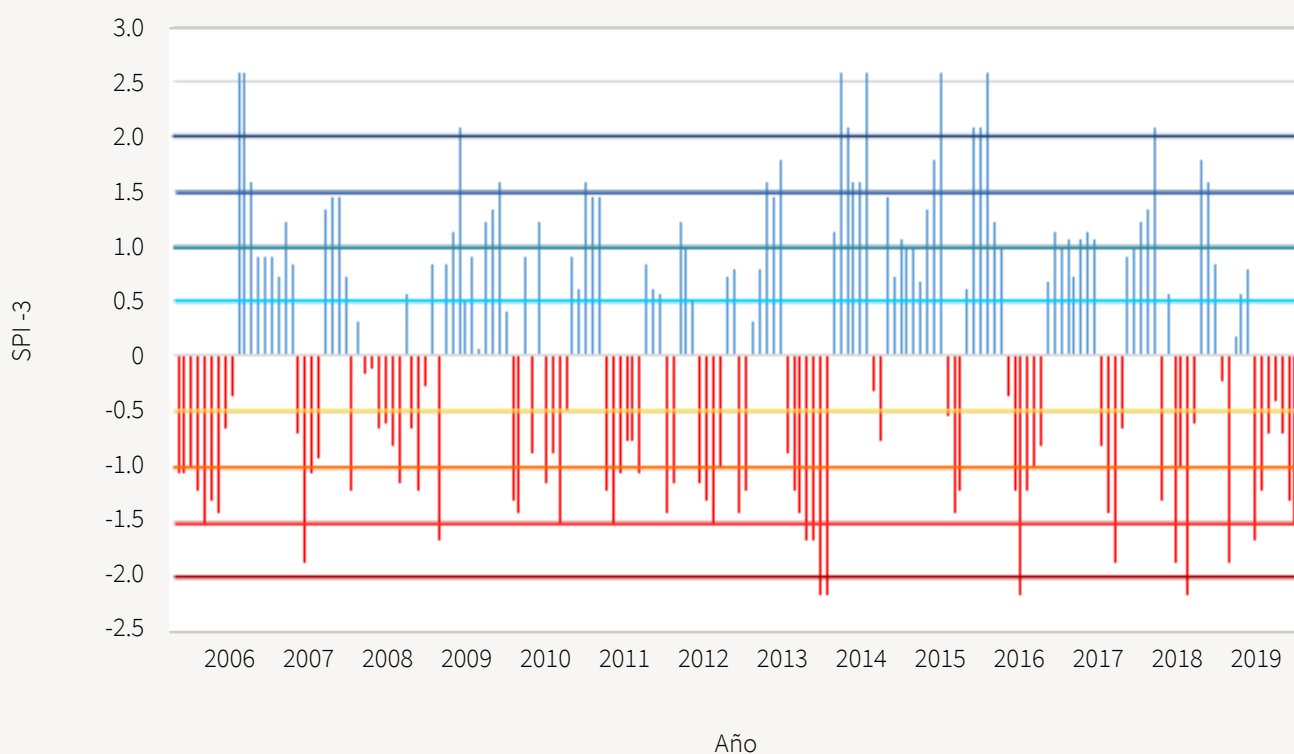
22 Svoboda, M. et al., Standardized Precipitation Index user guide. WMO-N° 1090, 24pp (2012).

23 Estado del clima Paraguay 2019



A pesar de que Paraguari tiene una precipitaci3n media anual cercana a 1.600 mm, y tiene un clima tropical h3medo, la frecuencia de sequias es alta, mostrando una gran variabilidad entre periodos secos y h3medos.

**Gráfico 7. Comportamiento temporal del SPI-3 para Paraguari, departamento de Paraguari. Las barras azules indican periodos h3medos y las barras rojas indican periodos secos. Las l3neas horizontales remarcadas indican niveles de intensidad de SPI-3. Per3odo 2006-2019.**



Fuente de datos: (Ben3tez, 2018)

Seguidamente se analizar3n 3 casos de sequias importantes ocurridas en este siglo XXI, que tuvieron un impacto negativo en el sector productivo del pa3s, incluido el departamento de Paraguari, la de los a3os 2008-2009, 2011-2012 y 2018-2019.

## Sequía 2008-2009

A fin de observar la severidad de las sequías se traen como ejemplo un par de casos ocurridos en el departamento de Paraguari. El primero de ellos, con datos de la estación meteorológica de Paraguari, se muestra la sequía moderada ocurrida durante varios meses del año 2008, que posteriormente se prolonga hacia el año 2009 y se vuelve con intensidad severa en el otoño de este último, según el SPI (Gráfico 8).

**Gráfico 8. Curva de SPI-3<sup>24</sup> para la ciudad de Paraguari, departamento de Paraguari, el umbral de un periodo seco o de un periodo húmedo es de -0,5 a 0,5. Las flechas en rojo indican el inicio y el fin de un periodo seco. El área sombreada indica la intensidad y duración de un periodo seco. Período 2008-2009.**



Fuente de datos: Benítez, 2018.

## Sequía 2011-2012

Esta fue una sequía importante en el departamento de Paraguari, que por momentos llegó a ser severa, afectando seriamente la campaña agrícola 2011-2012. El déficit de precipitación se inició en el mes de mayo del año 2011 y se prolongó hasta el mes de octubre del año 2011, luego el otro período seco se manifestó en el mes diciembre del año 2011 y se prolongó hasta el mes de marzo del año 2012, posteriormente se inició otro periodo seco en mayo del año 2012 y se prolongó hasta el mes de noviembre del mismo año, según datos de SPI-3 de la estación meteorológica de Paraguari (Gráfico 9).

**Gráfico 9. Curva de SPI-3<sup>25</sup> para la ciudad de Paraguari, departamento de Paraguari, el umbral de un período seco o de un período húmedo es de -0,5 a 0,5. Las flechas en rojo indican el inicio y el fin de un período seco. El área sombreada indica la intensidad y duración de un período seco. Período 2011-2012.**

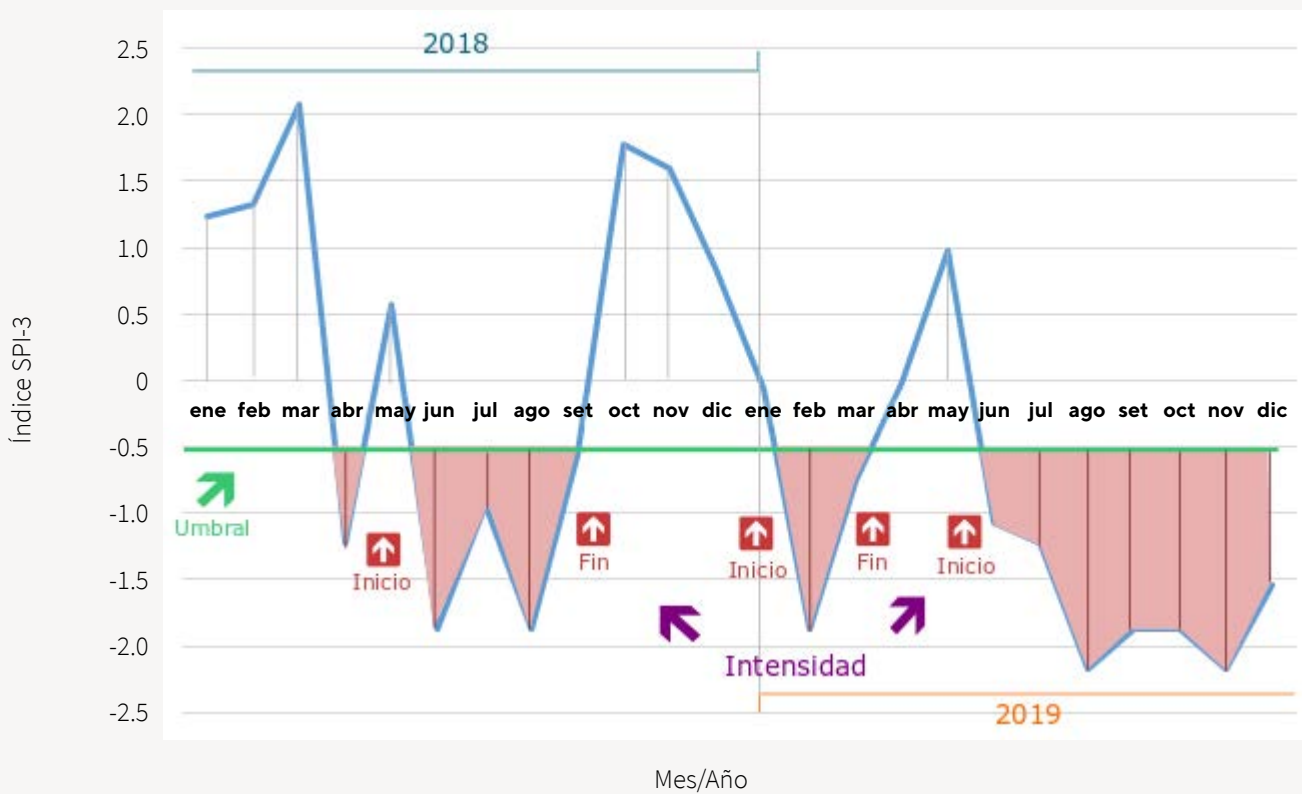


Fuente de datos: Benítez, 2018.

## Sequía 2018-2019

Analizando otro caso de sequías, es particularmente importante por su magnitud e intensidad la sequía del período 2018-2019. Analizando datos de Paraguarí, se observa la escala temporal del SPI-3 con 3 periodos secos bien marcados, de abril a setiembre del año 2018, de febrero a marzo del año 2019 y el tercer período, el más intenso y prolongado desde junio del año 2019 hasta diciembre del año 2019 (Gráfico 10), este último llegó a niveles de sequía extrema entre agosto y noviembre del año 2019.

**Gráfico 10. Curva de SPI-3<sup>26</sup> para la ciudad de Paraguarí, departamento de Paraguarí, el umbral de un período seco o de un período húmedo es de -0,5 a 0,5. Las flechas en rojo indican el inicio y el fin de un período seco. El área sombreada indica la intensidad y duración de un período seco. Período 2018-2019.**



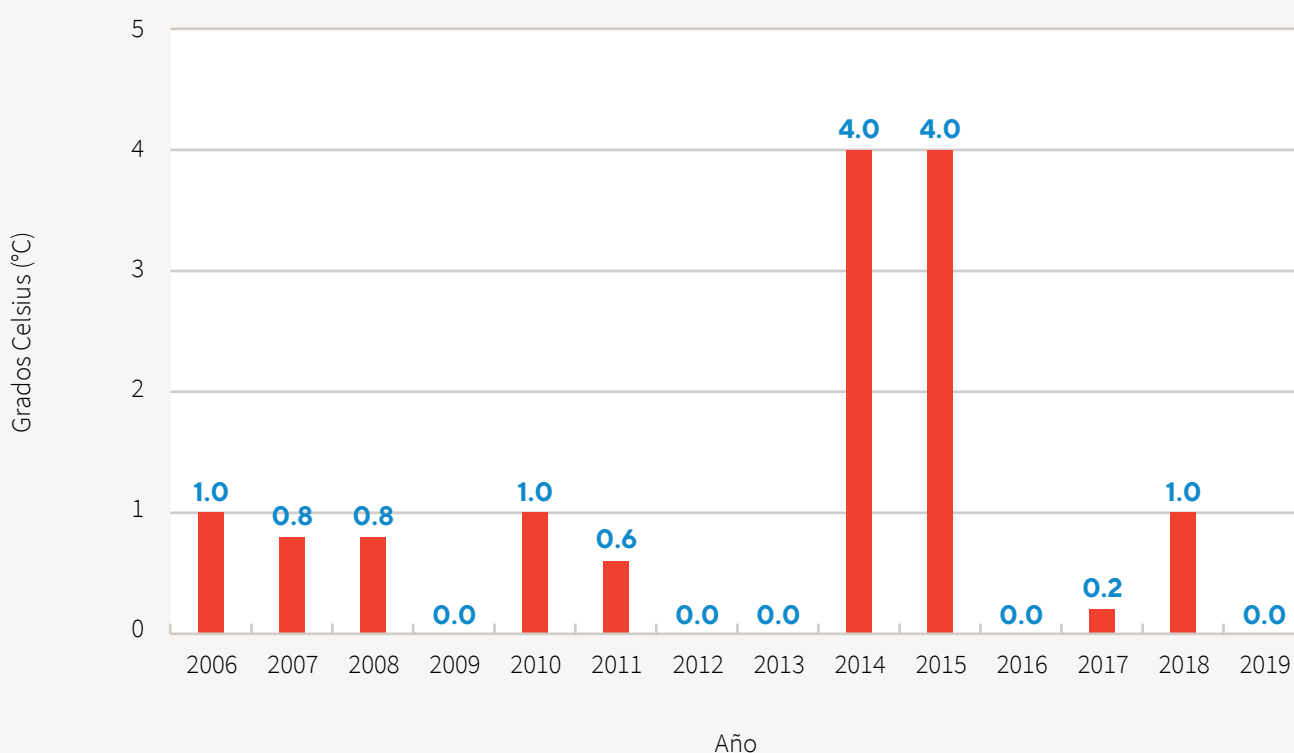
Fuente de datos: Benítez, 2018.

## 4.4. HELADAS<sup>27</sup>

Se han analizado las temperaturas mínimas extremas anuales en Paraguari en el período 2006-2019 (Gráfico 11), y se puede observar que las temperaturas más bajas registradas en este período es la marca de 0 °C (helada meteorológica) en los años 2009, 2012, 2013, 2016 y 2019. También se puede observar que salvo en los años 2014 y 2015 donde se han registrado temperaturas mínimas extremas muy altas como de 4 °C, en los restantes años se han registrado temperaturas mínimas extremas anuales entre 1 °C y 0 °C. Estos años pueden ser considerados con helada agrícola, o sea que en 12 años de un récord de 14 años (86 %), las heladas agrícolas o meteorológicas pudieron haber representado un riesgo para la agricultura.

Las heladas en el departamento de Paraguari representan una peligrosidad *alta a muy alta*<sup>28</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.

**Gráfico 11. Temperatura mínima extrema anual en la ciudad de Paraguari, departamento de Paraguari. Período 2006-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración Propia.

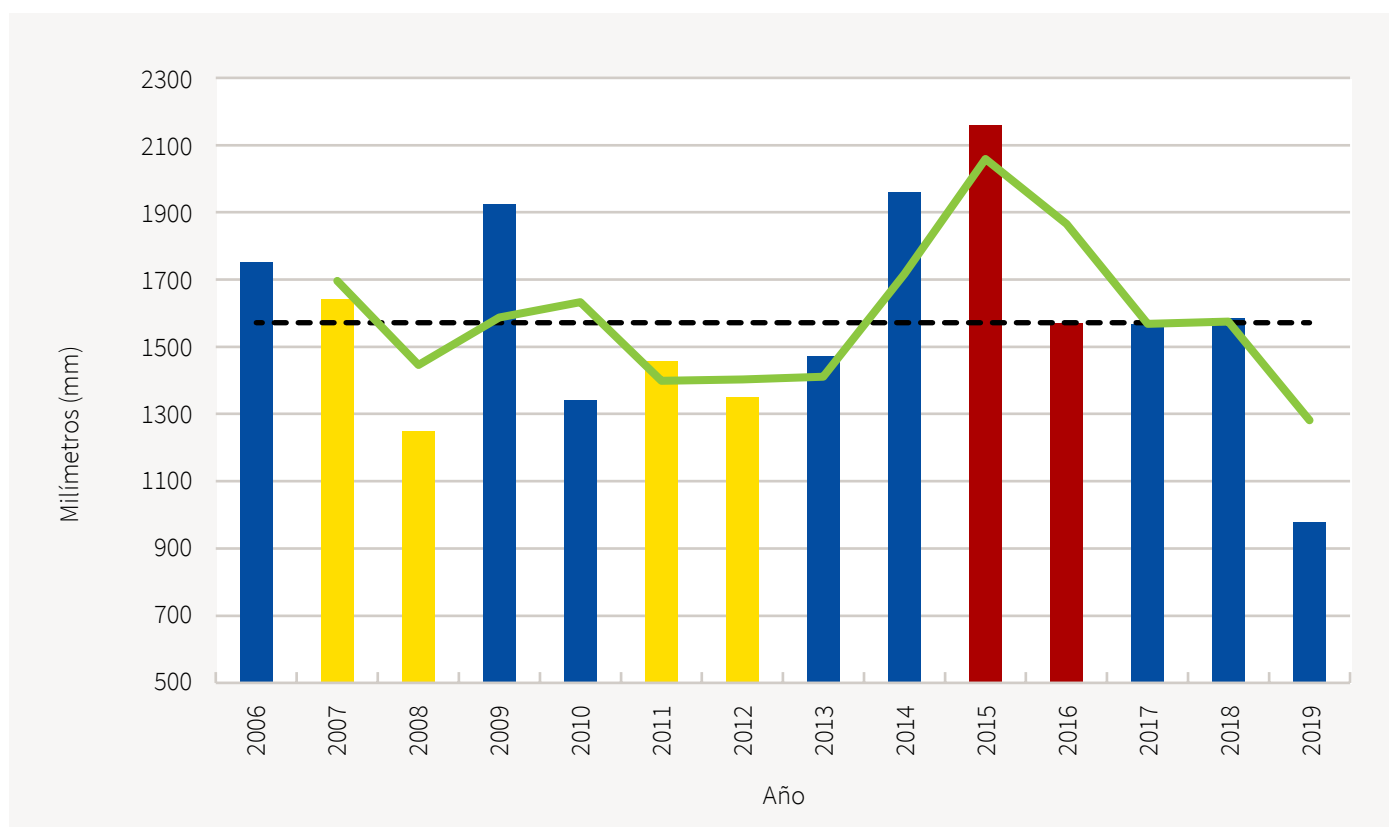
27 Temperatura del aire  $\leq 0$  °C tomada en casilla meteorológica

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

## 4.5. PRECIPITACIÓN

La variabilidad interanual de la precipitación en el departamento de Paraguarí, 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>29</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. En general los eventos cálidos (El Niño) producen precipitaciones anuales por encima de la media y los eventos fríos (La Niña) el efecto contrario. El período de datos de Paraguarí (2006-2019) es muy corto para sacar conclusiones sobre la precipitación, no obstante se puede observar que durante El Niño 2015-2016 se registró un máximo de lluvia anual (Gráfico 12), mientras que en los eventos La Niña del 2007-2008 y 2011-2012 se han registrado precipitaciones anuales por debajo del promedio. También es de notar que existen años lluviosos y secos que no responden al fenómeno ENSO, es probable que exista algún otro factor que incida en 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.

**Gráfico 12. Precipitación anual (barra), precipitación media anual (línea horizontal-1572 mm), media móvil de 2 años (línea verde) en la estación meteorológica de la ciudad de Paraguarí, departamento de Paraguarí. Barras color bordó indican años El Niño Fuerte y barras color amarillo años La Niña. Período 2006-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

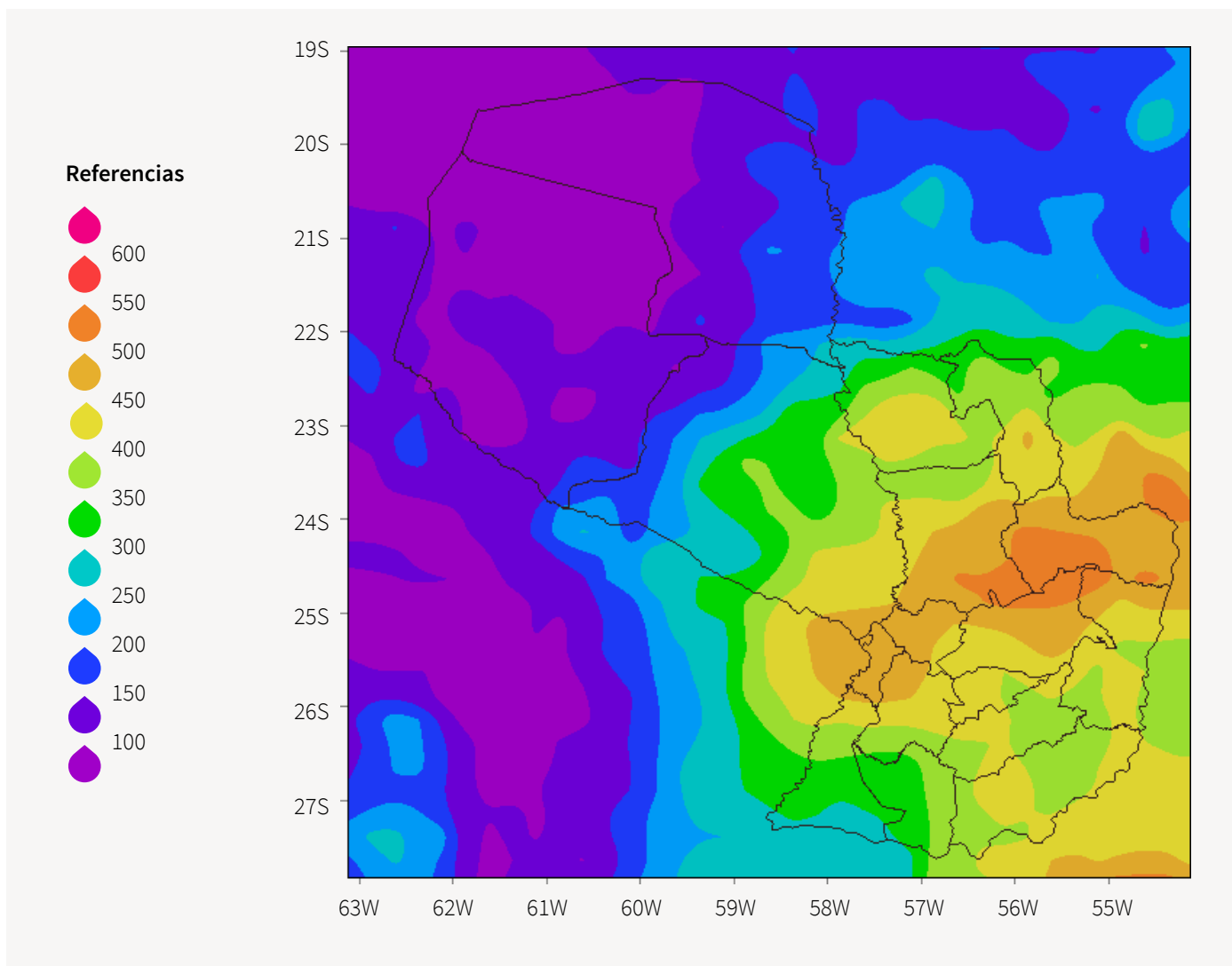
29 El Niño Oscilación del Sur (siglas en inglés).



## Precipitaciones intensas

Sistemas meteorológicos que producen importantes precipitaciones en corto tiempo ocurren en el departamento de Paraguarí, líneas de inestabilidad y otros sistemas convectivos transitan el centro y sur de la Región Oriental del Paraguay produciendo precipitaciones diarias de intensidad considerable, un caso reciente fue lo ocurrido durante el mes de diciembre del año 2015 (año particularmente lluvioso por efecto de El Niño 2015-2016), durante ese mes un núcleo de precipitación máxima se situó en el noreste de la Región Oriental, afectando a la zona fronteriza de los departamentos de Caaguazú, Canindeyú y San Pedro, con un máximo de 500-550 mm (Figura 5). En el departamento de Paraguarí la precipitación fue de 450-500 en el norte, entre 400-450 mm en el centro y entre 350-400 mm en el sur, representando aproximadamente el 25%-35% de la precipitación anual del departamento, o sea que este evento mensual representó entre la cuarta y la tercera parte de la precipitación anual, siendo mayor en el norte en frontera con los departamentos de Central y Cordillera. Como consecuencia de esta precipitación extrema se produjeron desbordes considerables de cauces hídricos e inundación de campos, con perturbaciones en carreteras y caminos vecinales.

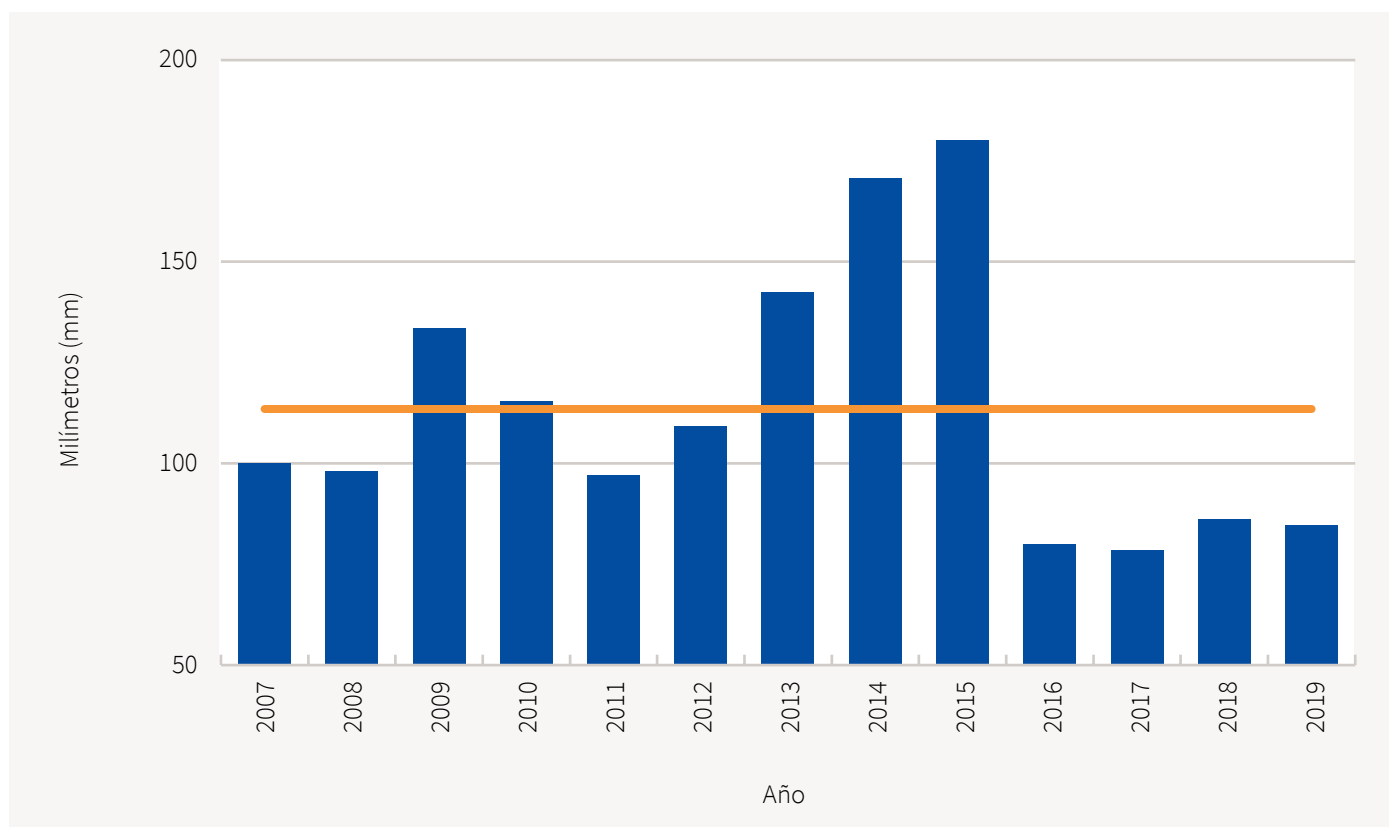
**Figura 5. Precipitación total mensual del mes de diciembre del año 2015 en el Paraguay. Obsérvese un núcleo de precipitación máxima que supera los 500 mm entre los departamentos de Canindeyú, Caaguazú y San Pedro. En el departamento de Paraguarí la precipitación del mes fue máxima en el norte del departamento con 400-500 mm. La paleta de colores de la derecha indica los rangos de precipitación en milímetros.**



Fuente: Satélite TRMM. Elaboración propia.

Según los datos del período 2007-2019<sup>30</sup> en Paraguarí se registraron precipitaciones diarias máximas que superaron los 150 mm, en los años 2014 y 2015. También se observa que en los últimos 4 años (2016-2019) no se registraron precipitaciones diarias máximas que superen la media anual (113 mm) (Gráfico 13). De todas formas, el período de datos climáticos de Paraguarí es muy corto para sacar mayores conclusiones sobre las precipitaciones diarias máximas.

**Gráfico 13. Precipitación diaria máxima anual (barras azules) y precipitación diaria máxima media anual-110 mm (línea roja) en la ciudad de Paraguarí, departamento de Paraguarí. Período 2007-2019.**



Fuente: DINAC. Elaboración propia.

<sup>30</sup> El año 2006 presenta información incompleta respecto a precipitación máxima diaria, por este motivo para el análisis de este parámetro se consideró el período 2007-2019.

# 5. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA



La población actual del departamento de Paraguari es de casi 260.000 habitantes, lo que representa el 3,6% de la población total del país en el 2019.

## 5.1. DEMOGRAFÍA

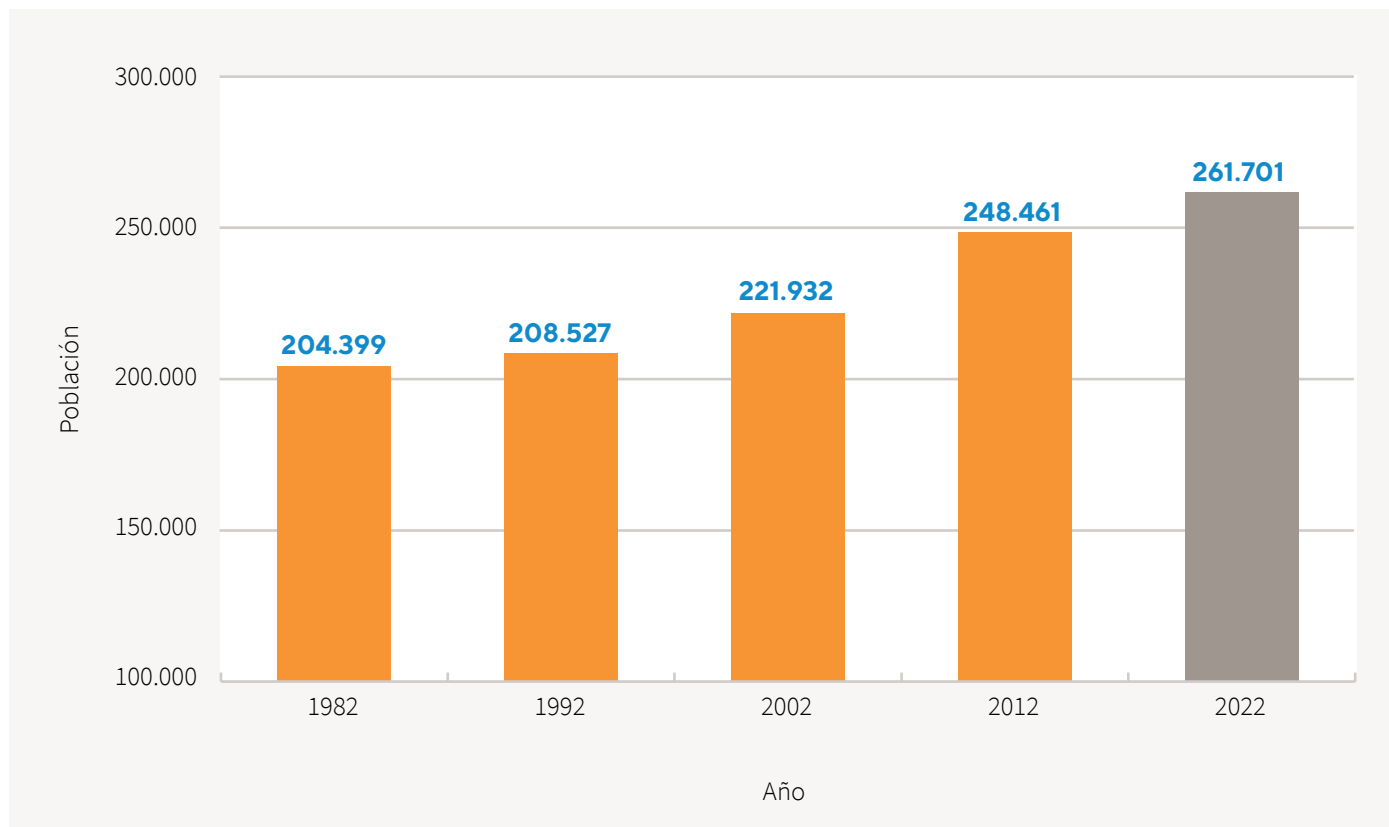
La población, su tamaño y características demográficas son indicadores del departamento que revelan la conformación social, así como su capacidad productiva y de consumo. La historia del poblamiento de Paraguari, así como la influencia de las actividades productivas ha generado una distribución espacial particular. Por la proximidad de Asunción y por la existencia de fincas de la agricultura familiar campesina, la población se concentra en la porción norte del departamento, mientras que en el sur, donde prima la ganadería, presenta un menor peso demográfico. Así, en el departamento más del 65% de la población vive en zonas rurales (Vázquez, 2006).

No debe olvidarse que durante las décadas de 1970 y 1980 los planes de colonización rural se hicieron con población de los departamentos de la zona central, aquellos que, como Paraguari, no disponían de tierras para los agricultores familiares. Así, este departamento fue expulsor de población para alimentar la colonización interna, así como, al igual que varias otras regiones del país, para la emigración internacional, principalmente orientada hacia Argentina (Vázquez, 2006).

La población actual del departamento de Paraguari es de casi 260.000 habitantes (Gráfico 14), lo que representa el 3,6% de la población total del país en el 2019, según las proyecciones de población de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC).

Desde 1992 hasta la actualidad la población ha crecido de forma moderada, a razón de casi 2.000 habitantes por año. Se estima que para el 2025 alcanzará los 265.840 habitantes. En las últimas décadas la migración se ha dirigido fundamentalmente hacia la ciudad de Asunción, ya que varios de los distritos se encuentran a menos de 100 kilómetros de distancia de la capital. Sin embargo, el desarrollo urbano, la emergencia del sector de comercio y servicios, ha generado un dinamismo de relevancia que ha reducido de forma significativa la migración, ya que la población podía disponer de una gama muy diversa de bienes, servicios, empleo y demás oportunidades, en varias de las ciudades del departamento.

**Gráfico 14. Evolución de la Población de Paraguari hasta el año 2012 y proyección al año 2022.**



Fuente: 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 Paraguari cuenta con casi 3.000 kilómetros de cami-

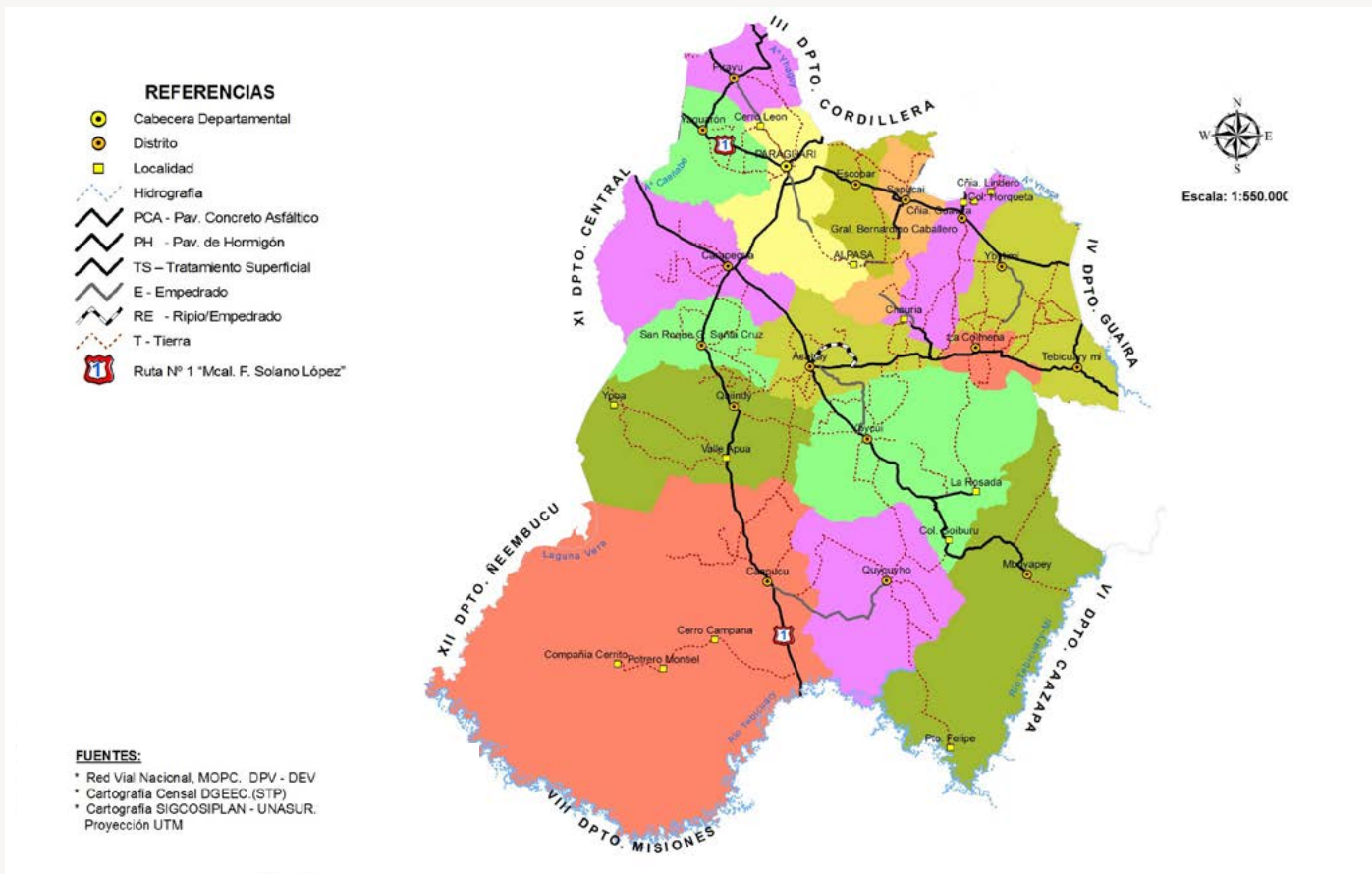
nos (Cuadro 4). Según la misma fuente, en 2018 la estructura vial departamental estaba compuesta principalmente por caminos no pavimentados que representaban el 80%, y siendo la red pavimentada el 20% (comprendida por caminos asfaltados, con tratamiento superficial, empedrados y empedrado combinado con ripio). En la Figura 6, se observa que los caminos de tierra son los predominantes con casi el 80%. 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 productos y personas.

**Cuadro 4. Tipo de superficie de los caminos de Paraguarí (en kilómetros) en el año 2018.**

ASFALTO	EMPEDRADO	EMPEDRADO RIPIO	TIERRA
482 km	117 km	19 km	2.354 km
<b>TOTAL 2.973 km</b>			

Fuente: MOPC, 2019

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



Fuente: <https://www.mopc.gov.py/mopcweb.old/paraguari-s428>

En cuanto a los transportes con que contaba la población del departamento de Paraguari en el 2019, los datos de la Dirección del Registro de Automotores indican que existe un total de alrededor de 48.000 vehículos registrados, y permiten 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 registrados casi se ha triplicado y la cantidad de motocicletas cuadruplicado, estas últimas gracias al acceso al crédito que facilita bastante la adquisición de estos bienes. Esto indica un aumento significativo en la capacidad de movilidad principalmente 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>31</sup>.

La cantidad y los tipos de medios de locomoción expresan la capacidad de movilidad de la población, así como del grado de sofisticación de la sociedad y de la capacidad de intercambiar productos. Por otro lado, resulta llamativo que en el mismo periodo de tiempo la cantidad de transportes vinculados a actividades productivas como camionetas, camiones y tractores sufrieron variaciones poco significativas. Considerando este último se puede observar el estancamiento de la tecnificación de las actividades agrícolas, pues en siete años apenas ha aumentado en cinco unidades. Tal como se observó antes, el estado de los caminos y las precipitaciones podrían ser factores ya que 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 35% de los empleos correspondían al sector primario<sup>32</sup>. 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 adversos 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 Paraguari presente una gran cantidad de personas en edad de trabajar, alrededor de 181.026 personas, con una tasa de ocupación del 93,4 %, según la DGECC. 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.

Se observa, según la DGECC que al igual que en los demás departamentos del país, el sector terciario es el predominante con casi la mitad de los empleos (44 %), es decir 55.431 puestos de trabajo. Esto resulta especialmente llamativo tratándose de un departamento tradicionalmente agrícola y ganadero y con una población mayoritariamente rural. Los datos actuales indican la aparición de una economía urbana de mayor dinamismo que en periodos anteriores. Sin embargo, las ciudades de Carapeguá, Paraguari y Yaguarón, situadas todas sobre la ruta que une Asunción con Encarnación, representan los centros urbanos de mayor relevancia y dinamismo.

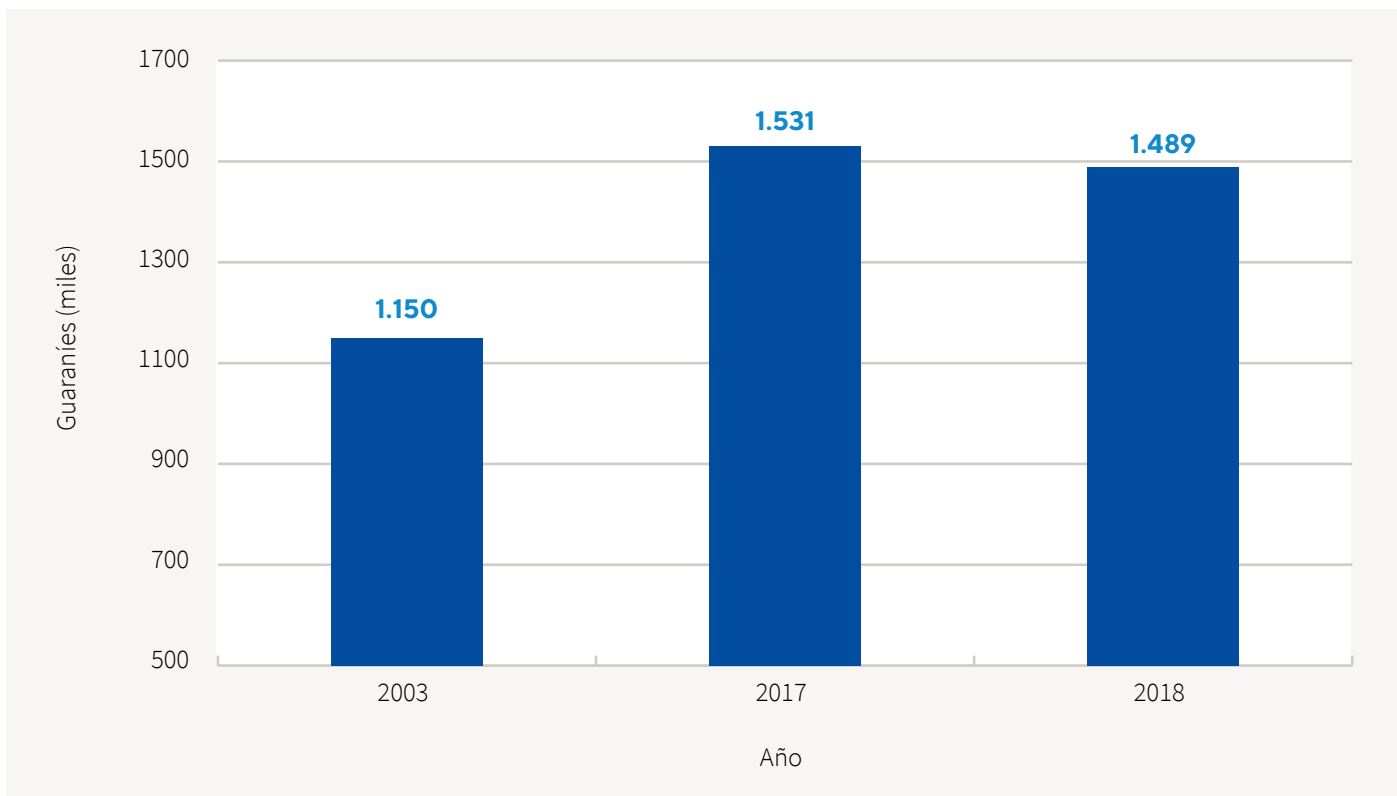
31 Aunque la participación de Paraguay en las emisiones mundiales totales es del 0,1%.

32 Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos.

En cuanto a los datos por sexo se observan diferencias mínimas, y solamente en el sector terciario el porcentaje de mujeres es el doble. Las mujeres parecen disponer de mejores habilidades para insertarse en el mercado de trabajo del sector comercial y de servicios.

Tal como se aprecia en el Gráfico 15, los salarios promedios mensuales, de todas las ramas de actividad, tuvieron un comportamiento creciente de 30% en quince años. En efecto, el crecimiento económico experimentado por la economía en su conjunto se expresa también en los ingresos. Estos son más altos en la última década, como resultado de la conjunción de factores económicos, demográficos y tecnológicos. En los últimos quince años el volumen de la economía experimentó un crecimiento extraordinario, al mismo tiempo en que su población joven se convertía en mayoritaria y le generaba un impulso tanto a la producción como al consumo. Por último, la incorporación de tecnología de distintos tipos e intensidades agregó un mayor dinamismo y productividad a la mano de obra principalmente. Como resultado de estos factores, el incremento del ingreso de las familias se expandió de forma considerable. De igual forma, los salarios percibidos por las mujeres, históricamente inferiores a los de los hombres, también crecieron en los últimos años.

**Gráfico 15. Evolución del promedio de Ingreso Laboral (miles de guaraníes) de la ocupación principal en Paraguari.**



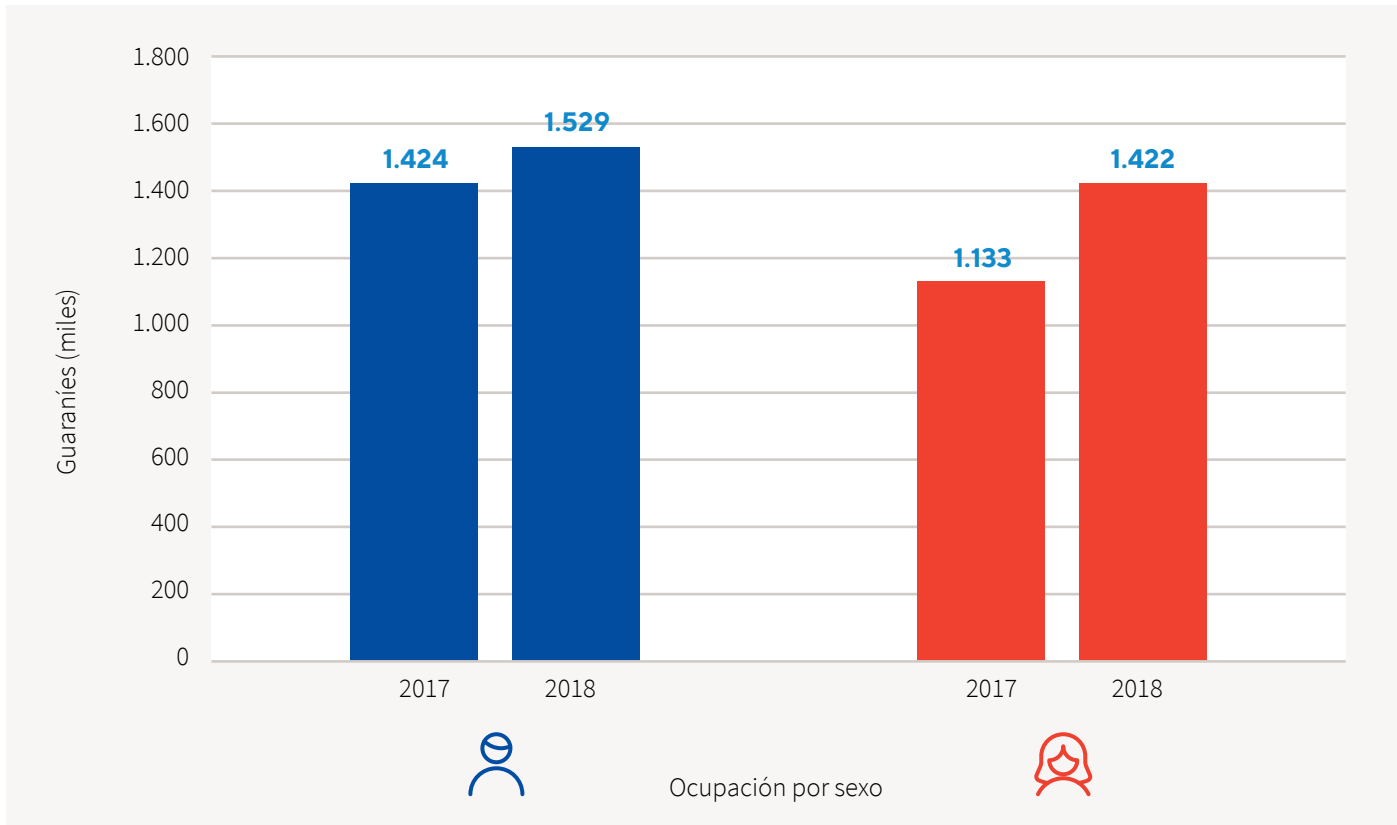
Fuente: DGEEC en línea, datos por temas.

En cuanto a la diferencia entre sexos, se aprecia que en los últimos años (2017-2018) la brecha de ingresos promedio entre hombres y mujeres se redujo, pasando de Gs 291.000 (48 dólares) a Gs 107.000 (17 dólares), lo que representa una reducción de más de la mitad (Gráfico 16). Estas variaciones interanuales y entre sexos son bastante corrientes porque responden fundamentalmente al ritmo de los sectores productivos agropecuarios y comerciales. Una vez más, la calidad de los empleos y las remuneraciones están vinculadas al clima, especialmente a las sequías, las



heladas y a las precipitaciones. Por su estructura económica y social profundamente vinculada a los ciclos agrícolas, hasta el sector industrial y el de servicios se ven impactados por el cambio climático.

**Gráfico 16. Promedio de ingreso mensual (miles de guaraníes) en la ocupación principal de la población de 15 años y más de edad ocupada según sexo en Paraguarí entre los años 2017 y 2018.**



Fuente: DGEEC, 2019

## 5.4. PROGRAMAS SOCIALES

Con respecto a los niveles de pobreza, el departamento de Paraguarí presenta números levemente superiores al promedio nacional, en gran parte explicados por su población mayoritariamente rural. Este departamento presenta alto nivel de pobreza (35,8%) y baja desigualdad respecto al promedio nacional, siendo su índice de Gini<sup>33</sup> de 0,46. En números absolutos 74.000 personas se encuentran en situación de pobreza, y 16.000 en pobreza extrema, el 6,37%. Esto señala que casi cuatro de cada diez habitantes en Paraguarí se encuentran por debajo de la línea de la pobreza y de la pobreza extrema, especialmente 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 siste-

33 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.



mas 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.

Para responder a esta problemática social se implementan los 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. Poco más de 7.000 beneficiarios existen en el departamento de Paraguarí, es decir el 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>34</sup>, y está dirigida a adultos mayores de 65 años y en situación de pobreza. Este programa dispone de 15.622 beneficiarios en el departamento de Paraguarí, representando al 3,4% de la población total. 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 23.000 personas de forma directa, inyectando al consumo alrededor de 18,4 millones de dólares anualmente (Cuadro 5). Estos recursos son muy relevantes para la economía del departamento ya que no se asocian con ningún proceso productivo, es decir son independientes a las condiciones climáticas, por lo que pueden considerarse como un factor de contención ante eventos climáticos extremos.

**Cuadro 5. Cantidad de beneficiarios y monto anual transferido a las personas en el departamento de Paraguarí al año 2019 por los programas Tekoporã y Adultos mayores.**

Subsidio	Cantidad de beneficiarios	Importe anual
Programa Tekoporã	7.132	2.500.000 US\$
Ley de Adultos Mayores	15.622	15.900.000 US\$
<b>TOTAL</b>	<b>22.754</b>	<b>18.400.000 US\$</b>

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

## 5.5. ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN

La estructura productiva del departamento tiene tres pilares. La agricultura en la porción norte, la ganadería en la porción sur y el comercio y los servicios en las zonas urbanas, situadas sobre la ruta que atraviesa el departamento de sur a norte.

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 Paraguari, experimentaron un crecimiento de volumen y de valor que se transfirió a los distintos eslabones de las cadenas productivas.

En términos de vulnerabilidad este estudio 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. En Paraguari existen tres sistemas productivos principales:

- **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 alta vulnerabilidad 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 agricultura tecnificada:** se dedica especialmente a cultivos de caña de azúcar y, en menor medida y superficie al arroz. La de caña de azúcar se produce de forma mecanizada, con variedades mejoradas y un sistema de enriquecimiento de suelos que termina por incrementar la productividad por hectárea. Dada la envergadura de estas inversiones, son las propias empresas alcohólicas y azucareras que disponen de estos cultivos en sus propias parcelas. En términos espaciales, estos cultivos siguen siendo menos importantes que los tradicionales, implementados por la Agricultura familiar campesina.
- **La ganadería para carne:** se ubica en la porción sur del departamento; presenta una vulnerabilidad media al cambio climático, por los impactos de la sequía y las tormentas severas que afectan a este sistema productivo.

### PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Los rubros de la agricultura tecnificada son la caña de azúcar (Gráfico 17) y arroz con riego, siendo la primera la de mayor superficie y volumen de producción del departamento. Al mismo tiempo, el valor total de la producción de estos rubros supera en casi seis veces al de la producción de la agricultura familiar.

El principal cultivo agrícola del departamento es la caña de azúcar, favorecido por la proximidad a la fábrica de Azucarera Paraguaya S.A. en el departamento vecino de Guairá, así como a Alcoholes Paraguayos S.A.; donde la producción es destinada a la elaboración de azúcar y de alcohol carburante.

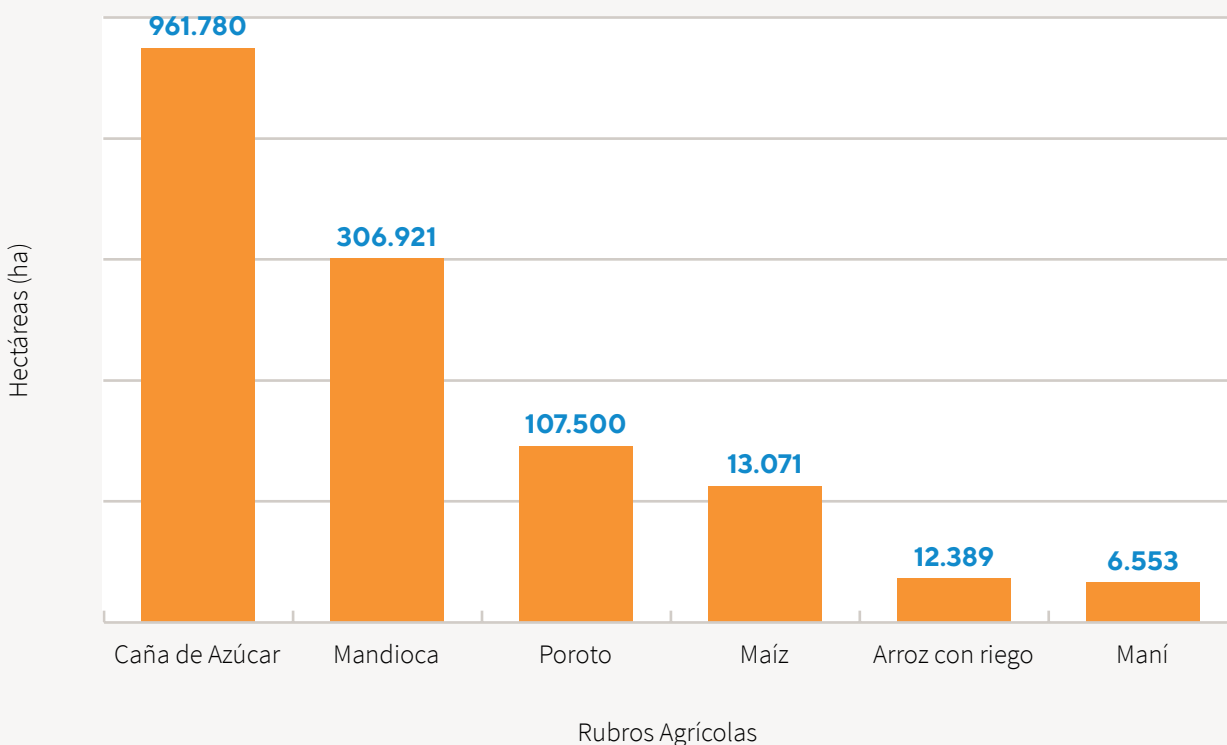
Existen dos modelos productivos de caña de azúcar, uno tecnificado, moderno, mecanizado y de mayor productividad, que dispone de sus propias parcelas de cultivo. El segundo modelo corresponde a la agricultura familiar campesina, tradicional y de menor productividad, pero de gran relevancia por los ingresos que genera a los productores y a los que trabajan en el periodo de cosecha.

Con esta estructura agrícola, se aprecia una mayor vulnerabilidad para la economía del departamento, básicamente en la cadena de la caña de azúcar. Los eventos climáticos que pueden afectar el desempeño productivo son la sequía y heladas, principalmente.

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.

En tanto, las empresas alcoholeras y azucareras que tienen sus propios campos de cultivo muestran una mayor productividad y mejores niveles de manejo de los cultivos que los agricultores familiares campesinos. En efecto, las parcelas campesinas tienen un rendimiento promedio bastante inferior que se transfiere a menores ingresos. La pérdida de fertilidad de suelos por no implementar buenas prácticas agrícolas es la causa principal de la baja productividad. En este segmento, cualquier evento climático extremo o de severidad media tiene un impacto importante en los ingresos y las condiciones de vida de los agricultores familiares campesinos, incluso si la reducción de la productividad por el cambio climático no es muy significativa. Por ejemplo, una reducción de la producción del 5 o del 10% por un evento climático podría tener un impacto superior al 30 o 40% de disminución en los ingresos familiares.

**Gráfico 17. Superficie de los principales cultivos de Paraguari (en hectáreas) en el año 2018.**



Fuente: MAG, 2019.

Otros cultivos importantes en el departamento son la mandioca y el poroto, ambos destinados mayormente al consumo familiar de los productores. Estos dos cultivos son vulnerables a la sequía.

Existen otros rubros agrícolas, pero con márgenes de producción aún limitados como por ejemplo las frutas de melón, sandía, uvas, así como cultivos de papa, cebolla y producción hortícola en los diferentes distritos.

El valor total anual de los principales rubros agrícolas de Paraguari asciende a un monto superior a 5.000 millones de guaraníes (alrededor de 850 millones de dólares), considerando los rubros con mayor superficie en el departamento, 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 6)

En cuanto a los rendimientos producidos en el departamento en comparación a los nacionales, se aprecia que cuentan con rendimientos cercanos al promedio nacional los rubros de caña de azúcar y poroto. Además, no muy lejanos al promedio nacional están la mandioca, maíz y maní.

**Cuadro 6. Rendimiento por hectárea, precio y valor de la producción de los principales cultivos de Paraguari.**

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Precios (G/ton)*	Producción (ton)	Valor de la producción (millones de G)	Valor de la producción (millones de US\$)
Poroto	832	8.000.000	270.336	2.162.688	365
Mandioca	11.582	1.250.000	1.621.192	2.026.490	342
Caña de Azúcar	55.884	190.000	2.854.073	542.274	91
Maíz	4.054	988.000	208.968	206.460	35
Maní	716	6.000.000	15.041	90.246	15
Arroz con riego	832	1.067.000	11.034	11.773	2
<b>Total</b>				<b>5.039.932</b>	<b>850</b>

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

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. Sin embargo, actualmente cada centro urbano del departamento presenta 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). Esto, y sobre todo la periodicidad alta de estos ingresos, tienen un impacto extremadamente importante en las economías de las familias (Vázquez, 2019).

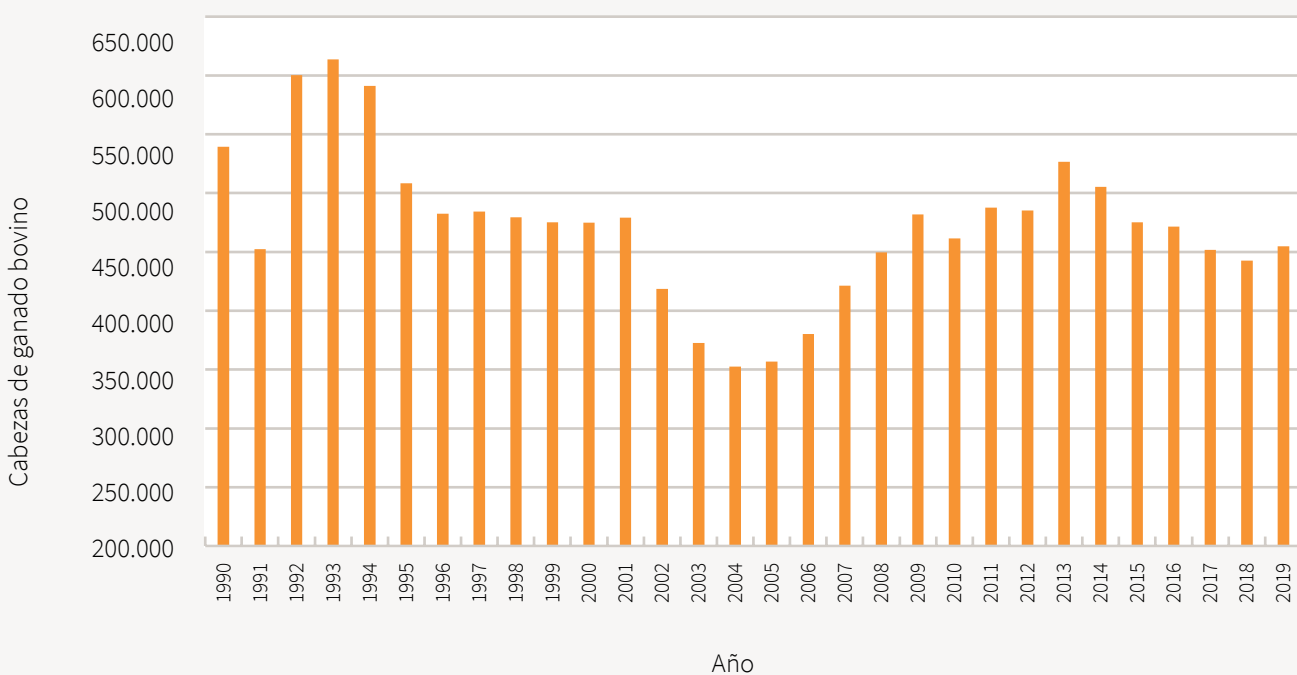
## PRODUCCIÓN PECUARIA

El departamento de Paraguarí dispone de una vasta superficie de vocación ganadera, especialmente las praderas naturales del sur, como prolongación de una zona ganadera más extensa y especializada que se extiende hasta el departamento vecino de Misiones.

La producción de ganado bovino asciende a casi 443.000 cabezas (SENACSA 2019), siendo una zona tradicionalmente ganadera debido a las pasturas naturales con que cuenta (Gráfico 18). Con respecto a su importancia a nivel nacional, se puede decir que esta es baja (menos del 4% del total del ganado bovino), explicado por su rol en el sistema productivo: la cría y posterior venta de los animales para que engorden y termine el proceso productivo en otras regiones del país.

La producción ganadera ha sufrido una reestructuración en la última década. Los departamentos tradicionales, como Paraguarí, perdieron protagonismo, y cantidad de animales, porque surgieron nuevas zonas productivas (departamentos de San Pedro, Boquerón y Alto Paraguay), con mayor potencial de producción y capacidad de implantar pasturas, mientras que este departamento solo cuenta con pasturas naturales. Además, el abigeato o robo de animales, que caracteriza al departamento, genera desincentivos en las inversiones.

**Gráfico 18. Evolución de la cantidad de ganado bovino en Paraguarí.**



Fuente: SENACSA

La producción bovina en fincas de la agricultura familiar campesina, aunque a pequeña escala y con pocos animales, ha aparecido como forma de ahorro, porque reduce significativamente el riesgo asociado a la incertidumbre de las cosechas de rubros agrícolas. Este segmento productivo se ve impactado principalmente por la sequía, porque reduce la cantidad de agua de los pastos y por lo tanto disminuye la masa alimentaria para las vacas.

Por otra parte, con relación a la producción de animales menores (Cuadro 7), la de aves representa la de mayor volumen en el departamento, y a la vez corresponde al 5% del total del país.

**Cuadro 7. Cantidad de cabezas según tipo de producción animal en Paraguari en el año 2016.**

AVES	PORCINO	OVINO	EQUINO	CAPRINO
891.282	41.512	28.270	13.653	5.211

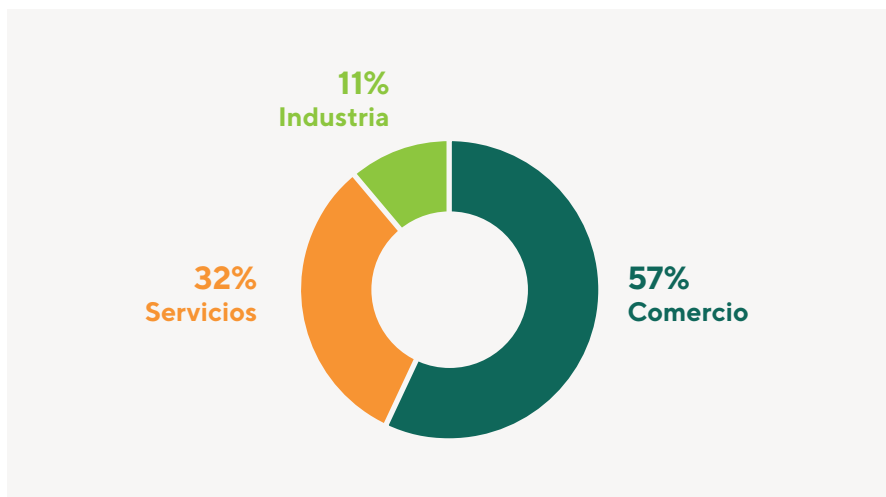
Fuente: SENACSA, 2016

Este nivel de producción tiene que ver con la proximidad a Asunción y Área Metropolitana (mercado principal), la logística y los frigoríficos de las principales empresas del rubro avícola, tanto de carne como de huevos. En general, se observa que la producción de ningún tipo de ganado supera el 6% a nivel país. También, 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, de un total cercano a 4.200 unidades económicas, alrededor de seis de cada diez son comercios y poco más de un tercio servicios (Gráfico 19), focalizados en las tres ciudades más dinámicas del departamento: Carapeguá, Paraguari y Yaguarón, situadas estas sobre el corredor económico de la ruta que une Asunción con Encarnación.

**Gráfico 19. Unidades económicas en Paraguari (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 sobresalen las ciudades de Paraguari y Carapeguá. Estos sectores no son vulnerables al cambio climático, al menos de forma directa. Además, debido a la baja cantidad de agroindustrias que generarían mayores encadenamientos productivos y empleos urbanos, en el departamento de Paraguari no se aprecian estos elementos y por lo tanto, los menores rendimientos agropecuarios y las pérdidas de ingreso por eventos asociados al cambio climático, no se trasladan a los demás sectores con tanta intensidad ni influencia.

La distribución de las unidades económicas y del personal ocupado pueden observarse en el Cuadro 8.

**Cuadro 8. Unidades económicas y personal ocupado por sexo en Paraguari, Censo Económico Nacional.**

Distritos	Unidades económicas	Personal ocupado por sexo	Hombre	Mujer
Paraguari	870	2.035	1.008	1.027
Carapeguá	647	1.975	1.225	750
Yaguarón	472	961	480	481
Quiindy	406	861	473	388
Ybycuí	394	825	479	346
Pirayú	251	495	239	256
La Colmena	247	553	290	263
Acahay	193	355	186	169
San Roque González de Sta. Cruz	145	238	112	126
Mbuyapey	142	276	147	129
Caapucú	130	266	126	140
Sapucaí	103	203	97	106
Caballero	90	144	75	69
Quyquyhó	69	145	79	66
Ybytimí	32	60	31	29
Tebicuarymí	25	46	29	17
Escobar	21	39	16	23
<b>Total Paraguari</b>	<b>4.237</b>	<b>9.477</b>	<b>5.092</b>	<b>4.385</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>35</sup>. No obstante, a continuación, se presenta una estimación calculada para el departamento de Paraguari 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 57%, industria 11%, servicios 32%). (Cuadro 9)

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 Paraguari: comercio, industria y servicios (sin agricultura ni ganadería).

35 Censo Económico Nacional de 2011

**Cuadro 9. Valor económico de los sectores industria, comercio y servicios en el departamento de Paraguarí en los años 2010 y Estimación para el 2018. Cambio al cierre del año 2010: 4.558 guaraníes por dólar.**

Sectores	Año 2010 <sup>36</sup>		Año 2018 <sup>37</sup>	
	Millones de G	Millones de US\$	Millones de G	Millones de US\$
Comercio	454.221.463	99.654	576.861.258	97.311
Industria	253.088.108	55.526	374.570.400	63.187
Servicios	92.499.574	20.294	130.424.399	22.001
<b>Total</b>	<b>799.809.145</b>	<b>175.474</b>	<b>1.081.856.057</b>	<b>182.499</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.

Por último, el sector financiero ha experimentado una expansión en la última década, expresada en la cantidad de bancos. Actualmente operan 8 instituciones financieras, con 13 sucursales en las ciudades más importantes y poco más de 170 corresponsales no bancarios, que amplían las operaciones financieras. Las ciudades mejor servidas y con mayor oferta son Paraguarí, Carapeguá y Acahay, 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 Paraguarí existen más de 45.900 cuentas bancarias y, al primer trimestre de 2020, los depósitos de dinero en distintas modalidades ascienden a más de 32 millones de dólares.

36 Fuente: DGEEC 2011

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



# 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 caña de azúcar, la mandioca y el poroto, que disponen de información, los impactos climáticos son altos.

En la última década, el impacto del cambio climático en el departamento de Paraguari ha sido causado principalmente por sequías, como la ocurrida en el verano 2011-2012, cuando todo el país se vio afectado (Cuadro 10 y [11](#)). 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 Paraguari. La metodología del cálculo consistió en comparar la producción de cada rubro del departamento de Paraguari 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.

**Cuadro 10. Pérdidas en cultivos de caña de azúcar, según eventos de sequía, en el departamento de Paraguari. Fuente: Ministerio de Agricultura y CAPECO.**

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de CAÑA DE AZÚCAR en Paraguari (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2011 - 2012	241.110	6.611.080
<b>TOTAL</b>		<b>241.110</b>	<b>6.611.080</b>

Elaboración propia.

### Cuadro 11. Pérdidas en cultivos de mandioca, según eventos de sequía, en el departamento de Paraguari.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería y CAPECO.

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de MANDIOCA en Paraguari (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2005 - 2006 <sup>38</sup>	169.600	4.625.454
Sequía	2011 - 2012	65.123	1.776.081
<b>TOTAL</b>		<b>234.723</b>	<b>6.401.535</b>

Elaboración propia.

En la última década y media, las sequías han significado pérdidas por más de 13 millones de dólares en el departamento de Paraguari (Cuadro 12), basado en un conjunto de cálculos y estimaciones a partir de datos estadísticos y observaciones de varias fuentes, solamente en los rubros de caña de azúcar y mandioca.

### Cuadro 12. Pérdida económica en los rubros de caña de azúcar y mandioca en el departamento de Paraguari a causa de la sequía.

Cultivo	2006 <sup>39</sup>	2012
Caña de Azúcar	0	6.611.080
Mandioca	4.625.454	1.776.081
<b>TOTAL</b>	<b>4.625.454</b>	<b>8.387.161</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.

38 Según información local, ya que no hay registro meteorológico del año 2005.

39 Según información local, ya que los registros de precipitación del año 2006 están incompletos.

La suspensión de clases en los niveles de Escolar básica, Educación media y universidades son corrientes 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, sobre todo en la porción norte, 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. El formato de ayuda más frecuente es la provisión de semillas de rubros para autoconsumo en las comunidades más afectadas por algún evento climático extremo.

## EN LAS FINANZAS

El sistema financiero se resiente por las pérdidas productivas, especialmente agrícolas, ocasionadas por eventos de cambio climático. Estos no afectan solo a los productores, sino que afectan de forma indirecta al sistema financiero, es decir a los bancos y financieras del sistema que debieron renovar, refinanciar y reestructurar las operaciones de los productores. Por cada evento climático extremo que afecta a la agricultura y a la ganadería el Banco Central del Paraguay emite disposiciones transitorias de forma de renovar, reestructurar y refinanciar los créditos, protegiendo tanto a los clientes como a las instituciones financieras.

Sin embargo, atendiendo que los agricultores familiares campesinos que cultivan caña de azúcar rara vez solicitan y acceden a créditos, debido a que no existe una oferta tecnológica apropiada que asegure mayores rendimientos e ingresos, se concluye que el impacto en el sector financiero es muy restringido y menor al de otros departamentos.

## 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 Paraguari. 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, puede 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.

**Cuadro 13. Resumen de respuestas de las políticas públicas a los eventos climáticos.**

<b>SEQUÍA</b>	<b>HELADAS</b>	<b>TORMENTA SEVERA</b>
Programas sociales Reestructuración de deudas	Entrega de semillas	Provisión de materiales de construcción y alimentos

Elaboración propia.

# CONCLUSIONES

El clima es un factor de relevancia en la economía del departamento de Paraguarí. La agricultura y la ganadería son las actividades más expuestas al cambio climático, ya que los cultivos y la cría de animales 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 y a las tormentas severas de las últimas décadas han impactado negativamente en la economía y en las condiciones sociales del departamento.

Los agricultores tecnificados tuvieron pérdidas de más de 13 millones de dólares en las últimas sequías (2005-2006 y 2011-2012), sin contar con otras pérdidas por sequías de menor intensidad, sobre las cuales se carece de datos consolidados.

Los impactos de las pérdidas generadas por eventos climáticos extremos en este departamento tienen una baja capacidad de trasladarse 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.

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 casi 23.000 personas en situación de vulnerabilidad social, requieren una inversión anual de 18 millones de dólares.

Los diferentes sistemas productivos, industriales, comerciales y de servicios del departamento ven afectadas 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, debe 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 SEAM N° 614/013.

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 PARAGUARÍ**