



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

# GUAIRÁ

### **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 Guairá. MADES-STP. Asunción, Paraguay.



TEKOHA HÁ  
AKÁRAPU'Á KATUIRÁ  
Motenondcha  
Ministerio del  
AMBIENTE Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE



TEKOATY HÁ MBA' EREREKOPY  
AKÁRAPU' ÁRÁ RAPE' APO  
Sámbytyha  
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 GUAIRÁ

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 Guairá* 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	25
4.3. Sequías	27
4.4. Heladas	32
4.5. Precipitación	33
<b>5. Situación Socioeconómica y Vulnerabilidad Climática</b>	<b>36</b>
5.1. Demografía	36
5.2. Infraestructuras y transportes	37
5.3. Empleo, pobreza e ingresos	39
5.4. Programas sociales	41
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 Guairá desde mediados del siglo pasado hasta el presente, uno de los resultados concluye que la temperatura media anual se encuentra en aumento y que el año 2019 fue el más caliente en el departamento de Guairá con una temperatura de 24,0 °C superando el anterior record del año 2015. La precipitación anual también tuvo un incremento en los últimos 75 años, los eventos extremos de olas de calor han aumentado considerablemente en las últimas 4 décadas, las sequías se han vuelto cada vez más extremas, y las heladas, a pesar de ser menos intensas que en décadas pasadas, continúan causando daño a la agricultura.

La población del departamento es de más de 230.000 habitantes, con un mayor porcentaje de población rural, su nivel de pobreza es un poco más elevado que el promedio nacional, llegando a 34,1% de la población. Para responder a esta problemática, los programas sociales de Tekopora y Adultos Mayores atienden a más de 23.000 beneficiarios.

La economía del departamento se distribuye entre una agricultura familiar campesina, la ganadería, donde se maneja alrededor de 140.000 cabezas. Los cultivos más importantes son la caña de azúcar, la soja, la mandioca y el maíz.

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 soja experimentaron pérdidas por más de 27 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 Guairá department.*

*The meteorological data are registered and processed for at least the last 75 years. One of the results concludes that the average annual temperature is increasing and that the year 2019 was the hottest year in the department with a record of 24,0° Celsius. The precipitation level had a positive increasing trend in the last 75 years. Extreme heat wave events have increased considerably over the last 4 decades, droughts have become increasingly extreme, and frosts, although less intense than in past decades, continue to cause damage to the agriculture.*

*The current population is a little bit more than 230.000 people, with a large percentage of rural citizens. The level of poverty is just a little more elevated than the national average, with a rate of 34,1%. To solve this problem, the government launches social programs called “Tekopora” and “Adultos Mayores” to look after 23.000 beneficiaries.*

*The economy of the department is allocated between the familiar agriculture, and cattle raising. The farming includes sugar cane, soybean, corn and cassava “mandioca”. The cattle raising achieves an important value adding to the sector of agriculture 140.000 heads.*

*Climate change hits first the agriculture of the region. Due the droughts and the frost, in 2003, 2008 and in 2012, the grow of sugar cane and soybean experienced losses for more than US\$ 27 millions.*

*The industries and commerce were also affected, 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 Guairá han sido afectados por el mismo hasta el presente.

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

A partir del compromiso asumido como país donde se reconoce la necesidad de una respuesta progresiva y eficaz a la amenaza apremiante del cambio climático<sup>3</sup>, sobre la base de los mejores conocimientos científicos disponibles, la Fundación Avina, junto con el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP), con el apoyo de los fondos del Fondo Verde para el Clima (GCF, siglas en inglés) encomendaron el trabajo denominado “*Estudios climáticos de base científica y económica*” bajo el proyecto Readiness del Fondo Verde para el Clima

“Fortaleciendo el rol de los Consejos Locales de Desarrollo para contribuir a la implementación de las NDC y el acceso a finanzas climáticas” para obtener resultados que sirvan de herramienta para la toma de decisiones en materia de cambio climático y para apoyar la implementación de políticas climáticas que busquen mejorar la calidad de vida de los paraguayos.

Este es un estudio de caracterización climática y socioeconómica del departamento de Guairá, 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, Alto Paraná, Caaguazú y Paraguari.

Se describen las características climáticas del departamento, en términos de temperaturas medias y extremas, y precipitación total mensual y extremas del período 1971-2000<sup>4</sup> (30 años) con base en los datos de la estación meteorológica de Villarrica. Esta estación meteorológica es considerada de referencia en su período de funcionamiento, desde 1956 hasta la fecha. Para observar el comportamiento del clima en forma temporal se utilizan los datos de toda la serie histórica (Cuadro 1).

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 Guairá son principalmente del sector primario (agricultura y ganadería) y el sector comercial muy ligado al sector primario.

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

2 Ley 251/93.

3 Ley 5681/16.

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

# MARCO METODOLÓGICO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

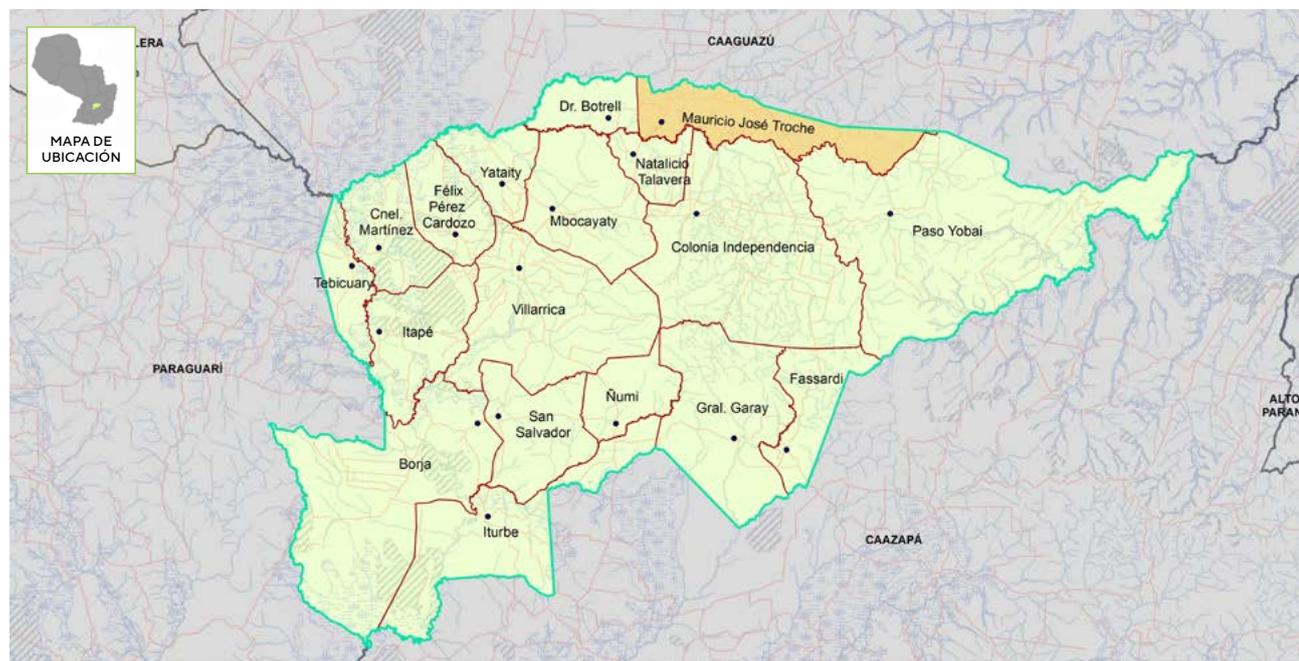
9 Ocurre cuando la temperatura del aire llega a ser igual o menor a 0 °C registrado por termómetro ubicado a la intemperie y a 5 cm sobre el nivel del suelo.

# 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El departamento del Guairá está ubicado en la parte central de la Región Oriental, entre los paralelos 25° 35' y 26° 10' de latitud sur y los meridianos 55° 30' y 56° 40' de longitud oeste. Limita al norte con Caaguazú, al sureste con Caazapá y al oeste con Paraguari.

Guairá tiene una superficie 3.846 km<sup>2</sup> y es, después de Central, el departamento más pequeño en términos territoriales<sup>10</sup>. Políticamente se divide en 18 distritos que son los siguientes: Villarrica del Espíritu Santo (capital departamental), Borja, Capitán Mauricio José Troche, Coronel Martínez, Doctor Bottrell, Félix Pérez Cardozo, General Eugenio A. Garay, Independencia, Itapé, Iturbe, José Fassardi, Mbocayaty, Natalicio Talavera, Numí, Paso Yobai, San Salvador, Tebicuary y Yataity del Guairá.

Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de Guairá.



Elaboración propia.

## Referencias

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

10 DGEEC, 2012. Atlas Censal del Paraguay.

## 2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS



El territorio comprende tres zonas bien diferenciadas: la primera, con tierras altas y quebradas, boscosas y con fuertes pendientes; la segunda, ubicada en la región centro occidental, que constituye el área más rica y poblada; y la tercera, con grandes llanuras y dedicada principalmente a la ganadería.

El territorio comprende tres zonas bien diferenciadas: la primera, en las proximidades de la Cordillera del Ybytyruzú, con tierras altas y quebradas, boscosas y con fuertes pendientes; la segunda, primordialmente agrícola, ubicada en la región centro occidental, que constituye el área más rica y poblada; y la tercera, en la parte suroeste del departamento, con grandes llanuras y dedicada principalmente a la ganadería.

La Cordillera del Ybytyruzú, cuyo pico más alto es el Acatí de 720 metros, y la sierra Monte Rosario, continuación de la Cordillera de Caaguazú, divide al departamento de norte a sur y de este a oeste. Del Ybytyruzú se desprenden los cerros Pelado y Polilla (cercano a Villarrica), Itapé, Corá, León y Cerrito (en el distrito de Independencia).

En cuanto a los recursos hídricos, el departamento está regado por los ríos Tebicuarymí, Pirapó Guazú, Capiibary y Tebicuary. El Tebicuarymí cuenta con numerosos afluentes, entre los que se pueden citar los arroyos Aguapety, Yhacá Guazú y Borja.

De acuerdo a la Resolución SEAM N° 614 del año 2013, Guaira se encuentra ubicado casi en su totalidad en la ecorregión Selva Central, una pequeña porción del departamento se encuentra en la ecorregión Litoral Central y otra en Alto Paraná. ([Figura 2](#)).

Figura 2. Mapa de ecorregión del Paraguay.



Fuente: Resolución SEAM 614/13. Elaboración propia.

# 3. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA



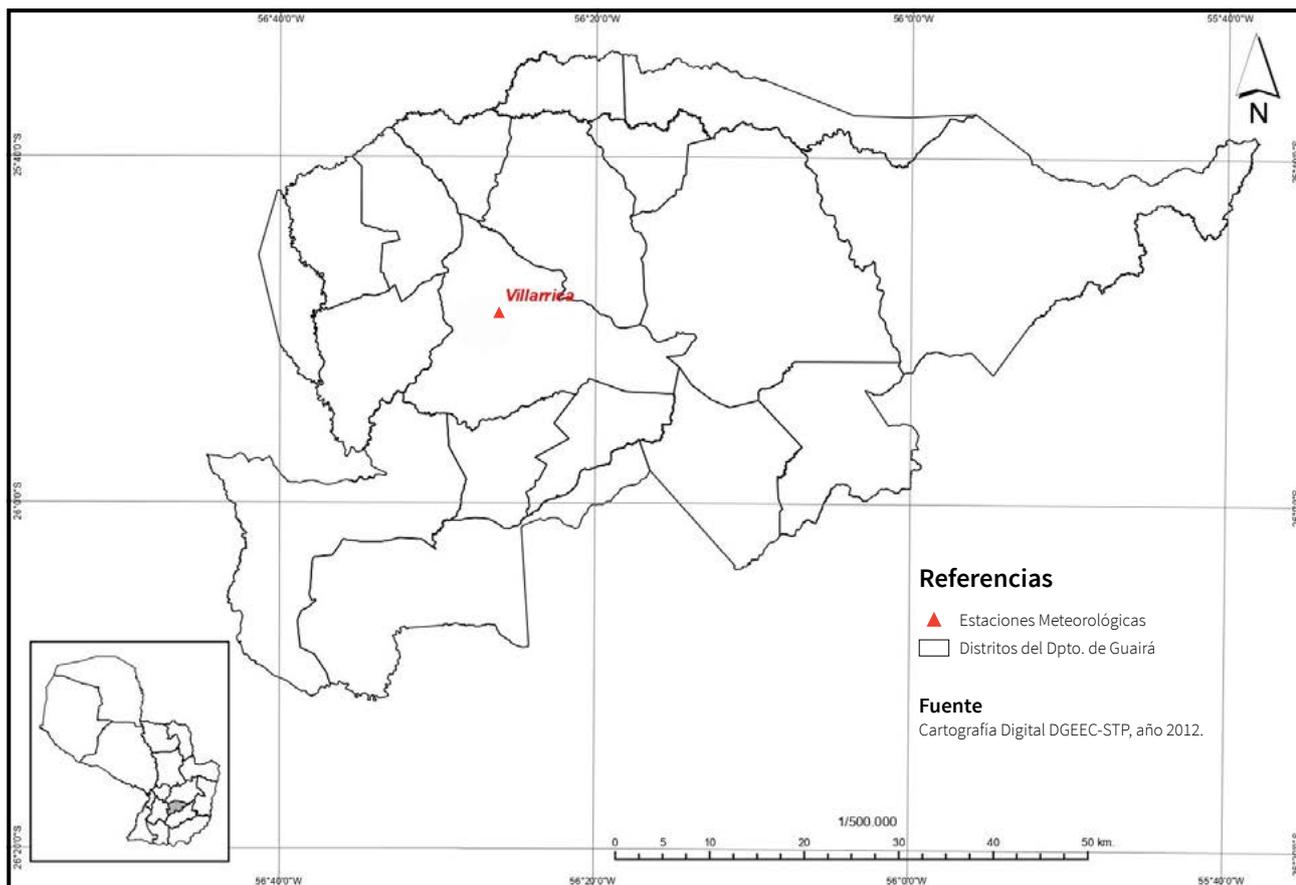
El departamento de Guairá tiene un clima templado húmedo con lluvia todo el año y verano caliente. Durante el invierno, es frecuente la invasión de aire frío subpolar, que hace descender considerablemente la temperatura del aire, hasta producir heladas en ciertas ocasiones.

El departamento de Guairá 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>11</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 Guairá cuenta con una estación meteorológica ubicada en la ciudad de Villarrica, su capital (Figura 3), y está operada por la DINAC (Cuadro 1). Es una de las estaciones meteorológicas más antiguas del país, y de referencia de la red básica de estaciones meteorológicas de la DINAC y forma parte del Programa de la Vigilancia Meteorológica Mundial (PVMM). Para la caracterización climática se optó por los datos de la normal climatológica del período 1971-2000. Se optó por esta normal climatológica por coincidir con el mapa de precipitación normal del Paraguay disponible a la fecha (Figura 4) y así evitar confusiones, por este motivo no se utilizó la normal climatológica estándar actualizada 1981-2010. Por su ubicación en la parte central del departamento, los datos de Villarrica representan adecuadamente las características climáticas del departamento.

11 [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, ubicada en la ciudad de Villarica.



Elaboración propia.

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

Cuadro 1. Datos de la estación meteorológica del departamento de Guairá.

LAT. (S)	LONG. (O)	ELEV. (M)	PERÍODO	CANT. (A)	PROPIETARIO
-25,65	-56,46	163	1956-actual	65	DINAC

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 Guairá, 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 Guairá, con base en datos de la estación meteorológica de Villarrica.

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

Parámetro climático	Período	Valor
Temperatura media diaria	1971-2000	21,7 °C
Temperatura mínima media	1971-2000	16,7 °C
Temperatura máxima media	1971-2000	28,0 °C
Temperatura máxima extrema	1971-2000	40,4 °C
Temperatura mínima extrema	1971-2000	-3,0 °C
Precipitación media anual	1971-2000	1662 mm
Insolación diaria media	1971-2000	6,8 h/d
Humedad relativa diaria media	1971-2000	76 %

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 Villarrica la temperatura anual media es de 21,7 °C, en el verano la temperatura media de enero es la más alta con una marca de 26,5 °C (mes más caliente), seguido de diciembre y febrero con 25,7 °C y 25,6 °C, respectivamente. Durante el otoño la temperatura media mensual desciende gradual y moderadamente de unos 24,7 °C en marzo a 18,7 °C en mayo. En el invierno se registran las temperaturas más bajas, la temperatura media de julio es 16,8 °C (mes más frío) seguido muy de cerca por junio con 16,9 °C. En la primavera la temperatura asciende gradual y moderadamente de 17,7 °C en setiembre a 23,8 °C en noviembre (Gráfico 1). La amplitud térmica media anual<sup>12</sup> es de 9,7 °C.

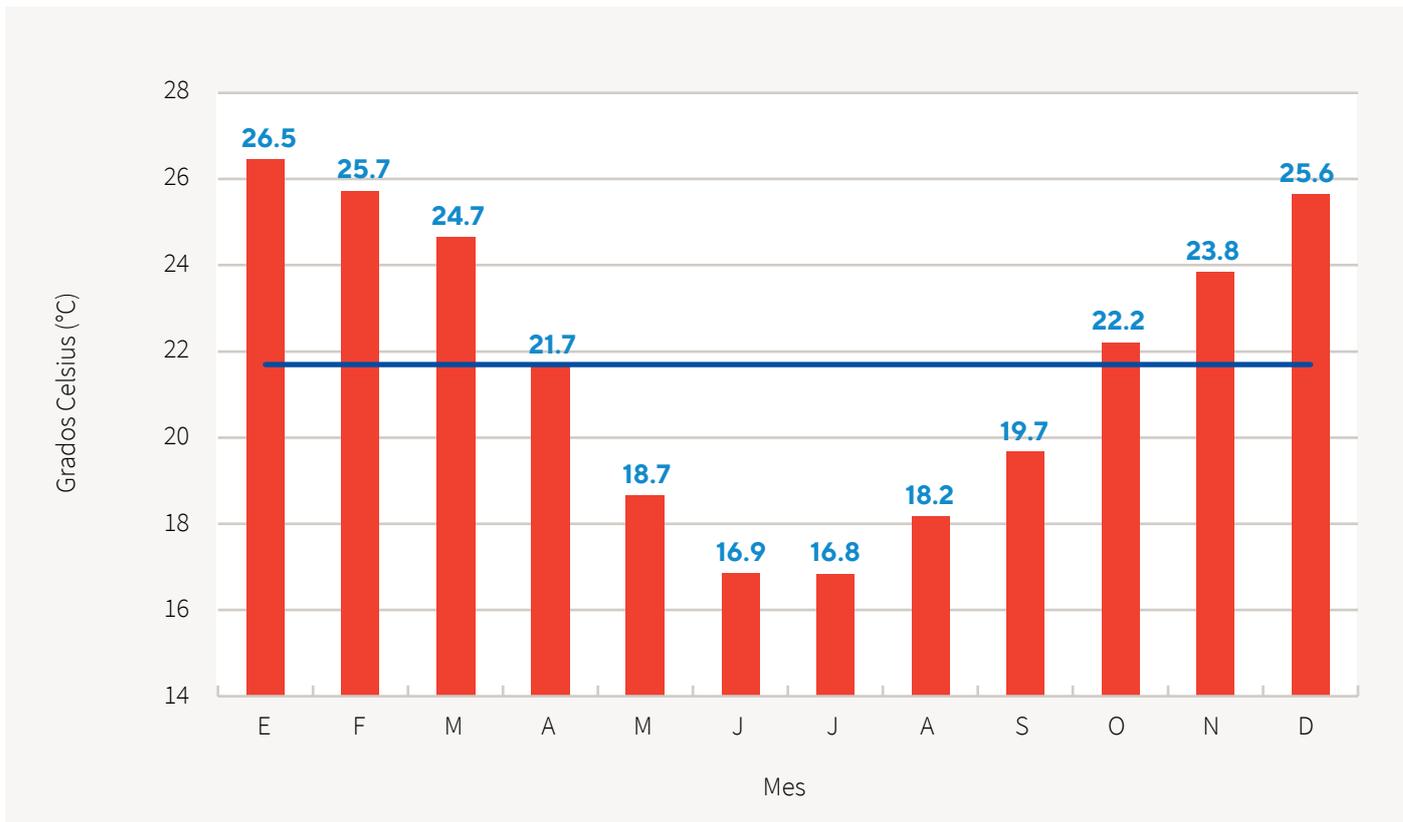


En Villarrica la temperatura anual media es de 21,7 °C. La amplitud térmica media anual es de 9,7 °C.

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

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 Villarrica fue 40,4 °C en el mes de diciembre del año 1985, y la temperatura mínima extrema observada fue de -3,0 °C en el mes de julio del año 2000, así, el rango absoluto de temperatura en Villarrica es de 43,4 °C<sup>13</sup>. Más detalles de las temperaturas mensuales, medias y extremas pueden observarse en el Gráfico 2.

Gráfico 1. **Temperatura media mensual (barras) y temperatura media anual (línea horizontal, 21,7 °C) en Villarrica, Guairá. Período 1971-2000.**



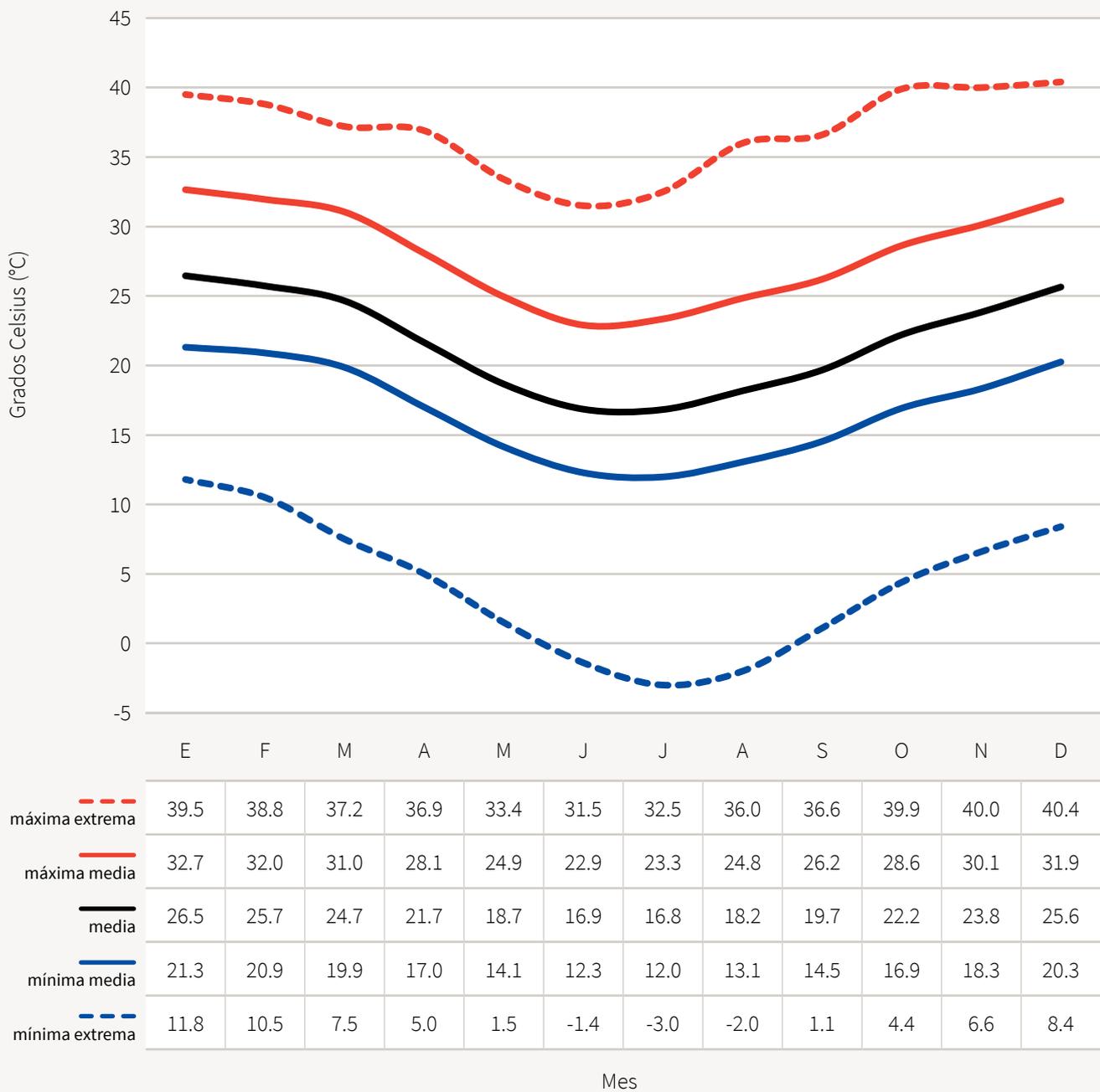
Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.



La temperatura máxima extrema observada en Villarrica fue 40,4 °C en el mes de diciembre del año 1985, y la temperatura mínima extrema observada fue de -3,0 °C en el mes de julio del año 2000.

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

Gráfico 2. **Temperaturas mensuales, medias y extremas, en Villarrica, Guairá, período 1971-2000.**

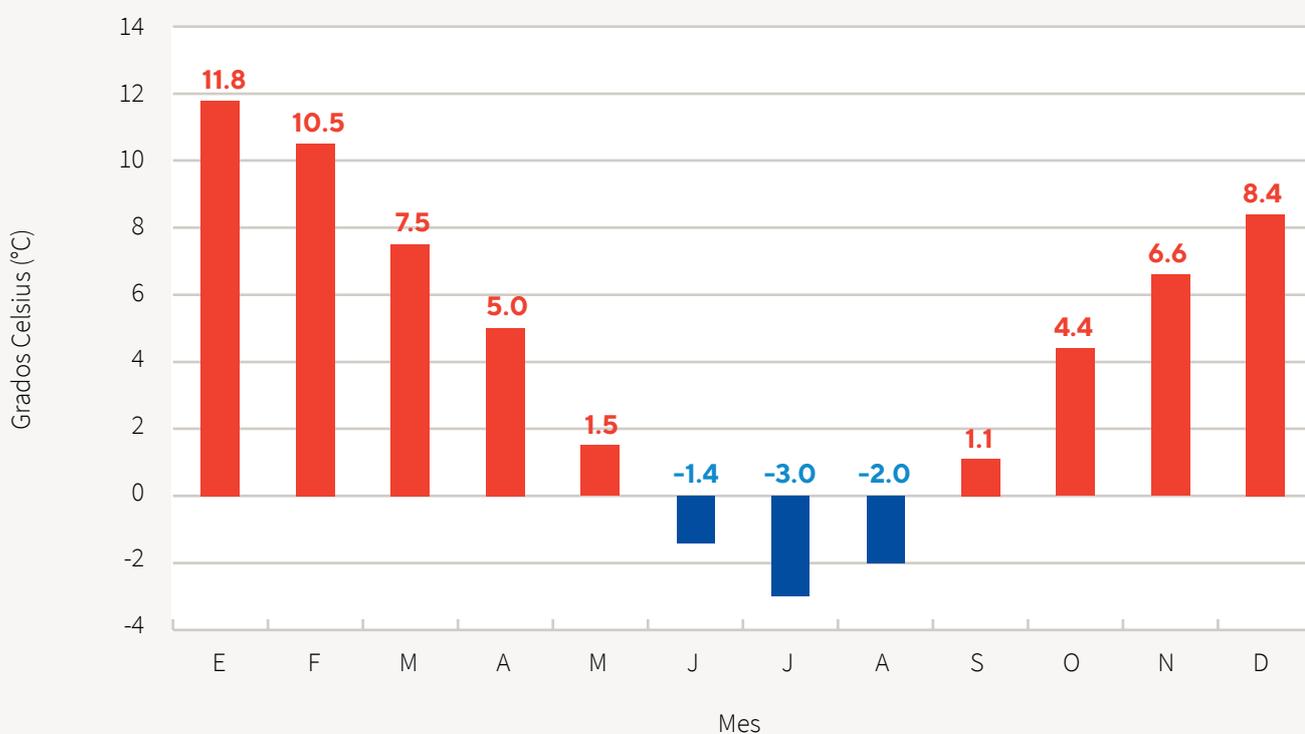


Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

## 3.2. HELADAS

Las heladas meteorológicas son un fenómeno recurrente en el departamento de Guairá durante los meses del invierno cuando la temperatura puede llegar a 0 °C o aún menos, 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 Villarrica, Guairá. Los meses de junio, julio y agosto presentan temperaturas  $\leq 0$  °C. Periodo 1971-2000.**



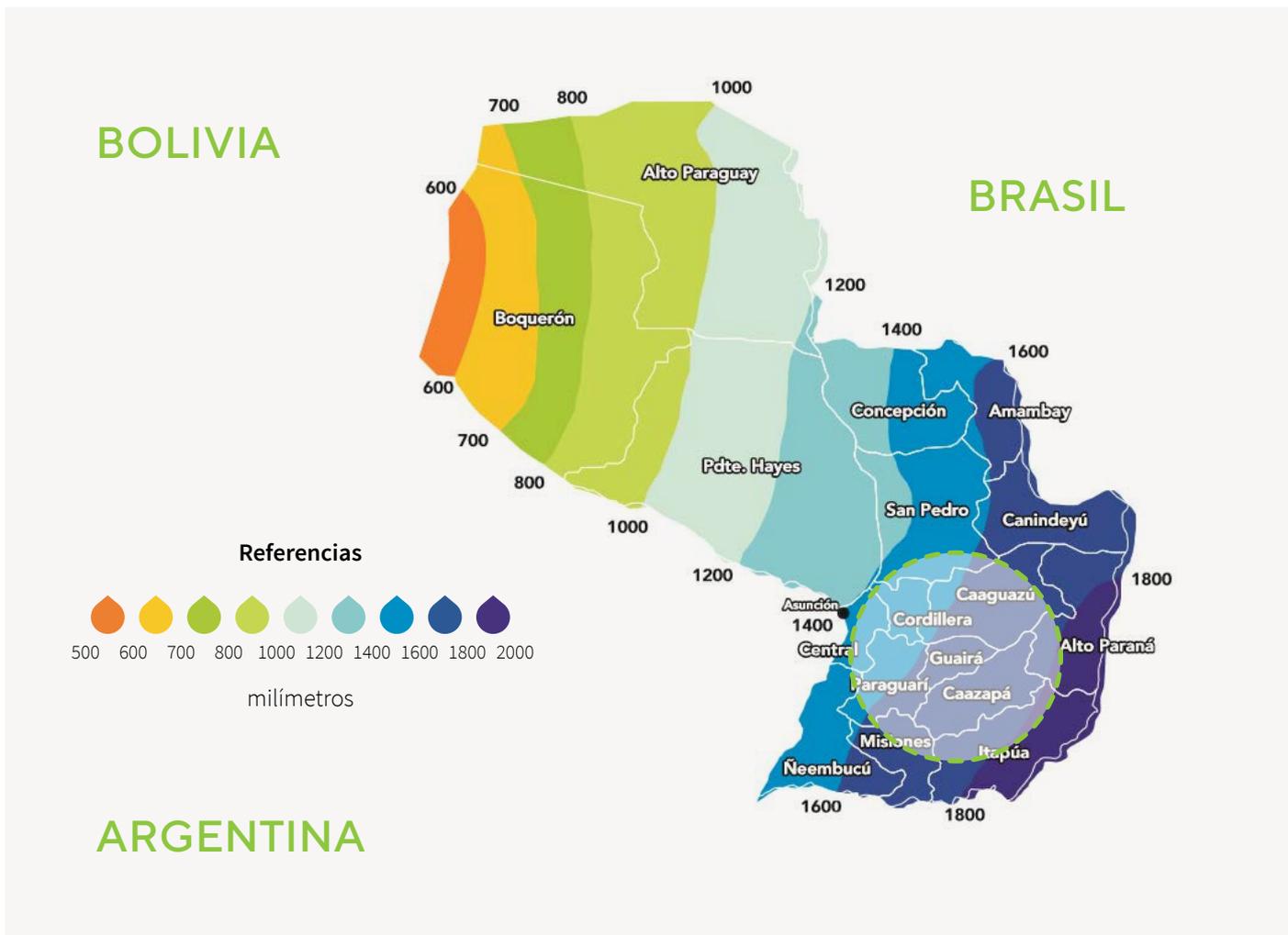
Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

## 3.3. PRECIPITACIÓN

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

dos en la frontera con los departamentos de Paraguari al oeste, parte occidental de Caaguazú y parte occidental de Caazapá. Esta diferencia tiene relativa importancia en el eje oeste-este, pues mientras que hacia el primero la precipitación media anual es del orden de los 1.700 mm, como en el distrito de Paso Yobai, hacia el oeste declina ligeramente hacia unos 1.650 mm, como en los distritos de Coronel Martínez, Itapé y Borja. Esta diferencia de precipitación es de aproximadamente 50 mm por año (Figura 4).

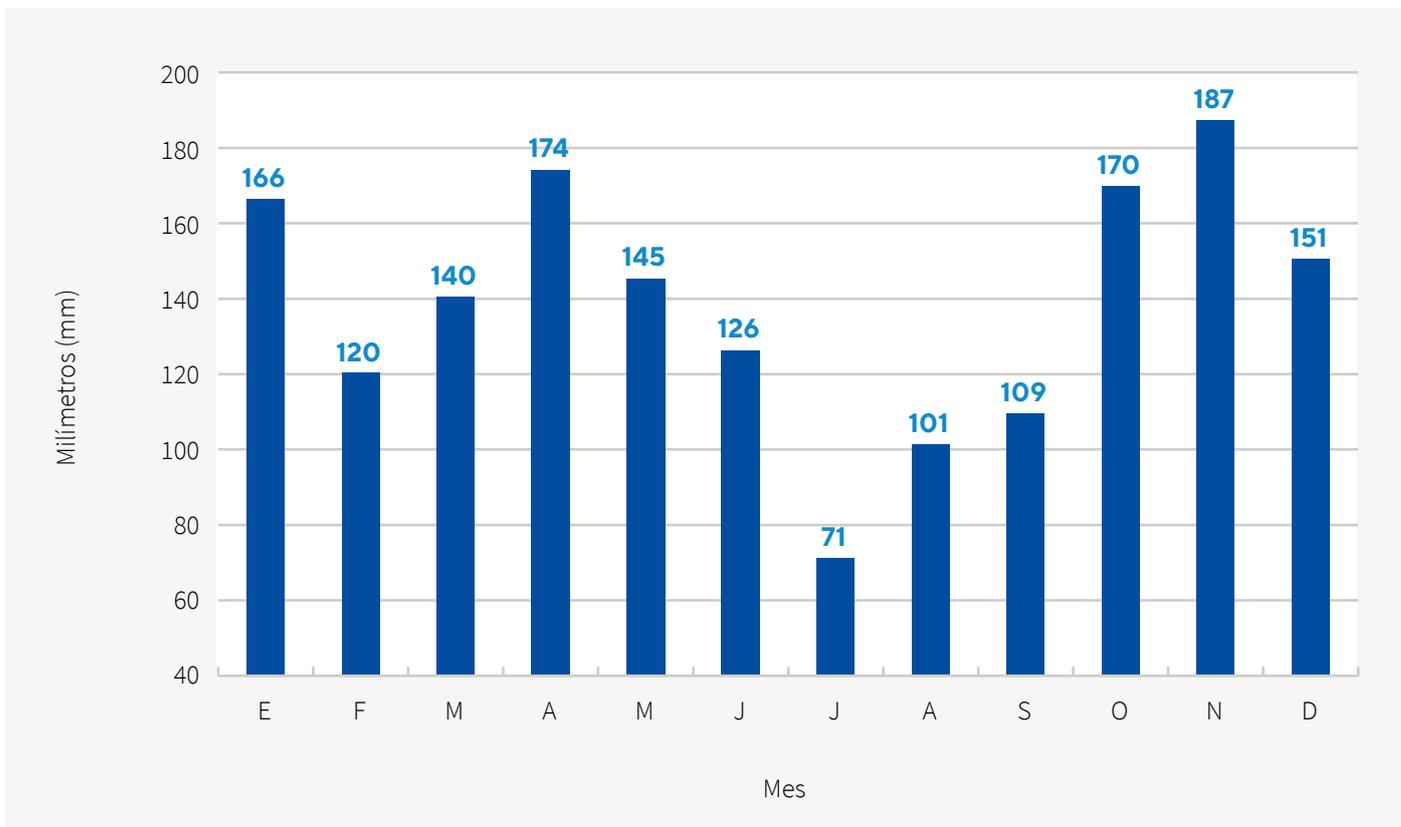
Figura 4. Precipitación anual media en Paraguay. 1971-2000.



Fuente: FPUNA<sup>14</sup>

La distribución mensual de la precipitación en Villarrica es bastante irregular en el sentido de que no existe una estación lluviosa bien marcada, se observan como 2 picos lluviosos uno en otoño y otro en primavera, además, sin tener precisamente una estación seca marcada, se observa un mínimo de precipitación durante el invierno, específicamente en el mes de julio cuando la lluvia cae bajo la línea de los 100 mm por única vez; la primavera es lluviosa con el mes de noviembre con 187 mm (el mes más lluvioso); el verano es lluvioso y tiene a enero como el mes más lluvioso de la estación con 166 mm; el otoño se mantiene lluvioso con el mes de abril como su mayor exponente con 174 mm ([Gráfico 4](#)).

Gráfico 4. **Precipitación media mensual en Villarrica, Guairá. Precipitación media anual 1662 mm). Período 1971-2000.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

### 3.4. TORMENTAS

Por su ubicación geográfica, el departamento de Guairá 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 con ocasional caída de granizos y descargas eléctricas son las características de las tormentas que afectan la región.



Por su ubicación geográfica, el departamento de Guairá 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.

# 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 Villarrica existen suficientes datos para entender los cambios temporales que han experimentado parámetros de la temperatura y la precipitación, los datos de temperatura se remontan desde el año 1956 y los datos de precipitación desde el año 1945. Los datos de esta estación meteorológica han sido importantes para un estudio más amplio realizado a nivel país<sup>16</sup>, donde analizando los datos climáticos de todo el país, se concluye que el cambio climático se está acelerando en el país.

## 4.1. TEMPERATURA

Según la evolución temporal de la temperatura media anual<sup>17</sup> de la estación meteorológica de Villarrica, departamento de Guairá, se puede observar la existencia de una tendencia temporal al aumento de la temperatura del aire<sup>18</sup> ([Gráfico 5](#)). También en el mismo gráfico se observa que el año 2019 fue el más caliente del récord de 65 años de datos de temperatura disponible en la estación (1956-2019), con un valor de 24,0 °C, valor no superado anteriormente en ese período.

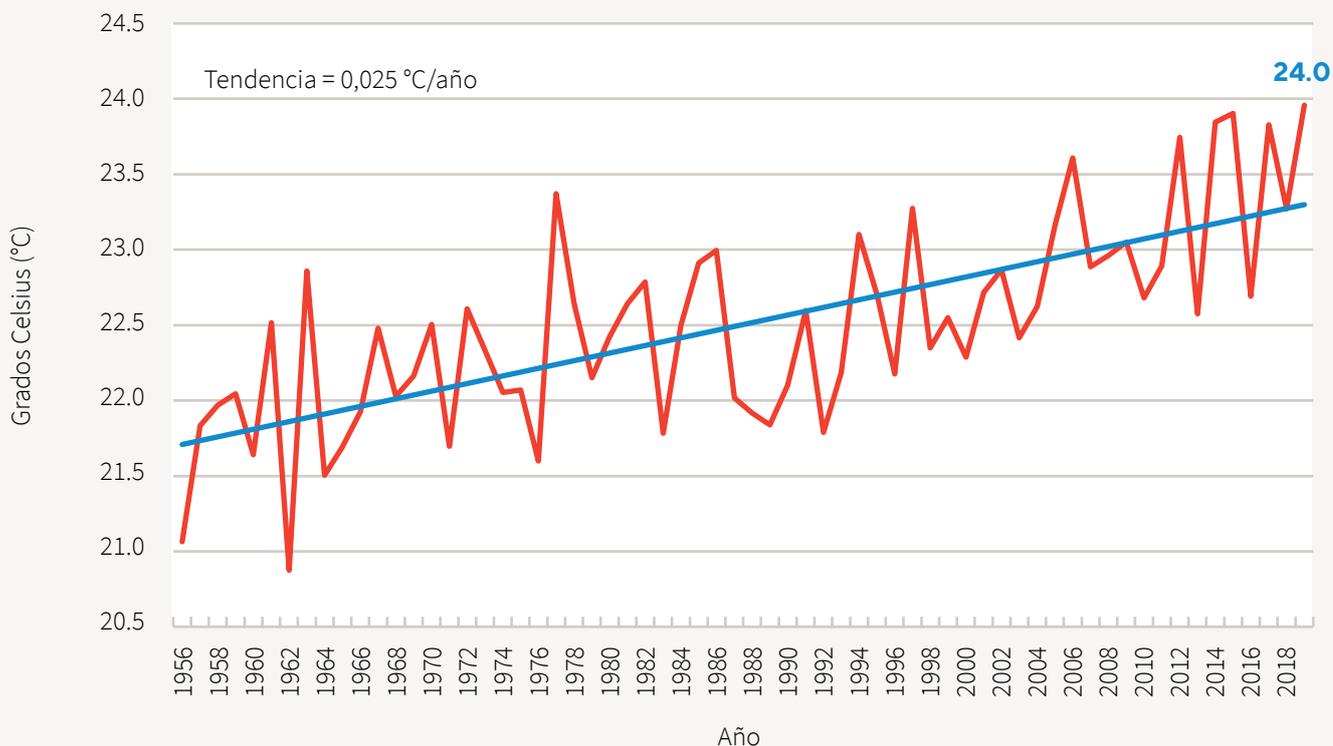
Analizando los datos de temperatura media por décadas, desde 1960 a 2019, se obtienen 6 periodos de 10 años, 1960-1969, 1970-1979, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009 y 2010-2019, estos periodos de 10 años filtran la variabilidad interanual de la temperatura media y nos dan información acerca de la tendencia de la serie temporal ([Gráfico 6](#)). Aquí se observa que existe un aumento sostenido de la temperatura media decadal.

16 Estado del clima Paraguay 2019

17 Para estudios de cambio climático la temperatura media adoptada en este estudio es el promedio de la temperatura máxima y de la temperatura mínima (OMM, 2018)

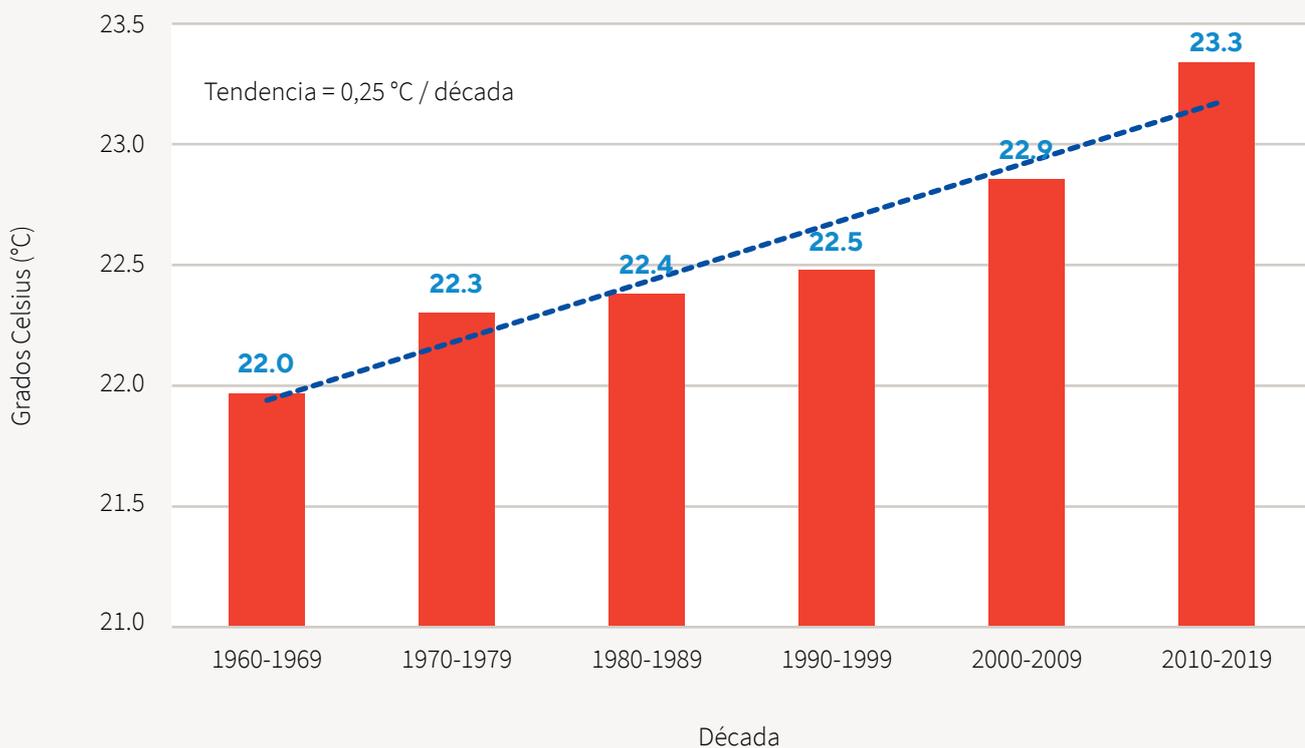
18 Prueba de Man-Kendal ( $p \leq 0,0001$ ;  $H=0,05$ )

Gráfico 5. Temperatura media anual (línea roja) y tendencia lineal (línea recta azul) en Villarrica, Guairá. Período 1956-2019.



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Gráfico 6. Temperatura media decadal (barras rojas) y tendencia lineal (línea azul) en la estación Villarrica, Guairá. Período 1960-2019.



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

## 4.2. OLAS DE CALOR



Los datos meteorológicos de Villarrica en el período 1980-2019, muestran un récord absoluto de 9 eventos de olas de calor en el año 2012, 6 eventos en el año 2014 y 7 eventos de olas de calor en el año 2019.

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>19</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>20</sup>.

Para el análisis de olas de calor en Guairá se utilizaron los datos meteorológicos de Villarrica; esta estación meteorológica por ser una de las más antiguas posee un récord de datos suficiente para sacar conclusiones sobre las olas de calor en el departamento del Guairá, se procesaron los datos del período 1980-2019 (40 años de datos).

Las olas de calor<sup>21</sup> en el departamento Guairá de están incrementando por efecto del cambio climático en Paraguay<sup>22</sup>. Este cambio en el sistema físico del departamento podría afectar a los sistemas naturales y humanos, ya que según la Organización Panamericana de la Salud (OPS)<sup>23</sup> tienen efectos negativos en la salud de las personas.

Los datos meteorológicos de Villarrica en el período 1980-2019, muestran que la cantidad de olas de calor al año tuvieron el comportamiento observado en el Gráfico 7, se identifican algunos valores importantes en el siglo pasado como lo acontecido en los años 1990 y 1997, ya en la primera década de este siglo son notables la cantidad de olas de calor en los años 2006, 2007 y 2009, sin embargo los verdaderos récords se concretan en la segunda década de este siglo (2010-2019), con un récord absoluto de 9 eventos de olas de calor en el año 2012, 6 eventos en el año 2014 y 7 eventos de olas de calor en el año 2019. Los años sin eventos olas de calor tienen un valor de cero.

En los últimos 40 años puede observarse la variabilidad interanual de la cantidad de las olas de calor en Villarrica y una tendencia de aumento en la cantidad de olas de calor por año marcada especialmente por el fuerte calentamiento de la última década ([Gráfico 7](#)).

19 Con datos de 14 estaciones meteorológicas

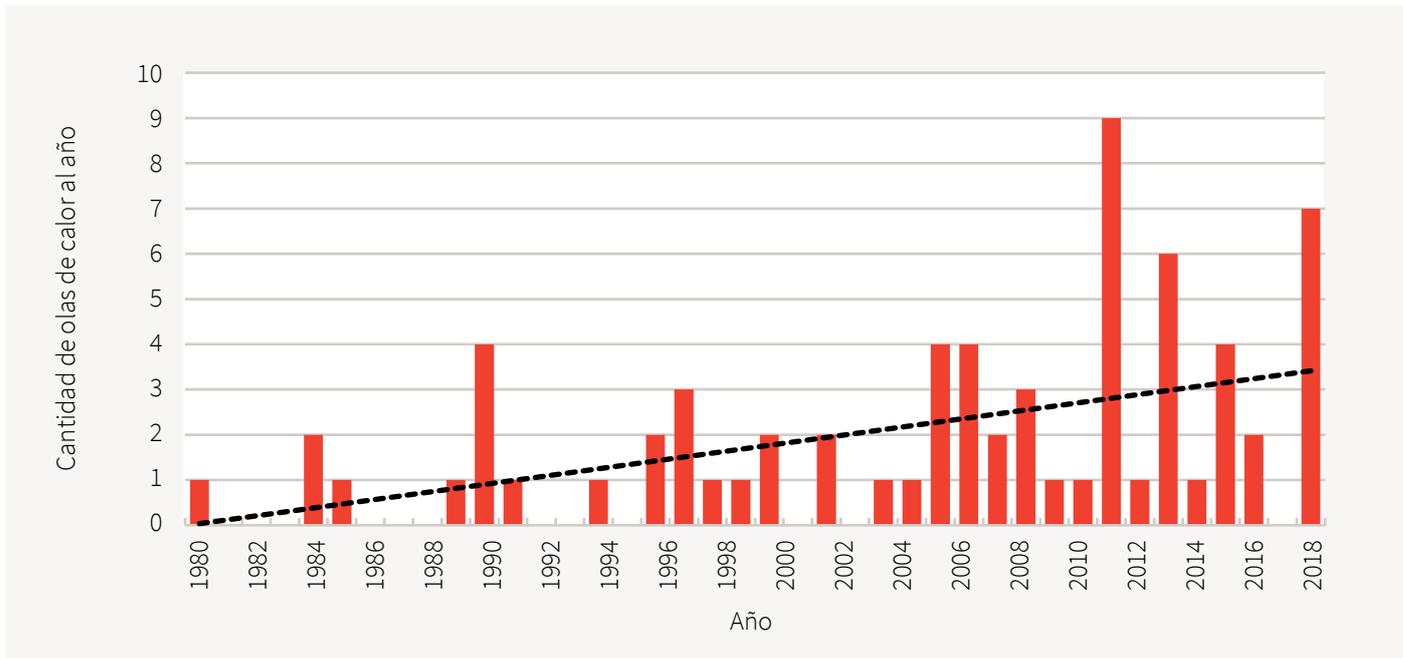
20 Estado del clima Paraguay 2019

21 Según DINAC, se considera una ola de calor a un período de 3 días consecutivos, con temperaturas mínimas y máximas, por encima del límite inferior del percentil 90, de las observaciones de temperatura del lugar, para Villarrica, los límites son 23 °C para la temperatura mínima y 35 °C para la temperatura máxima.

22 Estado del clima en Paraguay 2019.

23 La OPS insta a los países a prepararse para enfrentar olas de calor en el hemisferio sur, Washington, DC, 19 de diciembre de 2019. Disponible en: [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)

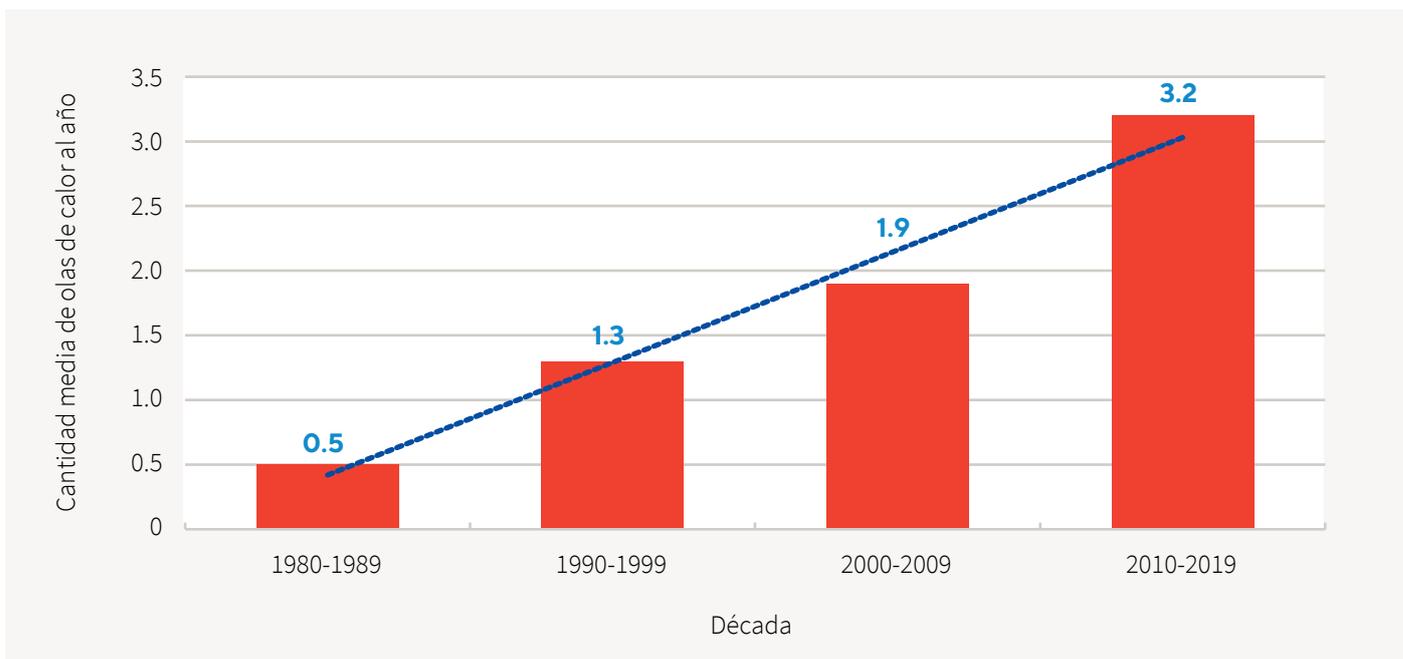
Gráfico 7. **Cantidad de olas de calor al año (barra) y tendencia lineal (línea quebrada) en Villarrica, departamento de Guairá. Periodo 1980-2019.**



Fuente de datos (Jara, 2020)<sup>24</sup>. Elaboración propia.

Integrando la información de cantidad de olas de calor por año en períodos que contemplan las cuatro últimas décadas, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009 y 2010-2019, se concluye en lo observado en el Gráfico 8, con la década de 1980-1989 con un promedio de 0,5 olas de calor por año, pasa en la década de 1990-1999 a un valor promedio de 1,5 olas de calor al año, en la década de 2000-2009 aumenta a un valor de 1,9 olas de calor por año y finalmente en la década de 2010-2019 el escalón se incrementa abruptamente a 3,2 olas de calor al año en promedio. Este comportamiento es una señal clara del aumento de las olas de calor en Guairá.

Gráfico 8. **Cantidad media de olas de calor al año, según décadas, en Villarrica, Guairá. Periodo 1980-2019.**



Fuente de datos (Jara, 2020). Elaboración propia.

24 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>25</sup>, el índice estandarizado de precipitación (SPI, siglas en inglés)<sup>26</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>

Calculando los SPI-3<sup>27</sup> para Villarrica, se tienen los resultados de períodos húmedos y secos de los últimos 30 años (Gráfico 9). Se observan variaciones importantes en el comportamiento temporal de este índice de humedad, no obstante puede apreciarse que en el período de 1990-1998 hubo un dominio de condiciones húmedas, mientras que en el período 1999-2013 hubo un dominio de condiciones secas y posteriormente un aproximado equilibrio entre 2014 y 2019, aunque en este último período fue de grandes contrastes, muy lluvioso entre el 2014 y 2016 con un evento El Niño de por medio y un período seco entre los años 2018 y 2019.

Otra observación importante es que a pesar de que Villarrica tiene una precipitación media anual cercana a 1.700 mm, y tiene un clima tropical húmedo, la frecuencia de sequías es alta (Gráfico 9), 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.

25 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.

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

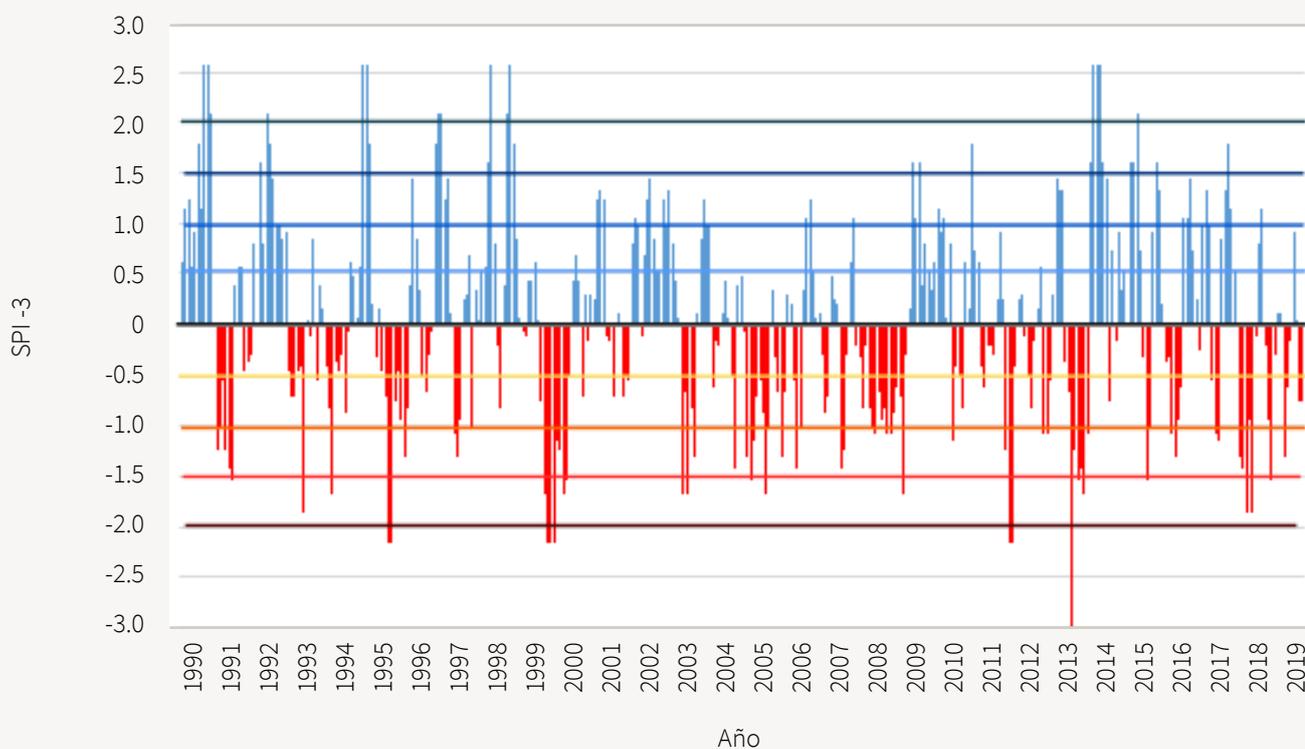
27 SPI-3 es el índice de precipitación estandarizado que toma como referencia a 3 meses consecutivos



A pesar de que Villarrica tiene una precipitación media anual cercana a 1.700 mm, y tiene un clima tropical húmedo, la frecuencia de sequías es alta, mostrando una gran variabilidad entre períodos secos y húmedos.

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>28</sup>, en Villarrica se observa este efecto a partir del 1990 por la falta de datos en años anteriores (Gráfico 9), en el período de 1999-2009 hubo un dominio de déficits hídricos y luego vuelve a cambiar en los últimos años. Este comportamiento está acorde con recientes estudios que vinculan las precipitaciones decadales (o el déficit) en la región sudeste de Sudamérica (SESA) con la variación decadal del Pacífico (PDV, por sus siglas en inglés). Este fenómeno fue causante de la caída de las precipitaciones en el período 1999-2009 en esta región<sup>29</sup> (Zhang, 2016).

Gráfico 9. SPI-3 para Villarrica, Guairá, las barras azules indican períodos húmedos y las barras rojas indican períodos secos. Las líneas horizontales remarcadas indican niveles de intensidad de SPI-3. Período 1990-2019.



Fuente de datos: (Benítez, 2019)

28 Estado del Clima Paraguay 2019

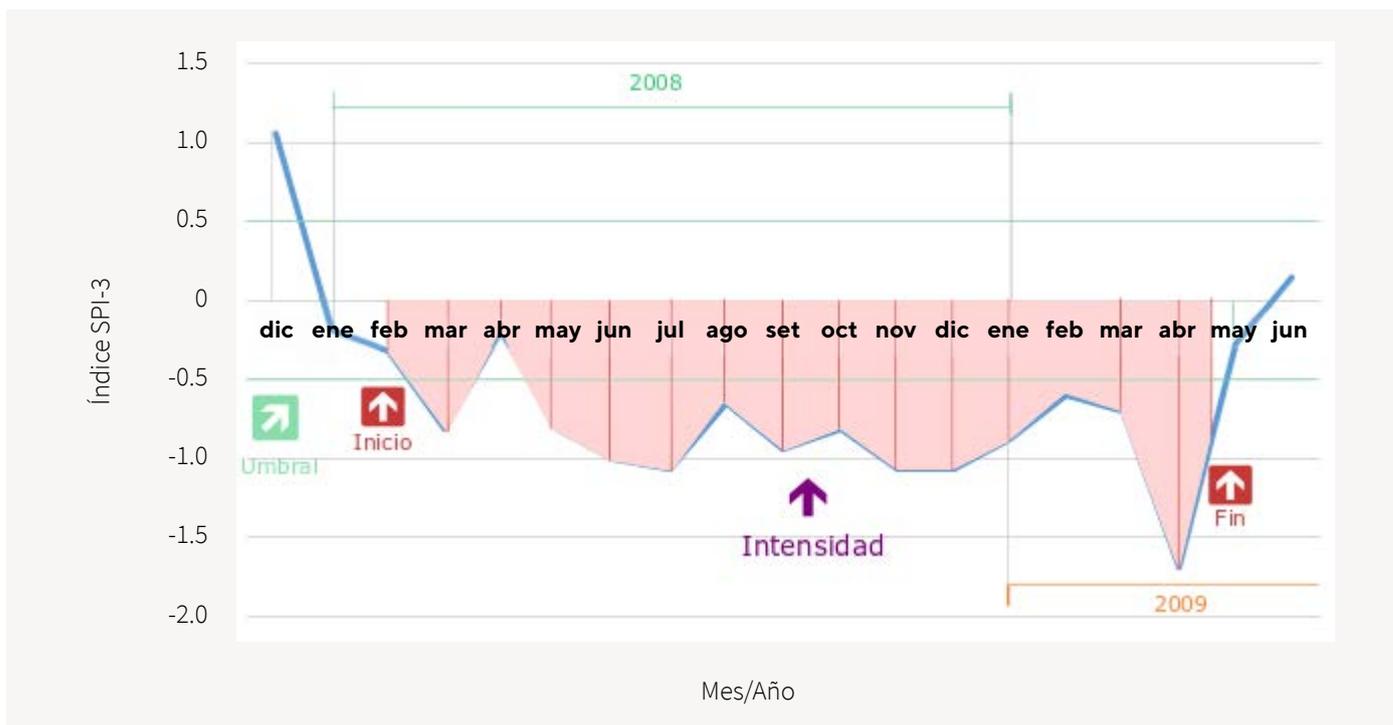
29 En centro y sur del Paraguay (incluido el departamento de Caaguazú) son parte integrante del SESA

Seguidamente se analizarán 3 casos de sequías importantes ocurridas en este siglo XXI, que tuvieron un impacto negativo en el sector productivo del país, incluido el departamento de Guairá, la de los años 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 Guairá. El primero de ellos, con datos de Villarrica, muestra la sequía moderada ocurrida durante gran parte del año 2008, que posteriormente se prolonga hacia el año 2019 y se vuelve con intensidad severa en el otoño de este último, según el SPI (Gráfico 10).

Gráfico 10. **SPI-3 para Villarrica, Guairá, 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 2008-2009.**

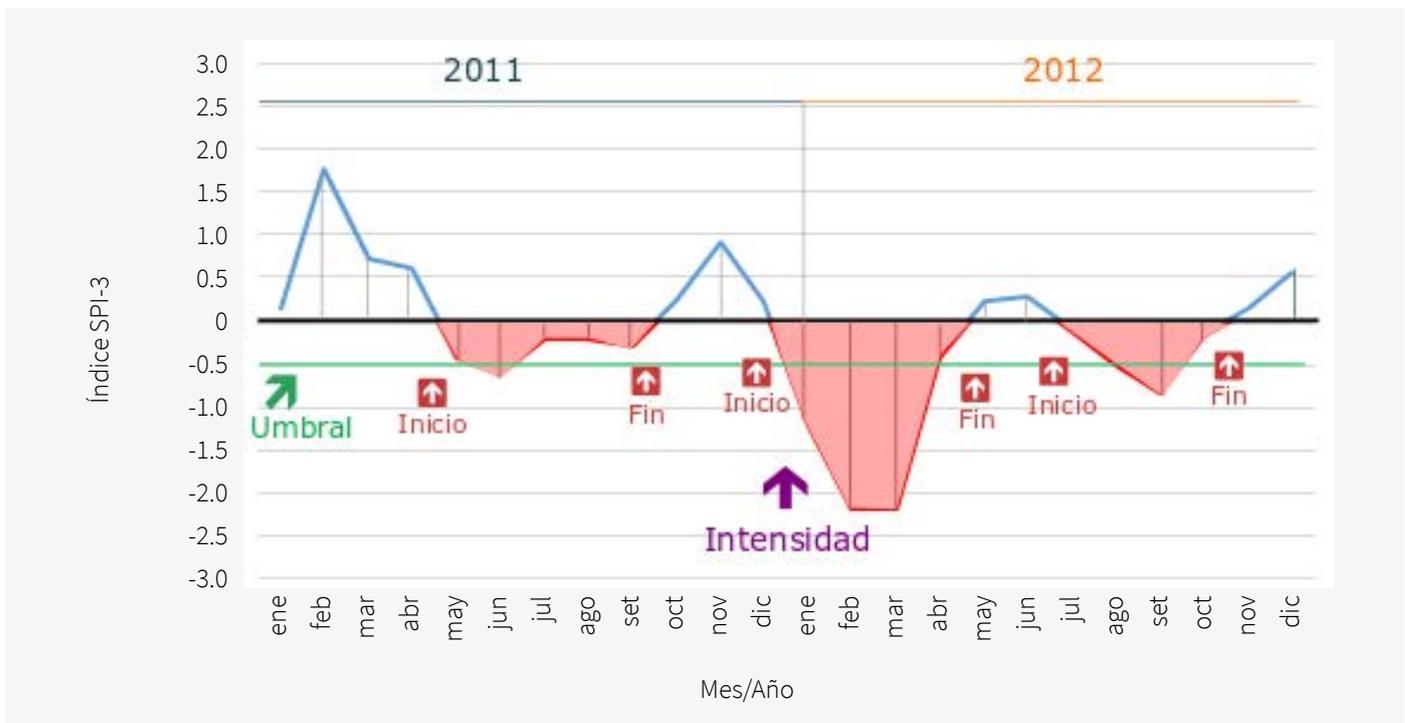


Fuente de datos: Benítez, 2018.

## Sequía 2011-2012

Esta fue una de las peores sequías soportadas en el Guairá en una campaña agrícola, el déficit de precipitación se inició en el mes de diciembre del año 2011, continuó con un fuerte déficit en los meses de enero, febrero y marzo del año 2012. Según datos de Villarrica y el cálculo de SPI-3, la sequía se tornó extrema entre enero y marzo (Gráfico 11), en pleno verano cuando la demanda de agua por parte de los cultivos es máxima por las altas temperaturas, el año 2012 tuvo un récord de cantidades de olas de calor en Villarrica<sup>30</sup> y la temperatura de ese año fue una de las más altas de su historial climático.

Gráfico 11. Curva de SPI-3<sup>31</sup> para Villarrica, Guairá, 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.

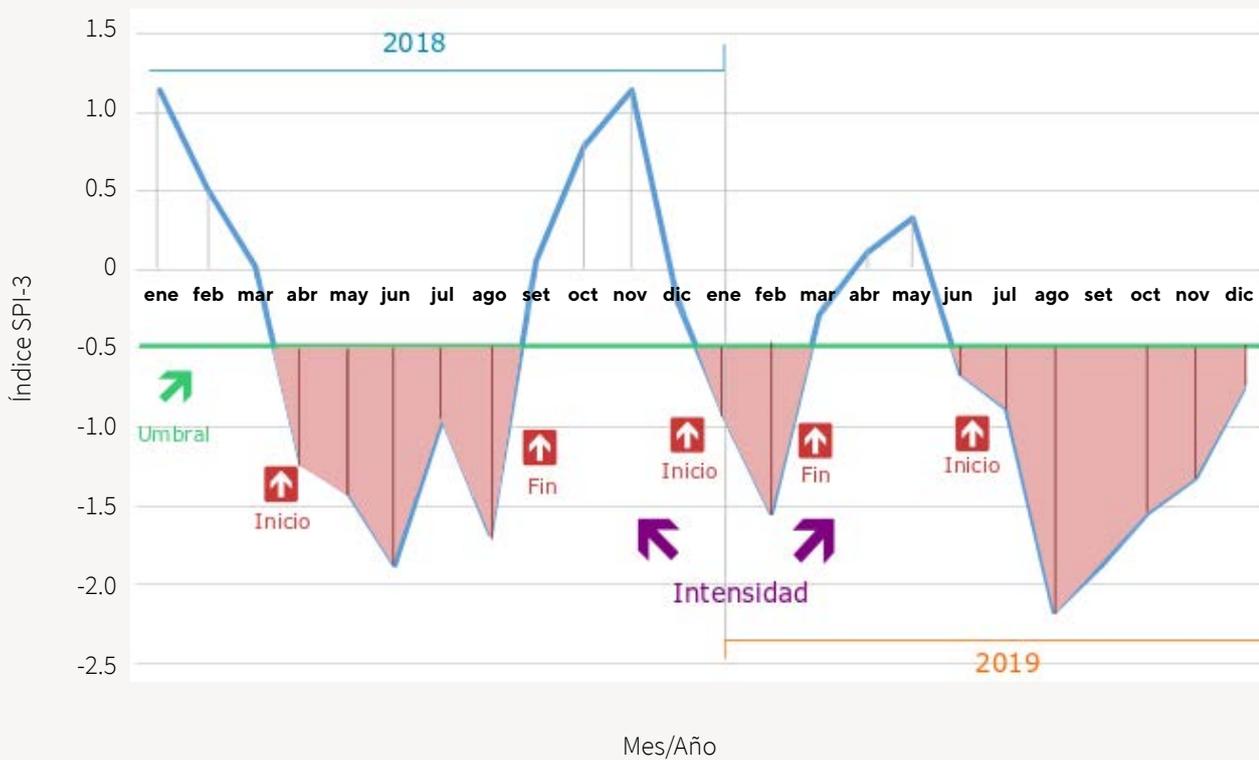
30 Ver apartado de olas de calor

31 SPI de 3 meses

## Sequía 2018-2019

Analizando otro caso de sequías, es particularmente importante por su magnitud e intensidad la sequía del período 2018-2019. Según datos de Villarrica, se observa la escala temporal del SPI-3 con 3 periodos secos bien marcados, de abril a setiembre del año 2018, de diciembre del año 2018 a marzo del año 2019 y el tercer período y el más intenso desde junio del año 2019 hasta diciembre del año 2019 (Gráfico 12), este último llegó a niveles de sequía extrema entre julio y setiembre del año 2019.

**Gráfico 12. Curva de SPI-3<sup>32</sup> para Villarrica, Guairá, 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.**



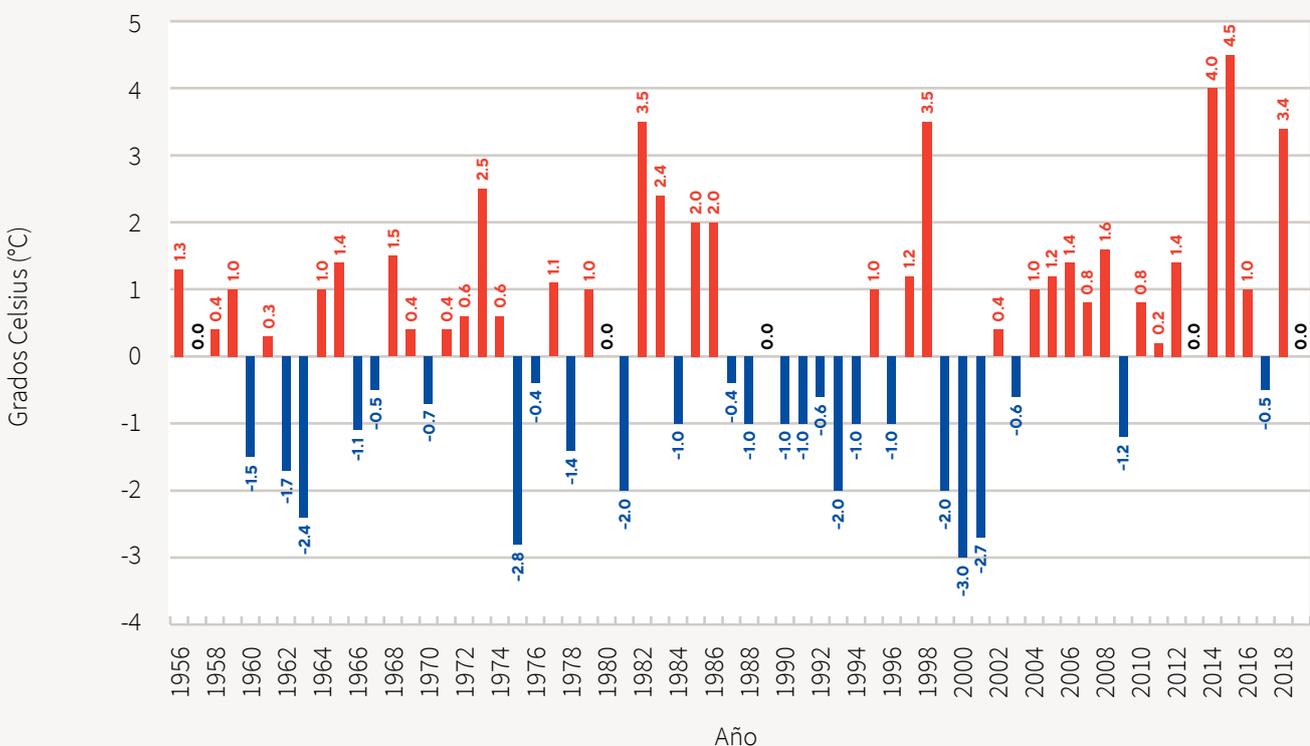
Fuente de datos: Benítez, 2019.

## 4.4. HELADAS<sup>33</sup>

Se han analizado las temperaturas mínimas extremas anuales en Villarrica como series temporales en el período 1956-2019 (Gráfico 13), y se puede observar que las temperaturas más bajas se han registrado en el siglo pasado; marcas térmicas en el rango de -2 °C a -3 °C eran frecuentes hasta el año 2001, sin embargo, a partir del año 2002 las heladas se han retraído, en este período reciente (2002-2019) se han registrado solo 5 heladas en estos últimos 18 años cuando en épocas pasadas eran de frecuencia anual o cuasi anual, también en este período empiezan a darse temperaturas mínimas extremas anuales del orden de 4 °C o más, hecho tampoco observado en tiempos anteriores.

Las heladas en el departamento de Guairá representan una peligrosidad *alta*<sup>34</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 13. **Temperatura mínima extrema anual en Villarrica, Guairá (barra roja T > 0 °C, barra azul T < 0 °C). Período 1956-2019.**



33 Temperatura del aire ≤ 0 °C tomada en casilla meteorológica

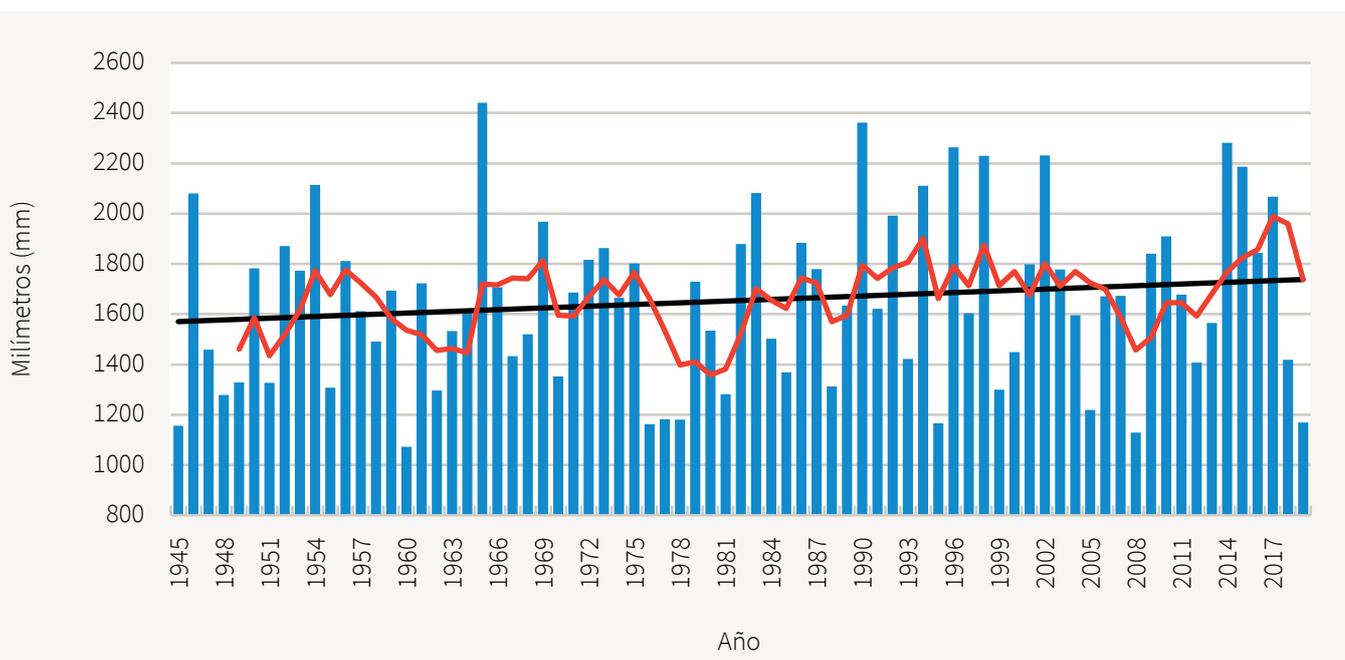
34 Secretaría de Emergencia Nacional. Atlas de Riesgos de Desastres de la República del Paraguay 2018

## 4.5. PRECIPITACIÓN

La variabilidad interanual de la precipitación en el departamento de Guairá 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>35</sup>. Este se manifiesta como un calentamiento o enfriamiento anormal de las aguas superficiales del Océano Pacífico Tropical, que normalmente dura de varios meses a un año, incluso algunos pocos años. Este fenómeno, entre fases cálidas y frías, tiene una frecuencia media de 4 años, pero puede variar entre 2 y 7 años. Por eso, la variación de la precipitación entre un año y otro puede ser muy importante. En la década de los años 90, hubo una primacía de eventos El Niño, incluso un evento muy fuerte como el Niño 1997-98, la consecuencia de este hecho fueron las precipitaciones anuales por encima de la media acontecidas en ese período (Gráfico 14). También se observa que en años de La Niña la precipitación cae significativamente por debajo de la media, pero también existe algún otro factor que motiva la variabilidad interanual de la precipitación que no está motivada por el ENSO, como puede ser la temperatura del océano Atlántico, entre otros, y que puede producir precipitaciones anuales significativamente anormales.

Observando el comportamiento de la precipitación anual en Villarrica (Gráfico 14), se puede apreciar una tendencia positiva o sea un aumento de la precipitación con los años, y el mismo tiene un valor aproximado de 200 mm en 75 años (2,7 mm/año) considerando el periodo 1945-2019, este aumento de la precipitación anual en Villarrica no solo se observa localmente, sino también en gran parte del Paraguay, especialmente en la región húmeda<sup>36</sup>.

Gráfico 14. **Precipitación anual (barra azul), media móvil de 5 años (línea roja) y tendencia temporal lineal de la precipitación anual (recta negra) en la estación meteorológica de Villarrica, Guairá.**



Fuente: DINAC. Elaboración propia.

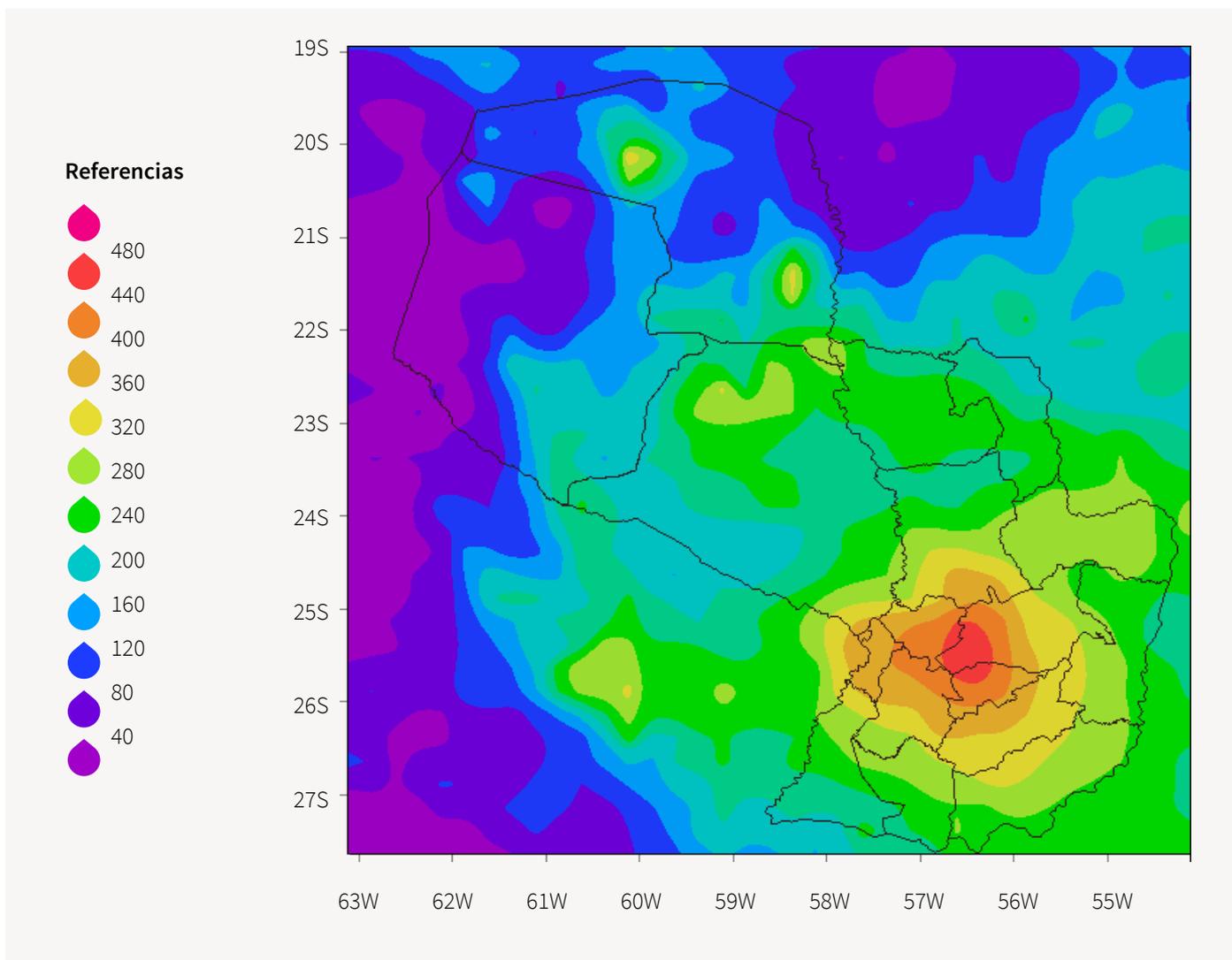
35 El Niño Oscilación del Sur (siglas en inglés)

36 Estado del Clima Paraguay 2019

## Precipitaciones intensas

Sistemas meteorológicos que producen importantes precipitaciones en corto tiempo ocurren en Guairá; 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 mayo 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 centro de la Región Oriental, afectando a los departamentos de Caaguazú (parte occidental), Cordillera (parte oriental) y Guairá, con un máximo de 440-480 mm (Figura 5), representando aproximadamente el 28-30 % de la precipitación anual de la zona o sea que este evento mensual representó más de la cuarta parte de la precipitación anual. Este evento extremo de precipitación produjo un evento hidrológico extremo con desbordes considerables de cauces hídricos e inundación de campos.

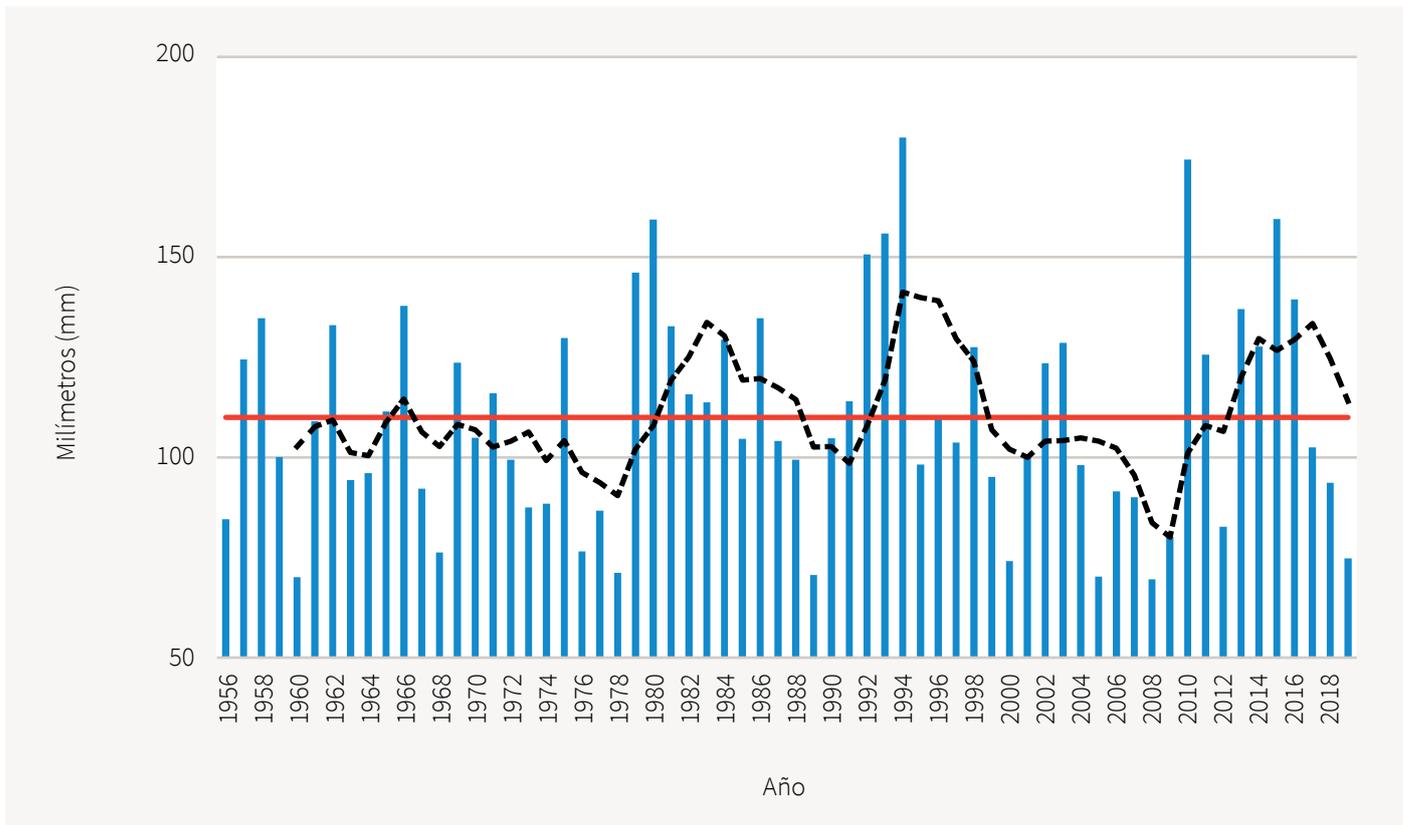
**Figura 5. Precipitación total mensual del mes de mayo del año 2015 en el Paraguay. Obsérvese un núcleo de precipitación máxima que supera los 440 mm entre Caaguazú y Guairá. La paleta de colores de la derecha indican los rangos de precipitación en milímetros.**



Fuente: Satélite TRMM. Elaboración propia.

En Villarrica, según los datos del período 1956-2019, se observa que las precipitaciones diarias máximas son más frecuentes en tiempos actuales que en el pasado; por ejemplo, en las últimas 3 décadas (1990-2019) se registraron varias precipitaciones diarias que superaron los 150 mm (Gráfico 15), hecho observado una sola vez anteriormente en el año 1980, también se registra que durante la última década (2010-2019) se observan precipitaciones diarias máximas anuales con varios años consecutivos por encima de la media anual (110 mm).

**Gráfico 15. Precipitación diaria máxima anual (barra azul), media móvil de 5 años (línea quebrada en negro) y precipitación diaria máxima media anual-110 mm (línea roja) en Villarrica, Guairá. Período 1956-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

# 5. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA



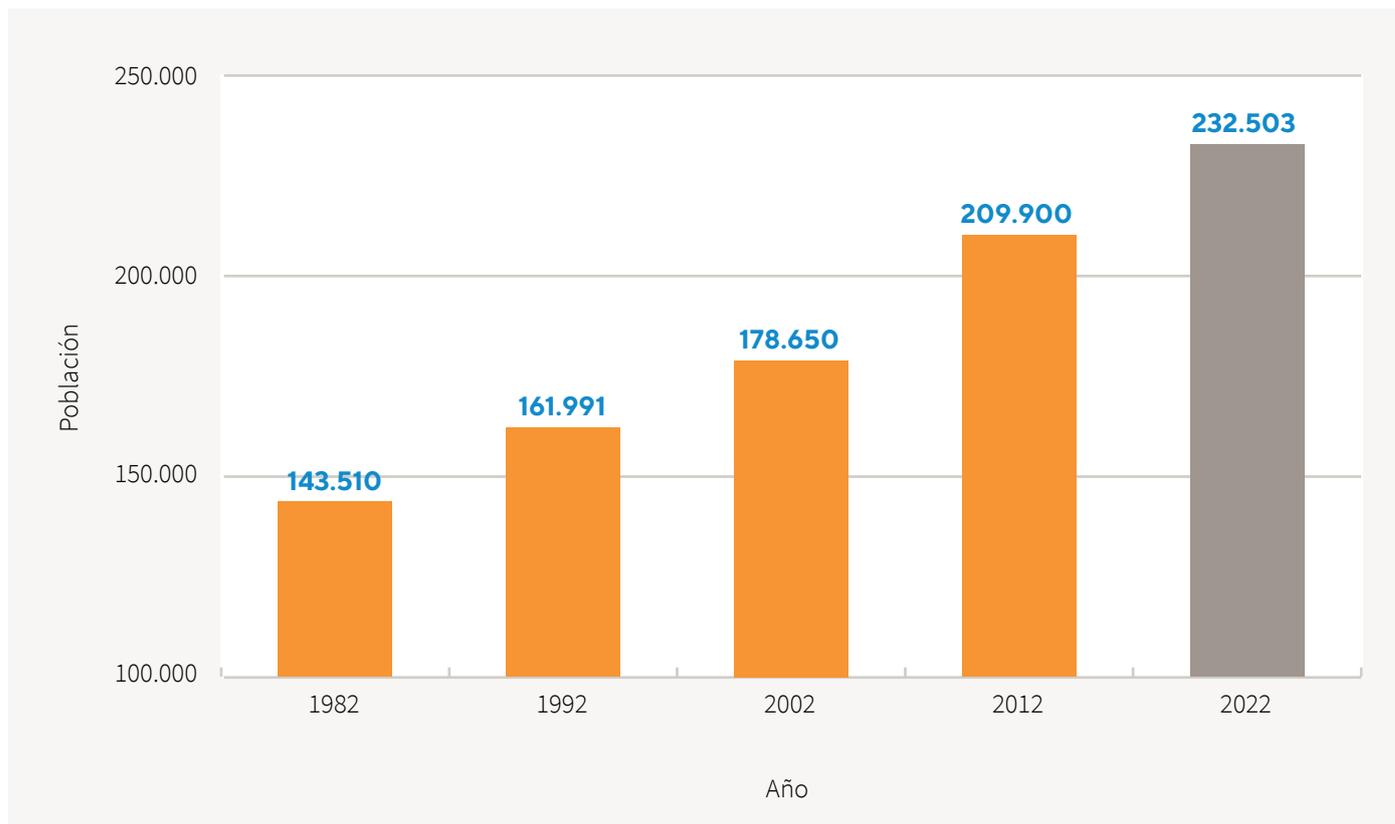
El departamento de Guairá cuenta con una población de poco más de 225.000 habitantes, lo que representa el 3% de la población total del país en el 2020.

## 5.1. DEMOGRAFÍA

La población, su tamaño y características demográficas son indicadores del departamento que revelan la conformación social, así como su capacidad productiva y de consumo. El departamento de Guairá cuenta con una población de poco más de 225.000 habitantes, lo que representa el 3% de la población total del país en el 2020, según las proyecciones de población de la Dirección General de Estadísticas, Encuesta y Censos (DGEEC). A su vez, casi el 60% de la población vive en zonas rurales. Sin embargo, estas cifras deben ser relativizadas puesto que gracias a las vías de comunicación existentes y a los medios de transporte, las zonas urbanas y rurales se encuentran muy integradas y con límites cada vez más difusos.

Desde 1992 hasta la actualidad la población ha crecido considerablemente a razón de más de 2.350 habitantes por año, es decir experimentó un crecimiento de 38%. Se estima que para el 2025 alcanzará los 239.855 habitantes (Gráfico 16). El antiguo poblamiento de este departamento le ha permitido disponer de un stock demográfico continuo, basado principalmente en los distritos de Villarrica y Colonia Independencia.

**Gráfico 16. Evolución de la Población de Guairá hasta 2012 y proyecciones al 2022.**



Fuente: DGEEC, 2016.

## 5.2. INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTES

Recientemente el departamento de Guairá ha diversificado bastante su red vial. Por su ubicación geográfica, en el centro de la Región Oriental, dos ejes de comunicación recientemente pavimentados les han agregado dinamismo e intensidad a los intercambios comerciales interregionales. El primer eje, el que une las ciudades de Paraguarí con Villarrica, mientras que el segundo es el que une las ciudades de Villarrica con Caazapá y de esta con la Ruta PY01 con Encarnación. Estas nuevas rutas han reposicionado al departamento de Guairá, rompiendo un aislamiento relativo, ya que actualmente disponen de conexiones viales que le permiten integrarse a los sistemas productivos, comerciales y logísticos de los ejes más importantes de la economía paraguaya.

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 Guairá cuenta con alrededor de 2.600 kilómetros de caminos (Cuadro 4). Según la misma fuente, en 2019 la estructura vial departamen-

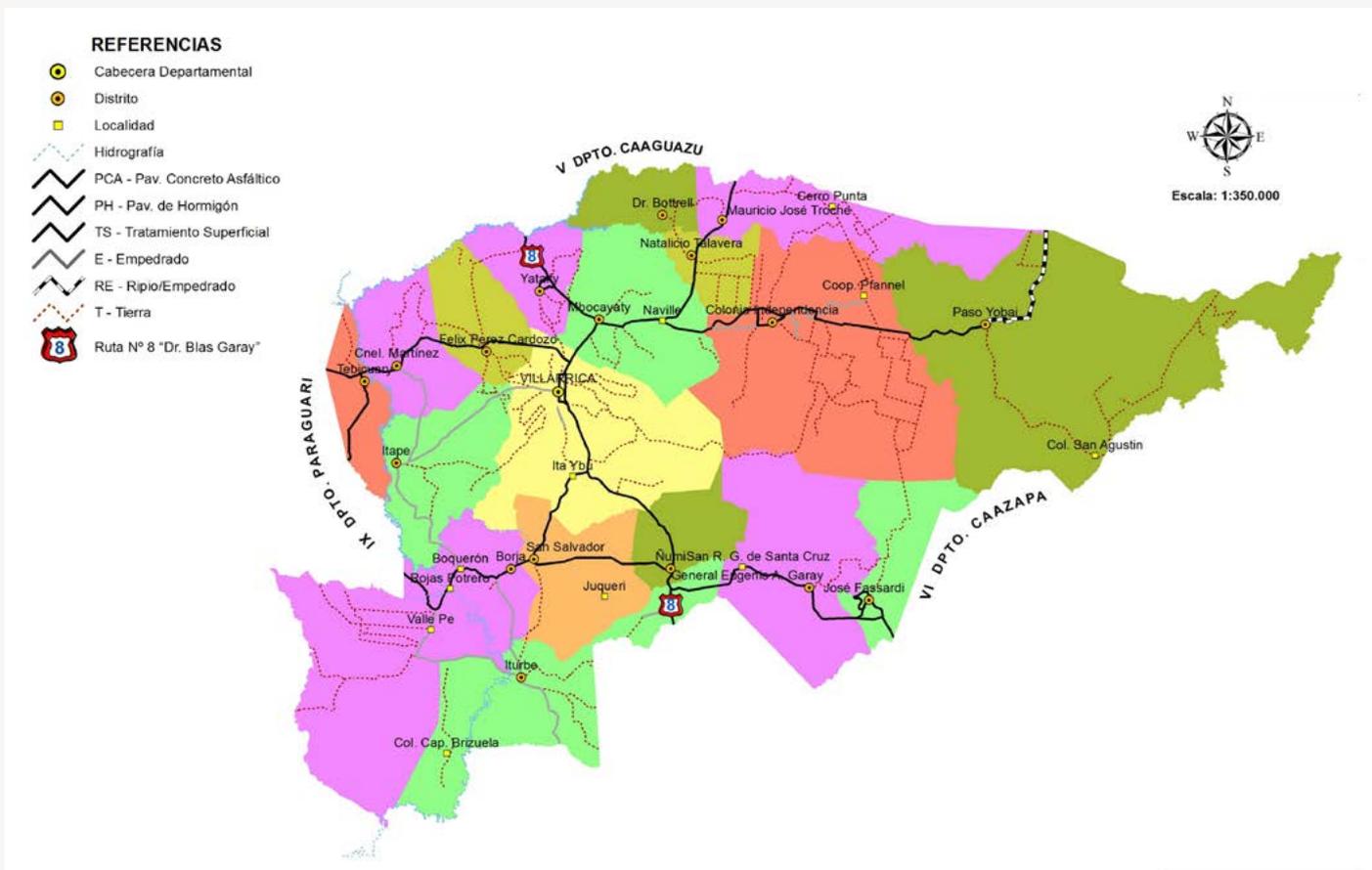
tal estaba compuesta principalmente por caminos no pavimentados que representaban el 86%, y siendo la red pavimentada el 14% (comprendida por caminos asfaltados, con tratamiento superficial, empedrados y empedrado combinado con ripio), observándose claramente que los caminos de tierra son los predominantes (Figura 6). 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 Guairá (en kilómetros) en el año 2019.

ASFALTO	EMPEDRADO	EMPEDRADO RIPIO	TIERRA
270 km	88 km	15 km	2.260 km
<b>TOTAL 2.633 km</b>			

Fuente: MOPC, 2019

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



Fuente: <https://www.mopc.gov.py/mopcweb.old/guaira-s423>

En cuanto a los transportes con que contaba la población del departamento de Guairá en el 2019, los datos de la Dirección del Registro de Automotores indican que existe un total de alrededor de 57.500 vehículos registrados, y permite notar claramente que los autos y las motos han sido los vehículos que han experimentado crecimientos importantes. En el transcurso de siete años, aumentó la cantidad de autos en más del doble y la de motos ha crecido más de trece veces, facilitado en gran parte por el acceso al crédito y al costo relativamente bajo 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>37</sup>.

Por otro lado, resalta que en el mismo periodo de tiempo la cantidad de transportes vinculados a actividades productivas como camionetas y camiones sufrieron aumento, siendo del 45% en el caso de la última, mientras que los tractores crecieron un 12%. Aun así, tal como se observó antes, el estado de los caminos y las precipitaciones reducen bastante la eficiencia y la rentabilidad de los productores agrícolas y ganaderos, al generar costos de transporte adicionales.

### 5.3. EMPLEO, POBREZA E INGRESOS

Según datos del año 2018, el 39% de los empleos correspondían al sector primario<sup>38</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 Guairá presente una gran cantidad de personas en edad de trabajar, alrededor de 159.000 personas, con una tasa de ocupación del 94,9%. 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.

De todas formas, se observa que al igual que en los demás departamentos del país, el sector terciario es el predominante con poco menos de la mitad de los empleos. Además, cabe señalar que el resto de los empleos se distribuyen en proporciones similares entre los demás sectores.

Por último, al observar los datos por sexo se notan diferencias, destacando que en el sector terciario el porcentaje de mujeres es mayor. Por otro lado, la cantidad de hombres supera la de mujeres en los demás sectores, siendo cuatro veces superior en el sector industrial, muy relacionado a agroindustrias.

A pesar de mostrar estándares de empleo alto, los niveles de pobreza aún son altos en el departamento de Guairá. Más de un tercio de su población se encuentra en situación de pobreza, es decir aproximadamente un total de 59.000 personas y además 17.000 en pobreza extrema. Esto señala que más del 30% de los habitantes

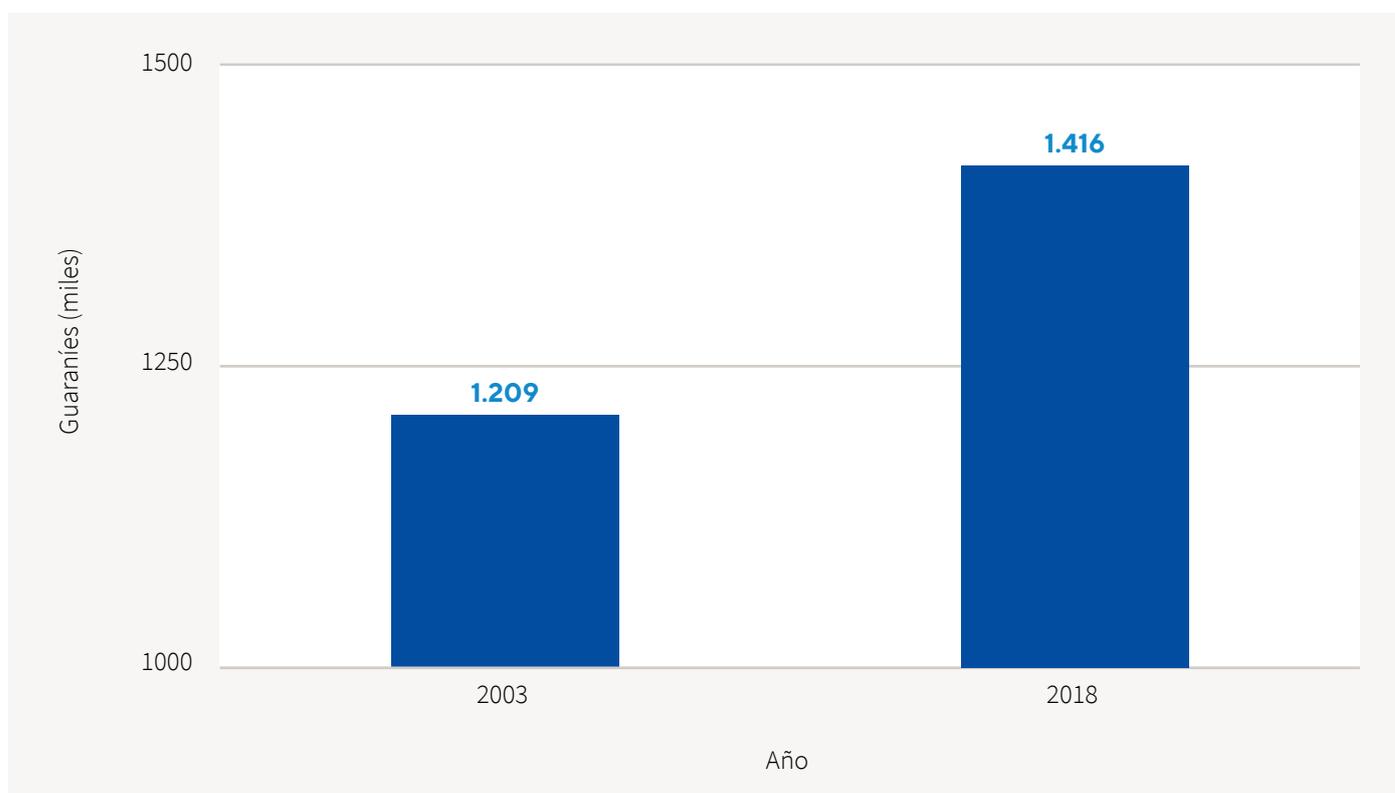
37 Aunque la participación de Paraguay en las emisiones mundiales totales es del 0,1%.

38 Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos

en Guairá son pobres o pobres extremos, siendo mayor el porcentaje en las zonas rurales, la que se dedica a actividades agropecuarias y sus ingresos dependen en gran medida de la venta de los productos agrícolas. La extrema dependencia del clima de los sistemas productivos agropecuarios en general, y en especial aquellos de la población en situación de vulnerabilidad social, sitúa a estos en una posición de fragilidad social y de vulnerabilidad ante el cambio climático.

Tal como se aprecia en el Gráfico 17, los salarios promedios mensuales, de todas las ramas de actividad tuvieron un comportamiento creciente, de 17% en quince años. El crecimiento de la economía en los últimos quince años ha sido muy significativo, con efectos en los sistemas productivos y comerciales del departamento de Guairá, lo que a su vez se tradujo en el incremento de los ingresos laborales. De igual forma, los salarios percibidos por las mujeres, históricamente inferiores a los de los hombres, también crecieron en los últimos años.

**Gráfico 17. Evolución del promedio de ingreso laboral (en miles de guaraníes) en la ocupación principal de la población en Guairá.**



Fuente: DGEEC en línea, datos por temas

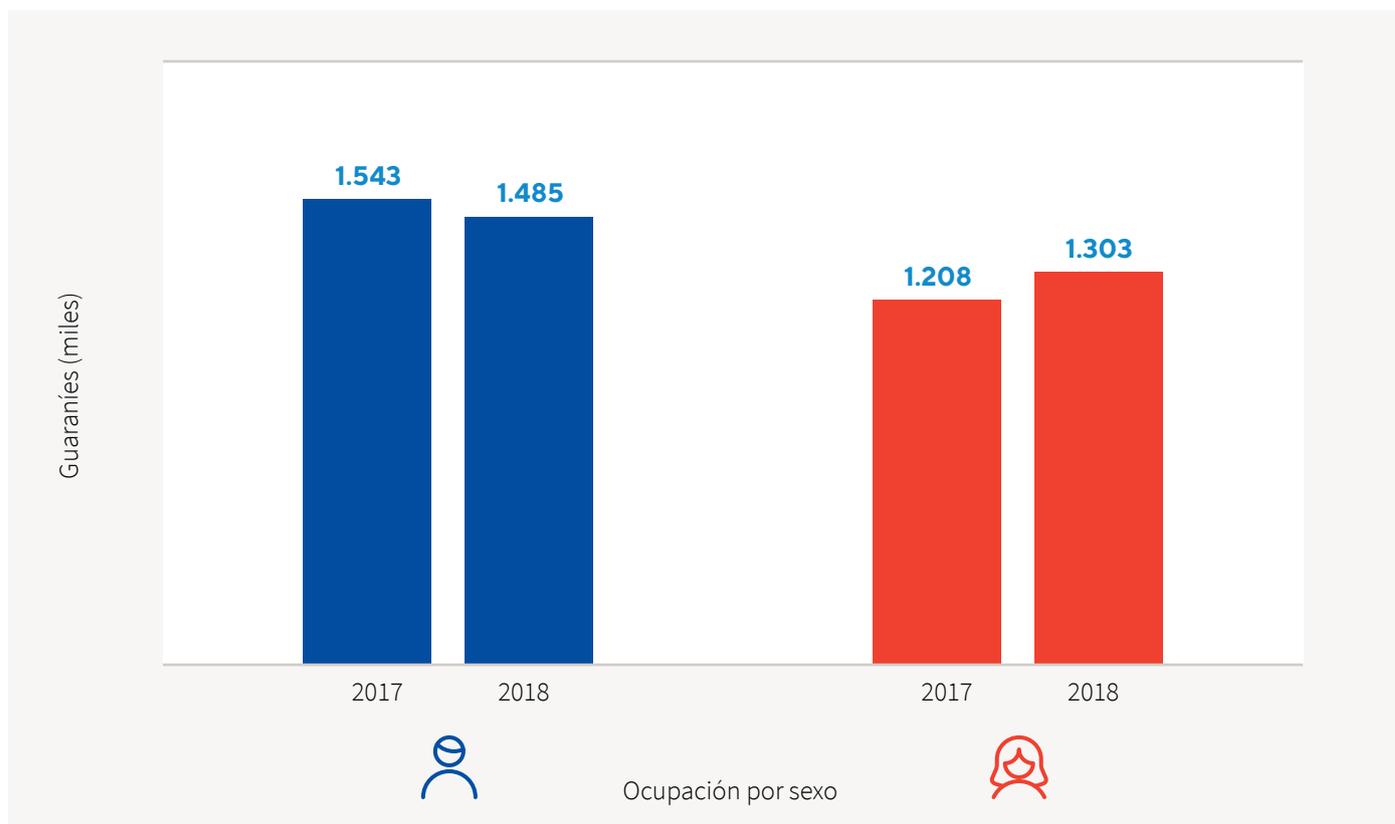
Según los datos de la DGEEC, el ingreso promedio por mes en el departamento de Guairá se mantuvo en el mismo valor entre el 2017 y 2018. Así, un hogar con tres miembros, donde todos son mayores de 15 años, percibe un ingreso general mensual promedio de más de 4.200.000 guaraníes, casi el doble del salario mínimo vigente, alrededor de 700 dólares<sup>39</sup>.

En cuanto a la diferencia entre sexos, se aprecia que en los últimos años (2017-2018) hubo una caída del 4% en los ingresos de los hombres, mientras que las mujeres aumentaron 8%, posiblemente porque estas encontraron oportunidades laborales en el sector comercial y de servicios. También se observa que la diferencia de ingre-

39 El salario mínimo vigente en enero de 2020 es de guaraníes 2.192.839.

El promedio entre hombres y mujeres disminuyó entre 2017 y 2018, pasando de Gs. 335.000 a Gs. 182.000 lo que representa una variación de 46% (Gráfico 18). Estas variaciones interanuales y entre sexos son bastante corrientes porque responden fundamentalmente al ritmo de los sectores productivos agropecuarios. Una vez más, la calidad de los empleos y las remuneraciones están vinculadas al clima, especialmente a las sequías 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 18. Promedio de ingreso mensual (miles de guaraníes) en la ocupación principal de la población de 15 y más años de edad ocupada de Guairá por sexo entre los años 2017 y 2018.



Fuente: DGEEC, 2018

## 5.4. PROGRAMAS SOCIALES

La desigualdad social respecto al promedio nacional, siendo su índice de Gini<sup>40</sup> de 0,42. Esta situación se ve reflejada en la cantidad de beneficiarios de Programas Sociales del Estado, que se focalizan en población en situación de pobreza, y pobreza extrema. Uno de los subsidios corresponde al programa Tekoporã, que está vigente desde el año 2005 y es administrado por la Secretaría de Acción Social (SAS)

40 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.

actualmente Ministerio de Desarrollo Social. Poco más de 13.500 beneficiarios existen en el departamento, es decir alrededor de 6% 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° 3.728/09 “Que establece el derecho a la pensión alimentaria para las personas adultas mayores en situación de pobreza” está a cargo del Ministerio de Hacienda. La misma consiste en una pensión mensual no menor al 25% del salario mínimo vigente<sup>41</sup>, y está dirigida a adultos mayores de 65 años y en situación de pobreza. El monto mensual que reciben los beneficiarios es de alrededor de 90 dólares. Este programa dispone de 9.850 beneficiarios en el departamento de Guairá, poco menos del 5% de la población total del departamento. 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 23.400 personas de forma directa, alrededor del 10% de la población total del departamento. Además, inyectan más de catorce millones de dólares anualmente, lo que representa un ingreso seguro y no dependiente de factores climáticos. (Cuadro 5)

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

Subsidio	Cantidad de beneficiarios	Importe anual
Programa Tekoporã	13.517	4.400.000 US\$
Ley de Adultos Mayores	9.850	10.000.000 US\$
<b>TOTAL</b>	<b>23.367</b>	<b>14.400.000 US\$</b>

## 5.5. ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN

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

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

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

- **La Agricultura tecnificada:** con cultivos de soja, maíz y eventualmente trigo, se localiza en el extremo este del departamento, especialmente en los distritos de Colonia Independencia y Paso Yobai. El cultivo principal es la soja, un cultivo de verano que presenta una vulnerabilidad mediana al cambio climático, sin embargo un cultivo que presenta alta vulnerabilidad al cambio climático, específicamente por las sequías y la cual tiene una gran relevancia económica y social en el departamento es la caña de azúcar, por la superficie que ocupa, la mano de obra que genera y los ingresos que inyecta a los productores. Debido a que la cosecha es casi totalmente manual, se genera un mercado de trabajo que trasciende la familia de los productores y por lo tanto su impacto en los ingresos es aún mayor. Desde esta perspectiva, la reducción de la producción por algún evento climático afecta tanto a los agricultores, como a otros pobladores rurales, que son contratados para las tareas de cosecha.
- **La Agricultura familiar campesina:** se ubica en todos los distritos, principalmente en Colonia Independencia, Paso Yobai y Mauricio José Troche. Las heladas tienen un efecto en los cultivos de autoconsumo, como el maíz y el poroto, por lo que la vulnerabilidad de estos es media. Las tormentas severas afectan a la producción hortícola (tomate y pimiento principalmente). La Agricultura familiar campesina 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 ganadería para carne:** se ubica en las zonas marginales del departamento. La sequía y las tormentas severas afectan a este sistema productivo. Esta actividad presenta una vulnerabilidad mediana al cambio climático.

## PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

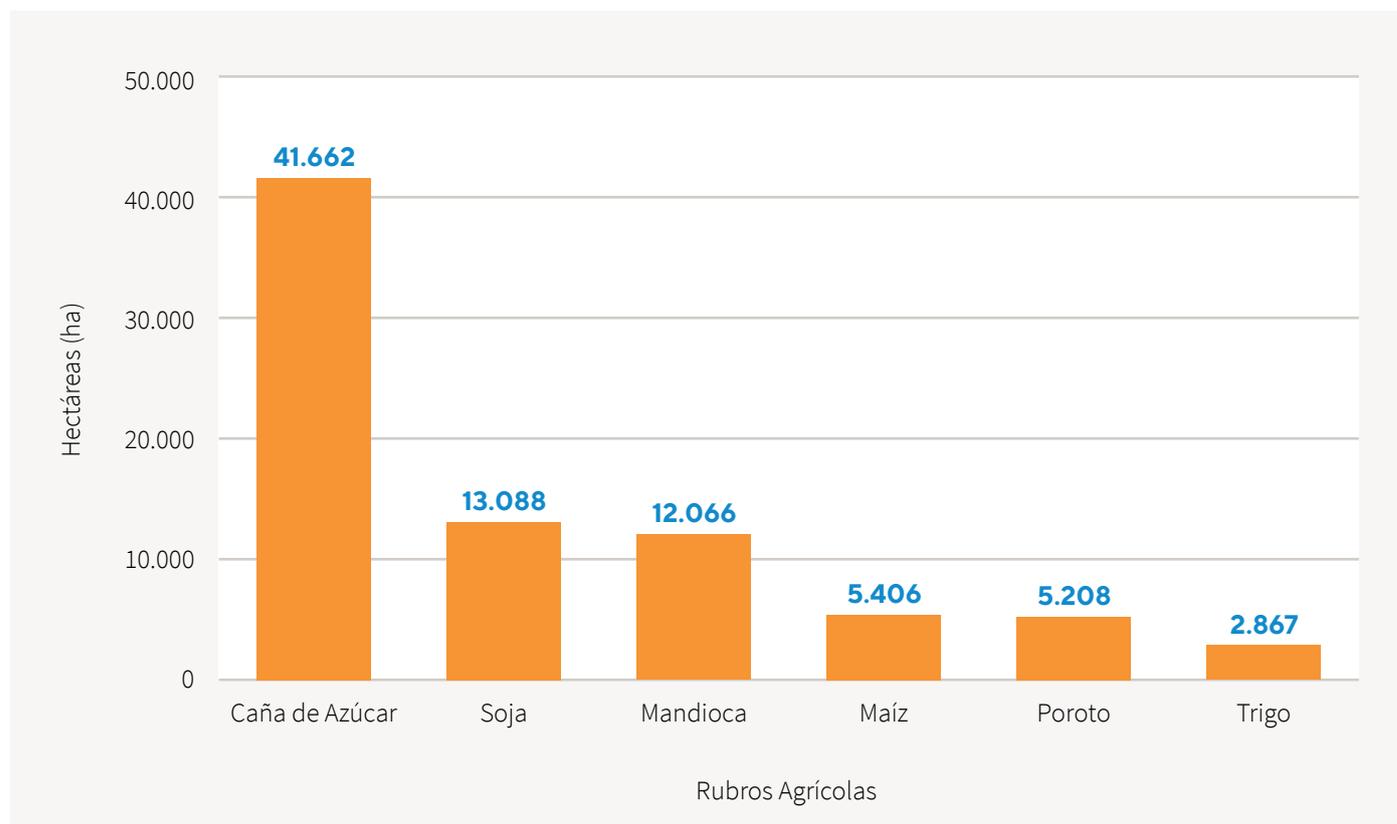
Según publicaciones oficiales (Síntesis Estadística del Ministerio de Agricultura y Ganadería de los años 2012 al 2019) del Ministerio de Agricultura y Ganadería, la superficie cultivada en el año 2018 de los principales rubros de caña de azúcar, soja y mandioca es de aproximadamente 42.000, 13.000, y 12.000 hectáreas al año respectivamente (Gráfico 19). El principal cultivo histórico del departamento ha sido el de la caña de azúcar. Una extensa zona agrícola al este, los distritos de Paso Yobai y Colonia Independencia, ha logrado ser integrada a la agricultura tecnificada. El formato de cultivo de este rubro sigue siendo el tradicional, basado en parcelas pequeñas de agricultores familiares campesinos. Sin embargo, el cultivo de caña de azúcar presenta serias limitaciones de productividad, por la no implementación de buenas prácticas agrícolas y por la degradación de los suelos agrícolas.

La presencia de varias industrias azucareras en la zona, incluso en los departamentos de Paraguari y Caazapá, además de la fábrica de azúcar de Villarrica, generan una demanda sostenida de caña de azúcar, así como la planta industrial alcoholera de propiedad estatal ubicada en la ciudad de Mauricio José Troche.

Solo una empresa situada en la zona, Azucarera Paraguaya (AZPA), ha realizado inversiones para dejar de comprar la caña de azúcar producida por los agricultores familiares para pasar a producir en sus propias tierras, de forma mecanizada y con mejores rendimientos. Por su parte, las limitaciones tecnológicas, especialmente la muy baja incorporación de innovaciones en los cultivos (semillas, abonos y buenas prácticas agrícolas) y de degradación de suelos, continúan siendo aspectos limitantes a la diversificación e intensificación productiva, reduciendo los ingresos de los agricultores e incrementando la vulnerabilidad al cambio climático.

Con respecto a los cultivos de soja y maíz, son vulnerables a la sequía ya que son cultivos de verano.

Gráfico 19. Superficie de los principales cultivos del departamento de Guairá (hectárea) en el año 2018.



Fuente de datos: MAG, 2019.

El valor total anual de los principales rubros agrícolas asciende a más de 814.000 millones de guaraníes (alrededor de 137 millones de dólares), considerando los rubros con mayor superficie en el departamento (caña de azúcar, soja y mandioca), 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)

Cuadro 6. Rendimiento por hectárea, precio, producción y valor de la producción de los principales cultivos de Guairá en el año 2018.

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Precios (G/ton)*	Producción (ton)	Valor de la producción (millones de G)	Valor de la producción (millones de US\$)
Caña de azúcar	54.139	190.000	2.255.527	428.550	72
Mandioca	15.511	1.250.000	187.156	233.945	39
Soja	3.335	2.213.000	43.655	96.609	16
Poroto	676	8.000.000	3.520	28.160	5
Maíz	4.283	988.000	23.154	22.876	4
Trigo	1.062	1.307.000	3.044	3.979	1
<b>Total</b>				<b>814.118</b>	<b>137</b>

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

Con respecto al valor total de la producción según tipo de agricultura, se observa que es mayor el de los rubros de la agricultura tecnificada frente a los de la agricultura familiar, siendo más de seis veces superior y constituyendo casi el 90% del valor total de la producción en el departamento.

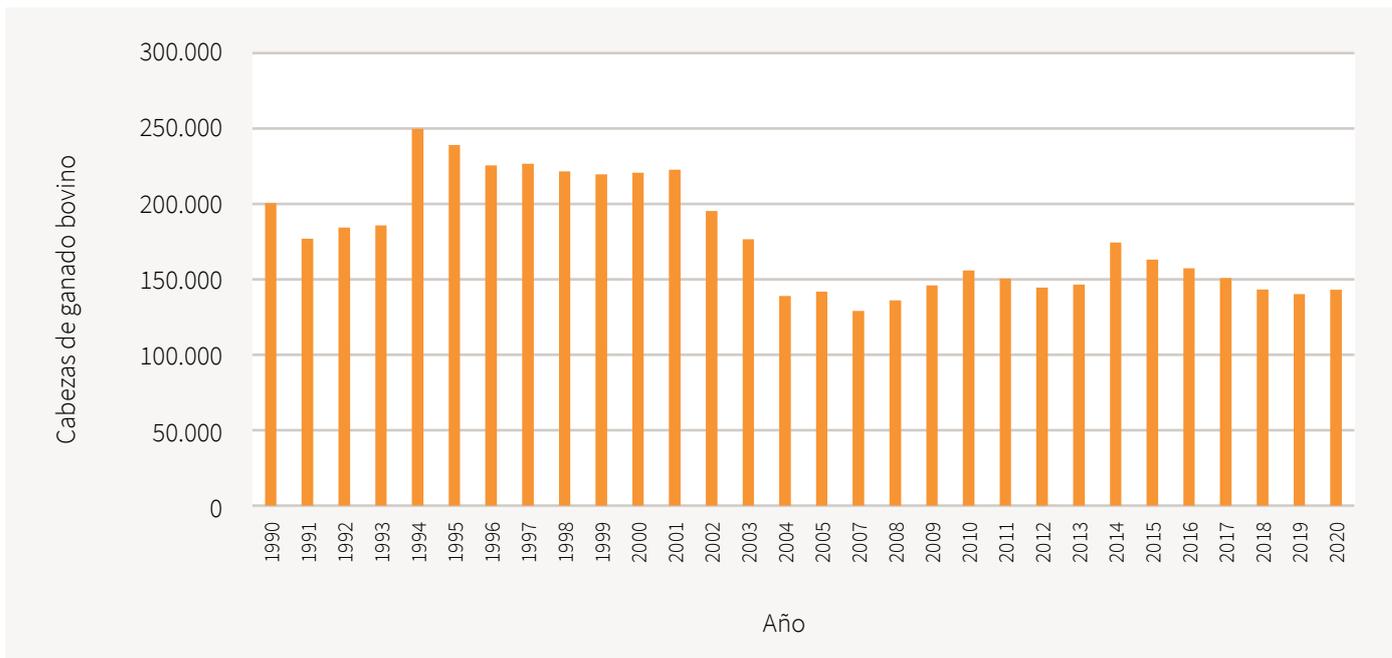
Anteriormente la producción hortícola se destinaba al consumo familiar y en algunos casos se lograba comercializar en Asunción, con una rentabilidad muy baja por los altos costos de transporte, vinculado a las grandes distancias y al mal estado de los caminos. Sin embargo, actualmente varios centros urbanos del departamento, como Villarrica, Colonia Independencia, Mbocayaty, entre otros, representan una demanda de tamaño más grande que debe ser atendida, lo que representa nuevas oportunidades productivas y comerciales para los agricultores familiares campesinos. (Vazquez, 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.

## PRODUCCIÓN PECUARIA

La producción de ganado bovino en el departamento de Guairá asciende a alrededor de 140.000 cabezas, teniendo poca relevancia a nivel nacional (apenas 1% del total del ganado bovino en el país). (Gráfico 20)

Gráfico 20. **Evolución de la población de ganado bovino en Guairá.**



Fuente: SENACSA

La producción bovina, aunque a pequeña escala y con pocos animales, ha aparecido incluso en las fincas de la agricultura familiar campesina, como forma de ahorro, porque reduce significativamente el riesgo asociado a la incertidumbre de las cosechas de rubros agrícolas.

Por otra parte, con relación a la producción de animales menores, la de aves representa la de mayor volumen en el departamento, y a la vez corresponde a alrededor del 3% del total del país. (Cuadro 7)

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

AVES	PORCINO	OVINO	EQUINO	CAPRINO
575.976	50.931	9.140	6.569	1.236

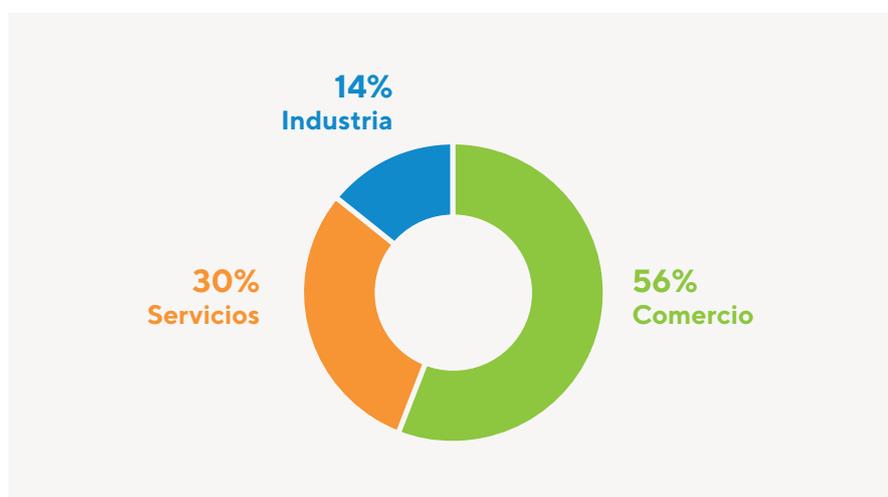
Fuente: SENACSA

Este nivel de producción de animales menores se asocia tanto a fincas proveedoras de pollos parrilleros para la industria, como a la cantidad de fincas de la agricultura familiar que dispone de estos animales para autoconsumo y para venta ocasional. Por ejemplo, en el distrito de Colonia Independencia se encuentra un frigorífico que industrializa la producción local de aves. Aun así, este sector productivo es vulnerable 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, en el departamento de Guairá alrededor de seis de cada diez son comercios y un tercio servicios, de un total de 5.500 unidades económicas aproximadamente. Esto habla de una economía bastante urbana. (Gráfico 21)

Gráfico 21. Unidades económicas en Guairá (en porcentaje) en el año 2010.



Fuente: DGEEC, 2011

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

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 Guairá, Censo Económico Nacional.**

Distritos	Unidades económicas	Personal ocupado por sexo	Hombre	Mujer
Villarrica	3.635	9.900	5.528	4.372
Iturbe	289	568	270	298
Yataity	283	506	87	419
Capitán Mauricio José Troche	168	336	167	169
Mbocayaty	153	331	123	208
Colonia Independencia	121	286	161	125
Paso Yobai	121	321	197	124
Tebicuary	106	932	770	162
Natalicio Talavera	100	182	80	102
Coronel Martínez	90	154	60	94
Itapé	89	238	101	137
Ñumí	74	179	91	88
General Eugenio A. Garay	55	101	49	52
San Salvador	47	126	38	88
Félix Pérez Cardozo	40	70	34	36
José Fassardi	37	63	25	38
Borja	18	28	17	11
Dr. Bottrell	8	14	7	7
<b>Total Guairá</b>	<b>5.434</b>	<b>14.335</b>	<b>7.805</b>	<b>6.530</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>42</sup>. No obstante, a continuación se presenta una estimación calculada para el departamento de Guairá a partir de los datos disponibles del 2011 a los que se sumó el porcentaje de crecimiento del producto interno bruto (PIB) de cada sector entre los años 2010 y 2018 (comercio 27%, industria 48%, servicios 41%). (Cuadro 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 Guairá: comercio, industria y servicios (sin agricultura ni ganadería).

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

Sectores	Año 2010		Año 2018	
	Millones de G	Millones de US\$	Millones de G	Millones de US\$
Comercio	684.110.661	150.090	868.820.539	146.562
Industria	612.549.857	134.390	906.573.788	152.930
Servicios	187.227.662	41.076	263.991.003	44.532
<b>Total</b>	<b>1.483.888.180</b>	<b>325.556</b>	<b>2.039.385.331</b>	<b>344.025</b>

Fuente: Censo Económico Nacional.

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. Estos sectores no presentan vulnerabilidades al cambio climático de forma directa. Sin embargo, sufren los efectos de las sequías y las heladas en los rubros agrícolas que restringe el poder de compra de los productores.

Por último, el sector financiero ha experimentado una expansión en la última década, expresada en la cantidad de bancos. Actualmente operan 10 instituciones financieras, con 11 sucursales en las ciudades más importantes y poco más de 80 corresponsales no bancarios, que amplían las operaciones financieras.

La ciudad mejor servida y con mayor oferta es Villarrica, aunque otras 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 Guairá existen más de 35.000 cuentas bancarias y, al primer trimestre de 2020, los depósitos de dinero en distintas modalidades ascienden a más de 93 millones de dólares.

# 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 y la soja se dispone de información y los daños por efectos climáticos son elevados.

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 Guairá. La metodología del cálculo consistió en comparar la producción de cada rubro del departamento de Guairá 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 Guairá.**

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de CAÑA DE AZÚCAR en Guairá (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2003 – 2004 (Helada)	237.500	3.420.000
	2008 – 2009 (Sequía)	17.471	337.810
	2011 – 2012 (Sequía)	444.009	12.174.448
<b>TOTAL</b>		<b>698.980</b>	<b>15.932.254</b>

Fuente: Ministerio de Agricultura y CAPECO. Elaboración propia.

Cuadro 11. **Pérdidas en cultivos de soja, según eventos de sequía, en el departamento de Guairá.**

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de SOJA en Guairá (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2008 - 2009	9.105	3.329.334
Sequía	2011 - 2012	16.204	8.655.378
<b>TOTAL</b>		<b>25.309</b>	<b>11.984.712</b>

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

En la última década y media, las sequías y las heladas han significado pérdidas por más de 27 millones de dólares en el departamento de Guairá, 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 soja (Cuadro 10 y 11).

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. En efecto, se deberían incluir las pérdidas de los silos, del sector de transportes terrestre y fluvial, así como de la industria nacional de aceite y harina para el caso de la soja. 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.

El sector financiero en particular se ha visto afectado por las pérdidas de caña de azúcar y soja, principalmente en los años de sequía, ya que los agricultores no pueden honrar sus cuentas y se ven obligados a refinanciar, reestructurar y renovar los créditos, prolongando los efectos de la sequía sobre los años siguientes en que, si las condiciones climáticas y productivas acompañan, regularizarán las deudas atrasadas.

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

## EN LA SITUACIÓN SOCIAL

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

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

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

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

La deuda total del sector agrícola es de alrededor de 3.000 millones de dólares, aproximadamente 1.000 dólares por hectárea. En el departamento de Guairá se cultivan 13.000 hectáreas de soja, dando un total de 13 millones de dólares de deuda, en promedio. Por esta razón, los periodos de sequía tienen un efecto directo sobre el sistema financiero, requiriendo para el efecto una serie de medidas. El Banco Central del Paraguay, mediante medidas transitorias, permite aliviar las condiciones financieras para que los productores agrícolas y ganaderos puedan pagar sus cuentas. De esta forma, se aprecia que el cambio climático no se limita a pérdidas específicas en tal o cual cultivo, sino que se extiende, en función de la intensidad de los fenómenos climáticos, al sistema financiero regional, de Guairá, y nacional. Esto es aún más importante y significativo para los bancos especializados en cartera agrícola.

## 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 Guairá. 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 tam-

bién 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 12. **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

# CONCLUSIONES

El clima es un factor determinante en la economía del departamento de Guairá. La agricultura es la actividad más expuesta al cambio climático, ya que los cultivos se realizan siguiendo el ciclo natural, sin disponer de infraestructura y capacidad para responder de forma rápida, eficiente y resiliente a los eventos climáticos extremos.

La dependencia de las precipitaciones y la alta vulnerabilidad a la sequía y a las heladas de las últimas décadas han impactado negativamente en la economía y en las condiciones sociales del departamento. Los agricultores familiares campesinos tuvieron pérdidas de más de 16 millones de dólares en las últimas dos décadas, tanto por heladas (2003-2004) como por sequías (2008-2009 y 2011-2012), sin contar con otras pérdidas por sequías de menor intensidad, sobre las cuales se carecen de datos consolidados. En el caso de la soja, los dos últimos eventos importantes de sequía han generado pérdidas por valor de casi doce millones de dólares.

Los eventos climáticos tienen una alta capacidad de trasladar sus efectos e impactos a lo largo de todos los eslabones de las cadenas de valor. Por ejemplo, una menor producción de caña de azúcar por algún evento climático no afecta solo al productor, sino también a la industria azucarera de toda la región que no dispondrá de materia prima en la cantidad necesaria y por lo tanto disminuirá su producción.

A su vez, esta caída se traslada sistemáticamente al sistema comercial y de servicios, especialmente en las ciudades de Villarrica, Colonia Independencia y Paso Yobai en el caso de la caña de azúcar por una menor demanda tanto de los productores, los primeros afectados, como los empleados de los comercios y los servicios. Si bien no existen cifras sobre el impacto directo, se puede asumir que una parte, entre el 30 y el 40% 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 puede 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 24.000 personas en situación de vulnerabilidad social, requieren una inversión anual de 14 millones de dólares.

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

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

# RECOMENDACIONES

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

# BIBLIOGRAFÍA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Resolución MADES N° 614/13.

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

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

Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal, 2019.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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