



TEKOHA HA
AKÁRAPUÁ KATUIRÁ
Motenondcha
Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE



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

Fundación
Avina

TETÁ REKUÁI
GOBIERNO NACIONAL

EVIDENCIAS CIENTÍFICAS E IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EN EL DEPARTAMENTO DE

ALTO PARANÁ

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 Alto Paraná. MADES-STP. Asunción, Paraguay.



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



TEKOATY HA MBA' EREREKOPY
AKÁRAPU' ÁRÁ RAPE' APO
Sambiytyha
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 ALTO PARANÁ

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 Alto Paraná* 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

Agradecimientos	4
Índice	5
Siglas y abreviaturas	6
Resumen	7
Summary	8
Introducción	9
Marco Metodológico	10
1. Ubicación Geográfica	12
2. Características Biofísicas	13
3. Caracterización Climática	15
3.1. Temperatura	18
3.2. Heladas	20
3.3. Precipitación	21
4. Evidencias científicas del cambio climático	23
4.1. Temperatura	23
4.2. Olas de calor	25
4.3. Sequías	27
4.4. Heladas	31
4.5. Precipitación	32
5. Situación Socioeconómica y vulnerabilidad Climática	36
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
6. Impactos Económicos del Cambio Climático	49
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Bibliografía	55

SIGLAS Y ABREVIATURAS

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

RESUMEN

Las concentraciones de gases de efecto invernadero, en particular el dióxido de carbono (CO₂), 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 Alto Paraná durante el período 1979-2019; 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 Alto Paraná con una temperatura de 23,6 °C superando el anterior récord de 23,5 °C del año 2015. La precipitación anual también tuvo un incremento en los últimos 70 años (1951-2019) así como en toda la Región Oriental del Paraguay. Los eventos extremos de olas de calor han aumentado considerablemente en las últimas 2 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 850.000 habitantes, con un mayor porcentaje de urbanos. Debido a la especialización comercial de gran envergadura de Ciudad del Este, esta ciudad concentra casi el 35% de la población total. Su nivel de pobreza es del 21,2%, menor al promedio nacional. Para responder a esta población, los programas sociales de Tekoporã y Adultos Mayores atienden a poco más de 13.000 beneficiarios. La economía del departamento se distribuye entre una agricultura tecnificada y la actividad comercial, polarizada por Ciudad del Este. Los cultivos más importantes son la soja, el maíz y el trigo. La ganadería no es muy relevante si se la comparara con los demás departamentos del país, solo 200.000 cabezas. Los mayores impactos del Cambio Climático afectan a la agricultura. A causa de las sequías, en los dos últimos eventos de mayor trascendencia, en 2009 y 2012, los cultivos de soja y maíz experimentaron pérdidas por más de 950 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 (CO₂), 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 Alto Paraná department during the 1979-2019 period.

The latest results conclude that the region average of the anual temperature had a positive increasing trend and in 2019 reached its highest level, with a record of 23,6° Celsius, being the warmest year since its monitoring started. Also the precipitation level had a positive increasing trend in the last 70 years (1951-2019). Like almost the entire Orient Region of Paraguay, the adverse weather conditions were rose considerably in the last two decades. The droughts turned to be more intense, and the frost, in spite of being less intense than previous decades, they are still causing damaged to the agriculture.

The current population is 850.000 people, with a large percentage of rural citizens. Due to commercial development in the biggest and most important city of the region, Ciudad del Este, capital of the department, the border city situated on the Paraná river. Ciudad del Este assemble almost the 35% of the total population of the region. The level of poverty is lower than the national average, with a rate of 21,2%. To solve this problem, the government launches social programs called “Tekopora” and “Adultos Mayores” to look after 13.000 beneficiaries.

The economy of the department is allocated between a technical agriculture, and the commerce. The farming includes soybean, corn, and wheat crops. The cattle raising is not so remarkable as other regions , but it still achieves an important value adding to the sector of agriculture 200.000 heads

Climate change hits first the agriculture of the region. Due the droughts, in 2009, and in 2012, the grow of soybean and corn experienced losses for more than US\$ 950 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 climáticas¹; 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 Alto Paraná 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 Climático².

A partir del compromiso asumido como país donde se reconoce la necesidad de una respuesta progresiva y eficaz a la amenaza apremiante del cambio climático³, 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 Alto Paraná, que forma parte de un estudio que contempla el “Estado del Clima Paraguay 2019” y otros estudios climáticos y económicos, como este, para los departamentos de San Pedro, Cordillera, Guairá, Caaguazú y Paraguarí.

Se describen las características climáticas del departamento, en términos de temperaturas medias y extremas, y precipitación total mensual y extremas del período 1971-2000⁴ (30 años) con base en los datos de la estación meteorológica de Ciudad del Este. Esta estación meteorológica fue considerada de referencia en su período de funcionamiento, lamentablemente fue clausurada en el año 2007. Por ello para observar el comportamiento del clima en los últimos años se recurre a los datos de las estaciones que están en operación para capturar el clima de la década 2010-2019. De todas ellas (Cuadro 1), se recurrieron a las estaciones meteorológicas de Usina (1976-2019) y Acuicultura (1979-2019) de la ITAIPÚ Binacional (IB).

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 Alto Paraná son principalmente del sector primario (agricultura y ganadería), con grandes aportes del sector comercial, especialmente en la capital departamental y alrededores.

1 La economía del cambio climático en el Paraguay, CEPAL

2 Ley 251/93.

3 Ley 5681/16.

4 Período climatológico normal

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*⁵. Para los análisis de impactos físicos del cambio climático se utilizó el período *normal climatológico estándar*⁶ 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 UTC⁷)⁸, 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 agronómicas⁹.

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 (SENACSA).

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).

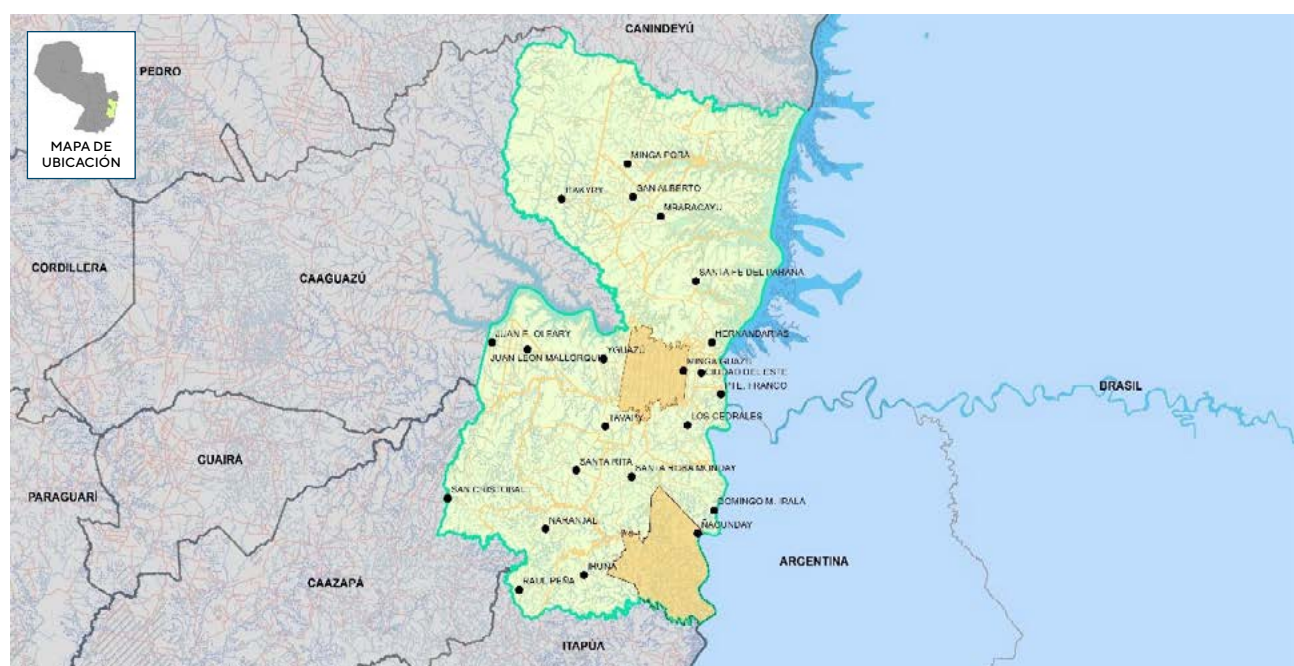
9 Ocurre cuando la temperatura del aire llega a ser igual o menor a 0 °C registrado por termómetro ubicado a la intemperie y a 5 cm sobre el nivel del suelo.

1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Ubicado al este de la Región Oriental, comprendido entre los paralelos 24° 30' y 26° 15' de latitud sur y los meridianos 54° 20' y 55° 20' de longitud oeste. Limita al norte con Canindeyú, al oeste con Caaguazú y Caazapá, al sur con Itapúa, y al este el río Paraná lo separa de Brasil y Argentina. El departamento presenta una extensión de 14.895 km².

El departamento de Alto Paraná se divide en 22 distritos que son los siguientes: Ciudad de Este (capital departamental), Dr. Juan León Mallorquín, Dr. Raúl Peña, Domingo Martínez de Irala, Hernandarias, Iruña, Itakyry, Juan Emilio O'Leary, Los Cedrales, Mbaracayú, Naranjal, Presidente Franco, San Alberto, San Cristóbal, Santa Rita, Santa Rosa del Monday, Santa Fe del Paraná, Minga Porá, Tavapy, Yguazú, Ñacunday y Minga Guazú.

Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de Alto Paraná.



Elaboración propia.

Referencias

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

2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS



Alto Paraná tiene un paisaje ondulado, con suelos de buen drenaje. El río Paraná es el principal recurso hídrico del departamento y sus principales afluentes se destacan por la presencia de rocas de gran tamaño que dan origen a grandes saltos.

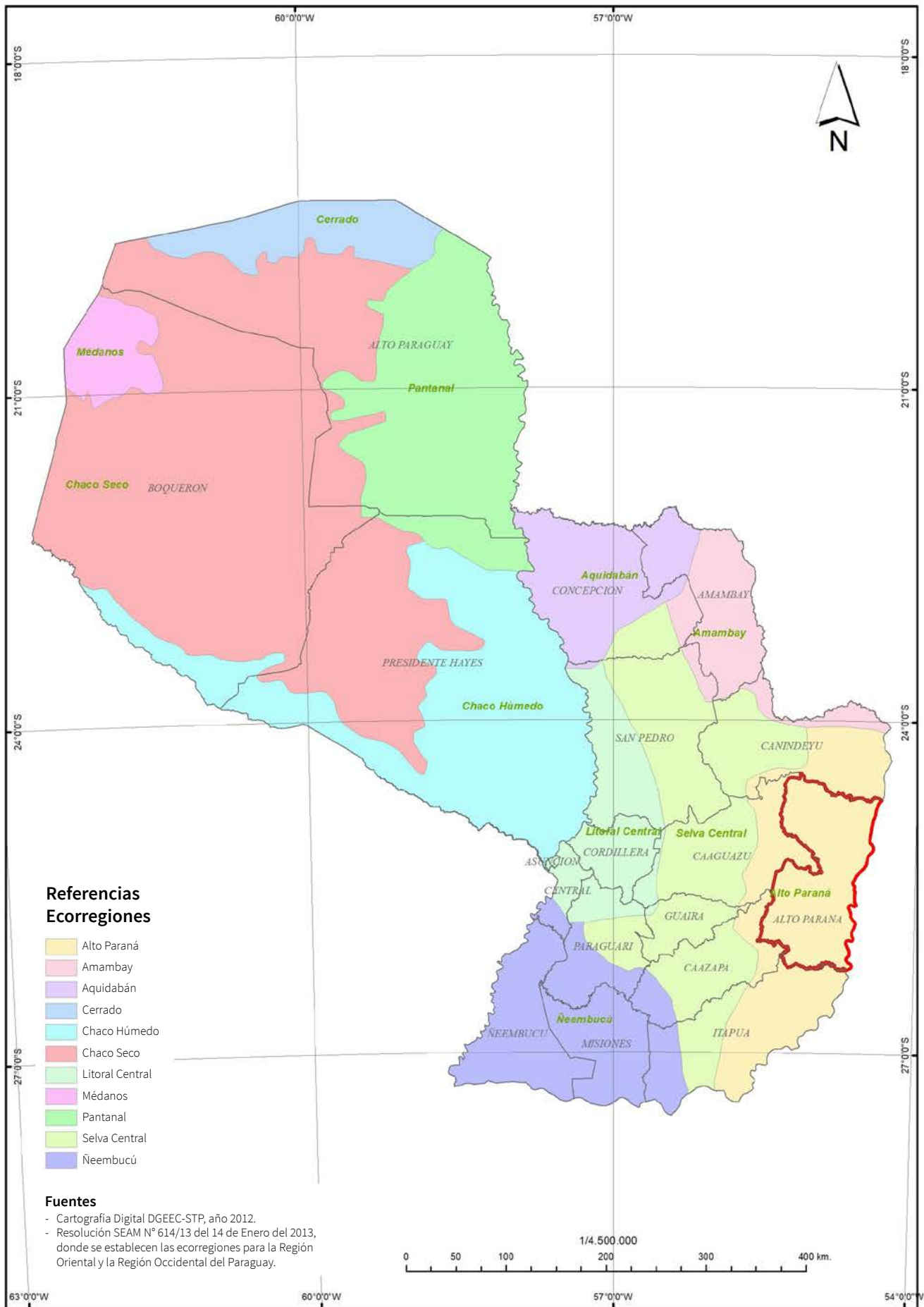
Alto Paraná tiene un paisaje ondulado, con suelos de buen drenaje, de característica arcilloso de textura fina, cuyo material originario es el basalto, el relieve presenta pendientes cuyos valores oscilan entre el 2 y 15 %.

El río Paraná es el principal recurso hídrico del departamento y sus principales afluentes: Itambey, Limoy, Acaray, Yacuy Guazu, Monday, Ypety, Yñaro, Itabó Guazú, Ycua Guazú, Pirá Pytã y Ñacunday, así como también numerosos arroyos que conforman el sistema hídrico. Estos cursos de agua se destacan por la presencia de rocas de gran tamaño que dan origen a grandes saltos, entre ellos se destacan los formados en los ríos Monday y Ñacunday.

El poderoso caudal de los ríos Paraná y Acaray ha sido aprovechado para la construcción de las usinas hidroeléctricas de Itaipú y Acaray.

De acuerdo a la Resolución SEAM N° 614 del año 2013, Alto Paraná se encuentra ubicado en su totalidad en la ecorregión Alto Paraná. ([Figura 2](#)).

Figura 2. Mapa de ecorregión del Paraguay. Fuente: Resolución SEAM N°614/13.



Elaboración propia.

3. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA



El departamento de Alto Paraná 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 Alto Paraná se encuentra en el este de la Región Oriental del Paraguay, la circulación general de la atmósfera la ubica en zona de dominio del borde occidental anticiclón subtropical del Atlántico sur; así, es bañado por vientos cálidos y húmedos procedentes del océano Atlántico, en la mayor parte del año, a través de los vientos dominantes del noreste. Según Köppen (1936)¹⁰, 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.

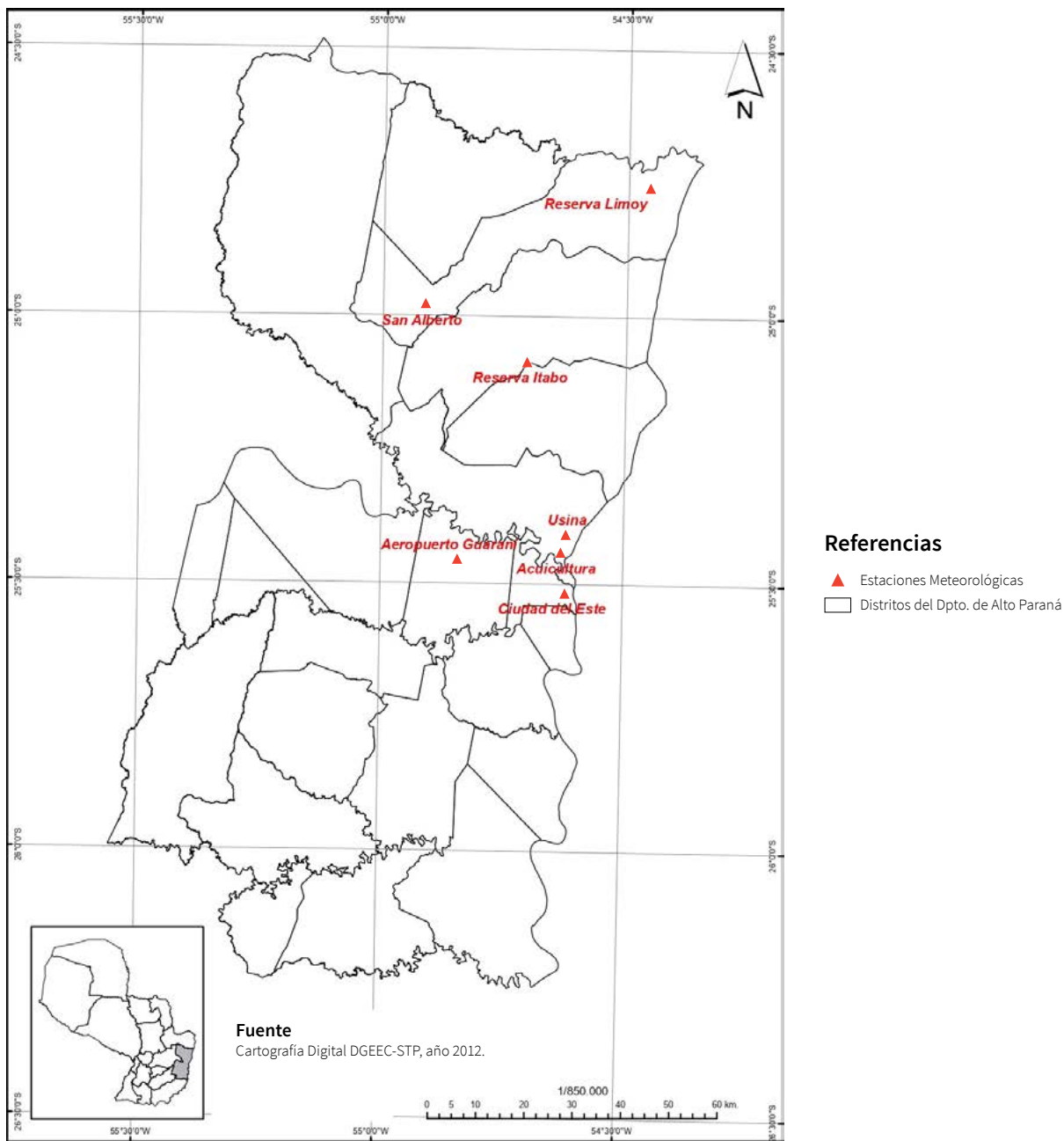
El departamento de Alto Paraná cuenta con varias estaciones meteorológicas, operadas por la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC) y la ITAIPÚ Binacional (IB) (Figura 3), la estación meteorológica más antigua es la de Ciudad del Este, operando desde 1965, posteriormente clausurada y trasladada al aeropuerto Guaraní, en el distrito de Minga Guazú, cuando este entró en operación. Para la caracterización climática se optó por los datos meteorológicos de la estación de Ciudad del Este¹¹ del período 1971-2000¹² (período de 30 años). Este período cuenta con datos completos, no así otros períodos de 30 años. Por su ubicación en la parte central del departamento, que se extiende de sur a norte, los datos de Ciudad del Este representan adecuadamente las características climáticas del departamento. Para el análisis temporal del clima que cubra periodos recientes se utilizan estaciones meteorológicas con series lo más largas posibles y que se extiendan hasta la actualidad, por tal motivo se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas de Usina y Acuicultura, pertenecientes a la IB.

10 http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf

11 Estación meteorológica oficial de la DINAC

12 Período climatológico normal

Figura 3. Mapas de ubicación de las estaciones meteorológicas en el departamento de Alto Paraná.



En el [Cuadro 1](#) se puede observar datos relacionados a las estaciones meteorológicas del departamento de Alto Paraná, como su ubicación geográfica y el periodo de datos existentes.

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 sureste de la Región Oriental del Paraguay, zona que incluye el Alto Paraná sur, es una de las zonas más húmedas y templadas del país. En el [Cuadro 2](#) se presentan indicadores anuales de elementos y parámetros climáticos del departamento de Alto Paraná, con base en datos de las estaciones meteorológicas de Ciudad del Este y Acuicultura.

Cuadro 1. Datos de estaciones meteorológicas en el departamento de Alto Paraná.

ESTACIÓN	LAT. (S)	LONG. (O)	ELEV. (M)	PERIODO	CANT. (A)	PROPIETARIO
AEROPUERTO GUARANÍ	-25,40	-58,82	196	1997-actual	12	DINAC
CIUDAD DEL ESTE¹³	-25,50	-54,63	230	1965-2007	46	DINAC
USINA	-25,40	-54,62	234	1976-actual	45	IB
ACUICULTURA	-25,43	-54,62	215	1979-actual	42	IB
SAN ALBERTO	-24,95	-54,93	331	1982-actual	38	IB
RVA. ITABÓ	-25,07	-54,70	270	1985-actual	35	IB
RVA. LIMOY	-24,75	-54,45	253	1985-actual	53	IB

Cuadro 2. Síntesis de los valores medios anuales de distintos elementos climáticos anuales en Ciudad del Este (1971-2000) y Acuicultura (1979-2007), Alto Paraná.

Elemento climático	período	Valor	Estación
Temperatura media diaria	1971-2000	21,6 °C	Ciudad del Este
Temperatura mínima media	1971-2000	16,9 °C	Ciudad del Este
Temperatura máxima media	1971-2000	27,7 °C	Ciudad del Este
Temperatura máxima extrema	1971-2000	40,2 °C	Ciudad del Este
Temperatura mínima extrema	1971-2000	-3,0 °C	Ciudad del Este
Precipitación total media anual	1971-2000	1852 mm	Ciudad del Este
Insolación diaria media	1971-2000	6,7 h/d	Ciudad del Este
Humedad relativa diaria media	1979-2007	77 %	Acuicultura ¹⁴
Evaporación total media anual	1979-2007	1520 mm	Acuicultura

Fuente de datos: DINAC, IB. Elaboración propia.

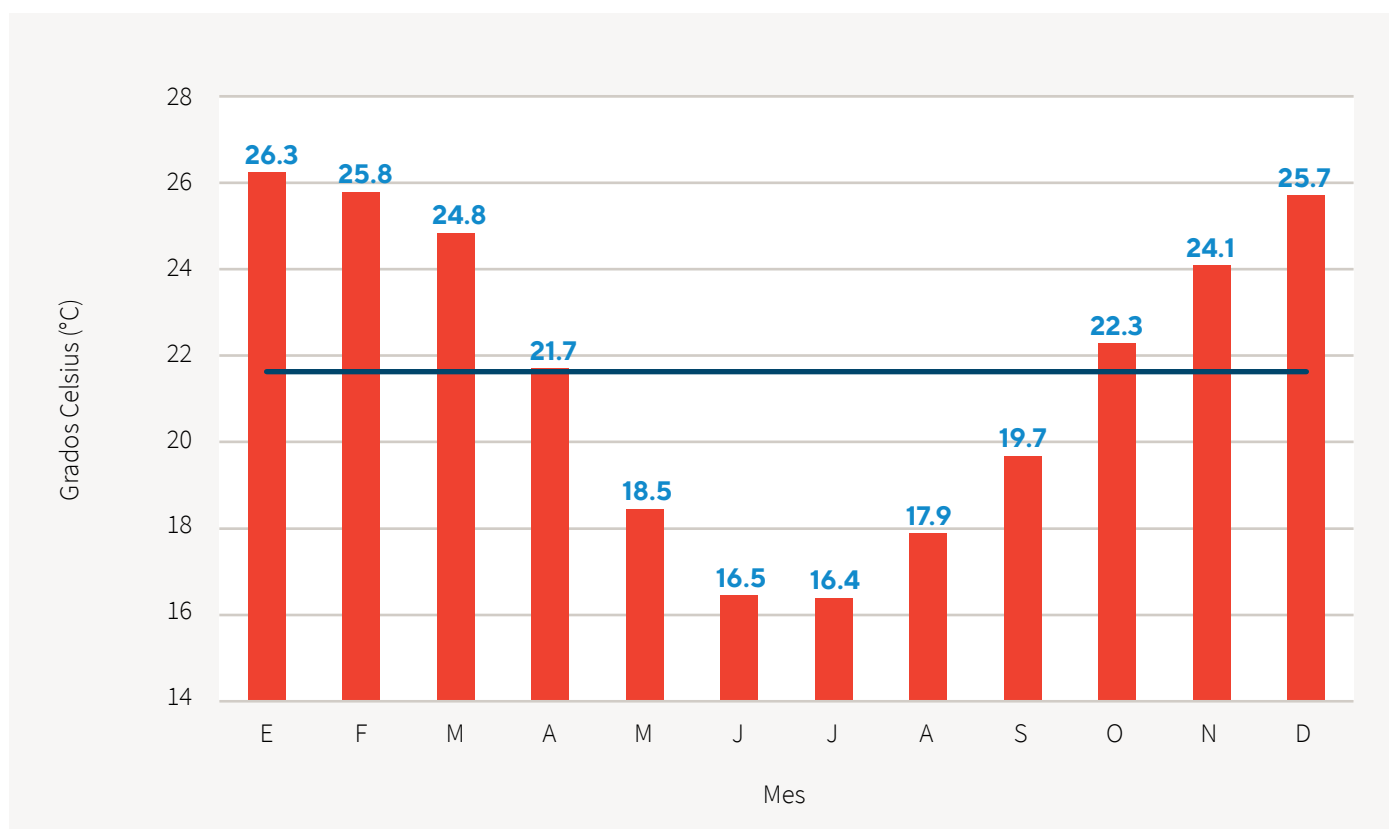
13 Actualmente clausurada

14 Estación meteorológica de la ITAIPÚ Binacional

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 Ciudad del Este la temperatura anual media es de 21,6 °C, en el verano la temperatura media de enero es la más alta con una marca de 26,3 °C (mes más caliente), seguido de diciembre y febrero con 25,8 °C y 25,7 °C, respectivamente. Durante el otoño la temperatura media mensual descende gradual y moderadamente de unos 24,8 °C en marzo a 18,5 °C en mayo. En el invierno se registran las temperaturas más bajas, la temperatura media de julio es 16,4 °C (mes más frío) seguido muy de cerca por junio con 16,5 °C. En la primavera la temperatura asciende gradual y moderadamente de 17,9 °C en setiembre a 24,1 °C en noviembre (Gráfico 1). La amplitud térmica media anual¹⁵ es de 9,9 °C.

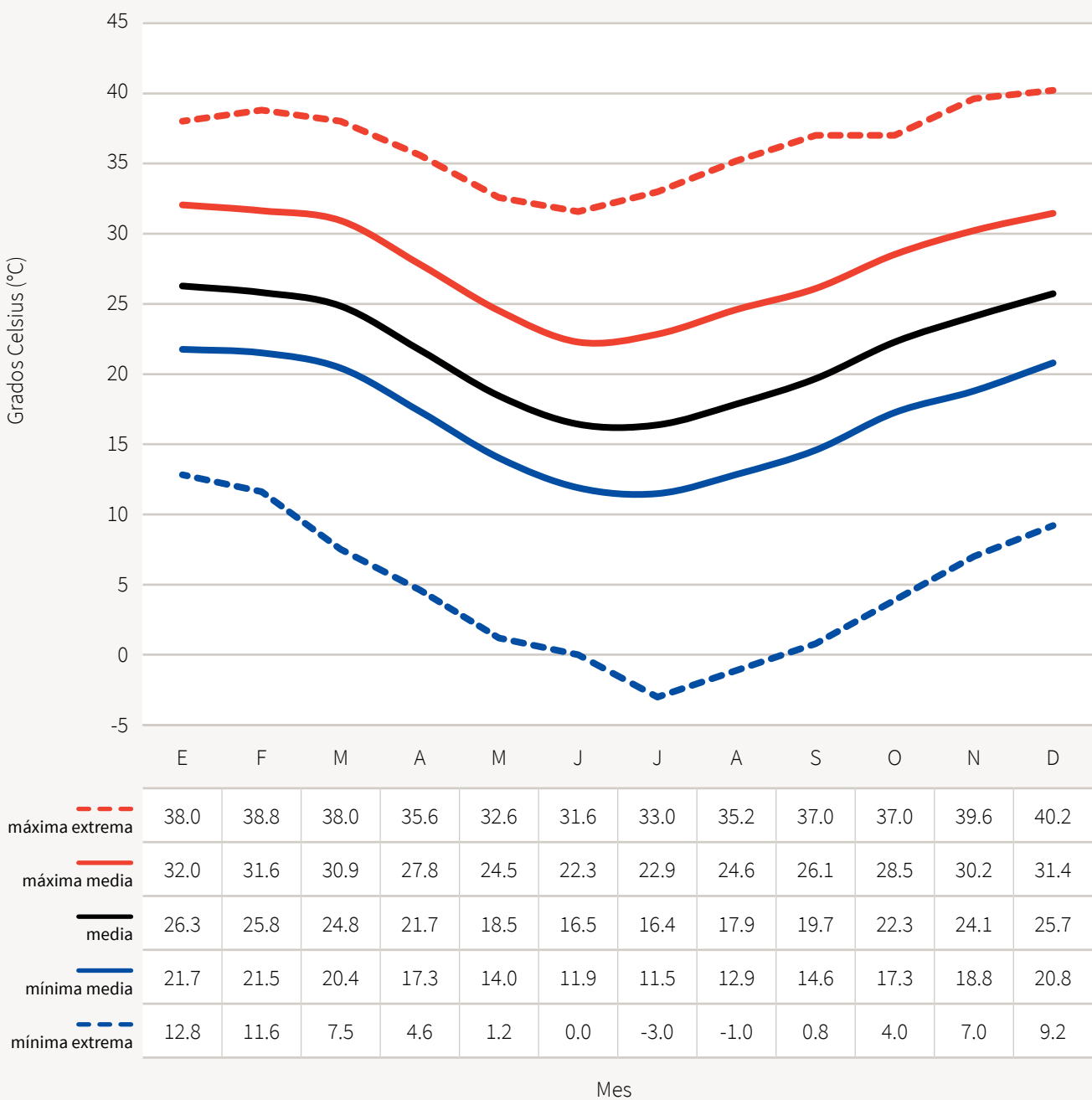
Gráfico 1. **Temperatura media mensual (barras) y temperatura media anual (línea horizontal, 21,6 °C) en Ciudad del Este, Alto Paraná. Período 1971-2000.**



15 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 Ciudad del Este fue de 40,2 °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 de 1975; así, el rango absoluto de temperatura en Ciudad del Este es de 43,2 °C¹⁶. Más detalles de las temperaturas mensuales, medias y extremas pueden observarse en el [Gráfico 2](#).

Gráfico 2. Temperaturas mensuales, medias y extremas, en Ciudad del Este, Alto Paraná, período 1971-2000.



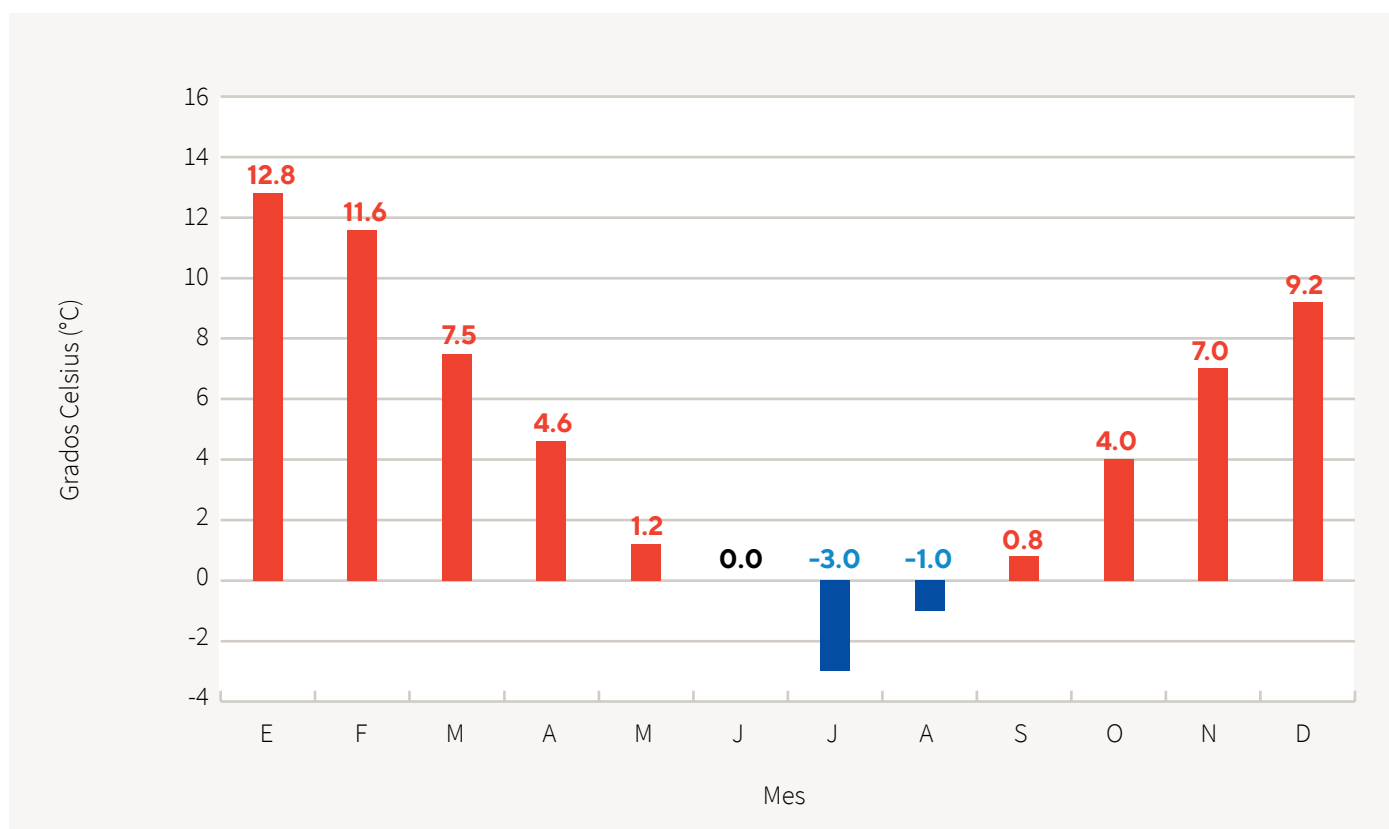
Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

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

3.2. HELADAS

Las heladas meteorológicas¹⁷ son un fenómeno recurrente en el departamento de Alto Paraná 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). Las heladas pueden ser más frecuentes e intensas en el sur del departamento de Alto Paraná en la frontera con Itapúa.

Gráfico 3. **Temperatura mínima extrema mensual en Ciudad del Este, Alto Paraná (barra). Los meses de junio, julio y agosto presentan temperaturas ≤ 0 °C (barra azul). Periodo 1971-2000.**



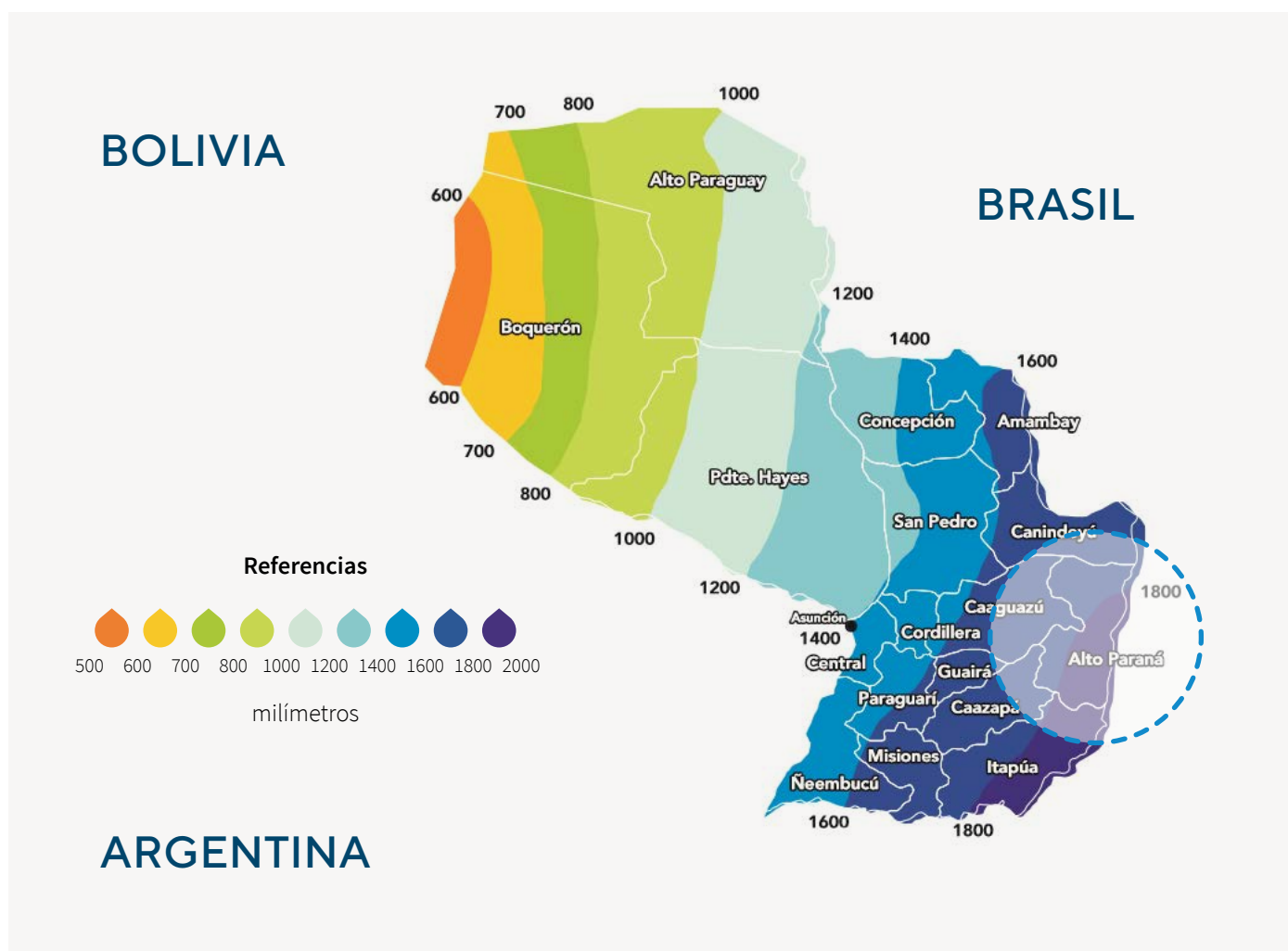
Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

17 Cuando la temperatura del aire es ≤ 0 °C en casilla meteorológica a una altura entre 1,5 m y 2,0 m

3.3. PRECIPITACIÓN

El departamento de Alto Paraná se encuentra al este de la Región Oriental y en la zona más 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 sobre la margen derecha del río Paraná, y los distritos ubicados hacia el sur en el límite con el departamento de Itapúa, y los menos lluviosos los ubicados en la frontera con los departamentos de Canindeyú al norte y Caaguazú al oeste. Esta diferencia es importante en el eje noroeste-sureste, pues mientras que hacia el primero la lluvia anual media es del orden de los 1.700 mm, como en los distritos de Minga Porá, Itakyry, Juan E. O'Leary, San Alberto y Mbaracayú, hacia el sureste es ligeramente mayor a 1.800 mm, como en los distritos de Iruña, Ñacunday, Los Cedrales, Domingo Martínez de Irala, Presidente Franco, Santa Rosa del Monday y Ciudad del Este. Esta diferencia es ligeramente superior a los 100 mm por año (Figura 4).

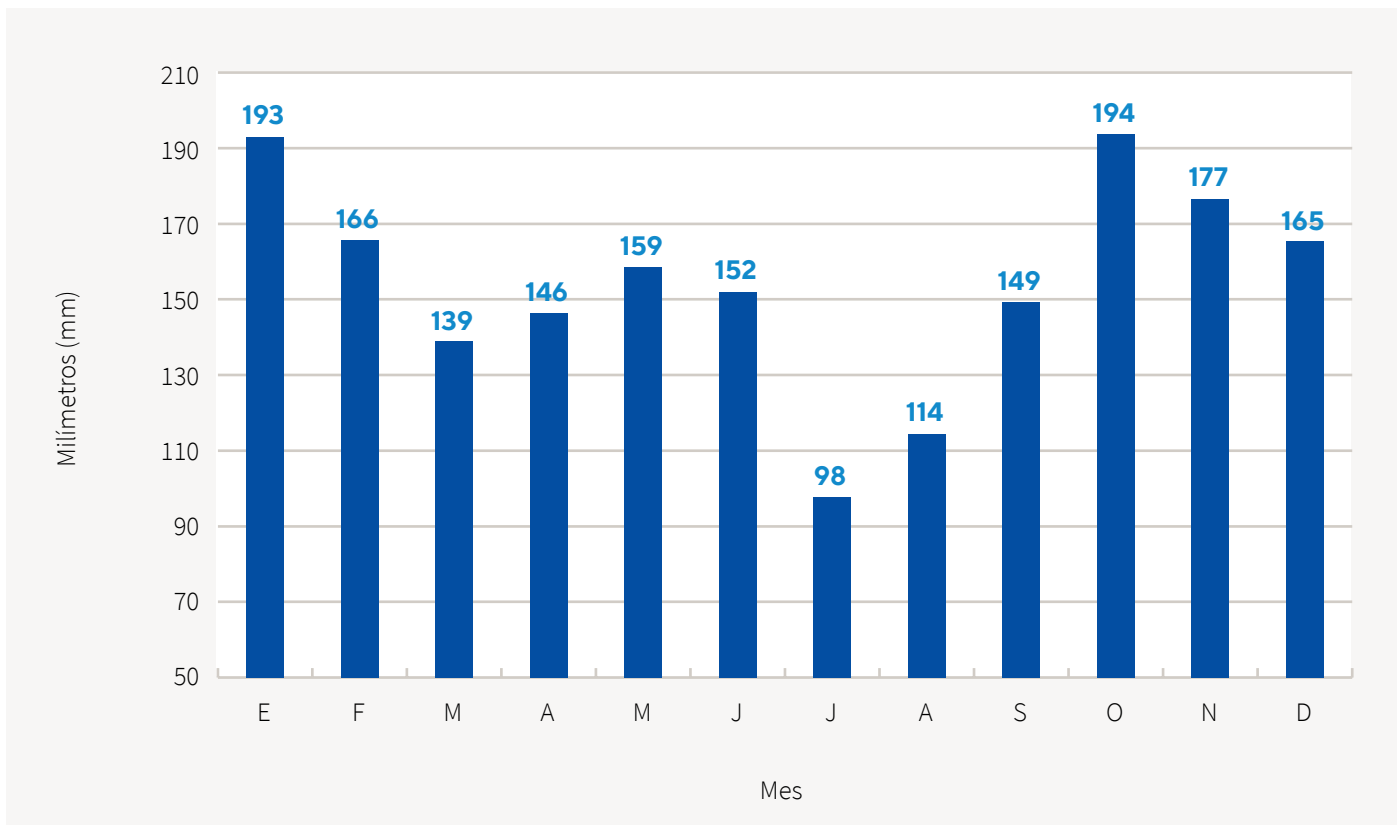
Figura 4. Precipitación anual media en Paraguay. 1971-2000.



Fuente: FPUNA¹⁸

La distribución mensual de la precipitación en Ciudad del Este es bastante irregular en el sentido de que no existe una estación lluviosa bien marcada, además, sin tener precisamente una estación seca, 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 octubre con 194 mm (el mes más lluvioso); el verano es lluvioso y tiene a enero como el mes más lluvioso de la estación con 193 mm; el otoño se mantiene lluvioso con el mes de mayo como su mayor exponente con 159 mm (Gráfico 4).

Gráfico 4. **Precipitación media mensual en Ciudad del Este, Alto Paraná (precipitación total anual media 1.852 mm). Período 1971-2000.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Tormentas severas

Por su ubicación geográfica, el departamento de Alto Paraná 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 abril¹⁹, o sea desde inicios de la primavera, pasando por el verano, hasta mediados del otoño, durante el invierno son menos frecuentes. Vientos fuertes, precipitaciones intensas y descargas eléctricas son las características de las tormentas que afectan la región.

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 total e intensidad, entre otros. Si bien es cierto que los 30 años de datos climáticos disponibles en Alto Paraná pueden no ser suficientes para sacar conclusiones sobre un cambio del clima regional, los resultados aquí obtenidos sirven para ver parte de un historial más amplio, y están acordes con un estudio realizado para el Paraguay²⁰, donde analizando datos climáticos de todo el país, se concluye que el cambio climático se está acelerando en el país.

4.1. TEMPERATURA

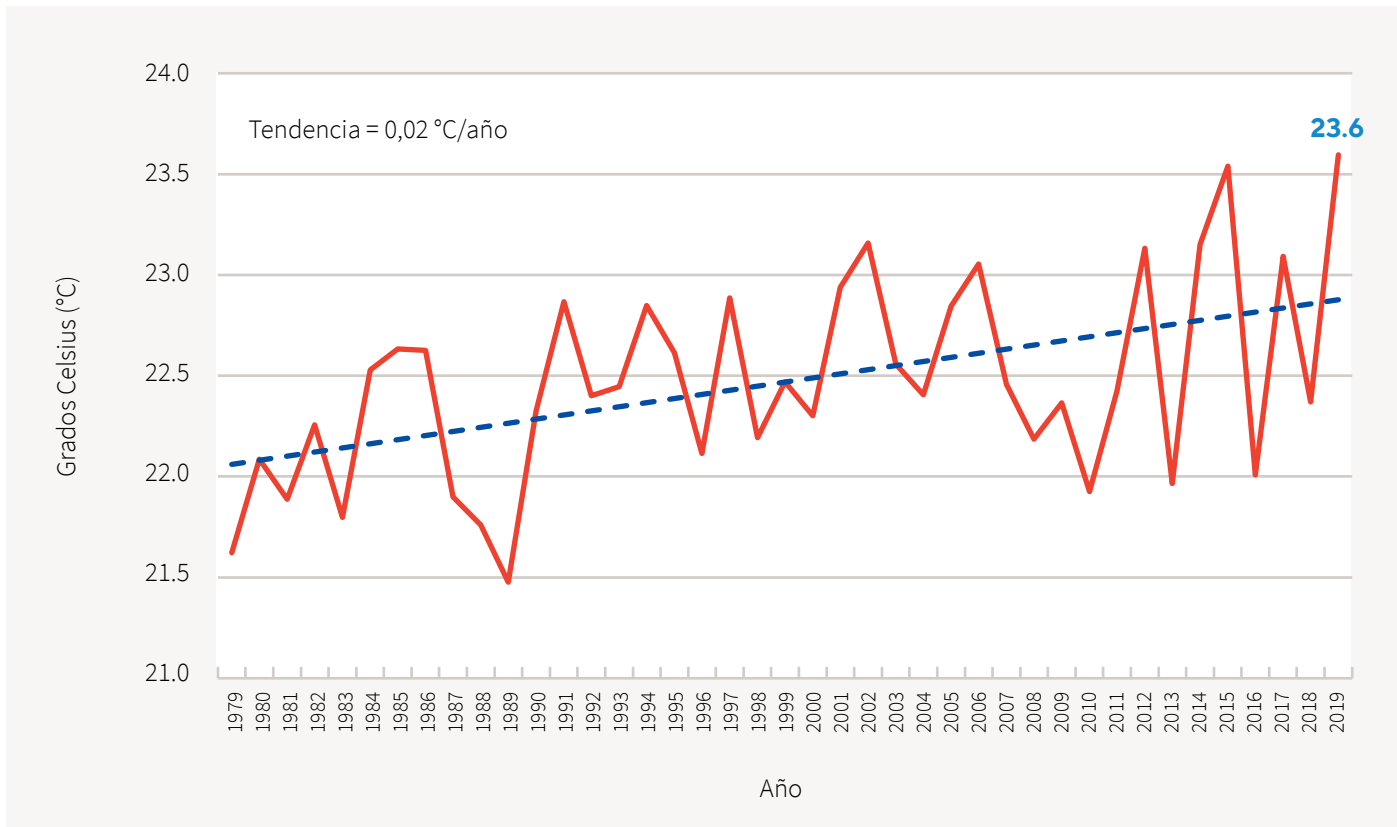
Según la evolución temporal de la temperatura media anual de la estación meteorológica Usina, en el departamento de Alto Paraná ([Gráfico 5](#)), se puede observar la presencia de una tendencia al aumento de la temperatura del aire²¹. También se observa que del récord de 41 años de datos disponibles en la estación (1979-2019), el año 2019 fue el más caliente con un valor de 23,6 °C, marca no superada en ese período.

Analizando los datos de temperatura media por décadas, desde 1980 a 2019, se obtienen 4 períodos de 10 años, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009 y 2010-2019; estos períodos 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.

20 Estado del clima Paraguay 2019

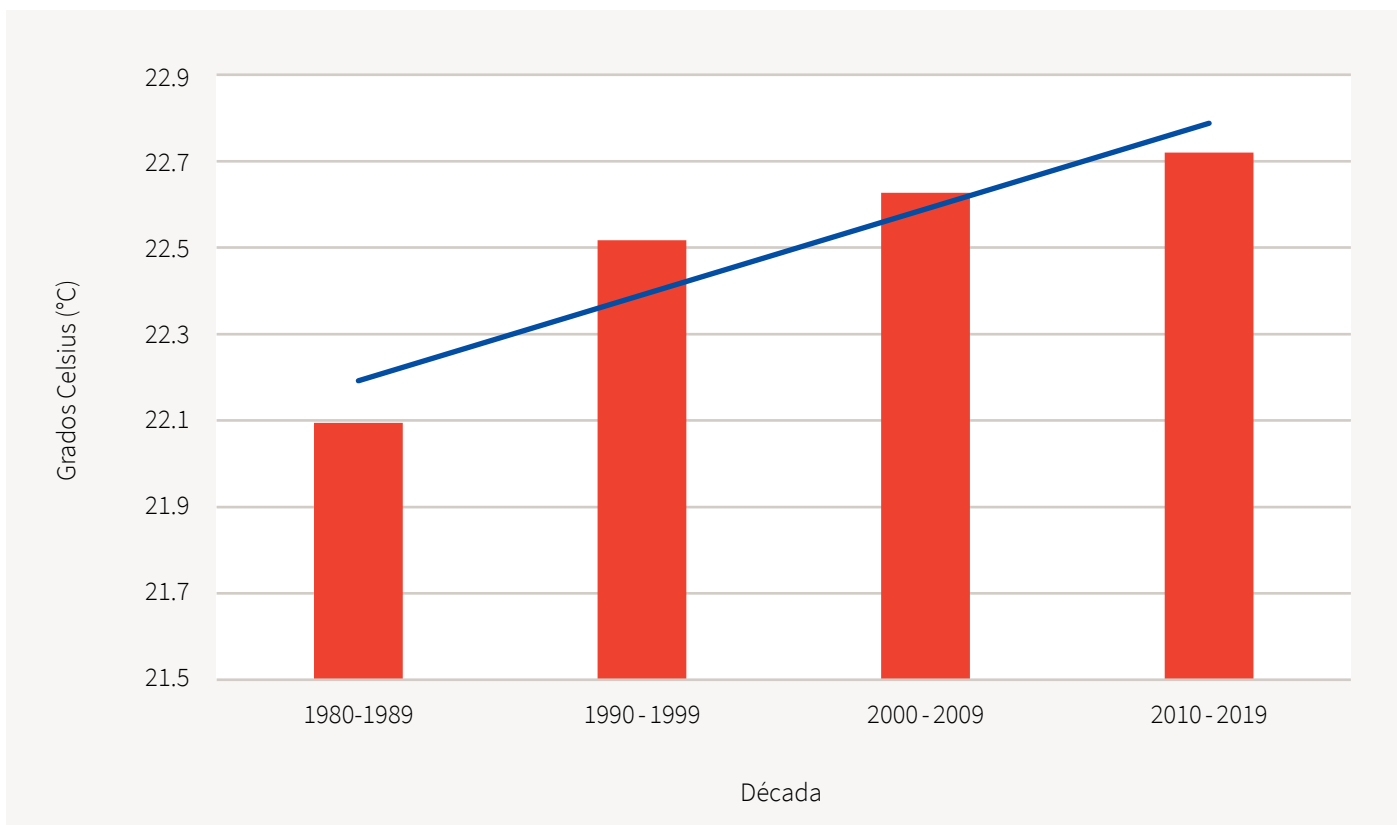
21 Prueba de Man-Kendal ($p \leq 0,0001$; $H=0,05$)

Gráfico 5. **Temperatura media anual en la estación meteorológica Usina de la ITAIPÚ Binacional (línea continua) y tendencia temporal lineal (línea quebrada). Período 1979-2019.**



Fuente de datos: IB. Elaboración propia.

Gráfico 6. **Temperatura media decadal (barras) y tendencia lineal (línea) en la estación Usina, Alto Paraná. Período 1980-2019.**



Fuente de datos: IB. Elaboración propia.

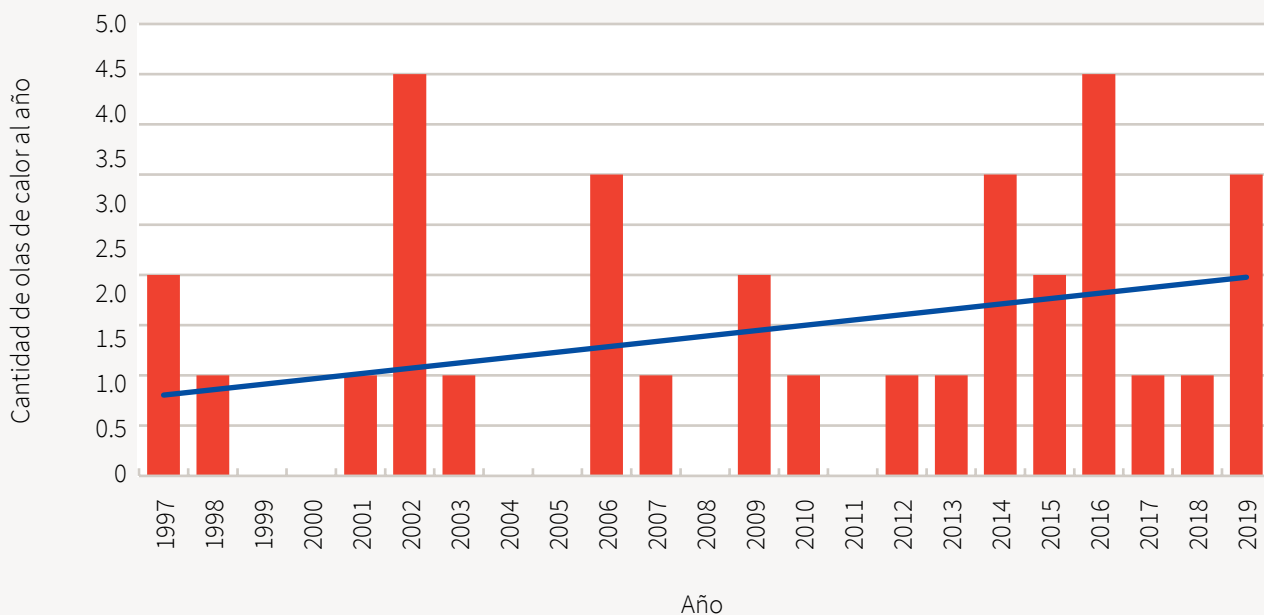
4.2. OLAS DE CALOR

En el Paraguay durante este siglo XXI se registraron las 3 mayores cantidades anuales de olas de calor, contabilizadas en los últimos 40 años²², 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 5,7²³.

Para el análisis de ola de calor en Alto Paraná se utilizan los datos del Aeropuerto Guaraní, porque a pesar de disponer un récord de datos más corto que Ciudad del Este, los datos del primero llegan hasta el año 2019 mientras que Ciudad del Este se corta en el año 2006, y queremos ver el efecto de las olas de calor en tiempos recientes, dado que estas aumentaron marcadamente en el país, según lo indicado en el párrafo anterior.

Las olas de calor²⁴ en el Alto Paraná se están incrementando por efecto del cambio climático en Paraguay²⁵. 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)²⁶ tienen efectos negativos en la salud de las personas.

Gráfico 7. Cantidad de olas de calor al año en el Aeropuerto Guaraní, departamento de Alto Paraná. Periodo 1997-2019.



Fuente de datos (Jara, 2020)²⁷. Elaboración propia.

22 Con datos de 14 estaciones meteorológicas

23 Estado del clima Paraguay 2019

24 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 el Aeropuerto Guaraní, los límites son 22 °C para la temperatura mínima y 35 °C para la temperatura máxima.

25 Estado del clima Paraguay 2019.

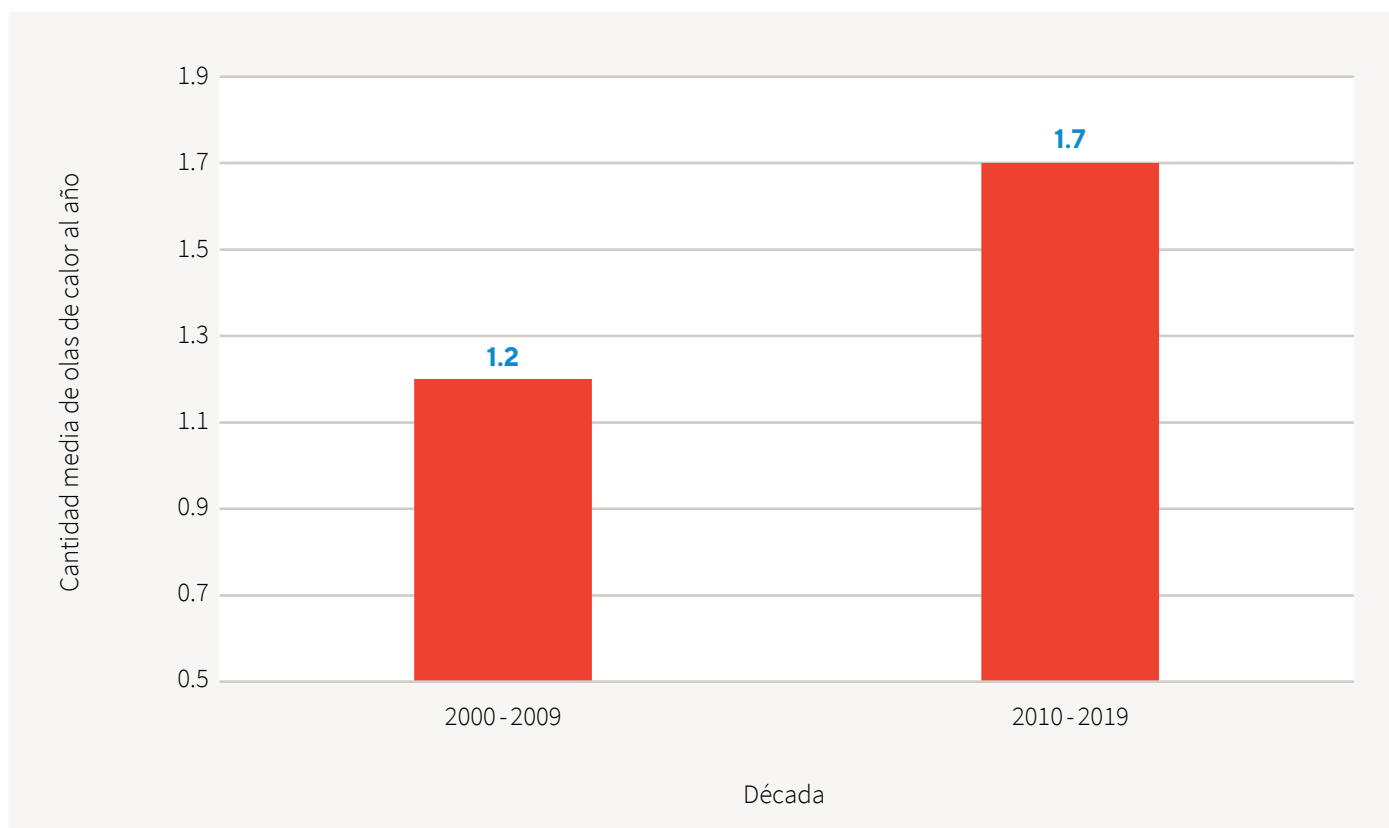
26 La OPS insta a los países a prepararse para enfrentar olas de calor en el hemisferio sur, Washington, DC, 19 de diciembre de 2019. https://www.paho.org/par/index.php?option=com_content&view=article&id=2334:la-ops-insta-a-los-paises-a-prepararse-para-enfrentar-olas-de-calor-en-el-hemisferio-sur&Itemid=213

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

Los datos del Aeropuerto Guaraní en el período 1997-2019 muestran que las olas de calor tuvieron el comportamiento observado en el [Gráfico 7](#). Resultan particularmente notables el aumento de la cantidad de olas de calor registradas en las últimas dos décadas, con récord absoluto resgistrado en esta estación meteorológica con 4 olas de calor en el año 2002 y 2016.

Aunque la información meteorológica disponible en el Aeropuerto Guaraní cubre solamente las 2 últimas décadas, se observa que las olas de calor en forma acumulativa, por períodos de diez años, van incrementándose con el tiempo en el departamento de Alto Paraná. Tomando como base los datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Guaraní se observa que las décadas de 2000-2009 y 2010-2019 tuvieron en promedio 1,2 y 1,7 olas de calor al año, respectivamente (Gráfico 8).

Gráfico 8. Cantidad media de olas de calor al año, según décadas, en el Aeropuerto Guaraní, Alto Paraná. Período 2000-2019.



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

4.3. SEQUÍAS

De los varios estudios sobre sequías en Paraguay, recientemente se publicó uno que trata sobre la caracterización de la sequía en el Paraguay, utilizando 2 diferentes métodos²⁸, el índice estandarizado de precipitación (SPI, siglas en inglés)²⁹ 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**

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

Calculando los SPI-3³⁰ para el aeropuerto Guaraní, 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, interrumpido transitoriamente entre 1995 y 1996, mientras que en el período 1999-2013 hubo un dominio de condiciones secas, interrumpido transitoriamente en el año 2010, posteriormente un aproximado equilibrio entre 2014 y 2019, aunque este último período fue de grandes contrastes, muy lluvioso entre el 2014 y 2016 con un evento El Niño fuerte de por medio y un período seco entre los años 2018 y 2019.

Otra observación importante es que a pesar de que el Alto Paraná tiene una precipitación media anual superior a 1.800 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.

Esto revela que las sequías, al igual que las precipitaciones, presentan variaciones que trascienden la interanualidad y van hacia una escala de tiempo mayor, por ejemplo decadal o multidecadal, para graficar esta situación basta observar que a nivel país, desde 1980 hasta 1998 hubo un dominio de excesos hídricos³¹, en la estación meteorológica del aeropuerto Guaraní se observa este efecto a partir del

28 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.

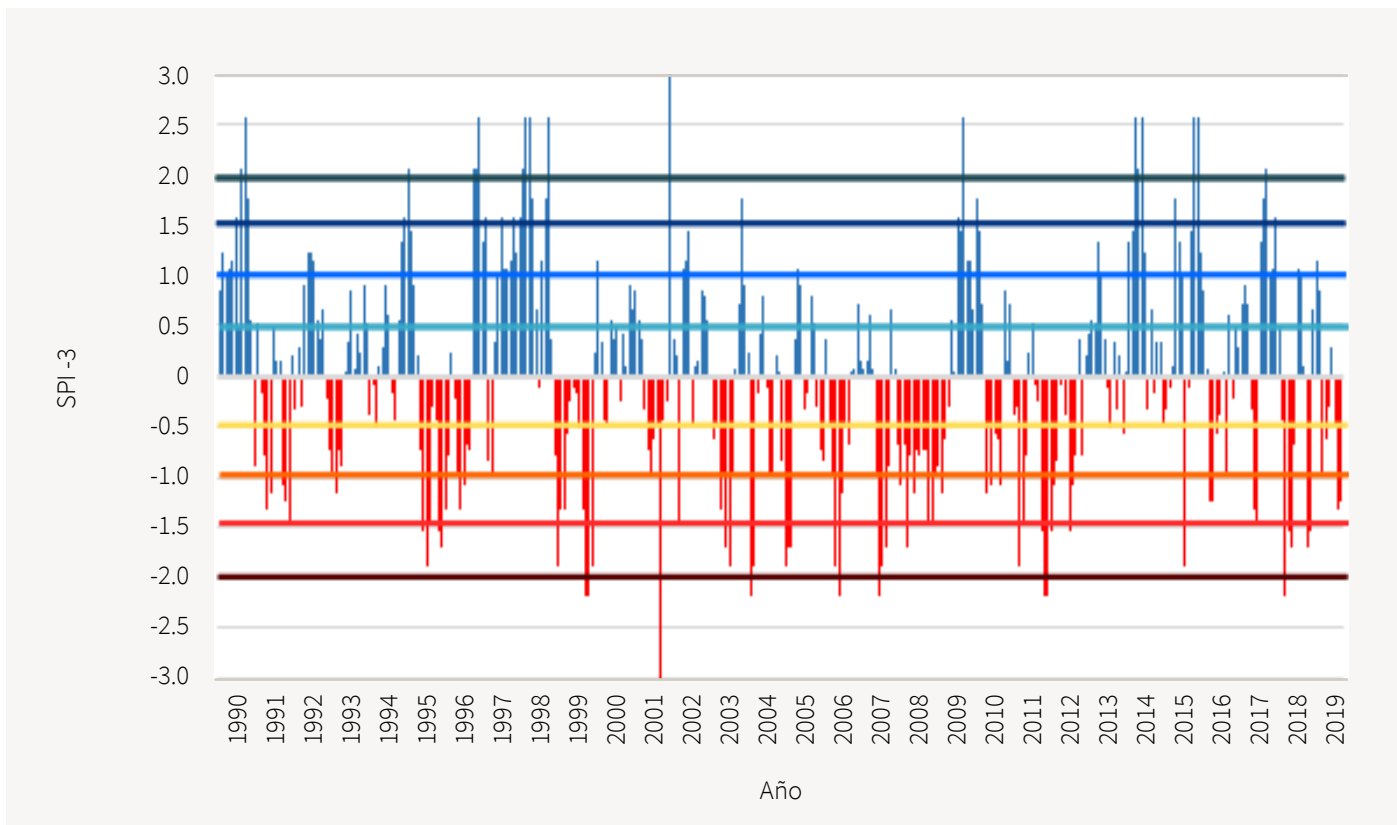
29 Svoboda, M. et al., Standardized Precipitation Index user guide. WMO-N° 1090, 24pp (2012).

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

31 Estado del Clima Paraguay 2019

año 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 periodo 1999-2009 en esta región³² (Zhang, 2016).

Gráfico 9. Comportamiento temporal del SPI-3 para el Aeropuerto Guaraní, Alto Paraná, las barras azules indican períodos húmedos y las barras rojas indican periodos secos. Las líneas horizontales remarcadas indican niveles de intensidad de SPI-3. Período 1990-2019.



Fuente: (Benítez, 2018)

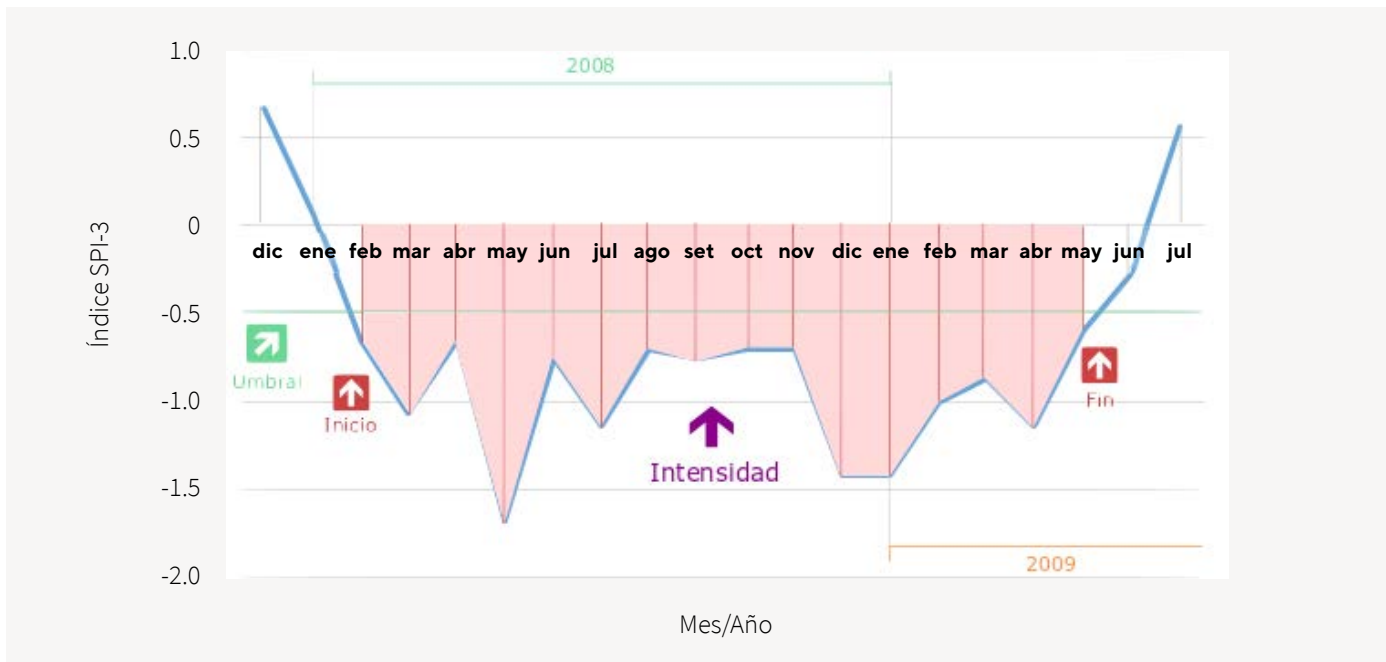
Seguidamente se analizarán 3 casos de sequías importantes ocurridas en este siglo XXI, que tuvieron un impacto negativo en el sector productivo del departamento de Alto Paraná, la del período 2008-2009, 2011-2012 y la del 2018-2019.

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 Alto Paraná. En el primero de ellos, con datos del Aeropuerto Guaraní, se muestra la sequía moderada ocurrida durante gran parte del año 2008, y luego de una breve pausa en la primavera de ese mismo año, se reinicia en el verano y se proyecta en el año 2009 con gran severidad, según el SPI ([Gráfico 10](#)).

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

Gráfico 10. **SPI-3³³** para el Aeropuerto Guaraní, Alto Paraná. Período 2008-2009.



Fuente: (Benítez, 2018).

Sequía 2011-2012

Esta fue una de las peores sequías soportadas en el Alto Paraná en una campaña agrícola; el déficit de precipitación se inició tempranamente en el mes de enero del año 2011, en mayo registró un fuerte déficit y continuó hasta julio, pero la más grave sequía ocurrió a finales de primavera del año 2011 y se prolongó durante el verano 2011-2012 hasta el mes de mayo del año 2012, coincidiendo con las elevadas temperaturas estivales y llegando a situaciones de sequía extrema que puso en situación difícil a los productores agrícolas por la imposibilidad climática de satisfacer la demanda de agua de sus cultivos, hubo un tercer momento seco entre agosto y noviembre del año 2012 (Gráfico 11). El año 2012 tuvo un récord de cantidades de olas de calor en el Aeropuerto Guaraní³⁴ y la temperatura de ese año fue una de las más altas de su historial climático.

Gráfico 11. **SPI-3³⁵** para el Aeropuerto Guaraní, Alto Paraná. Se pueden observar los 3 momentos de sequía del período 2011-2012, durante el verano del año 2012 la intensidad de la sequía llegó a ser extrema.



Fuente: (Benítez, 2018).

33 SPI de 3 meses
 34 Ver apartado de olas de calor
 35 SPI de 3 meses

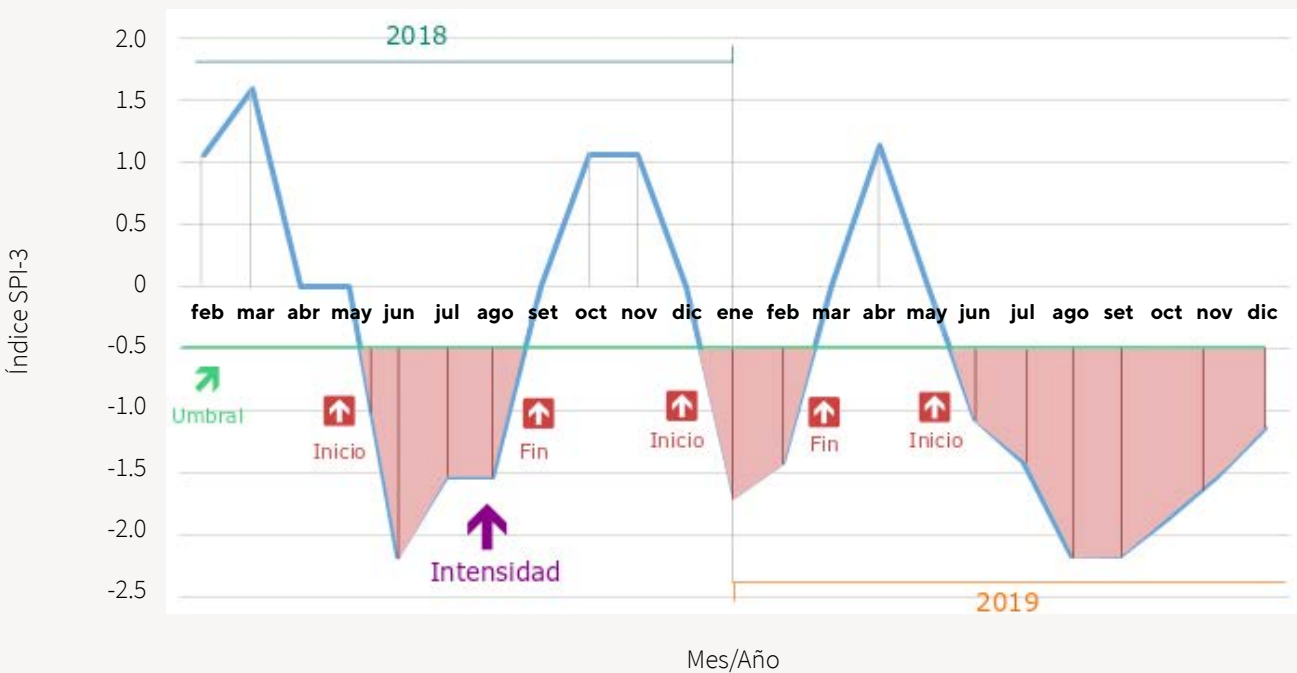


El año 2012 tuvo un récord de cantidades de olas de calor en el Aeropuerto Guaraní y la temperatura de ese año fue una de las más altas de su historial climático.

Sequía 2018-2019

Analizando otro caso de sequías, es particularmente importante por su magnitud e intensidad la sequía del período 2018-2019. Analizando datos del Aeropuerto Guaraní, se observa la escala temporal del SPI-3 dos periodos secos desde mayo del año 2018 hasta septiembre del año 2018, desde diciembre del año 2018 hasta marzo del año 2019 (ésta muy perjudicial para la agricultura) y desde junio del año 2019 hasta finales del mismo año (Gráfico 12), esta sequía fue clasificada por su intensidad como severa.

Gráfico 12. **SPI de 3 meses para el Aeropuerto Guaraní, Alto Paraná. Período 2018-2019.** La intensidad de la sequía llegó a ser extrema en el invierno del año 2018 y en la primavera del año 2019 (esta última muy prolongada).

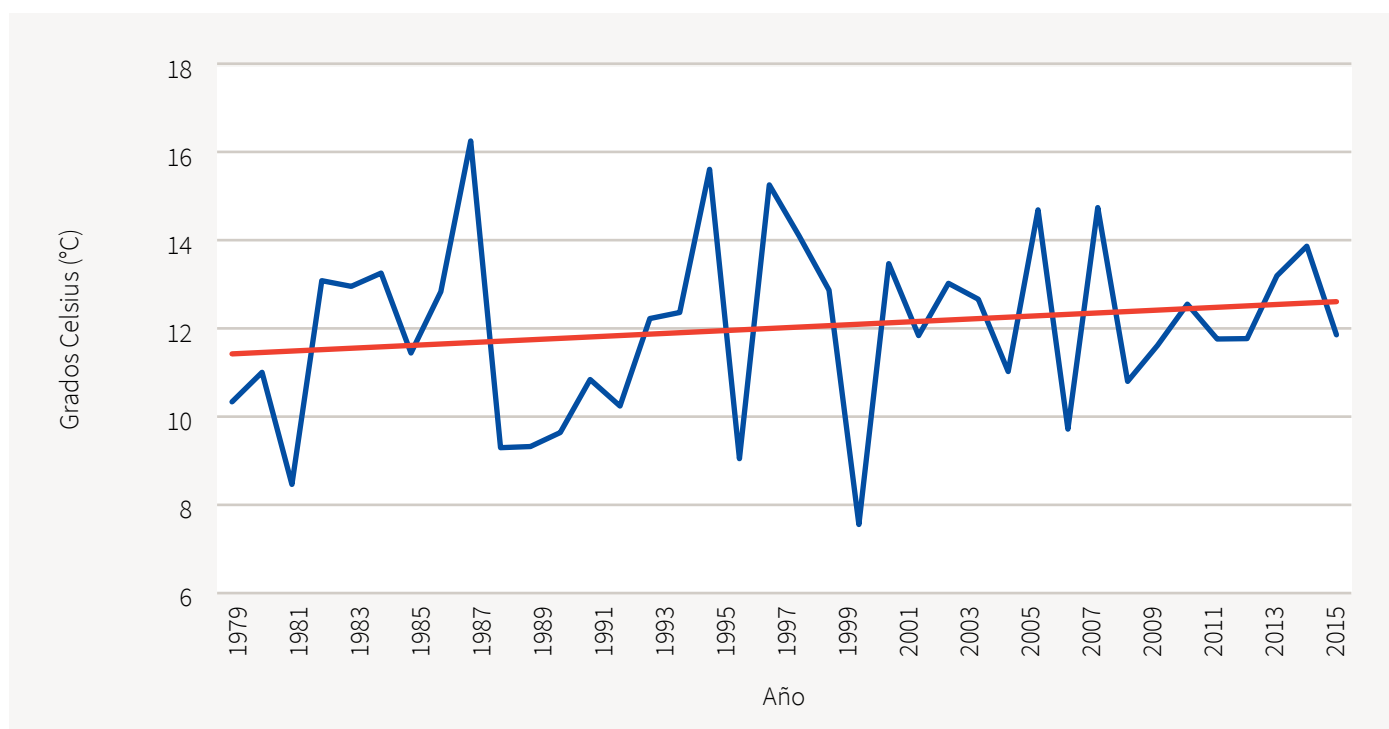


Fuente: (Benítez, 2018).

4.4. HELADAS³⁶

La temperatura está aumentando en el Alto Paraná, así como en todo el Paraguay y este calentamiento también afecta al aumento de las temperaturas máximas y mínimas. Como habíamos visto más arriba, julio es el mes más frío en el departamento y las temperaturas mínimas medias de este mes son un indicador del frío (Gráfico 13). Al aumentar la temperatura de julio, se reduce la ocurrencia de heladas.

Gráfico 13. **Temperatura media mínima del mes de julio (azul) y tendencia lineal (roja) en la estación Usina, Alto Paraná. Período 1979-2016.**



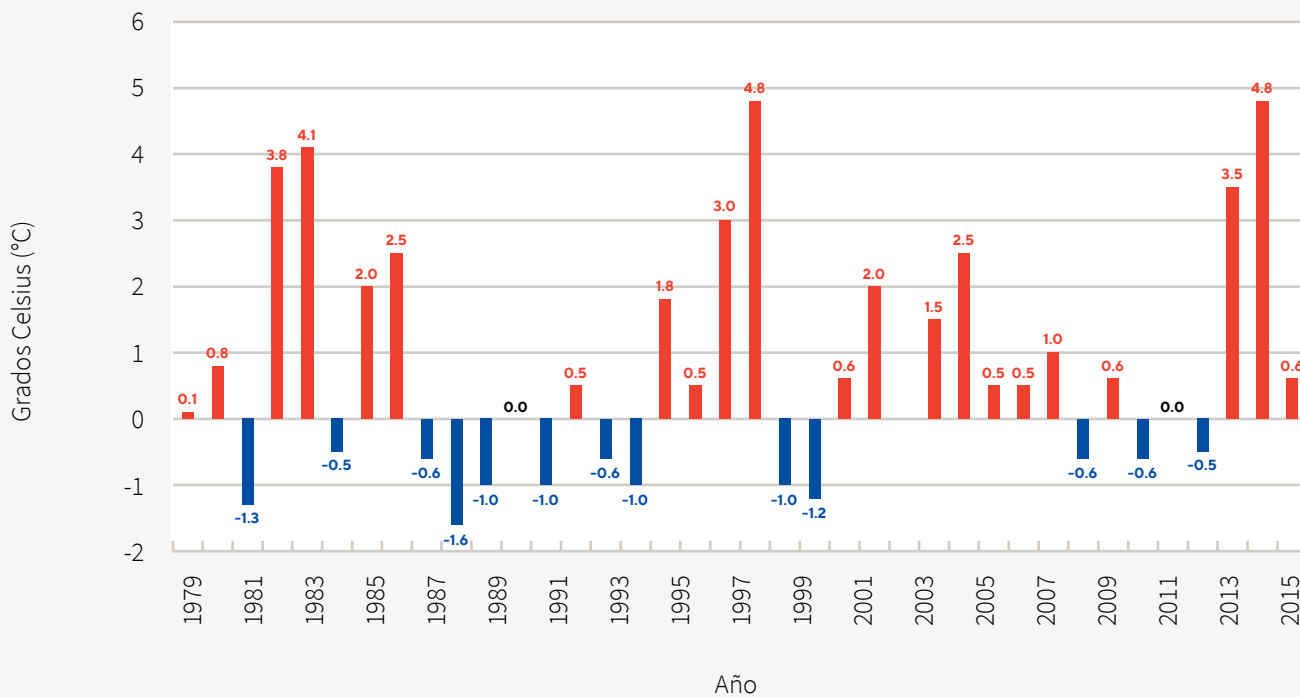
Fuente: IB. Elaboración propia.

Las temperaturas mínimas extremas anuales van aumentando (Gráfico 14). Recientemente, durante los años 2014 y 2015, se registraron temperaturas mínimas anuales muy altas (entre 3 y 5 °C). No obstante, en los últimos 20 años, la temperatura no bajó por debajo de -1 °C, hecho más frecuente en el siglo pasado (Gráfico 14), sin embargo, las temperaturas invernales continúan siendo de riesgo para la agricultura porque con frecuencia oscilan alrededor de 0 °C, y este valor de temperatura en casilla meteorológica es suficiente para generar heladas agronómicas³⁷.

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

37 Temperatura ≤ 0 °C tomada con un termómetro de mínima, a la intemperie y a 5 cm del suelo.

Gráfico 14. **Temperatura mínima extrema anual en la Estación Usina, Alto Paraná. Heladas meteorológicas (barra azul). Periodo 1979-2016.**



Fuente: IB. Elaboración Propia.

Las heladas en el departamento de Alto Paraná representan una peligrosidad *alta*³⁸ 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 representen un riesgo menor para la agricultura.

4.5. PRECIPITACIÓN

La variabilidad interanual de la precipitación en el departamento de Alto Paraná, 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 ENSO³⁹. 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 precipi-

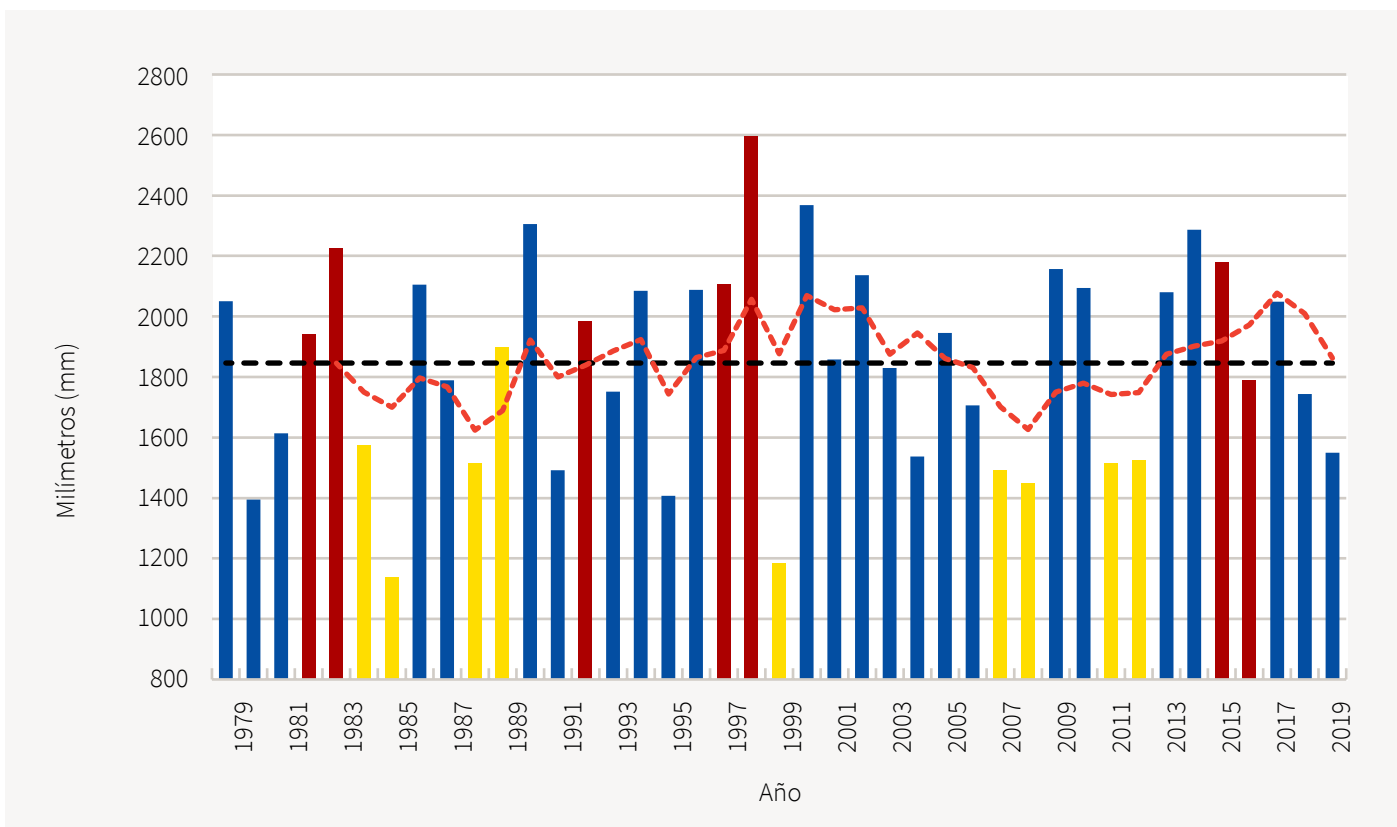
38 Secretaría de Emergencia Nacional. Atlas de Riesgos de Desastres de la República del Paraguay 2018

39 El Niño Oscilación del Sur (siglas en inglés)

taciones anuales por encima de la media acontecidas en la estación meteorológica de Usina en ese período (Gráfico 15). 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 superficial del océano Atlántico, entre otros, y que puede producir precipitaciones anuales significativamente anormales.

Observando el comportamiento de la precipitación anual en la estación meteorológica de Usina, en el periodo 1979-2019, se puede apreciar una tendencia positiva ligera o sea un aumento de la precipitación con los años (Gráfico 15), sin embargo, la longitud del registro meteorológico de esta estación meteorológica es corta para sacar conclusiones acerca de la tendencia con estos datos, no obstante en un estudio a nivel nacional se concluye un aumento de la precipitación anual, especialmente en la región húmeda del Paraguay⁴⁰.

Gráfico 15. Precipitación anual (barra), precipitación media anual (línea horizontal-1.846 mm) y media móvil de 5 años, en la estación meteorológica Usina, Alto Paraná. Barras color bordó indican años El Niño Fuerte y barras color amarillo años La Niña. Período 1979-2019.



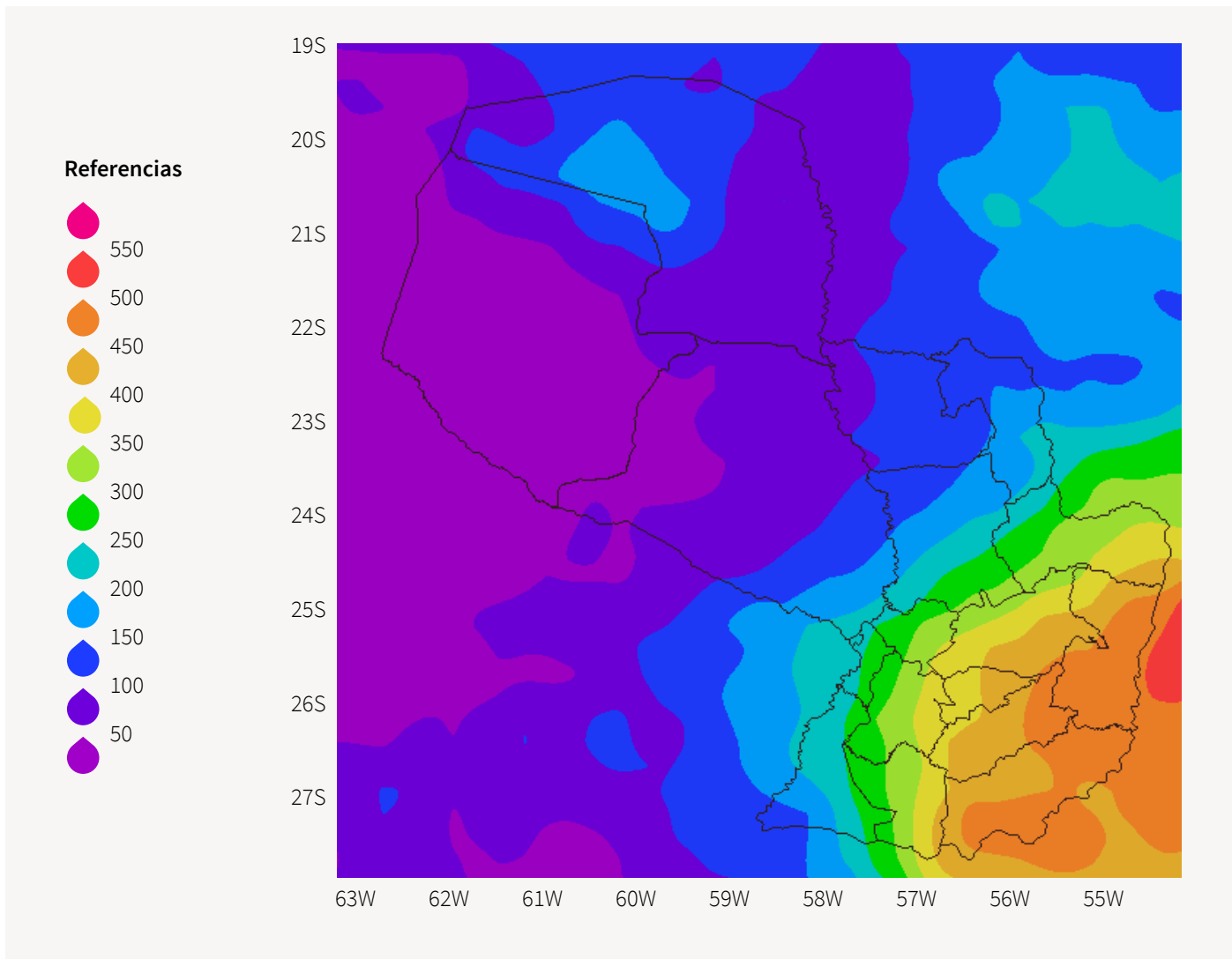
Fuente de datos: IB. Elaboración propia.

Precipitaciones intensas

Sistemas meteorológicos que producen importantes precipitaciones en corto tiempo ocurren en el Alto Paraná, 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 octubre del año 2017, cuando un núcleo de precipitación mensual

máxima se situó en el este y sureste de la Región Oriental, afectando principalmente a los departamentos de Alto Paraná, Caazapá (parte oriental) e Itapúa, con un máximo superior a los 450 mm (Figura 5), representando aproximadamente el 25 % de la precipitación anual de la zona o sea que este evento mensual representó la cuarta parte de la precipitación anual. Este evento extremo de precipitación produjo eventos hidrológicos extremos con desbordes de cauces hídricos, inundaciones urbanas, inundaciones de campos y perturbaciones en caminos vecinales.

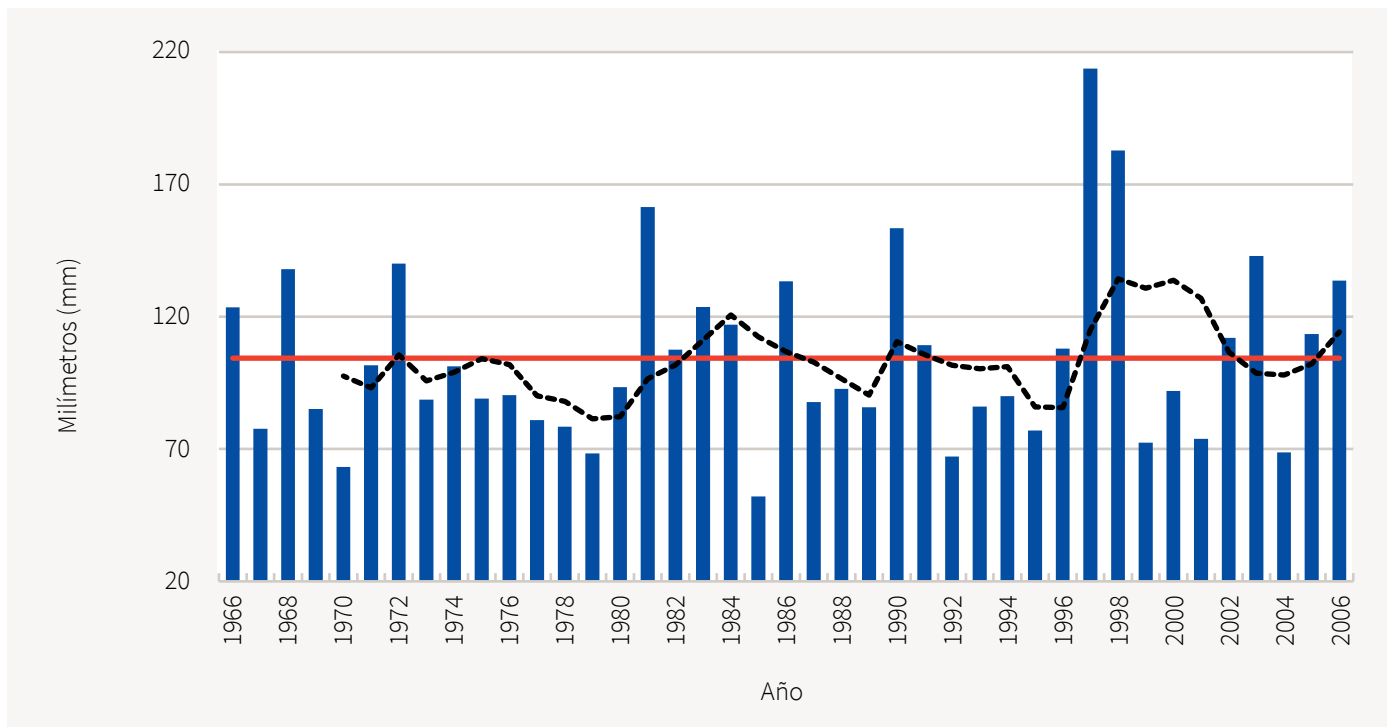
Figura 5. Precipitación total mensual del mes de octubre del año 2017 en el Paraguay. Obsérvese un núcleo de precipitación máxima que supera los 450 mm y cubre casi la totalidad del departamento de Alto Paraná. La paleta de colores de la derecha indican los rangos de precipitación en milímetros.



Fuente de datos: Satélite TRMM. Elaboración propia.

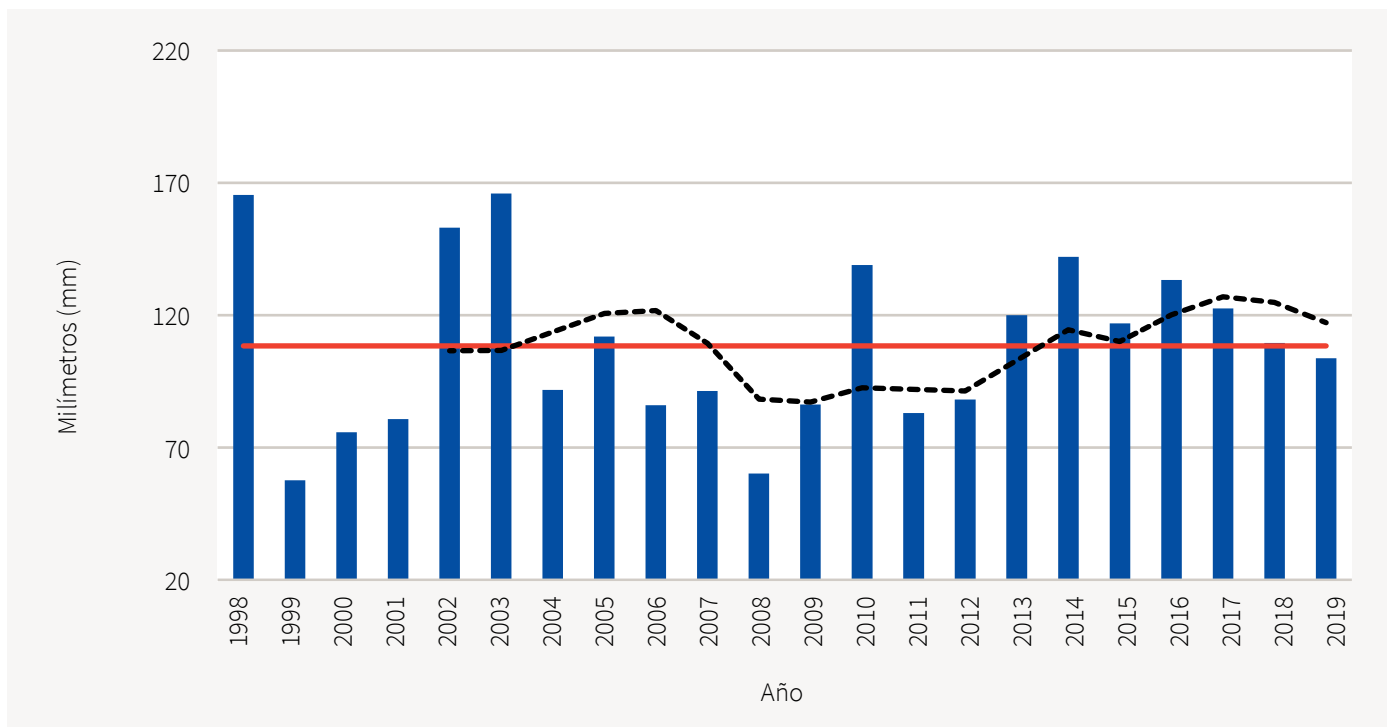
Según los datos meteorológicos de Ciudad del Este del período 1966-2006 (Gráfico 16) y Aeropuerto Guaraní en el período 1998-2019 (Gráfico 17) se observa que la variabilidad en el régimen de la precipitación diaria máxima anual es importante y que el promedio anual de este parámetro climático supera los 100 mm en ambas localidades, y este dato es muy relevante para valorar las precipitaciones diarias producidas por tormentas, si bien es cierto que la tendencia de este parámetro es ligeramente positiva, no se puede concluir en forma contundente, posiblemente con datos o series climáticas más prolongadas podamos tener mejores resultados.

Gráfico 16. Precipitación diaria máxima anual (barras azules), media móvil de 5 años (línea quebrada en negro) y precipitación diaria máxima media anual-104 mm (línea roja) en Ciudad del Este, Alto Paraná. Período 1966-2006.



Fuente: DINAC. Elaboración propia.

Gráfico 17. Precipitación diaria máxima anual (barras azules), media móvil de 5 años (línea quebrada en negro) y precipitación diaria máxima media anual-108 mm (línea roja) en el Aeropuerto Guarani, Alto Paraná. Período 1998-2019.



Fuente: DINAC. Elaboración propia.

5. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA



La población actual del departamento es de casi 820.000 habitantes, lo que representa el 11% de la población total del país. Así, este es el segundo departamento más poblado del país después de Central.

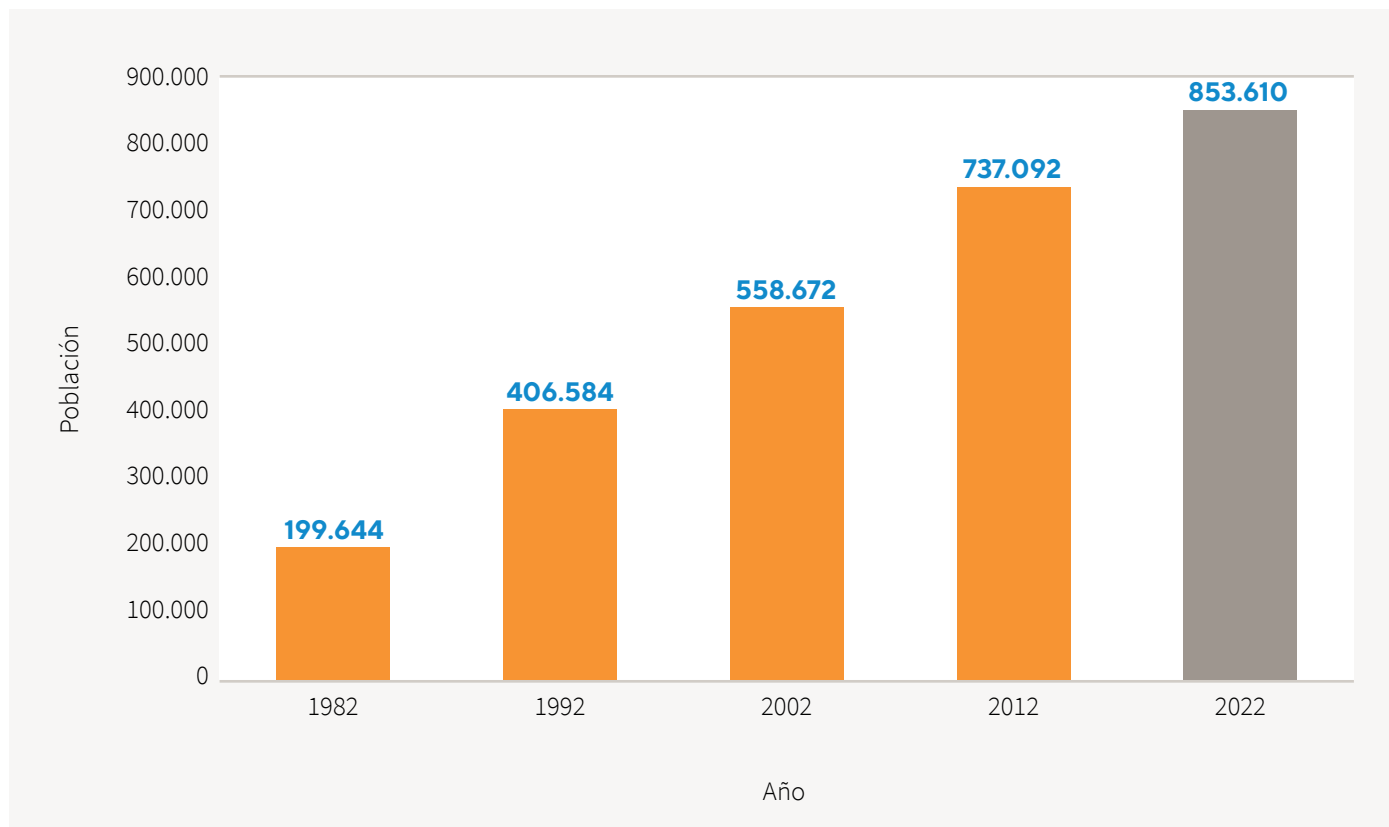
5.1. DEMOGRAFÍA

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 poblamiento de Alto Paraná se ha acelerado a partir de la década de 1970, no solo por ser una zona de colonización internacional, sino también por aprovechar el flujo poblacional que construyó la represa de Itaipú a inicios de la década de 1980 y, posteriormente, el surgimiento y consolidación de Ciudad del Este como plataforma comercial. Así, en 2017 el 72% de la población era urbana (DGEEC).

La población actual del departamento es de casi 820.000 habitantes, lo que representa el 11% de la población total del país en el 2018, según las proyecciones de población de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC). Así, este es el segundo departamento más poblado del país después de Central.

Desde 1992 hasta la actualidad la población ha crecido notablemente a razón de más de 15.000 habitantes por año, es decir experimentó un crecimiento de 99%. Se estima que para el 2022 alcanzará los 853.610 habitantes (Gráfico 18). La población se concentra en Ciudad del Este y sus alrededores, como resultado de un proceso urbanizador basado principalmente en el comercio de frontera. Sin embargo, el incremento de población generó a su vez un peso específico que tornó a la economía local e interna mucho más demandante de comercio y servicios.

Gráfico 18. Evolución de la Población de Alto Paraná hasta 2012 y proyecciones al 2022.



Fuente: DGEEC, 2016. Elaboración propia.

5.2. INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTES

Tampoco debe olvidarse que la temprana instalación de infraestructura vial de todo tiempo, asfaltado, en los ejes de mayor relevancia ha favorecido naturalmente el incremento poblacional proveniente de varios departamentos de menor dinamismo de la Región Oriental, siendo este un elemento clave para su desarrollo.

Según datos actualizados del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), el departamento de Alto Paraná cuenta con más de 10.000 kilómetros de caminos (Cuadro 4). Según la misma fuente, en 2019 la estructura vial departamental estaba compuesta principalmente por caminos no pavimentados que representaban el 92%, y siendo la red pavimentada el 8% (comprendida por caminos asfaltados, con tratamiento superficial, empedrados y empedrado combinado con ripio). Se observa claramente que los caminos de tierra son los predominantes con más del 90% (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 agropecuarios hacia los mercados

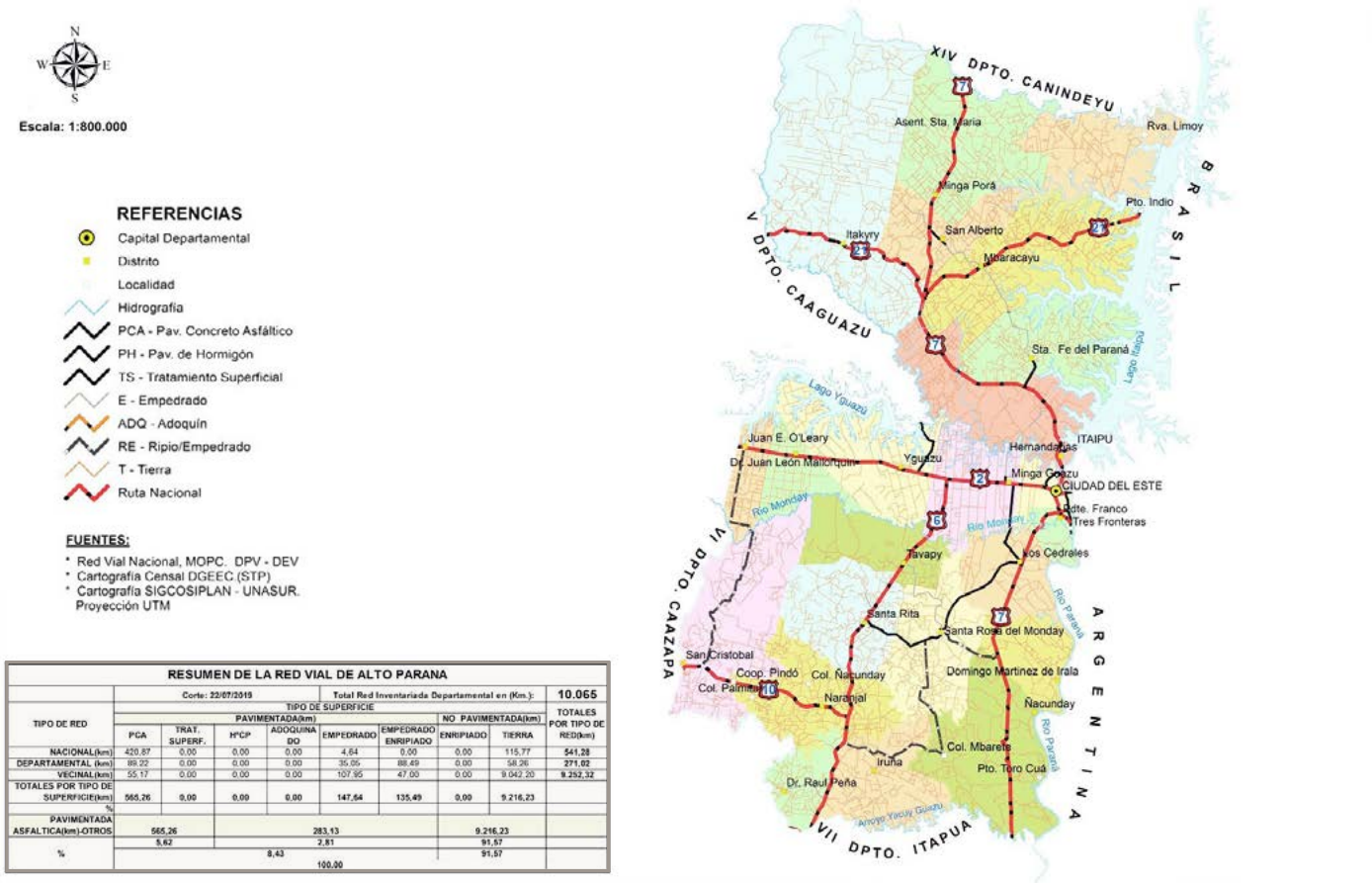
y exigiendo inversiones para su reconstrucción, que serán funcionales solo hasta la próxima precipitación intensa. Si este fenómeno también se presenta en otros departamentos, en Alto Paraná es más grave porque las precipitaciones son mayores que en el resto del país y por lo tanto, las vías de comunicación se encuentran más expuestas.

Cuadro 4. Tipo de superficie de los caminos de Alto Paraná (en kilómetros) en el año 2019.

ASFALTO	EMPEDRADO	EMPEDRADO RIPIO	TIERRA
565 km	148 km	135 km	9.216 km
TOTAL 10.064 km			

Fuente: MOPC, 2019.

Figura 6. Mapa de la red vial del departamento de Alto Paraná al año 2019.



Fuente: <https://www.mopc.gov.py/mopcweb/index.php?cID=779>

En cuanto a los transportes con que contaba la población del departamento de Alto Paraná en el 2019, los datos de la Dirección del Registro de Automotores indican que existe un total de 130.000 vehículos registrados, y permiten notar claramente que en el transcurso de siete años los autos y las motos han sido los vehículos que han experimentado crecimientos importantes. Estos contribuyen a la movilidad de los pobladores, quienes pueden trasladarse a los centros de consumo y empleo, entre otros, pero que, además, la utilización de estos estaría contribuyendo al incremento de los gases de efecto invernadero⁴¹.

5.3. EMPLEO, POBREZA E INGRESOS

El perfil joven de su población hace que Alto Paraná presente una gran cantidad de personas en edad de trabajar, alrededor de 643.635 personas, con una tasa de ocupación del 94,5%. 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, concentrados geográficamente en el centro urbano de Ciudad del Este.

Según datos del año 2018, el 68% de los empleos correspondían al sector terciario⁴², es decir alrededor de 260.000 puestos de trabajo. Además, cabe señalar que el resto de los empleos se distribuyen en proporciones similares entre los demás sectores (primarios y secundarios), lo que resulta destacable dada la importancia que la agricultura tiene para la economía a nivel departamental, incluso nacional. Esto se explica reconociendo las características de la agricultura predominante, la tecnificada, que produce volúmenes importantes requiriendo relativamente pocos empleos. No obstante, conviene señalar que la actividad agrícola demanda una serie de servicios que le sirven de soporte para su desarrollo; por tanto, de manera indirecta terminan generando empleo en el sector de comercio y en el de servicios.

Nótese que las actividades productivas y comerciales generan un dinamismo económico que se traduce en ingresos familiares mayores y en reducción de los niveles de pobreza. Sin embargo, a pesar de este escenario auspicioso, una buena parte de las actividades que generan ingresos se encuentran expuestas al cambio climático, por la vía de la agricultura, que estructura principalmente las zonas rurales, y que termina impactando en el comercio y los servicios que dependen de los niveles de producción agrícola.

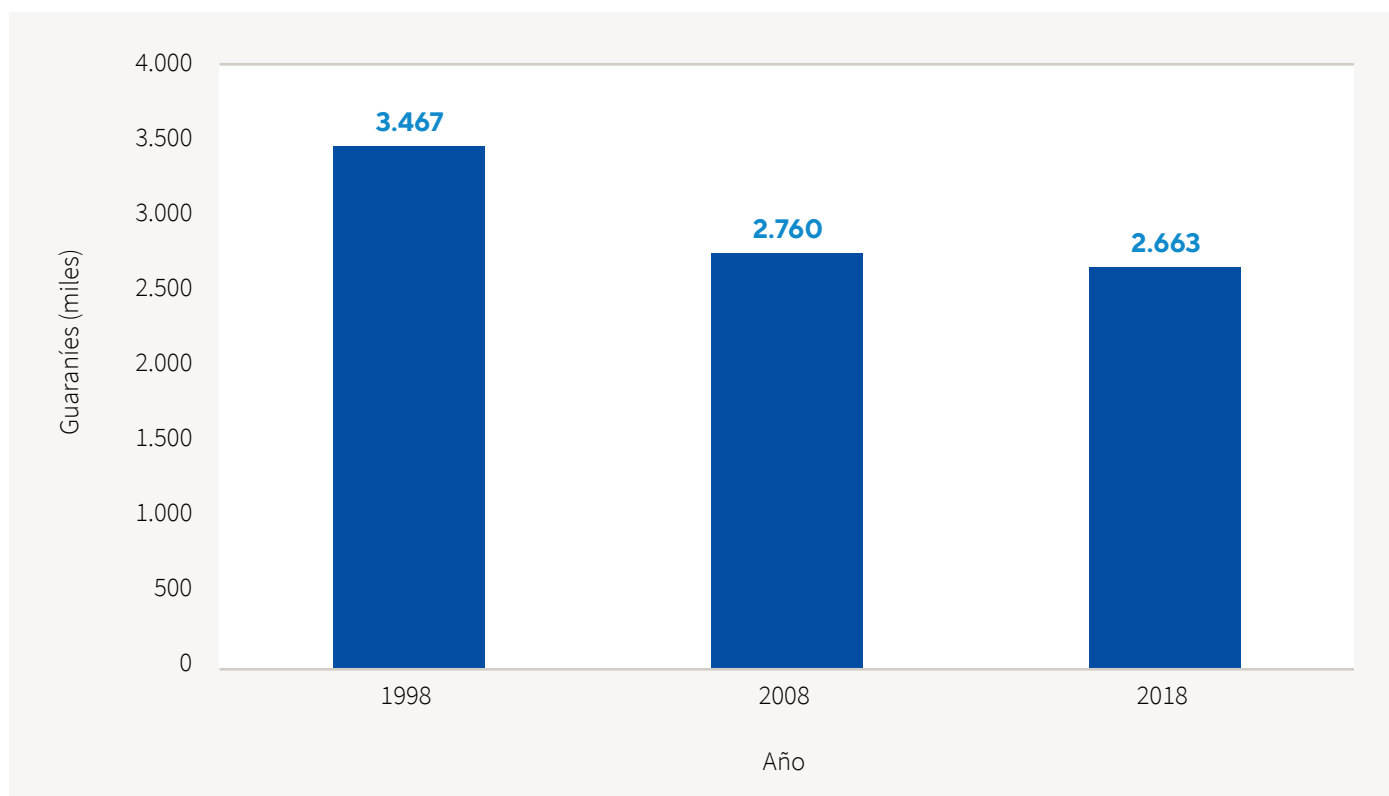
Con respecto a la evolución del promedio de ingreso laboral total de la ocupación principal de Alto Paraná, a partir de los datos disponibles se observa una reducción de 23% en los últimos veinte años en el sector comercial, influenciadas principalmente por los vaivenes del comercio dependiente de compradores brasileños (Gráfico 19). Una de las explicaciones a la reducción observada a inicios de la década del 2000 puede encontrarse en las mayores limitaciones al comercio fronterizo por parte de Brasil, así como a una menor capacidad de consumo de los turistas. De todas maneras, de forma comparativa, Alto Paraná presenta niveles de ingresos mayores al resto de los departamentos.

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

42 Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos

En efecto, su claro perfil comercial fronterizo, así como la correcta performance de la agricultura tecnificada de los últimos 10 años, han posibilitado que los ingresos rurales de la población crezcan no ya exclusivamente dependientes del comercio, sino con una mayor participación de la agricultura. Por otra parte, los salarios percibidos por las mujeres, históricamente inferiores a los de los hombres, también crecieron en los últimos años.

Gráfico 19. **Evolución del promedio de ingreso laboral (en miles de guaraníes) en la ocupación principal en Alto Paraná.**



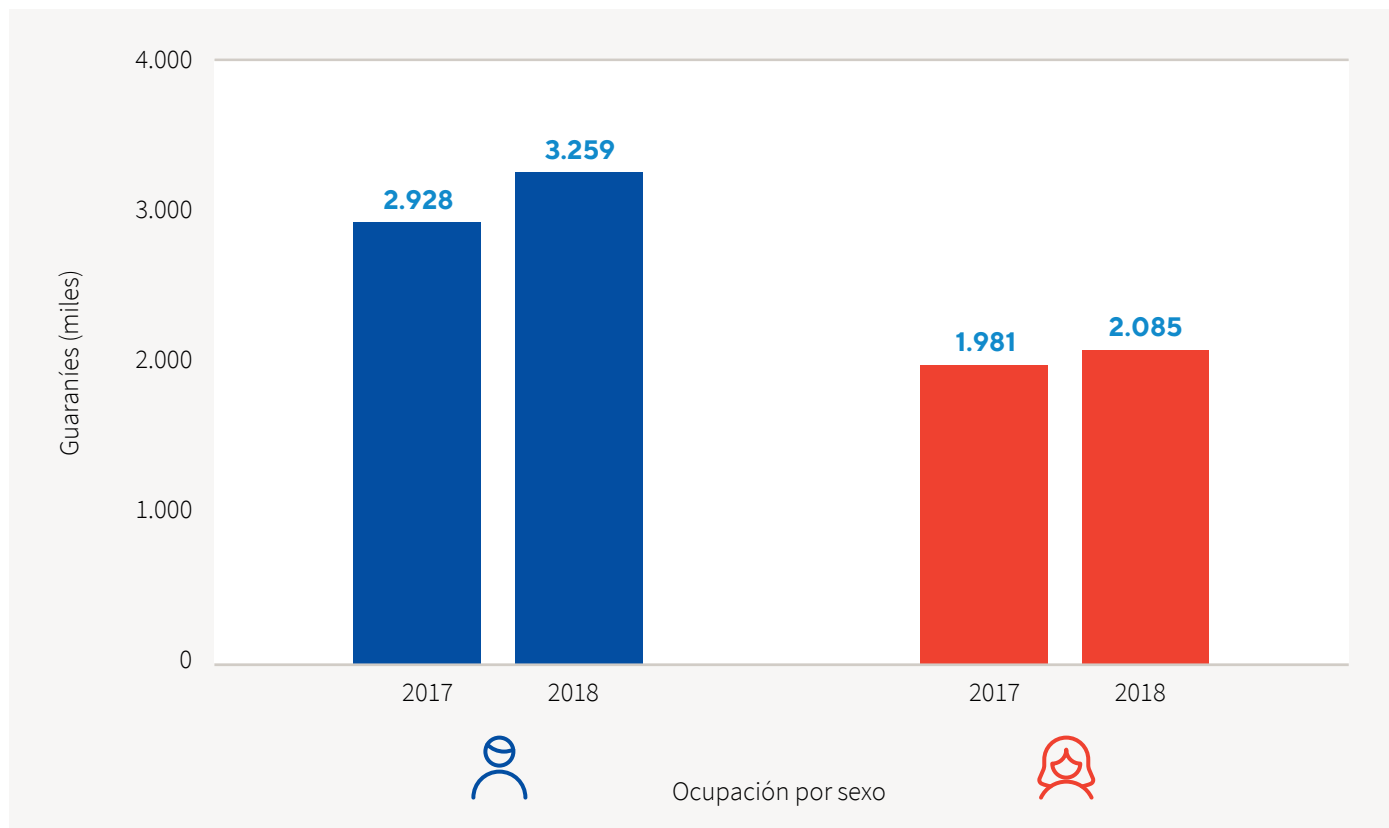
Fuente: DGEEC. Elaboración propia.

Según los datos de la DGEEC, el ingreso promedio por mes en el departamento de Alto Paraná creció levemente en un año (2017-2018) (8%) (Gráfico 20). Por otra parte, en cuanto a los ingresos por sexo se observa un comportamiento similar entre ellos; es decir, tanto los ingresos de los hombres como los de las mujeres aumentaron entre cinco y once por ciento, siendo el de los primeros superior.

Estas variaciones interanuales y entre sexos son bastante corrientes porque responden fundamentalmente a las condiciones económicas y políticas en los países limítrofes, afectando al comercio y a los servicios en las zonas urbanas. Por el lado de las zonas rurales, los ingresos también fluctúan por cuestiones climáticas, especialmente ante eventos de sequías y 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.

Como se había mencionado antes, la economía del departamento de Alto Paraná puede comprenderse a partir de dos grandes motores: la agricultura por un lado y, segundo, el sector comercial y de servicios.

Gráfico 20. Promedio de ingreso mensual (en miles de guaraníes) en la ocupación principal de la población de Alto Paraná entre los años 2017 y 2018.



Fuente: DGEEC, 2019. Elaboración propia.

5.4. PROGRAMAS SOCIALES

El departamento presenta bajos niveles de pobreza (21,2%) y desigualdad respecto al promedio nacional, siendo su índice de Gini⁴³ de 0,45. Sin embargo, alrededor de un quinto de su población se encuentra en situación de pobreza, es decir aproximadamente un total de 170.000 personas y además 26.000 en pobreza extrema. Esto señala que cerca de dos de cada diez habitantes en Alto Paraná son pobres o pobres extremos, siendo mayor el porcentaje en las zonas rurales. Esta situación se ve reflejada en la cantidad de beneficiarios de Programas Sociales del Estado, que se focalizan en población en situación de pobreza y pobreza extrema. Uno de los subsidios corresponde al programa Tekoporã, que está vigente desde el año 2005 y es administrado por la Secretaría de Acción Social (SAS) actualmente Ministerio de Desarrollo Social. Poco más de 11.500 beneficiarios existen en el departamento, es decir aproximadamente 1% de la población. El monto bimestral recibido por las familias es de aproximadamente 90 dólares.

43 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.

El otro subsidio conocido como la Ley de Adultos Mayores, otorgado mediante la Ley N° 3728/09 “Que establece el derecho a la pensión alimentaria para las personas adultas mayores en situación de pobreza”, está a cargo del Ministerio de Hacienda. La misma consiste en una pensión mensual no menor al 25% del salario mínimo vigente⁴⁴, y está dirigida a adultos mayores de 65 años y en situación de pobreza. Este programa dispone de un poco más de 1.500 beneficiarios en el departamento de Alto Paraná (Cuadro 5).

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 poco más de 13.000 personas en el departamento, con una inyección de casi seis millones de dólares anualmente, lo que resulta de suma importancia considerando que representa un ingreso seguro y no dependiente de factores climáticos.

Estas ayudas del Estado colaboran en reducir la vulnerabilidad al cambio climático, ya que se focalizan en las personas y las familias más expuestas a pérdidas de ingresos por eventos climáticos extremos.

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

Subsidio	Cantidad de beneficiarios	Importe anual
Programa Tekoporã	11.565	4.100.000 US\$
Ley de Adultos Mayores	1.533	1.600.000 US\$
TOTAL	13.098	5.700.000 US\$

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Hacienda.

5.5. ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN

El departamento de Alto Paraná presenta 3 sistemas productivos principales: la agricultura tecnificada, la agricultura familiar campesina y la ganadería para carne.

En términos de vulnerabilidad, para 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. Así, debido a que la soja tiene un mejor precio, las pérdidas de esta serán siempre mayores a la del maíz. Además, al tratarse de un cultivo de verano, la soja está mucho más expuesta a la sequía que el maíz. Existen tres sistemas productivos principales:

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

- **La Agricultura tecnificada:** se ubica mayormente en la porción este del departamento, los cultivos de soja y de maíz son afectadas principalmente por la sequía, mientras que el trigo es afectado por las heladas, pero en menor medida. Por la envergadura de las inversiones (semillas, insumos, silos, industrias, camiones, maquinaria agrícola) y el valor de la producción, así como por la participación en el PIB sectorial y nacional, este tipo de agricultura presenta una vulnerabilidad alta al cambio climático. Por ejemplo, asumiendo que el costo promedio de producción de soja es de 500 dólares por hectárea, los agricultores de Alto Paraná invierten anualmente un promedio de poco más de 945 millones de dólares.
- **La Agricultura familiar campesina:** se ubica principalmente en la porción oeste del departamento, es afectada tanto por la sequía como por las heladas, en los cultivos tradicionales de maíz, mandioca y poroto. Las hortalizas también forman parte de este esquema productivo. Las tormentas severas afectan a la producción hortícola (tomate y pimiento principalmente) así como a los animales menores, principalmente gallinas. Esta agricultura presenta una alta vulnerabilidad al cambio climático ya que este afecta de forma directa no solo a la capacidad de generar ingresos, sino sobre todo a la seguridad alimentaria, por la disminución de alimentos para el consumo familiar.
- **La 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 media al cambio climático.

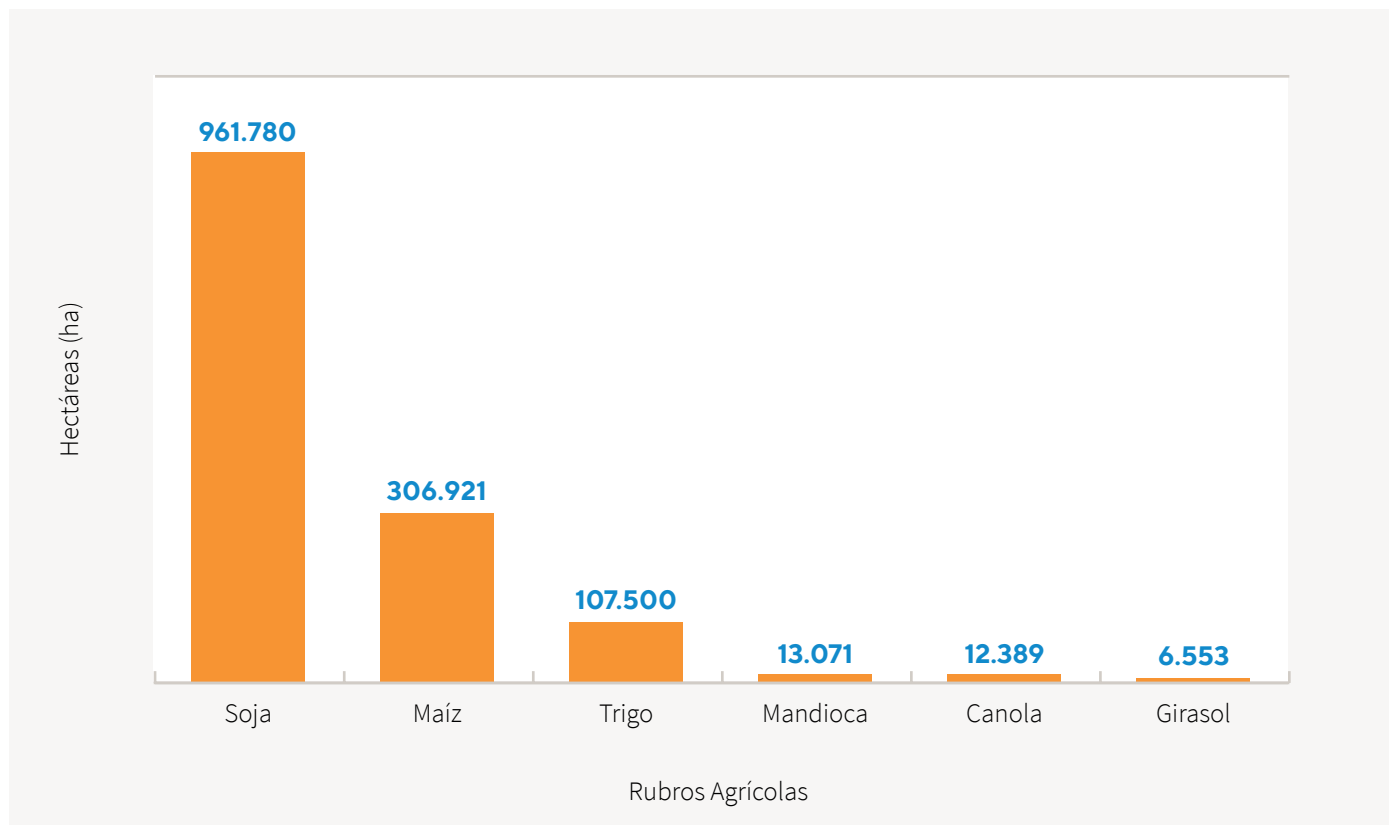
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Según publicaciones oficiales del Ministerio de Agricultura y Ganadería, la superficie cultivada en el año 2018 de los principales rubros de soja, maíz y trigo es de aproximadamente 962.000, 307.000, y 107.000 hectáreas al año respectivamente (Gráfico 21). Estos rubros vinculados directamente a la Agricultura Tecnificada revelan la importancia de la actividad agrícola en el departamento de Alto Paraná, siendo el principal la soja, al que complementan el maíz y el trigo bajo el esquema de rotación de cultivos. Debido a la envergadura de los cultivos y el volumen producido, así como los precios de los commodities (soja, maíz y trigo) una importante parte de los ingresos del departamento provienen de este sector. La agricultura tecnificada es responsable de generar los mayores ingresos agrícolas al departamento, aprovechando la combinación de elementos favorables a la producción.

Por su parte, la agricultura familiar campesina no tiene la misma relevancia que la tecnificada. En varios distritos existen agricultores familiares que se dedican a cultivar poroto, maní, maíz y mandioca, destinados casi exclusivamente al consumo familiar. Sin embargo, los muy bajos niveles de productividad impiden que los ingresos sean mayores, incluso si el mercado nacional demanda estos productos en volumen y diversidad. 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.

Los cultivos principales de la agricultura de este departamento son rubros de verano y por lo tanto tienen una alta sensibilidad a los eventos climáticos extremos, especialmente a la sequía, en el caso de los cultivos de soja, maíz, sésamo y mandioca.

Gráfico 21. Superficie de los principales cultivos de Alto Paraná (en hectáreas) en el año 2018.



Fuente: MAG, 2019. Elaboración propia.

El valor total anual de los principales rubros agrícolas de Alto Paraná ronda los 8,5 mil millones de guaraníes (alrededor de 1.400 millones de dólares) (Cuadro 6), considerando los rubros con mayor superficie en el departamento, con precios de mercado local de los rubros y tipo de cambio del Banco Central del Paraguay (BCP). El cultivo de soja presenta el mayor nivel de dinamismo productivo, seguido por el maíz, la mandioca y el trigo, siendo estos rubros lo que inyectan más del 90% de los ingresos económicos a este sector, sin contar con los demás eslabones de las cadenas productivas. En el caso de la soja, que tiene el mayor aporte anual, más de mil millones de dólares.

Cuadro 6. Rendimiento por hectárea, precio, producción y valor de la producción de los principales cultivos de Alto Paraná 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\$)
Soja	2.515	2.213.000	2.854.073	6.316.064	1.066
Maíz	5.282	988.000	1.621.192	1.601.738	270
Mandioca	9.299	1.250.000	270.336	337.920	57
Trigo	1.944	1.307.000	208.968	273.121	46
Canola	1.684	2.300.000	15.041	34.594	6
Girasol	1.214	1.433.000	11.034	15.812	3
Total				8.579.248	1.447

Fuente: MAG, 2019 y *Servicio de Información de Mercados Agropecuarios (SIMA). Elaboración propia.

Anteriormente la producción hortícola se destinaba al consumo familiar y, en algunos casos se lograba comercializar en Asunción, el principal centro de consumo. Sin embargo, actualmente cada centro urbano del departamento representa una demanda de tamaño significativo que debe ser atendida. Las mujeres, históricamente encargadas de la producción de subsistencia, han tomado el desafío de la comercialización en las ferias 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).

Cualquier evento climático que afecte este sistema productivo ocasionará impactos económicos y sociales de relevancia, ya que constituye la fuente de ingresos para una porción de recursos bajos y cercanos a los grupos de pobreza.

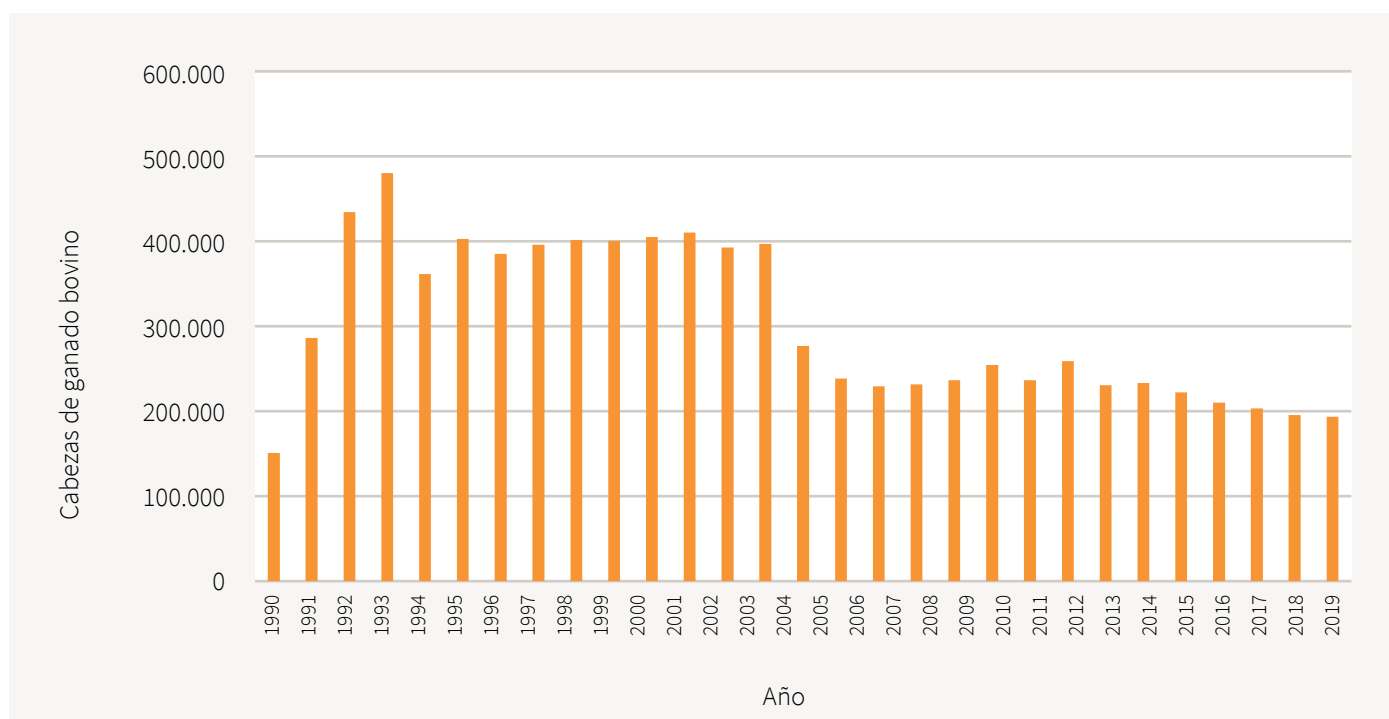
Una pérdida importante para este sector de la agricultura campesina se traduce en la menor disponibilidad de alimentos y por lo tanto un incremento de la pobreza e incluso de la pobreza extrema, en estos casos la existencia de programas sociales reduce el impacto.

PRODUCCIÓN PECUARIA

La producción de ganado bovino asciende a alrededor de 194.000 cabezas, teniendo poca relevancia a nivel nacional (1,4% del total del ganado bovino).

En el gráfico siguiente puede observarse la fuerte transición en el uso de la tierra. En un primer momento la ganadería crece y se expande para luego retroceder, reduciéndose a más de 50%, ante el avance de la agricultura tecnificada.

Gráfico 22. **Evolución de la población de ganado bovino en Alto Paraná.**



Fuente: SENACSA. Elaboración propia.

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. Este segmento productivo se ve impactado principalmente por la sequía, porque reduce la cantidad de agua de los pastos y por lo tanto disminuye la masa alimentaria para las vacas. En algunas zonas del departamento, la cría de ganado bovino se realiza para utilizar las zonas bajas y marginales que no tienen uso agrícola.

Por otra parte, con relación a la producción de animales menores (Cuadro 7), la de aves representa la de mayor volumen en el departamento, y a la vez corresponde a menos del 4% del total del país. Este nivel de producción se asocia principalmente al consumo local, donde estos productos satisfacen al mercado.

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

AVES	PORCINO	OVINO	CAPRINO	EQUINO
628.942	156.738	47.896	9.157	6.807

Fuente: SENACSA.

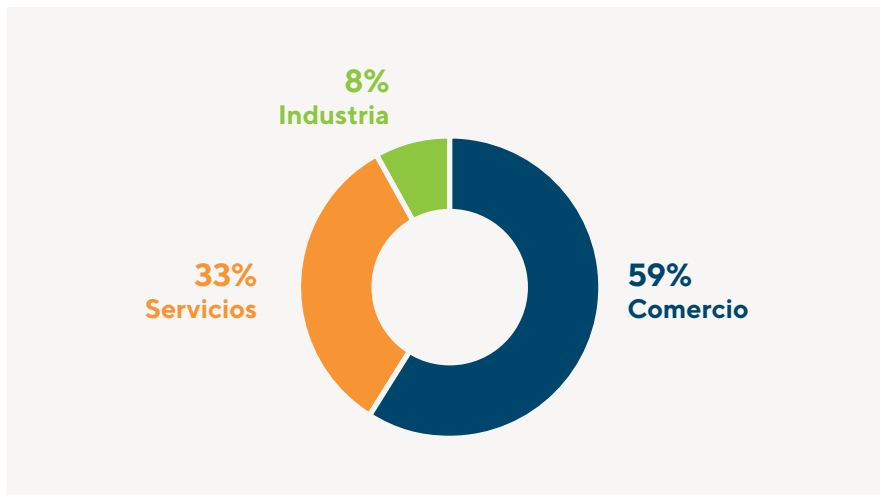
Este sector productivo muestra mayores niveles de vulnerabilidad en el grupo de la Agricultura familiar campesina, donde la cría de animales menores (gallinas y cerdos) son destinados principalmente al consumo familiar.

INDUSTRIAS, COMERCIOS Y SERVICIOS

Según el Censo Económico Nacional, en el departamento de Alto Paraná alrededor de seis de cada diez unidades productivas son comercios y un tercio servicios ([Gráfico 23](#)), de un total de 35.000 unidades económicas aproximadamente. Existen dos tipos de comercios. El primero es de informática, electrónicos, perfumes y otros productos destinados a venta a compradores brasileños y argentinos. Este comercio fronterizo se realiza fundamentalmente desde el centro de Ciudad del Este. Una rama asociada a este comercio es el informal, que se observa en los espacios públicos (vendedores ambulantes). Este sistema comercial es importante en términos económicos y de empleo, pero se restringe exclusivamente a un área muy limitada de dicha ciudad y por lo tanto no es vulnerable al cambio climático.

El otro sistema comercial está conformado por el conjunto de comercios tradicionales: alimentos, vestidos, zapatos, supermercados y una extensa lista que, a diferencia del comercio fronterizo de Ciudad del Este, se despliega en todo el departamento de forma equilibrada. Un sector comercial vulnerable al cambio climático es el de las cadenas de valor agrícola: comercios de venta de insumos, de materiales, de maquinaria, que se resiente de forma considerable luego de cada evento de sequía.

Gráfico 23. **Unidades económicas en Alto Paraná (en porcentaje) en el año 2010.**



Fuente: DGEEC, 2011. Elaboración propia.

Las industrias, el comercio y los servicios se concentran en las ciudades más pobladas y con mayor capacidad de atracción. Nítidamente sobresalen las ciudades de Ciudad del Este y sus alrededores, Presidente Franco, Hernandarias y Minga Guazú.

La distribución de las unidades económicas y del personal ocupado pueden observarse en el siguiente cuadro.

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

Distritos	Unidades económicas	Personal ocupado por sexo	Hombre	Mujer
Ciudad del Este	23.024	73.889	43.705	30.184
Presidente Franco	2.798	6.504	3.467	3.037
Hernandarias	2.639	8.927	5.491	3.436
Minga Guazú	2.460	8.586	5.679	2.907
Santa Rita	1.009	4.679	3.093	1.586
Juan E. O'Leary	712	1.826	1.117	709
Dr. Juan León Mallorquín	687	1.617	917	700
San Alberto	442	1.183	691	492
Yguazú	330	1.130	742	388
Itakyry	297	605	358	247
Los Cedrales	166	1.217	980	237
Naranja	165	704	481	223
Santa Rosa del Monday	164	607	388	219
Domingo Martínez de Irala	149	311	130	181
Minga Porá	135	318	226	92
Santa Fe del Paraná	100	328	202	126
San Cristóbal	95	458	319	139
Ñacunday	80	283	200	83
Iruña	77	202	121	81
Mbaracayú	22	66	50	16
Total Alto Paraná	35.551	113.440	68.357	45.083

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 Económico⁴⁵. No obstante, a continuación, se presenta una estimación calculada para el departamento de Alto Paraná 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%).

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

Cuadro 9. Valor económico de los sectores industria, comercio y servicio en el departamento de Alto Paraná 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	44.294.804.709	9.718.035	56.254.401.980	9.489.608,97
Industria	3.458.921.022	758.868,15	5.119.203.113	863.563,28
Servicios	4.342.324.666	952.682,02	6.122.677.779	1.032.840,38
Total	52.096.050.397	11.429.585,43	67.496.282.872	11.386.012,63

Fuente: varias. Elaboración propia.

De esta manera se asume que, en el departamento, estos sectores acompañaron el patrón de crecimiento experimentado a nivel nacional, también caracterizado por la irrupción acelerada de los sectores de comercio y servicios, fundamentalmente del sector comercial. Por último, el sector financiero ha experimentado una expansión en la última década, expresada en la cantidad de bancos. Actualmente operan 22 instituciones financieras, con 78 sucursales en las ciudades más importantes y poco más de 350 corresponsales no bancarios, que amplían las operaciones financieras, mientras que hace una década solo operaba una cantidad ínfima con una variedad de servicios financieros muy limitada.

Las ciudades mejor servidas y con mayor oferta son Ciudad del Este, Hernandarias, Minga Guazú y Presidente Franco, aunque el resto de las ciudades también disponen de acceso a los servicios financieros. Según los Indicadores y Datos de Bancarización del Banco Central del Paraguay, en el departamento de Alto Paraná existen más de 312.000 cuentas bancarias y, al primer trimestre de 2020, los depósitos de dinero en distintas modalidades ascienden a más de 1.400 millones de dólares.

45 Censo Económico Nacional de 2011

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, para algunos sectores, como el del maíz y la soja –que sí disponen de información– y los daños por efectos climáticos son elevados.

En la última década, el impacto del cambio climático en el departamento de Alto Paraná ha sido causado principalmente por sequías, como la ocurrida en el verano 2008-2009, cuando todo el país se vio afectado. Este evento significó para Paraguay una pérdida por exportaciones de soja de aproximadamente 1.000 millones de dólares, de los 9.000 millones de dólares que el país exporta anualmente en promedio, incluyendo los granos y sus derivados. De este monto total, la participación de Alto Paraná en la caída ha sido aproximadamente⁴⁶ de 281 millones de dólares, es decir casi el 30%. A este monto deben agregarse las pérdidas de los rubros menores del departamento, que no pueden ser contabilizadas con exactitud, por insuficiencia de datos.

En esta sección se integran los apartados climáticos y económicos de forma de identificar y cuantificar los impactos del cambio climático sobre la estructura económica del departamento de Alto Paraná. La metodología del cálculo consistió en comparar la producción de cada rubro del departamento de Alto Paraná 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.

46 Según estimaciones de disminución de la producción realizadas a partir de los datos departamentales de producción del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Cuadro 10. **Pérdidas en cultivos de soja, según eventos de sequía, en el departamento de Alto Paraná.**

Fuente: Ministerio de Agricultura y CAPECO.

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de SOJA en Alto Paraná (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2008 - 2009	768.684	281.078.772
Sequía	2011 - 2012	1.179.090	629.801.023
TOTAL		1.947.774	910.879.795

Elaboración propia.

Cuadro 11. **Pérdidas en cultivos de maíz, según eventos de sequía, en el departamento de Alto Paraná.**

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería y CAPECO.

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de MAÍZ en Alto Paraná (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2008 - 2009	199.323	29.743.164
Sequía	2011 - 2012	71.483	19.303.416
TOTAL		270.806	49.046.581

Elaboración propia.

En la última década y media, las sequías han significado pérdidas por casi 960 millones de dólares en el departamento de Alto Paraná, basado en un conjunto de cálculos y estimaciones a partir de datos estadísticos y observaciones de varias fuentes, solamente en los rubros de soja y maíz. (Cuadros 10 y 11).

Cuadro 12. **Pérdidas en cultivos de maíz y soja durante la sequía ocurrida en los años 2009 y 2012.**

Cultivo	2009	2012
Soja	281.078.772	629.801.023
Maíz	29.743.164	19.303.416
TOTAL	310.821.936	649.104.439

Elaboración propia.

Estas pérdidas están calculadas sobre los ingresos que dejaron de percibir los agricultores, pero si se incorporan los impactos de la disminución de la producción sobre los demás eslabones de la cadena, la cifra sería mayor. 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 soja y maíz, 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. El Banco Central del Paraguay ha emitido resoluciones específicas para aliviar esta situación.

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

EN LA SITUACIÓN SOCIAL

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

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

Debido a que este departamento presenta una topografía con muchas ondulaciones 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 acarrea tienen impacto directo y residual en los ingresos de los agricultores.

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

En Ciudad del Este existen asentamientos precarios ubicados en la proximidad del cauce del río Paraná. En épocas de crecida del río Paraná, varias familias deben ser reasentadas en otras zonas hasta que las aguas desciendan.

EN LAS FINANZAS

En el sistema financiero, la repercusión de las pérdidas productivas, especialmente agrícolas, por eventos de cambio climático, no solo afectan a los productores, sino que también 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, en promedio, alrededor de 3.000 millones de dólares, aproximadamente 1.000 dólares por hectárea. En el departamento de Alto Paraná se cultivan 949.000 hectáreas de soja, dando un total de 949 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, como las que afectaron al departamento en 2008-2009 y 2011-2012. El Banco Central del Paraguay, mediante medidas transitorias, permite alivianar 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 Alto Paraná, y nacional. Esto es aún más importante y significativo para los bancos especializados en cartera agrícola.

Según entrevistas a representantes del sector comercial y de servicios, estos son afectados por el cambio climático como prolongación de los impactos negativos al sector agrícola. De esta forma, cuando la principal fuente de ingresos se resiente, la agricultura, los actores restringen el consumo de bienes y de servicios.

Por el lado de los empleos del sector comercio y servicios, fuera del esquema comercial de frontera (Ciudad del Este), estos se resienten como resultado de la disminución de la demanda agregada cada vez que disminuyen o dejan de inyectarse los recursos provenientes del principal motor económico del departamento, la agricultura tecnificada.

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 Alto Paraná. En primer lugar, deben ser desarrolladas las estrategias para atenuar el impacto de los eventos climáticos extremos, como la sequía, que presenta impactos regionales de gran relevancia económica, pero también las tormentas severas que, aunque puntuales en términos de área afectada, pueden provocar cuantiosas pérdidas económicas. Por último la municipalidad de Ciudad del Este podría implementar una solución estructural a la población que reside en la proximidad del río para evitar los desplazamientos en periodos de crecida del mismo.

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

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

SEQUÍA	HELADAS	TORMENTA SEVERA
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 Alto Paraná. La agricultura y la ganadería son las actividades más expuestas al cambio climático, ya que los cultivos y la cría de animales se realizan siguiendo el ciclo natural, sin disponer de infraestructura y capacidad para responder de forma rápida, eficiente y resiliente a los eventos climáticos extremos. La dependencia de las precipitaciones y la alta vulnerabilidad a la sequía y a las tormentas severas de la última década han impactado negativamente en la economía y en las condiciones sociales del departamento.

Los agricultores tecnificados tuvieron pérdidas de más de 640 millones de dólares en la última sequía (2011-2012), sin contar con otras pérdidas por sequías de menor intensidad, sobre las cuales se carecen de datos consolidados.

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 trigo por algún evento climático no afecta solo al productor, sino también a la industria que no dispondrá de materia prima en la cantidad necesaria y por lo tanto disminuirá su producción. Esta caída se traslada sistemáticamente al sistema comercial y de servicios 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 10 y el 20% de las pérdidas del sector agrícola, hubiesen terminado en los sectores de comercio y servicios.

Por el lado de los agricultores familiares campesinos, la vulnerabilidad climática se combina con una situación socioeconómica precaria que si se alinean pueden incrementar el nivel de pobreza de la población rural y por lo tanto demandar mayor cantidad de recursos financieros para hacer frente a programas sociales de contención de la pobreza como Tekoporã y Adultos Mayores. En términos sociales la ecuación entre precariedad social, baja producción agrícola destinada al consumo y eventos climáticos extremos se resuelve en un incremento de las desigualdades y mayor fragmentación social. Por ejemplo, los programas sociales atienden a más de 13.000 personas en situación de vulnerabilidad social, requieren una inversión anual de 5,7 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 Estadística, Encuestas y Censos, 2013. Censo Económico Nacional de 2011. Paraguay Resultados Finales.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 2020. Encuesta Permanente de Hogares Continua, 2019. Asunción, Paraguay.

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

Dirección General de Estadística, 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 Paraguay 2019.

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

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 Estadísticas. 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

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

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

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

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

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

Resolución SEAM N° 614/13.

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

Secretaría de Emergencia 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.

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

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

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

Vázquez, 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.

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

Vázquez, F. 2019. La transformación territorial del Paraguay en democracia. El Lector, 2019, Asunción.

Vázquez, F. 2019. La transformación territorial del Paraguay en democracia, Asunción, El Lector.

Abc Color, Ed. 2019. 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. Delworth, 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 ALTO PARANÁ**