



TEKOHA HA
AKÁRAPUÁ KATUIRÁ
Motenondcha
Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE



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

Fundación
Avina

TETÃ REKUÁI
GOBIERNO NACIONAL

EVIDENCIAS CIENTÍFICAS E IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EN EL DEPARTAMENTO DE
CAAGUAZÚ

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 Caaguazú. MADES-STP. Asunción, Paraguay.



TEKOHA HA
AKÁRAPUÁ 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 CAAGUAZÚ

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 Caaguazú* 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	17
3.2. Heladas	19
3.3. Precipitación	20
3.4. Tormentas	22
4. Evidencias científicas del cambio climático	23
4.1. Temperatura	23
4.2. Olas de calor	25
4.3. Sequías	27
4.4. Heladas	30
4.5. Precipitación	33
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	40
5.5. Economía y producción	41
6. Impactos Económicos del Cambio Climático	49
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Bibliografía	55

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AMV	Variabilidad Multidecadal del Atlántico, siglas en inglés
°C	Grado Celsius
BCP	Banco Central del Paraguay
CAH	Crédito Agrícola de Habilitación
CAPECO	Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas
DGEEC	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos
DINAC	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
ENOS	El Niño Oscilación del Sur
EPHC	Encuesta Permanente de Hogares Continua
FECOPROD	Federación de Cooperativas de la Producción
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
LI	Líneas de inestabilidad
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PIB	Producto Interno Bruto
SAS	Secretaría de Acción Social
SAT	Sistema de Alerta Temprana
SCM	Sistemas Convectivos de Mesoescala
SEN	Secretaría de Emergencia Nacional
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 y del Desarrollo Económico y Social
TUC	Tiempo Universal Coordinado
UGP	Unión de Gremios de la Producción
UNOPS	Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos

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 Caaguazú en los últimos 30 años (1990-2019), uno de los resultados concluye que la temperatura media anual se encuentra en aumento y que el año 2019 fue el más caliente del departamento de Caaguazú, donde en su estación meteorológica de Cnel. Oviedo se registró un récord de 23,6 °C superando cualquier valor de años anteriores. Este calentamiento también se refleja en las temperaturas promedios de 10 años con décadas sucesivamente más calientes mostrando una tendencia positiva. Entre los eventos extremos se observa un incremento sustancial de las olas de calor, especialmente en la última década, las heladas están disminuyendo en intensidad y frecuencia, pero aun así continúan causando daño a la agricultura; las sequías y tormentas han sido particularmente intensas en el presente siglo.

La población del departamento es de más de 560.000 habitantes, con un mayor porcentaje de población rural. Su nivel de pobreza es bastante más elevado que el promedio nacional, llegando a 36,5% de la población. Para responder a esta problemática, los programas sociales de Tekoporã y Adultos Mayores atienden a casi 45.000 beneficiarios. La economía del departamento se distribuye entre una agricultura tecnificada, una agricultura familiar campesina, el sector lácteo y una ganadería para carne. Los cultivos más importantes son la soja, el maíz, trigo, el sésamo y la mandioca. La ganadería complementa a la agricultura con más de 550.000 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, 2012 y 2019, los cultivos de soja y maíz experimentaron pérdidas por más de 520 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 during the last 30 years on the Caaguazú department (1990-2019). The latest results in 2019, conclude that the region average of the annual temperature reached its highest level, with a record of 23,6° Celsius, being the warmest year since its monitoring started. Registered in his meteorological station of Coronel Oviedo. This level of warming, is also reflected on the average temperature of the last 10 years, showing an increasing positive trend.

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

The current population is 560.000 people, with a large percentage of rural citizens. The level of poverty is far more elevated than the national average, with a rate of 36,5%. To solve this problem, the government launches social programs called “Tekopora” and “Adultos Mayores” to look after 45.000 beneficiaries.

The economy of the department is allocated between a technical agriculture, a familiar agriculture, dairy cattle and cattle breeding. The farming includes soybean, corn, wheat, sesame, and cassava “mandioca”. The cattle breeding achieves an important value adding to the sector of agriculture 550.000 heads

Climate change hits first the agriculture of the region. Due the droughts, in 2009, 2012 and in 2019, the grow of soybean and corn experienced losses for more than US\$ 520 millions.

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

INTRODUCCIÓN

La República del Paraguay posee una economía bastante dependiente de la agricultura y de la ganadería, condición que la hace altamente vulnerable a las condiciones 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 Caaguazú 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 Caaguazú, que forma parte de un estudio que contempla el “Estado del Clima Paraguay 2019” y otros estudios climáticos y económicos, como éste, para los departamentos de Alto Paraná, Cordillera, Guairá, San Pedro y Paraguarí.

Se describen las características climáticas del departamento, en términos de temperaturas medias y extremas, y precipitación total mensual y extremas del período 1990-2019 (30 años), de una manera sintética, pero concisa. Se presentan claramente los principales efectos del cambio climático en el departamento, en el período de estudio 1990-2019, con datos de la estación meteorológica de Coronel Oviedo (datos locales), donde son observados los cambios en los patrones de la temperatura y precipitación, como así también fenómenos climáticos como olas de calor, sequías, tormentas severas e inundaciones.

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 Caaguazú son principalmente del sector primario (agricultura y ganadería), la industria y el comercio están ligados al sector primario (agricultura y ganadería) y por lo tanto también se encuentran afectados por el cambio climático.

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

2 Ley 251/93.

3 Ley 5681/16.

MARCO METODOLÓGICO

El estudio climático se inicia con una reunión con el staff directivo y técnico de la Dirección Nacional de Meteorología e Hidrología (DMH) de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC), a fin de informar acerca el 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 planilla electrónicas Excel, también fueron solicitados los metadatos 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*⁴. Para los análisis de impactos físicos del cambio climático se utilizó el período *normal climatológico estándar*⁵ 1961-1990 (OMM, 2019), salvo que el mismo no esté disponible para el departamento, por falta de datos meteorológicos históricos.

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

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

Para la caracterización climática se utilizó la temperatura media calculada como un promedio de 4 horarios fijos de observación meteorológica (00, 09, 12, y 18 UTC⁶), 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 agronómicas⁸.

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 Salud y Calidad 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.

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

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

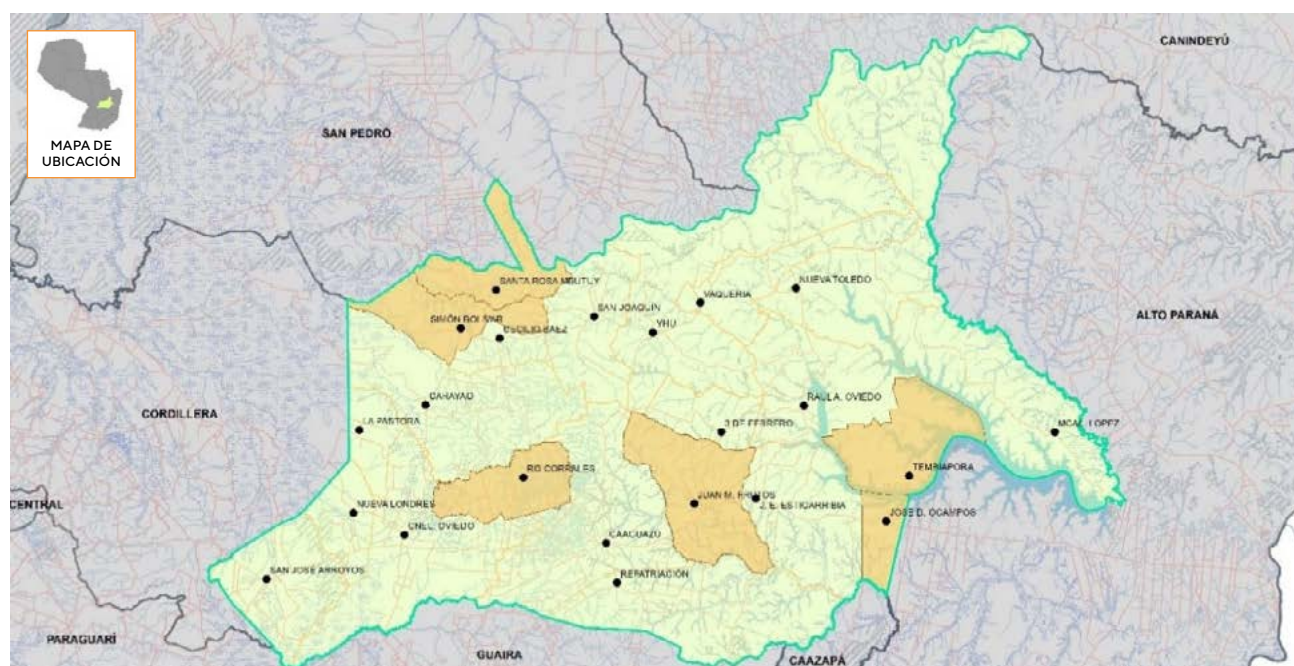
8 Ocurre cuando la temperatura del aire llega a ser igual o menor a 0 °C registrado por termómetro ubicado a la intemperie y a 5 cm sobre el nivel del suelo.

1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Caaguazú⁹ es uno de los 17 departamentos que, junto con Asunción, distrito capital, forman la República del Paraguay. Este departamento ocupa una posición central en la Región Oriental, entre los paralelos 24° 30' y 25° 50' de latitud sur y los meridianos 55° 00' y 56° 45' de longitud oeste. Los departamentos que lo limitan son: al norte San Pedro y Canindeyú, al oeste Cordillera, al sur Paraguairí, Guairá y Caazapá y al este Alto Paraná.

El departamento de Caaguazú tiene una superficie total de 11.474 km² que representa el 7,2% de la Región Oriental y el 2,8% del país y está integrado por 22 distritos que son los siguientes: Coronel Oviedo, 3 de Febrero, Caaguazú, Carayaó, Dr. Cecilio Báez, Dr. Juan Eulogio Estigarribia, La Pastora, Mariscal Francisco Solano López, Nueva Londres, Nueva Toledo, Vaquería, Yhú, Raúl Arsenio Oviedo, Repatriación, San Joaquín, San José de los Arroyos, Dr. Juan Manuel Frutos, José Domingo Ocampos, Santa Rosa del Mbutuy, Simón Bolívar, Tembiaporá y R.I. 3 Corrales.

Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de Caaguazú y sus distritos.



Fuente: Elaboración propia.

Referencias

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

9 Caaguazú o Ka'aguasu significa en idioma guaraní bosque grande. En efecto, en esta zona se inicia el Bosque Atlántico del Alto Paraná.

2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS



Caaguazú o Ka'aguasu significa en idioma guaraní bosque grande. En efecto, en esta zona se inicia el Bosque Atlántico del Alto Paraná.

La cordillera de Caaguazú cruza el departamento de norte a sur, estableciendo zonas de características topográficas diferentes. Al norte y al oeste de esta cordillera las tierras son bajas, con extensos campos de pastoreo, mientras que al este los terrenos son más altos, con abundantes bosques, cuyas extensiones van disminuyendo a causa de la indiscriminada explotación forestal. El suelo está compuesto por un 65% de areniscas y basaltos utilizados para el sector de la agricultura.

Las numerosas serranías que caracterizan al departamento, conocidas en su conjunto como cordillera de Caaguazú que atraviesa el departamento de norte a sur, determinan las vertientes de los ríos Paraguay y Paraná. Las sierras que la componen llevan diferentes nombres, como San Joaquín cuya elevación no supera los 200 metros y se encuentra en el distrito del mismo nombre y en el distrito de Yhú, la serranía de Tayaó Pa'ũ que se encuentra en el distrito de Yhú y Carayaó y la serranía de Caaguazú, ubicado entre Carayaó y Coronel Oviedo.

Los recursos hídricos se agrupan según sus vertientes; a la del río Paraguay pertenecen el río Tebicuarymí y los arroyos Tapiracuai, Mbutuy, Hondo, Tobatiry y sus afluentes, mientras que a la del Paraná corresponden los ríos Acaray, Mondaymí, Yguazú, Capiibary y Guyraungá.

De acuerdo a la Resolución SEAM N° 614 del año 2013, el departamento de Caaguazú comparte su territorio con 3 ecorregiones, el mayor porcentaje se encuentra en la ecorregión Selva Central, seguida por Alto Paraná y Litoral Central. ([Figura 2](#))

Figura 2. Mapa de ecorregión del Paraguay.



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

3. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

El departamento de Caaguazú se encuentra en el centro este de la Región Oriental del Paraguay, la circulación general de la atmósfera la ubica en zona de dominio del borde occidental anticiclón subtropical del Atlántico sur; así, es bañado por vientos cálidos y húmedos procedentes del océano Atlántico, en la mayor parte del año, a través de los vientos dominantes del nordeste (Grassi, 2005).

Según Köppen¹⁰, el clima del departamento es subtropical húmedo (Cfa)¹¹, sin estación seca, con 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.

En el departamento de Caaguazú se dispone de una estación meteorológica ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo; los datos de esta estación meteorológica pueden ser considerados representativos del departamento, por las características geográficas poco accidentadas y por las condiciones homogéneas del clima regional. Existen otras estaciones meteorológicas en el departamento, como las de la Federación de Cooperativas de la Producción (FECOPROD) y de la Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA), en operación desde hace unos pocos años, pero los datos de estas estaciones meteorológicas no fueron utilizados, por disponer de series climáticas cortas.

En el Cuadro 1 se pueden observar datos relacionados a la estación meteorológica de Coronel Oviedo, como su ubicación geográfica y el periodo de datos existentes. El registro de datos meteorológicos se inicia en el año 1972 y persiste hasta la fecha. Entre los años 1976 y 1990 hubo interrupciones importantes en la toma de datos, y recién partir del año 1990 se regularizan las observaciones meteorológicas. Es por esta razón que en este estudio se utiliza el periodo de datos 1990-2019 (30 años) para caracterizar el clima.

Cuadro 1. Datos de la estación meteorológica de Coronel Oviedo, Caaguazú¹²

LAT. (S)	LONG. (O)	ELEV. (M)	DESDE	HASTA	CANT. (A)
-25,25	-56,4	170	1972	2019	47 ¹³

Fuente: Elaboración propia.

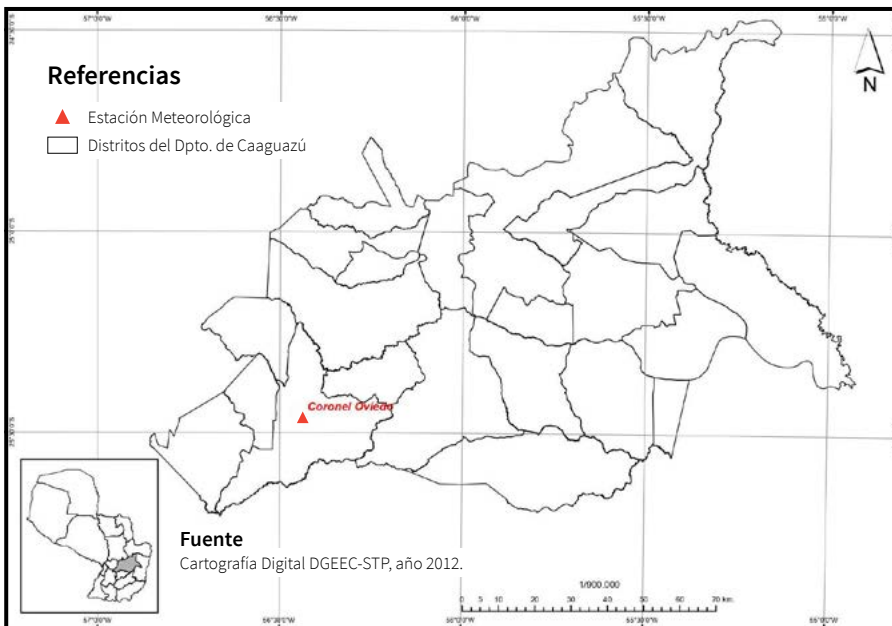
10 http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf

11 Clima subtropical húmedo.

12 Estación meteorológica operada por la DINAC.

13 Con clausuras e interrupciones en el período 1972-1989.

Figura 3. Ubicación de la estación meteorológica de Coronel Oviedo en el departamento de Caaguazú.



Fuente: Elaboración propia.

Por encontrarse al sur del trópico de Capricornio, alrededor de 25° sur, el Sol en su recorrido se aproxima una sola vez al año al zenit. Esto hace que el régimen de radiación solar presente un valor máximo en verano y un valor mínimo en invierno. En consecuencia, esto se refleja directamente en el régimen de temperaturas, que presenta una onda simple durante el año, con temperaturas máximas en verano y mínimas en invierno.

En función de los datos disponibles y facilitados por la DINAC, se han calculado los diferentes elementos climáticos, a nivel mensual, para el período 1990-2019. Esta síntesis de los elementos climáticos observados en Coronel Oviedo (Cuadro 2) es una muestra generalizada del clima regional, tales como rangos de temperatura, valores medios de la humedad del aire, la presión atmosférica y de la insolación, así como la precipitación total anual media; más adelante se analizan y se presentan los resultados de estos análisis mensuales (medias y tendencias).

Por cuestiones de practicidad, 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.

Cuadro 2. Resumen de elementos climáticos anuales. Coronel Oviedo. Período 1990-2019.

Elemento climático	Período	Valor	Comentario
Temperatura media	1990-2019	22,0 °C	4 observaciones diarias
Temperatura mínima media	1990-2019	17,0 °C	1 observación diaria
Temperatura máxima media	1990-2019	28,6 °C	1 observación diaria
Temperatura máxima extrema	1990-2019	40,0 °C	1 observación diaria
Temperatura mínima extrema	1990-2019	-2,4 °C	1 observación diaria
Insolación total media	1990-2019	7,2 h/d	1 observación diaria
Humedad relativa media	1990-2019	78 %	4 observaciones diarias
Presión atmosférica media	1990-2019	1012,7 hPa	4 observaciones diarias
Precipitación total media	1990-2019	1774 mm	1 observación diaria

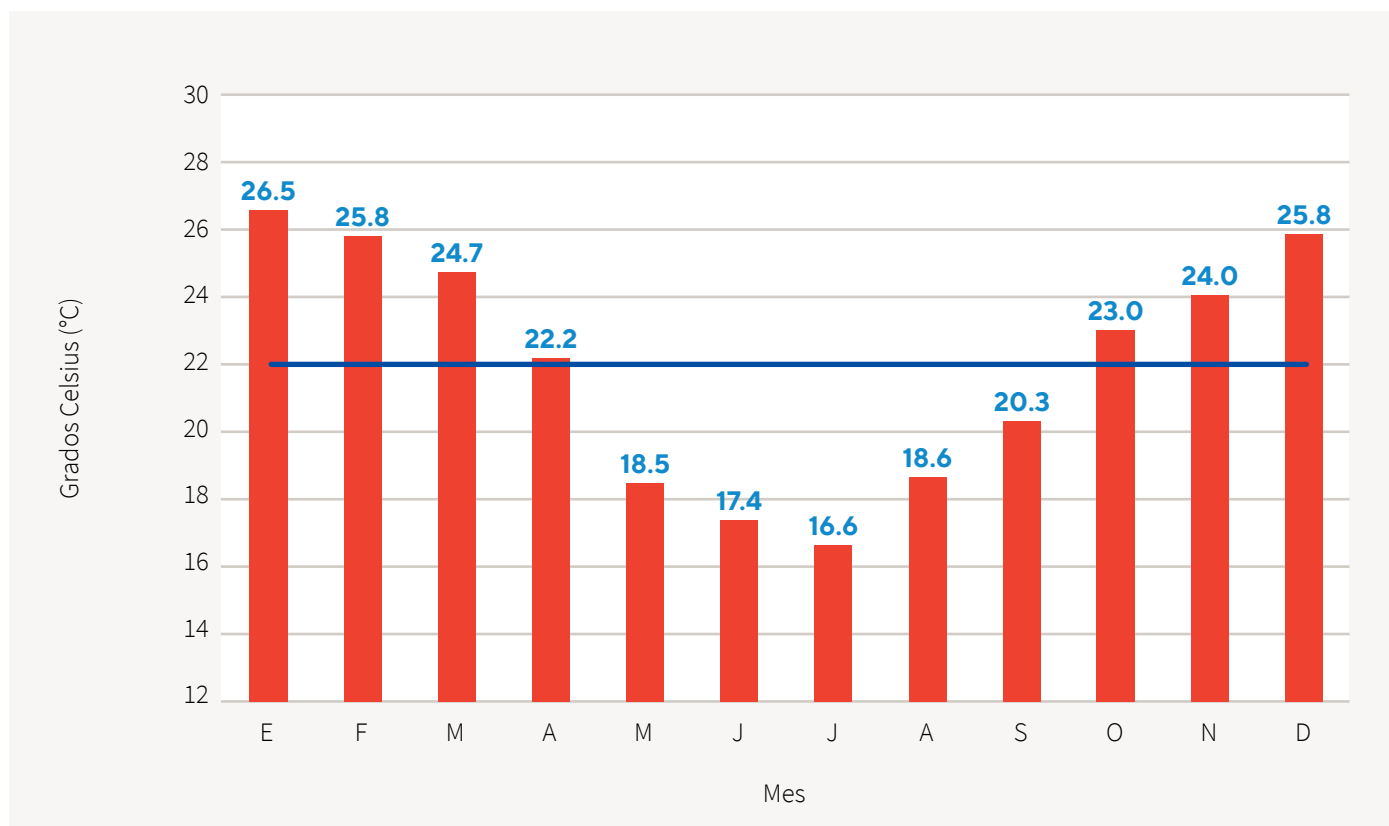
Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

3.1. TEMPERATURA

El departamento de Caaguazú presenta una variación de temperaturas mensuales muy importante, con mínimos marcados en invierno y máximos marcados en verano. Según el periodo de datos disponibles 1990-2019 (30 años), enero es el mes más caliente con una temperatura media de 26,5 °C, seguido, por los otros meses del verano, diciembre y febrero, ambos con 25,8 °C, mientras que julio es el mes más frío con una temperatura media de 16,6 °C, seguido de junio con 17,4 °C (Gráfico 1). La amplitud térmica anual media (diferencia de la temperatura media del mes más caliente y del mes más frío) es de 9,9 °C.

Este comportamiento estacional de la temperatura también se refleja en los otros parámetros, como las temperaturas máximas y mínimas medias, y las temperaturas máximas y mínimas extremas. La temperatura máxima extrema observada en Coronel Oviedo fue 40 °C en el mes de enero del año 2006, y la temperatura mínima extrema observada fue de -2,4 °C en el mes de julio de 1993; así, el rango absoluto o amplitud térmica absoluta en Coronel Oviedo es de 42,4 °C¹⁴. Más detalles de las temperaturas mensuales, medias y extremas pueden observarse en el [Gráfico 2](#).

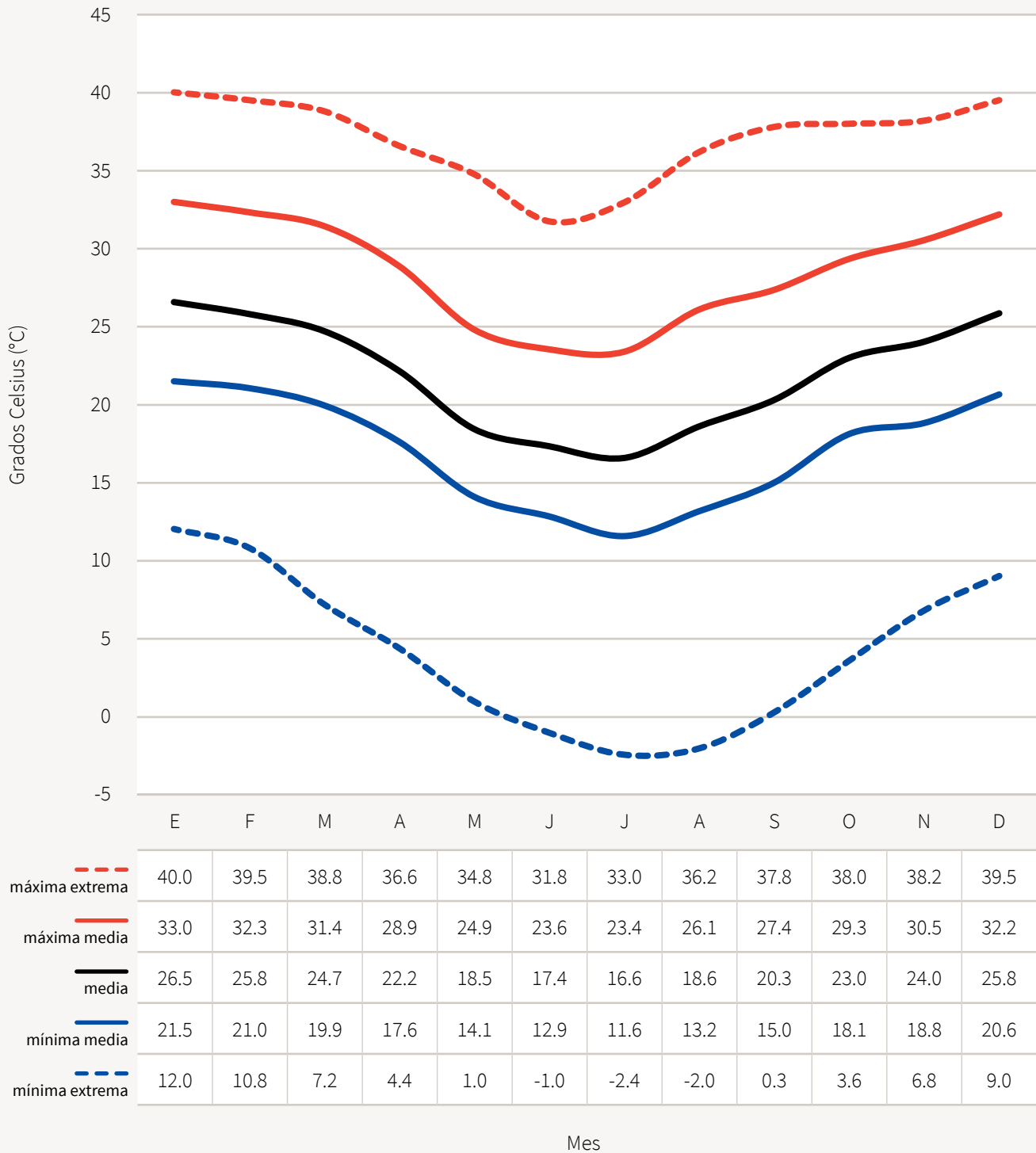
Gráfico 1. **Temperatura media mensual (barra) y temperatura media anual (línea horizontal, 22,0 °C) en Coronel Oviedo, Caaguazú, Período 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

14 Diferencia entre la temperatura máxima más alta observada y la temperatura mínima más baja observada en el período 1990-2019 (30 años)

Gráfico 2. Temperaturas mensuales, medias y extremas, en Coronel Oviedo, Caaguazú, período 1990-2019.



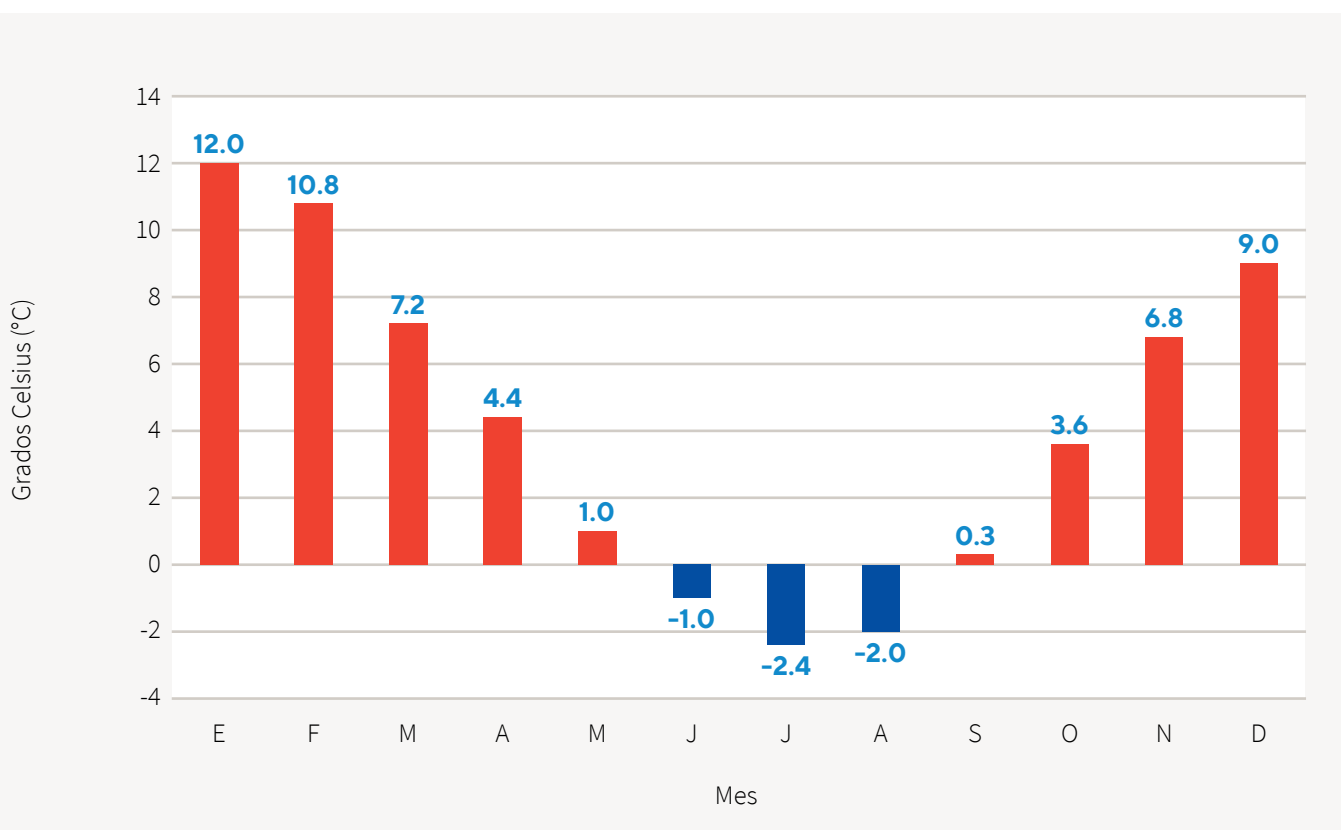
Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

3.2. HELADAS



Las heladas meteorológicas son un fenómeno recurrente en el departamento de Caaguazú durante los meses del invierno.

Gráfico 3. Temperatura mínima extrema mensual en Cnel. Oviedo, Caaguazú. Los meses de junio, julio y agosto presentan temperaturas $\leq 0^{\circ}\text{C}$. Período 1990-2019.



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Las heladas meteorológicas son un fenómeno recurrente en el departamento de Caaguazú 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).

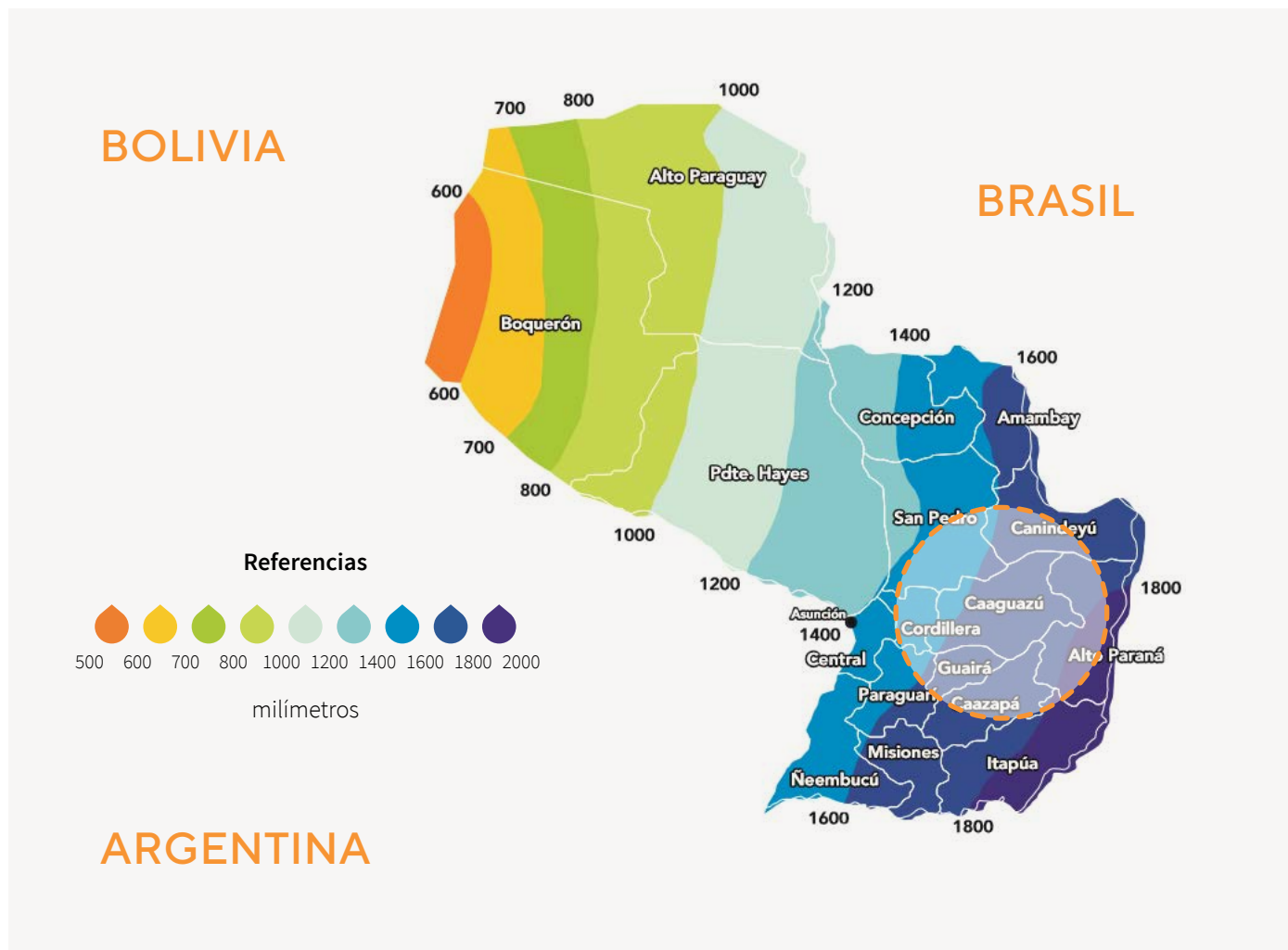
3.3. PRECIPITACIÓN

El departamento de Caaguazú, climatológicamente se encuentra en la región húmeda del Paraguay. En términos de media, la precipitación total anual aumenta ligeramente desde el noroeste hacia el sureste, siendo algo menos lluviosos los distritos que limitan con los departamentos de San Pedro y Cordillera, tales como San José de los Arroyos, Nueva Londres y La Pastora, con 1.600 mm o algo menos, y algo más lluvioso en los distritos que limitan con el departamento de Alto Paraná, como José D. Ocampos, Tembiaporá y Mariscal López, con 1.800 mm o algo menos, la precipitación anual media del departamento de Caaguazú es aproximadamente 1.700 mm¹⁵ (Figura 4), lo que lo convierte en uno de los departamentos más lluviosos del país.



La precipitación anual media del departamento de Caaguazú es aproximadamente 1.700 mm, lo que lo convierte en uno de los departamentos más lluviosos del país.

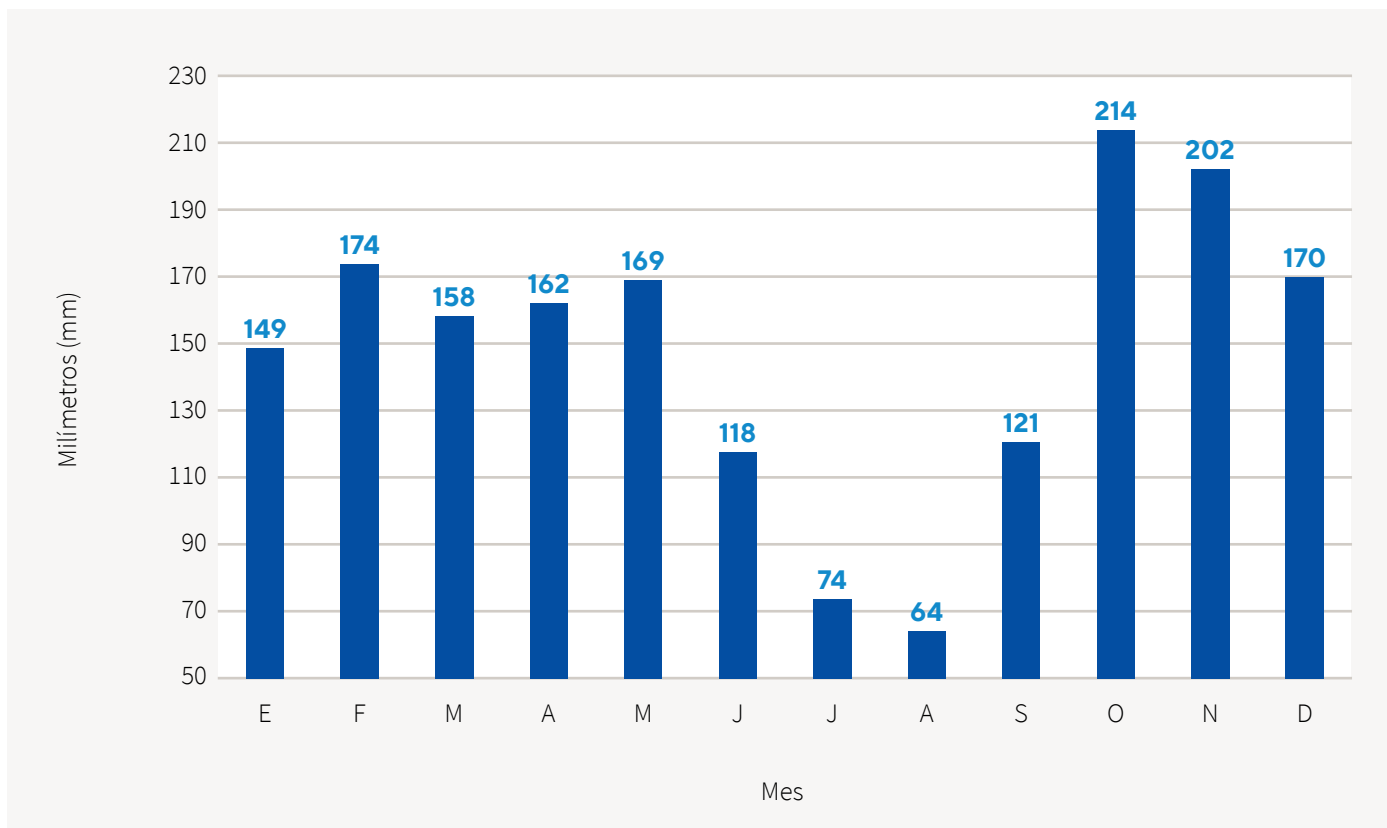
Figura 4. Precipitación anual media en Paraguay. Período 1971-2000.



Fuente: FPUNA¹⁵

15 Según normal climatológica 1971-2000.

Gráfico 4. **Precipitación media mensual en Coronel Oviedo, Caaguazú (Precipitación media anual 1.774 mm). Período 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

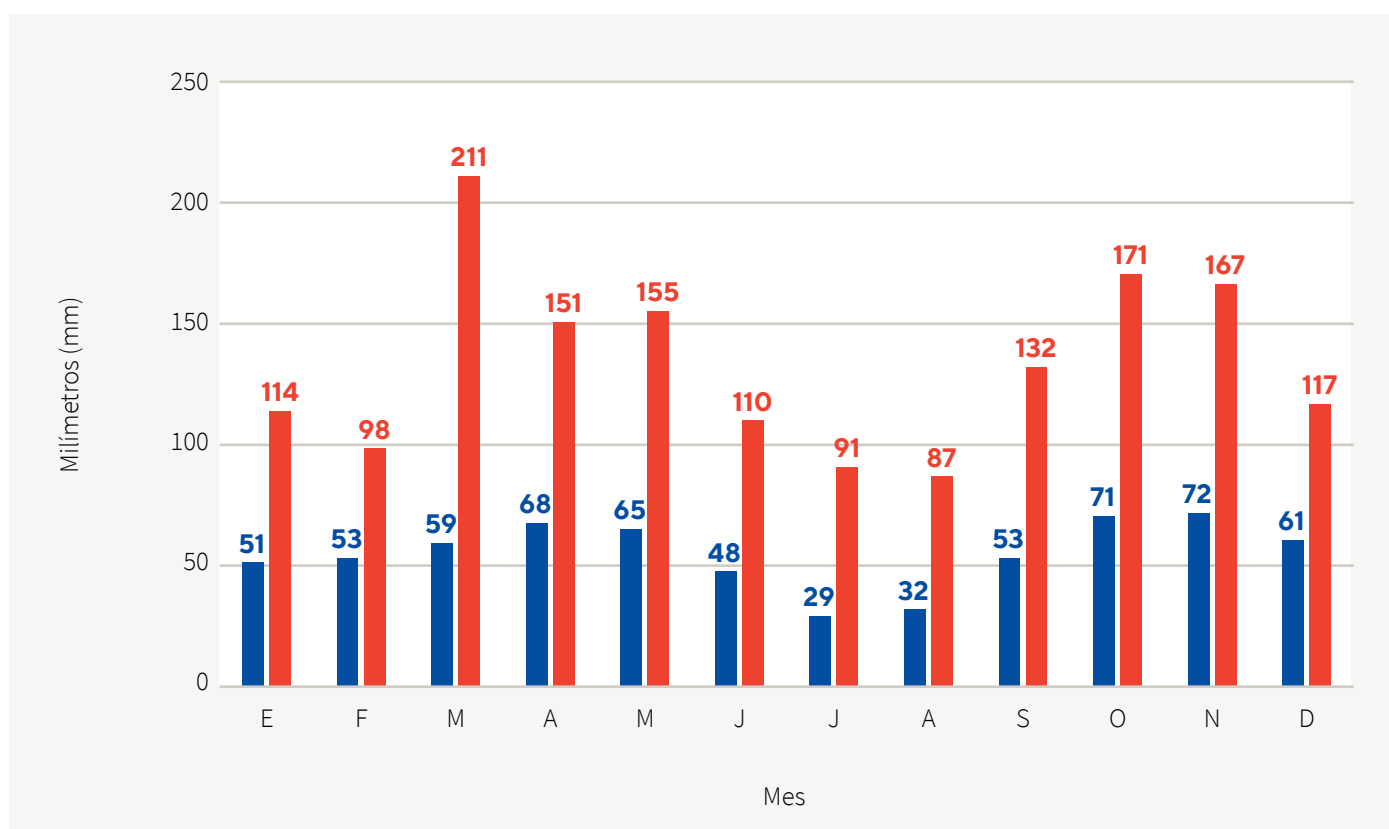
La precipitación mensual media del período 1990-2019 en Coronel Oviedo tiene el comportamiento observado en el Gráfico 4, con el mes de octubre como es el más lluvioso (214 mm) del año, seguido muy de cerca por noviembre (202 mm). Durante el verano, entre diciembre y febrero, llueve entre 150 y 170 mm mensuales aproximadamente. Durante el otoño, llueve muy aparejadamente. En los meses de marzo a mayo, la lluvia mensual media es de 160 y 170 mm aproximadamente. El invierno es la estación más seca. Si bien el mes de junio es aún algo lluvioso (118 mm), durante los meses de julio y agosto la precipitación mensual media decae abruptamente a 74 y 64 mm, respectivamente. Con estos resultados, la precipitación total anual media en Coronel Oviedo es de 1.774 mm.

3.4. TORMENTAS

Por su ubicación geográfica, el departamento de Caaguazú 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 abril¹⁷, o sea desde inicios de la primavera, pasando por el verano, hasta mediados del otoño; durante el invierno son menos frecuentes. Vientos fuertes, precipitaciones intensas con ocasional caída de granizos y descargas eléctricas son las características de las tormentas que afectan la región.

Asociadas a las tormentas severas, las lluvias fuertes son notables en el departamento; salvo los meses del invierno, en el resto del año se tienen lluvias máximas diarias que superan los 50 mm como promedio y como valores extremos superan con facilidad los 100 mm, llegando incluso a medirse lluvias de hasta 211 mm en un solo día, como la registrada en marzo del año 2010. Esta cantidad de lluvia genera escorrentías intensas que producen riadas o raudales con gran poder destructivo, estas lluvias provienen de tormentas producidas por sistemas convectivos de mesoescala (SCM), frentes fríos o líneas de inestabilidad (LI) y descargan gran cantidad de agua en un corto tiempo (Gráfico 5).

Gráfico 5. **Precipitación diaria máxima media mensual (barra azul) y precipitación diaria máxima extrema mensual (barra roja) en Coronel Oviedo, Caaguazú. Período 1991-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

4. EVIDENCIAS CIENTÍFICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

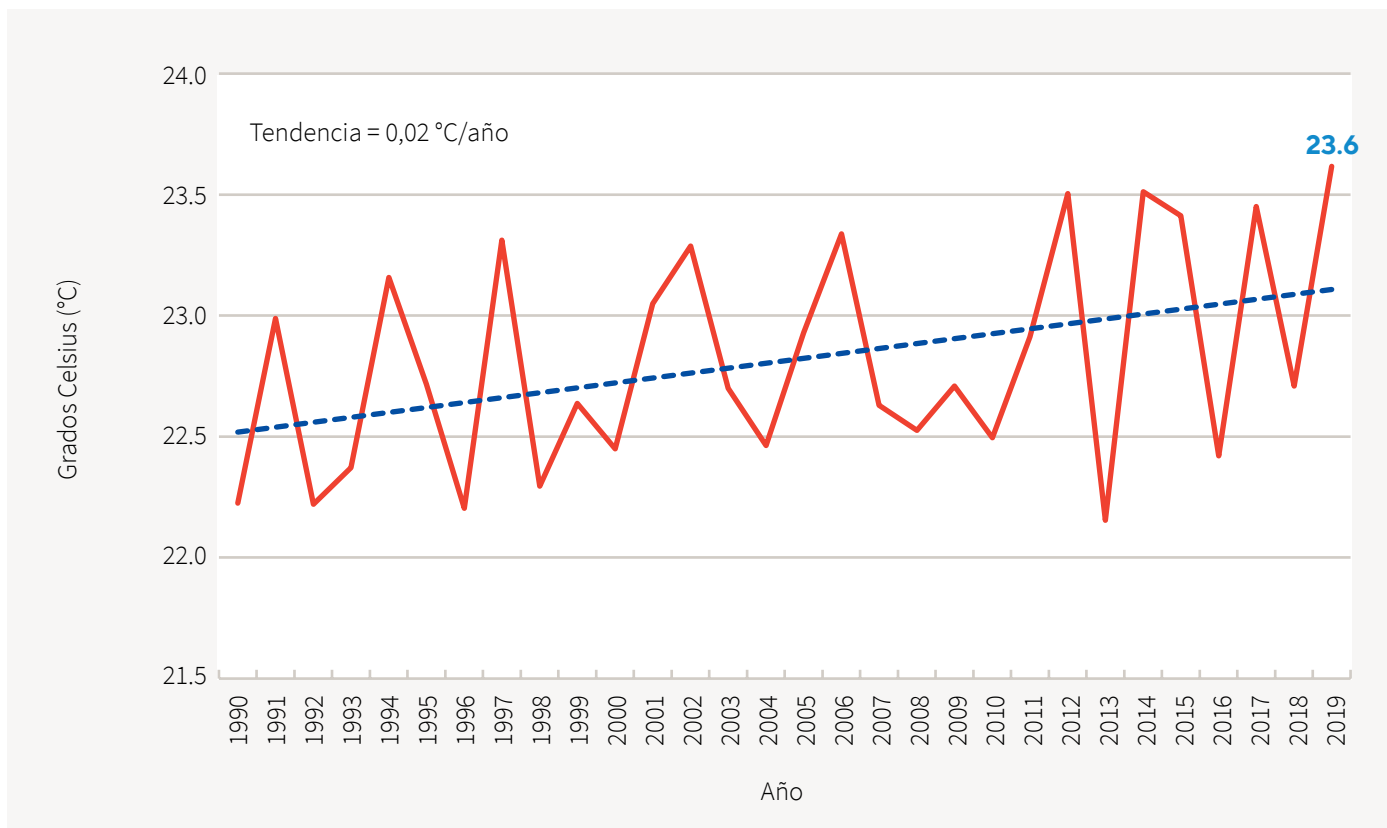
El cambio climático puede verse a través de los cambios observados en los parámetros de elementos climáticos, como medias de temperatura y precipitación, entre otros. Si bien es cierto que los 30 años de datos climáticos disponibles en Caaguazú pueden no ser suficientes para sacar conclusiones sobre un cambio del clima regional, los resultados aquí obtenidos sobre el clima caaguaceño sirven para ver parte de un historial más amplio, y están acordes con un estudio realizado para el Paraguay¹⁸, 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 anual media del departamento de Caaguazú ([Gráfico 6](#)), se puede observar la existencia de una tendencia al aumento de la temperatura del aire de 0,02 °C por año. También se observa que el año 2019 fue el más caliente del récord de 30 años de datos disponibles en el departamento (1990-2019), con un valor de 23,6 °C, valor no registrado anteriormente en ese período.

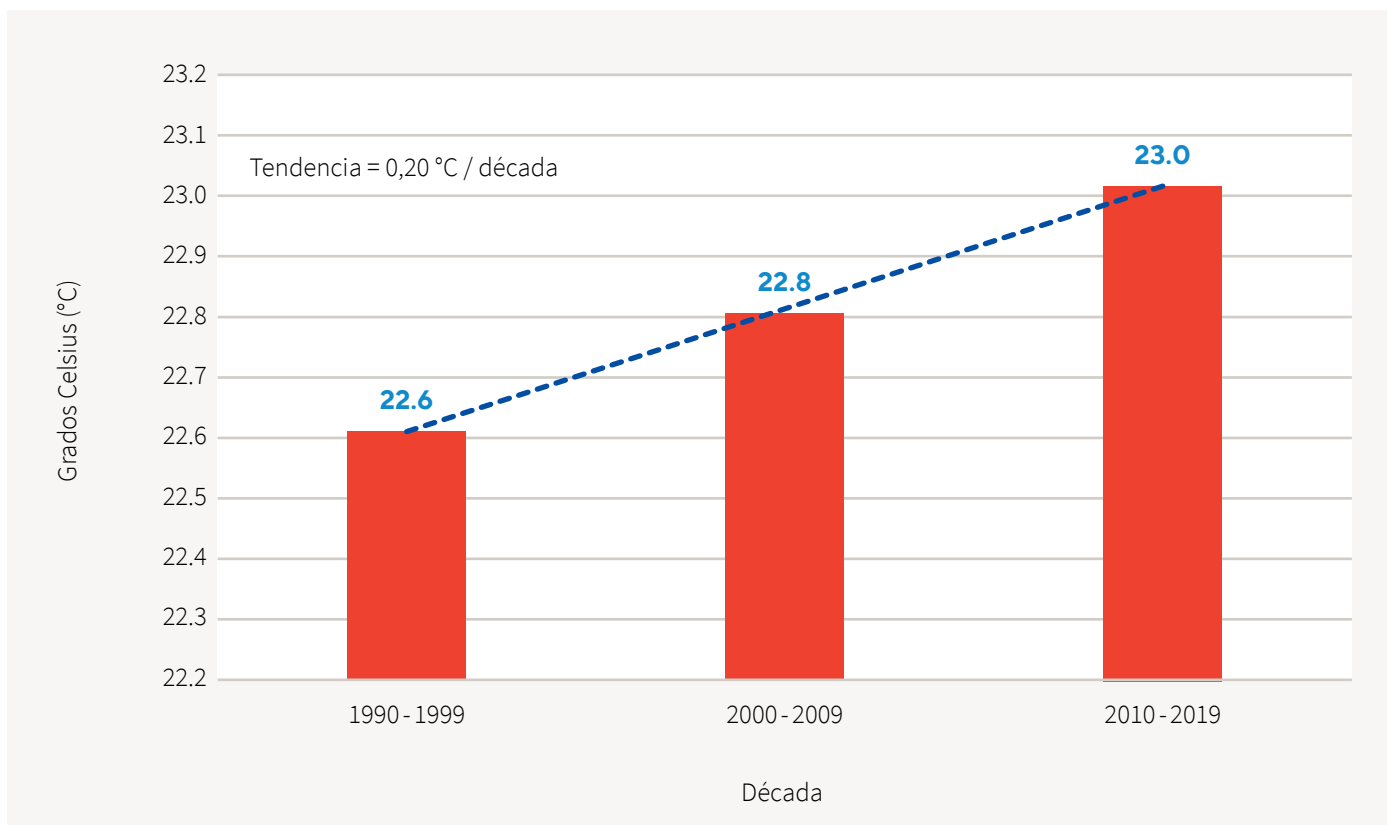
Analizando los datos de temperatura media por décadas, desde 1990 a 2019, se obtienen 3 periodos de 10 años, 1990-1999, 2000-2009 y 2010-2019, estos períodos de 10 años filtran la variabilidad interanual de la temperatura media y nos dan información acerca de la tendencia de la serie temporal ([Gráfico 7](#)). Aquí se observa que existe un aumento sostenido de la temperatura decadal media, con una tendencia aproximadamente lineal.

Gráfico 6. **Temperatura anual media en Coronel Oviedo (línea continua) y tendencia temporal lineal (línea quebrada). Período 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Gráfico 7. **Temperatura media decadal en Coronel Oviedo, Caaguazú. Período 1990-2019.**



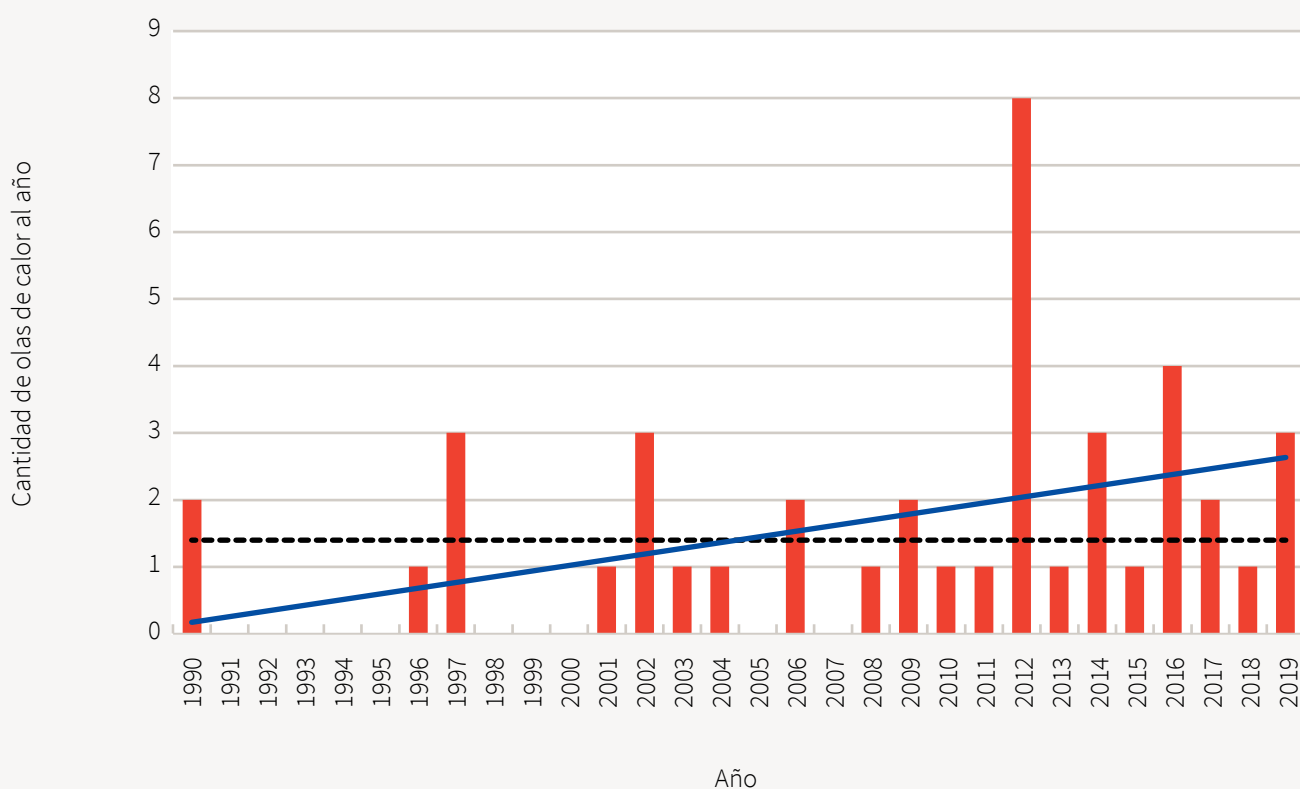
Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

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 años¹⁹, 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 5,7²⁰.

Las olas de calor²¹ en Caaguazú se están incrementando por efecto del cambio climático²². 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)²³ tienen efectos negativos en la salud de las personas.

Gráfico 8. Cantidad de olas de calor al año (barra roja)²⁴, cantidad de olas de calor media anual: 1,4 (línea negra entrecortada) y tendencia lineal de la cantidad de olas de calor al año (línea azul) en Coronel Oviedo, Caaguazú. Periodo 1990–2019.



Fuente de datos: Jara, 2020²⁵. Elaboración propia.

19 Con datos de 14 estaciones meteorológicas

20 Estado del clima Paraguay 2019

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

22 Estado del clima Paraguay 2019.

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

24 Los años con valor cero indican que no se han registrado olas de calor.

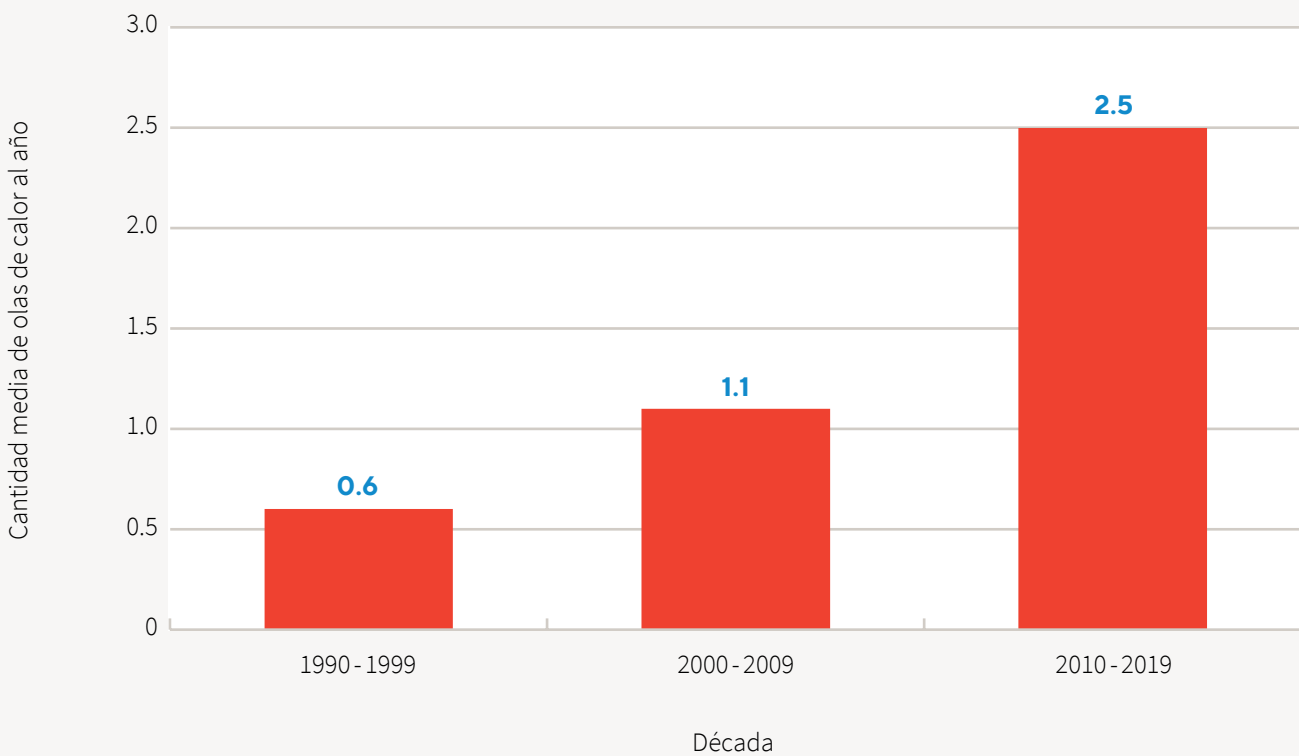
25 Jara, A., Olas de calor en Paraguay. Trabajo de Grado. FPUNA, 2020 (Inédito).



En los últimos 30 años, la cantidad de olas de calor prácticamente se cuadruplicaron en Caaguazú, esta evolución es superior al promedio nacional.

En Coronel Oviedo, la cantidad de olas de calor tuvieron un promedio de 1,4 olas de calor al año durante el período 1990-2019, el [Gráfico 8](#) muestra la cantidad de olas de calor que se han registrado anualmente en el periodo mencionado. Resulta particularmente notable la cantidad de olas de calor registradas en Coronel Oviedo en el año 2012²⁶ (8 olas de calor), valor muy alto comparado con su promedio (1,4 olas de calor), o sea que la cantidad de olas de calor del año 2012 fueron casi un 600% más de lo normal.

Gráfico 9. Cantidad media de olas de calor al año, según décadas en Coronel Oviedo, Caaguazú. Período 1990-2019.



Fuente de datos: Jara, 2020. Elaboración propia.

En Coronel Oviedo, como promedio de los últimos 30 años, la cantidad de olas de calor pasaron de 0,6 al año en la década de 1990-1999, a 1,1 en la década de 2000-2009, y luego, a 2,5 al año en la década de 2010-2019 (Gráfico 9). Este incremento observado indica que, en los últimos 30 años, la cantidad de olas de calor prácticamente se cuadruplicaron en Caaguazú, esta evolución es superior al promedio nacional²⁷.

26 El año 2012 estuvo marcado por sequías.

27 Ver apartado de olas de calor en Estado del clima Paraguay 2019.

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 Coronel Oviedo, se tienen los resultados de períodos húmedos y secos de los últimos 30 años ([Gráfico 10](#)). Se observan variaciones importantes en el comportamiento temporal de este índice de humedad, no obstante puede apreciarse que en el período de 1990-1998 hubo un dominio de condiciones húmedas, mientras que en el período 1999-2013 hubo un dominio de condiciones secas y posteriormente un aproximado equilibrio entre 2014 y 2019.

Otra observación importante es que a pesar de que Coronel Oviedo tiene una precipitación media anual de 1.775 mm, y un clima tropical húmedo, la frecuencia de sequías es alta ([Gráfico 10](#)), mostrando una gran variabilidad entre períodos secos y húmedos. Además, la frecuencia de sequías con intensidad moderada a extrema ($-1 \leq \text{SPI} \leq -2$) es alta.

Se observa que las sequías también, al igual que las precipitaciones, presentan variaciones que trascienden la interanualidad hacia una escala de tiempo mayor, decadal o multidecadal; por ejemplo, a nivel país, desde 1980 hasta 1998 hubo un dominio de excesos hídricos (en el [Gráfico 10](#) solo se observa el efecto a partir de 1991 por falta de datos en el período 1980-1990 en Cnel. Oviedo); de 1999 a 2009 hubo un dominio de déficits hídricos; y luego vuelve a cambiar. Este comportamiento está acorde con recientes estudios que vinculan las precipitaciones decadales (o el déficit) en la región sudeste de Sudamérica (SESA) con la variación decadal del Pacífico (PDV, por sus siglas en inglés). Este fenómeno fue causante de la caída de las precipitaciones en el período 1999-2009 en esta región³¹ (Zhang, 2016).

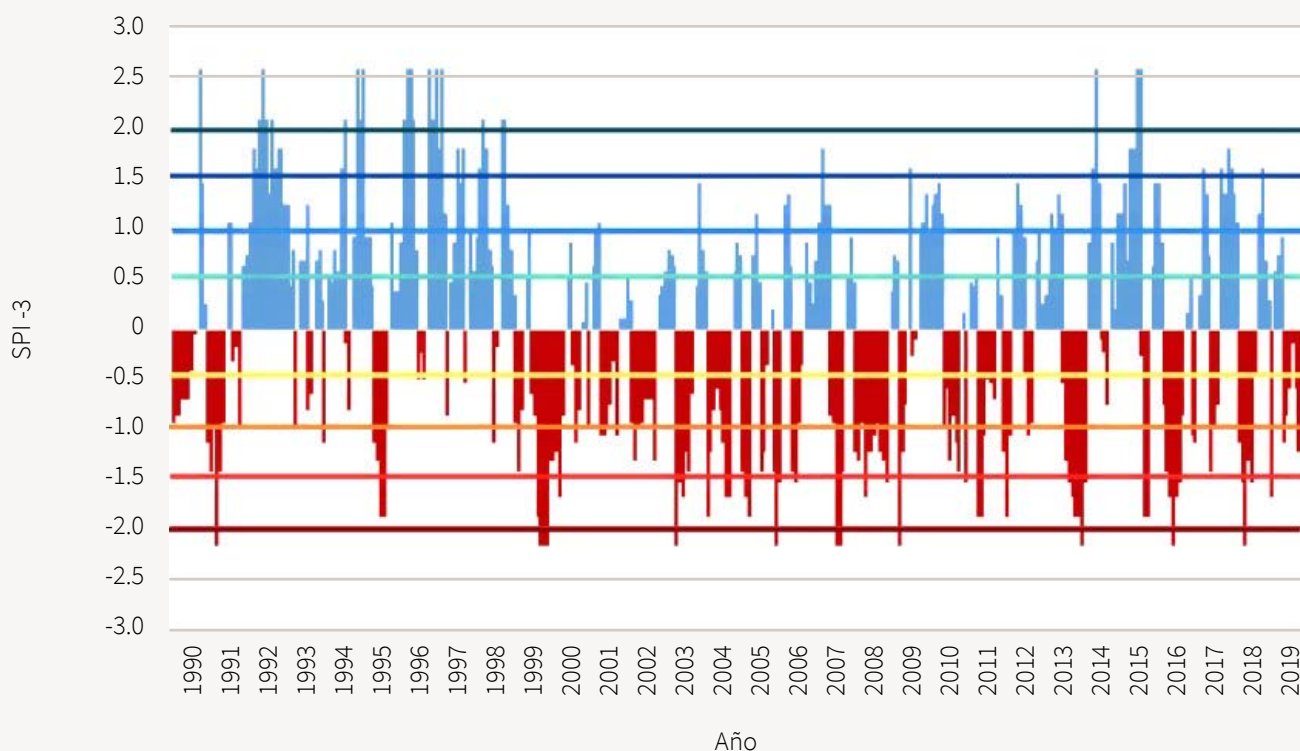
28 Benítez, V. C. D., Caracterización de la sequía en el Paraguay utilizando diferentes metodologías para el período 1961-2013. Trabajo de Grado (2018), Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción.

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

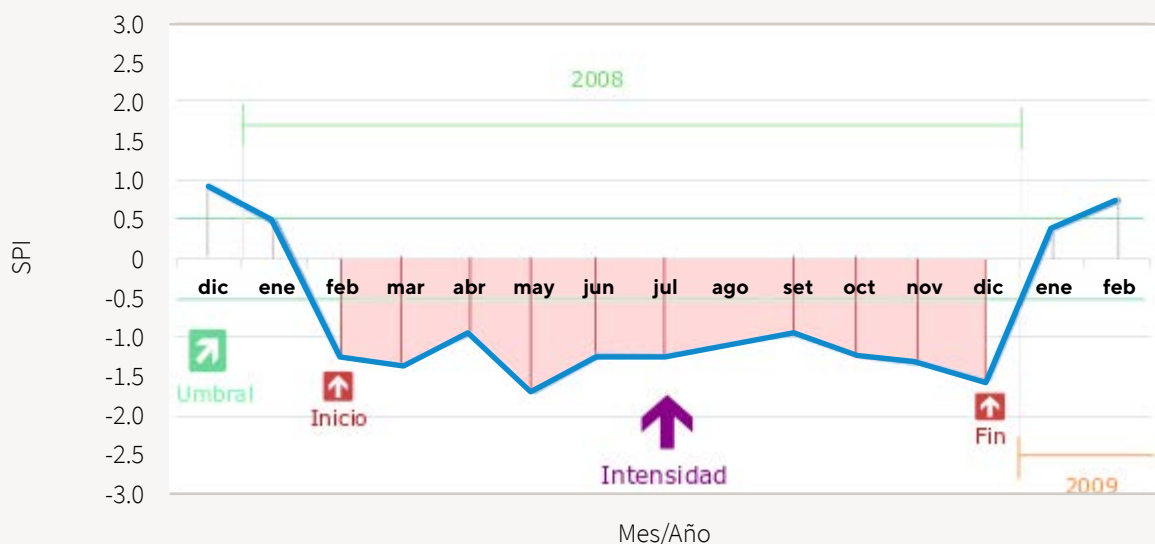
Gráfico 10. **SPI-3 para Coronel Oviedo, Caaguazú, las barras azules indican períodos húmedos y las barras rojas indican períodos secos. Las líneas horizontales remarcadas indican niveles de intensidad de SPI-3. Período 1990-2019.**



Fuente de datos: Benítez, 2018

A fin de observar la severidad de las sequías, se traen como ejemplo un par de casos ocurridos en el departamento de Caaguazú. Primeramente, la sequía severa ocurrida durante casi todo el año 2008 (y principios del año 2009), donde puede verse que el efecto persiste durante casi todo el año (Gráfico 11).

Gráfico 11. **SPI de 3 meses para Coronel Oviedo, Caaguazú, año 2008.**

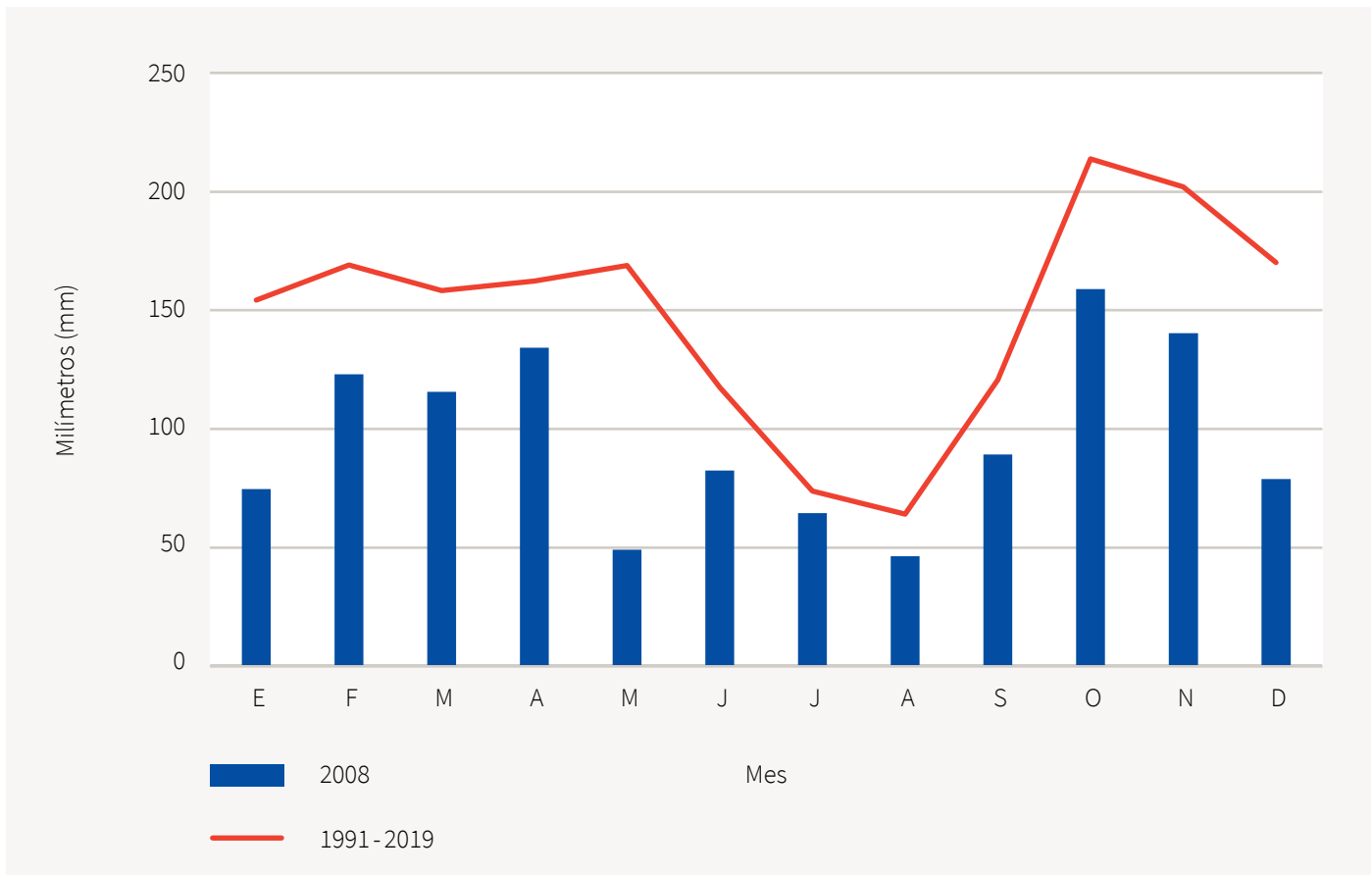


Fuente de datos: Benítez, 2018



A pesar de que Coronel Oviedo tiene una precipitación media anual de 1.775 mm, y un clima tropical húmedo, la frecuencia de sequías es alta, mostrando una gran variabilidad entre períodos secos y húmedos.

Gráfico 12. Lluvia media mensual de periodo 1991-2019 (línea roja) y lluvia mensual del año 2008 (barra azul) en Coronel Oviedo, Caaguazú.

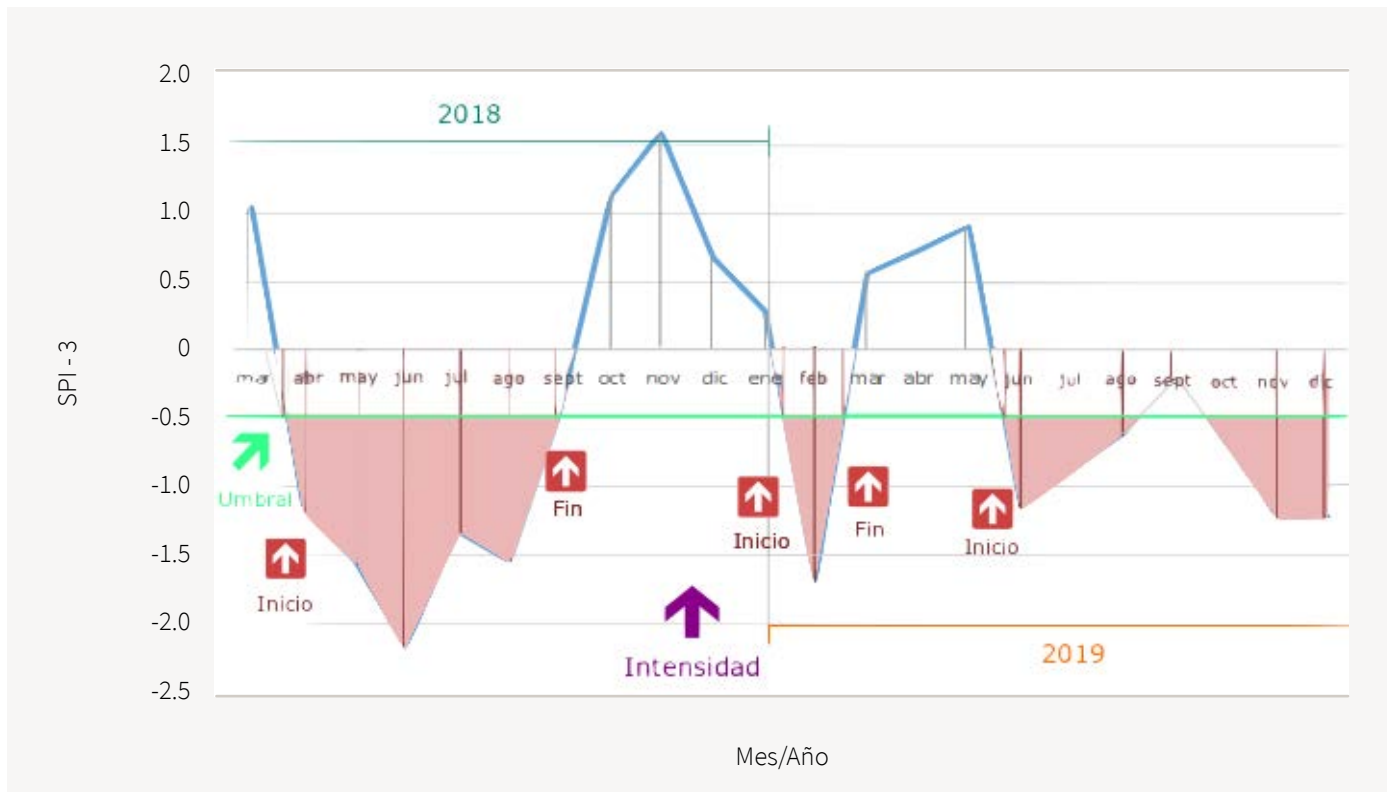


Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

La intensidad de la sequía del año 2008 también puede verse en la anomalía de la precipitación, y resulta particularmente llamativo que ningún mes del 2008 igualó ni superó el promedio de lluvia o sea el valor esperado (Gráfico 12). El total de lluvia en el 2008 fue de 1.158 mm, esto representa apenas el 65% de la lluvia anual esperada (1.775 mm).

Analizando otro caso con sequías, se observan tres largos periodos secos desde marzo de 2018 hasta septiembre del año 2018, desde enero de 2019 hasta marzo de 2019 y desde junio de 2019 hasta diciembre de 2019. Respecto a la intensidad, las mismas fueron clasificadas como sequías severas y extremas ([Gráfico 13](#)).

Gráfico 13. **SPI de 3 meses para Coronel Oviedo, Caaguazú, año 2008.**



Fuente de datos: Benítez, 2018

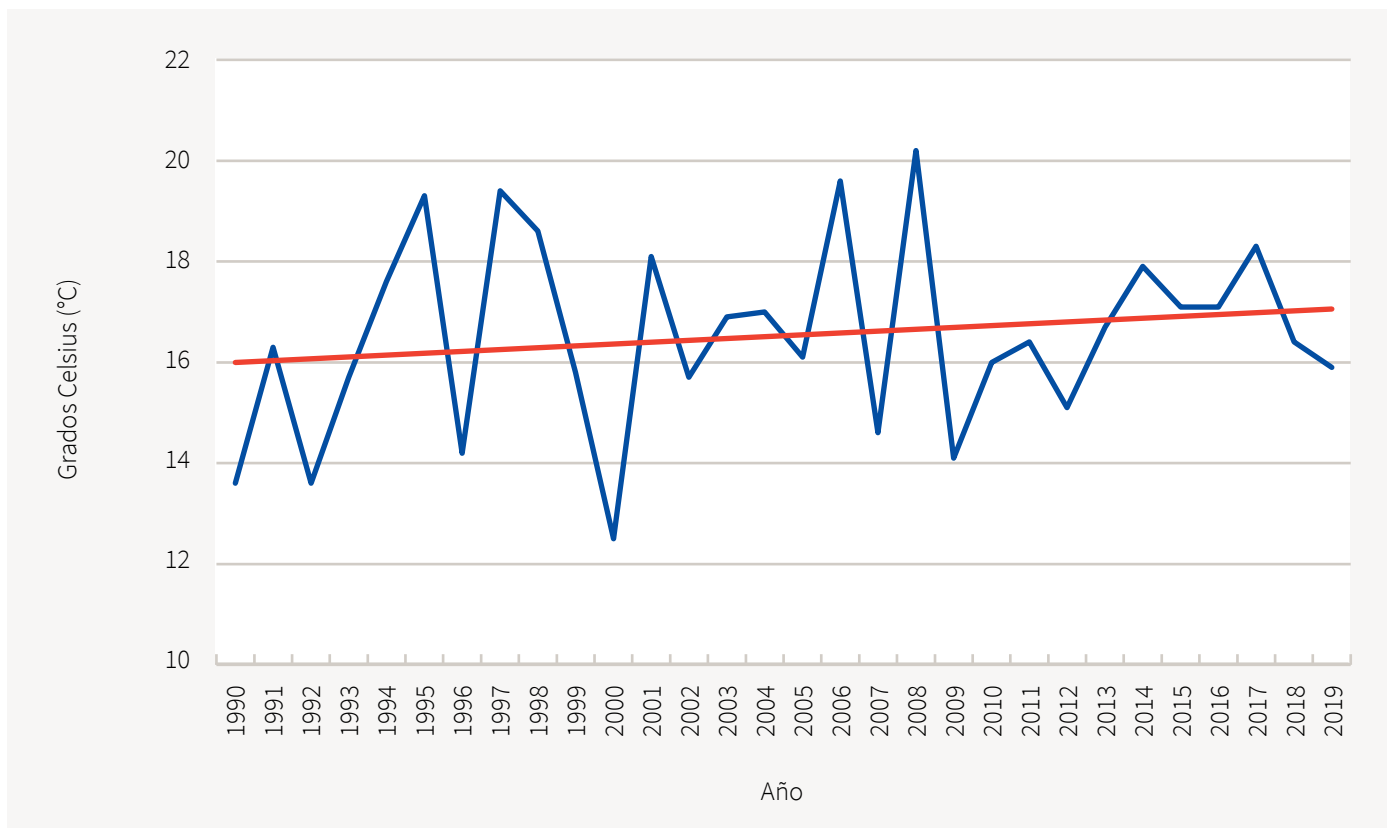
Las series de datos de precipitación de 30 años disponibles de Caaguazú muestran una década húmeda (1990-1999), posteriormente una década seca (2000-2009) y luego una década aproximadamente normal (2010-2019). Con los datos disponibles podemos concluir que las sequías han sido más notables en la primera década de este siglo, y algunas otras en la presente década, como la del 2018-2019. Con datos disponibles a nivel país, y con investigaciones de proyecciones de precipitaciones para este siglo (Zhang, 2016), es probable que las precipitaciones se mantengan en aumento en el futuro, no obstante, el calentamiento observado facilitaría el secamiento de los suelos favoreciendo la sequía.

4.4. HELADAS³²

La temperatura está aumentando en Caaguazú, 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 14). Al aumentar la temperatura de julio, se reduce la ocurrencia de heladas.

32 Temperatura del aire $\leq 0^{\circ}\text{C}$ tomada en casilla meteorológica a una altura entre 1,5 m y 2,0 m

Gráfico 14. **Temperatura mínima media del mes de julio (azul) y tendencia lineal (roja) en Coronel Oviedo. Período 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Las temperaturas mínimas extremas anuales van aumentando ([Gráfico 15](#)). Recientemente, durante los años 2014 y 2015, se registraron temperaturas mínimas anuales tan altas (alrededor de 4 °C) que no se habían registrado en el pasado. No obstante, en los últimos 30 años, en el 90 % de los años la temperatura mínima extrema anual registró valores por debajo de 1 °C ([Gráfico 15](#)), y este valor de temperatura en casilla meteorológica es generalmente suficiente para generar heladas agronómicas³³.

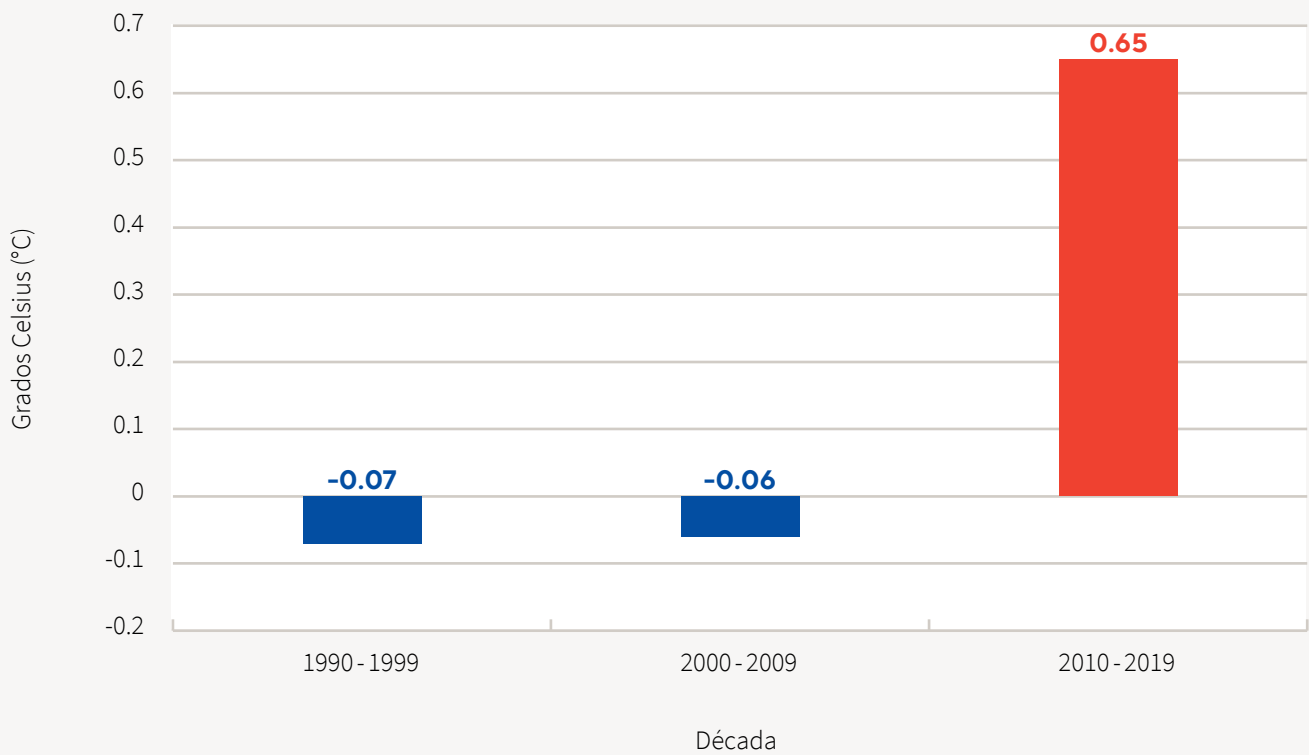
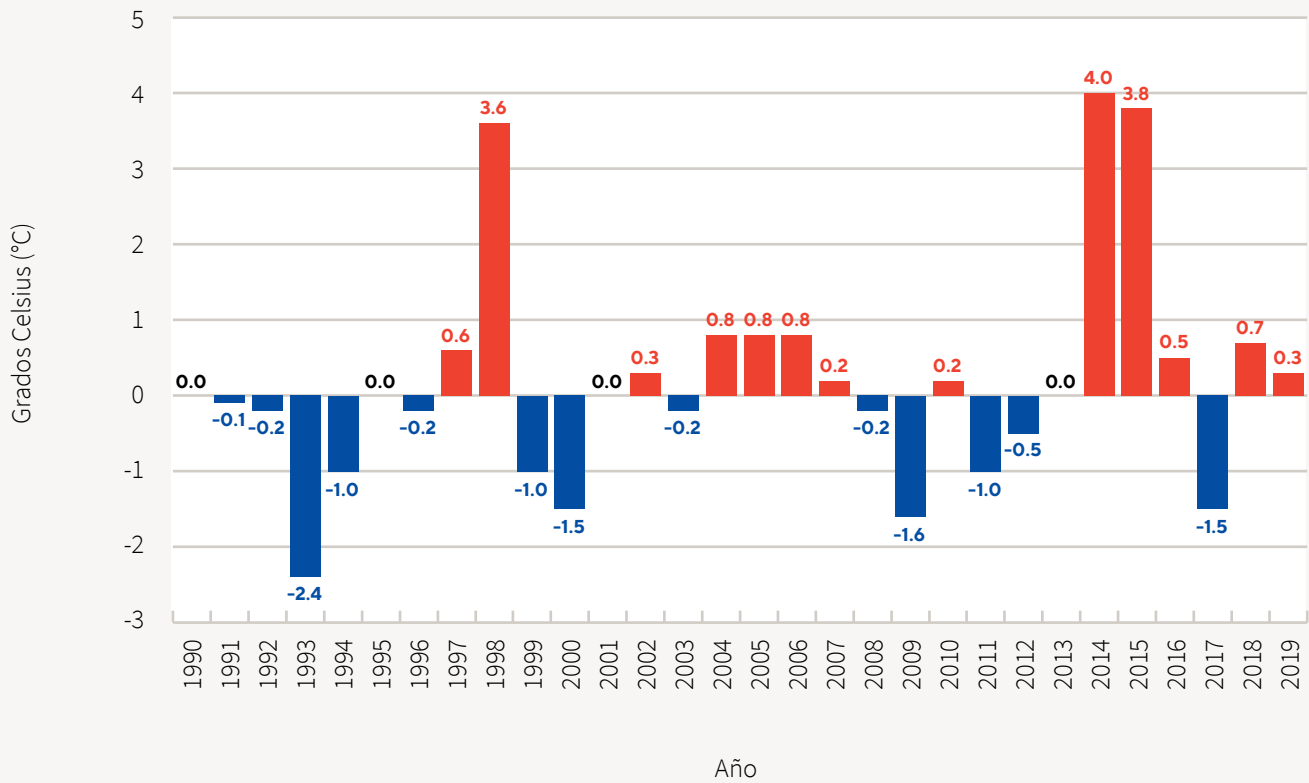
Por otro lado, en la última década 2010-2019, el promedio de temperaturas mínimas extremas anuales (0,65 °C) fue superior a la de las dos décadas que le precedieron, -0,07 °C y -0,06 °C respectivamente.

Las heladas en el departamento de Caaguazú representan una peligrosidad *alta a muy alta*³⁴ 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.

33 Temperatura ≤ 0 °C tomada con un termómetro a la intemperie y a 5 cm del suelo.

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

Gráfico 15. **Temperatura mínima extrema anual (arriba) y temperatura mínima extrema anual promedio por décadas (abajo) en Coronel Oviedo, Caaguazú (Barra roja T > 0 °C y barra azul T < 0 °C). Período 1990-2019.**

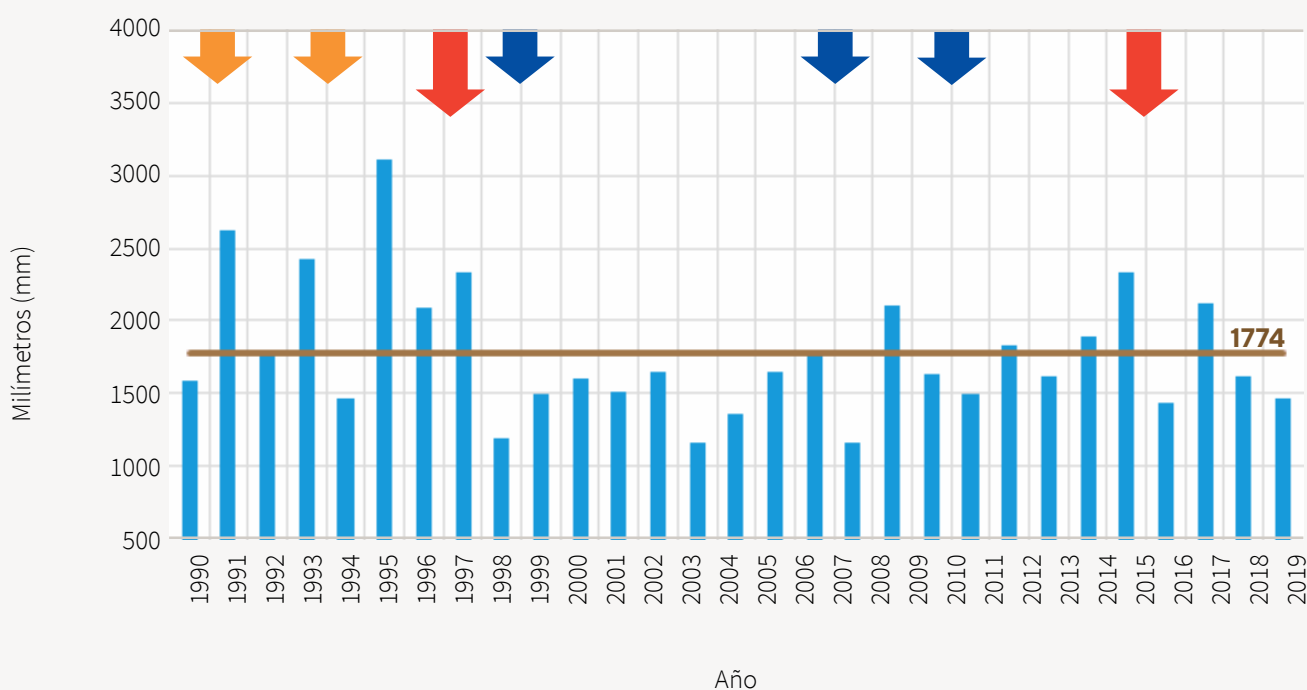


Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

4.5. PRECIPITACIÓN

La variabilidad interanual de la precipitación en el departamento de Caaguazú, 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 ENSO³⁵. Se manifiesta como un calentamiento o enfriamiento anormal de las aguas superficiales del Océano Pacífico Tropical, que normalmente dura de varios meses a un año, incluso algunos pocos años. Este fenómeno, entre fases cálidas y frías, tiene una frecuencia media de 4 años, pero puede variar entre 2 y 7 años. Por eso, la variación de la precipitación entre un año y otro puede ser muy importante. En la década de los años 90, hubo una primacía de eventos El Niño, incluso un evento muy fuerte como El Niño 1997-98. La consecuencia de este hecho fueron las precipitaciones anuales por encima de lo normal acontecidas en Coronel Oviedo durante ese período (Gráfico 16). También se observa que en años de La Niña la precipitación cae significativamente por debajo de la media, pero también existe algún otro factor que motiva la variabilidad interanual de la precipitación que no está motivada por el ENSO, como puede ser la temperatura del océano Atlántico, entre otros, y que puede producir precipitaciones anuales significativamente anormales.

Gráfico 16. **Precipitación anual (barra celeste) y precipitación media anual (línea marrón 1774 mm), en Coronel Oviedo, Caaguazú. Flechas rojas, años con El Niño Fuerte; flechas naranjas, años con El Niño Moderado y flechas azules, años con La Niña Moderada. Período 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

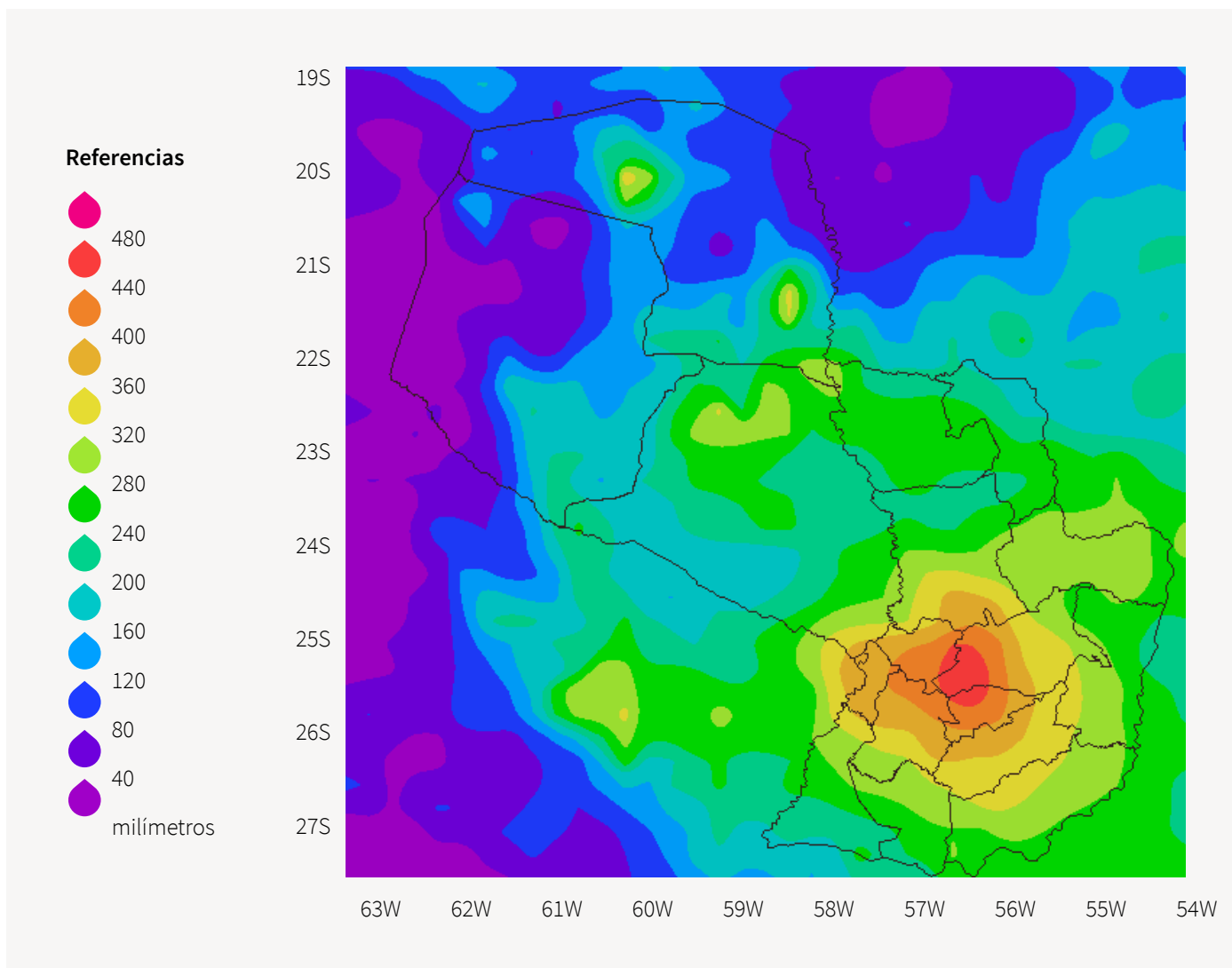
35 El Niño Oscilación del Sur (siglas en inglés)

Precipitaciones Intensas

Una atmósfera más caliente se ve favorecida en su capacidad de contener mayor cantidad de vapor de agua y por consiguiente de producir precipitaciones más intensas (Trenberth, 2011). Estudios recientes indican que las precipitaciones intensas podrían estar cambiando por efecto del cambio climático (Prein, 2016)³⁶.

Sistemas meteorológicos que producen importantes precipitaciones en corto tiempo ocurren en Caaguazú; líneas de inestabilidad y otros sistemas convectivos transitan el centro y sur de la Región Oriental del Paraguay produciendo precipitaciones diarias de intensidad considerable. Un caso reciente fue lo ocurrido durante el mes de mayo del año 2015 (año particularmente lluvioso por efecto de El Niño 2015-2016); durante ese mes un núcleo de precipitación máxima se situó en el centro de la Región Oriental, afectando a los departamentos de Caaguazú (parte occi-

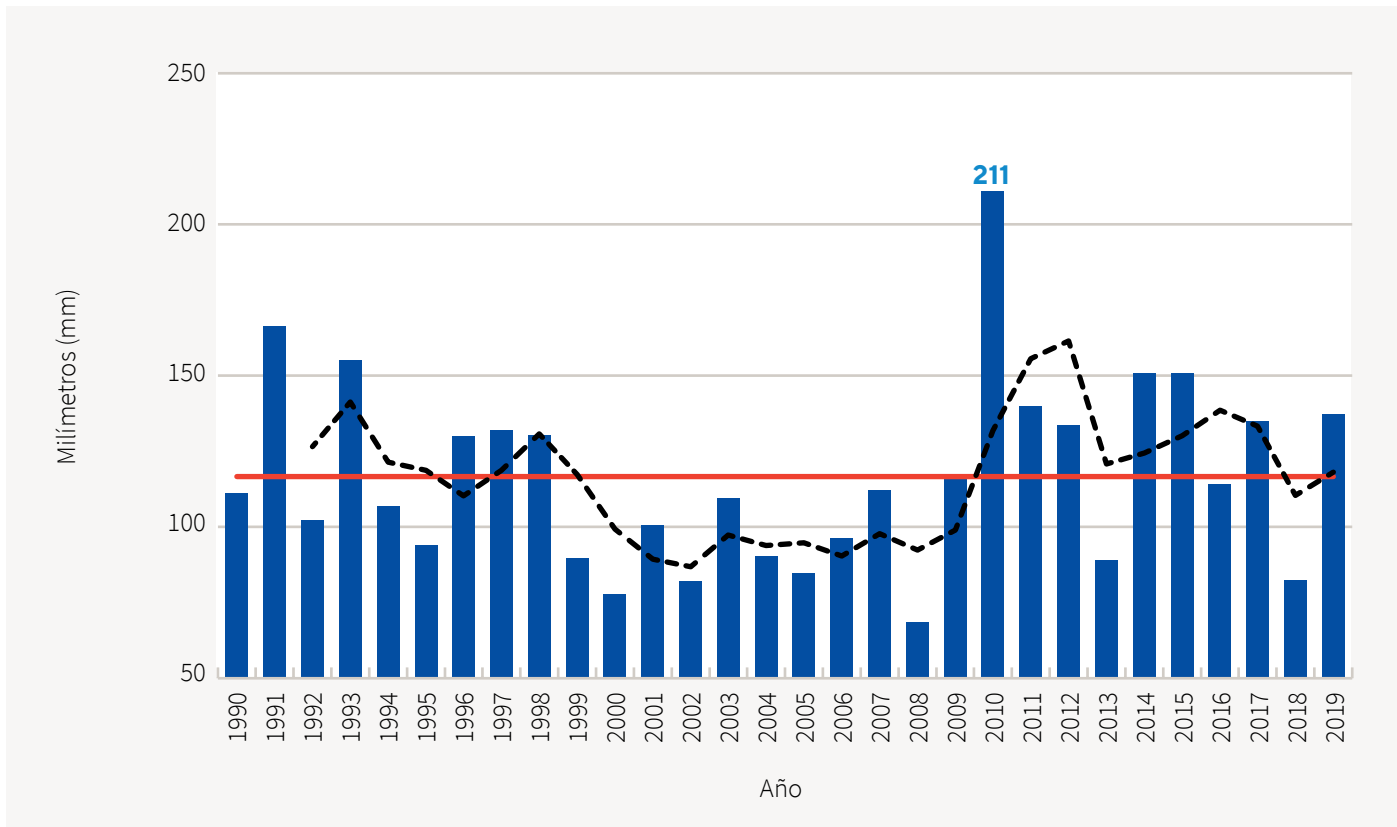
Figura 5. Precipitación total mensual del mes de mayo del año 2015 en el Paraguay. Obsérvese un núcleo de precipitación máxima que supera los 440 mm entre Caaguazú y Guairá. La paleta de colores de la izquierda indica los rangos de precipitación en milímetros.



Fuente: Satélite TRMM. Elaboración propia.

36 Para finales de este siglo, la frecuencia podría incrementarse hasta en un 400% y la cantidad precipitada podría aumentar hasta en un 70%, el fundamento científico principal es que una atmósfera más caliente tiene una mayor capacidad de contener vapor de agua y en consecuencia producir tormentas mucho más intensas.

Gráfico 17. **Precipitación diaria máxima anual (barra azul), media móvil de 3 años (línea quebrada en negro) y precipitación diaria máxima media anual - 117 mm (línea roja) en Coronel Oviedo. Período 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

dental), Cordillera (parte oriental) y Guairá, con un máximo de 440-480 mm (Figura 5), representando aproximadamente el 28-30% de la precipitación anual de la zona o sea que este evento mensual representó más de la cuarta parte de la precipitación anual. Este evento extremo de precipitación produjo un evento hidrológico extremo con desbordes considerables de cauces hídricos e inundación de campos.

La precipitación diaria máxima anual³⁷ registrada en Coronel Oviedo tiene un promedio de 117 mm (litros de agua por metro cuadrado), este es el valor esperado por lo menos una vez al año (Gráfico 17). De hecho hubo años en que no se registraron precipitaciones de esta cantidad pero hubo ocasiones en que se superaron ampliamente, como en el año 2019 en que una tormenta precipitó 211 mm en un día. Este fue un caso extremo en las observaciones de precipitación realizadas en los últimos 30 años (1990-2019), no obstante, se observa que precipitaciones intensas entre 100-150 mm son frecuentes anualmente.

37 Máxima lluvia diaria (24 horas) ocurrida en el año

5. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA

5.1. DEMOGRAFÍA

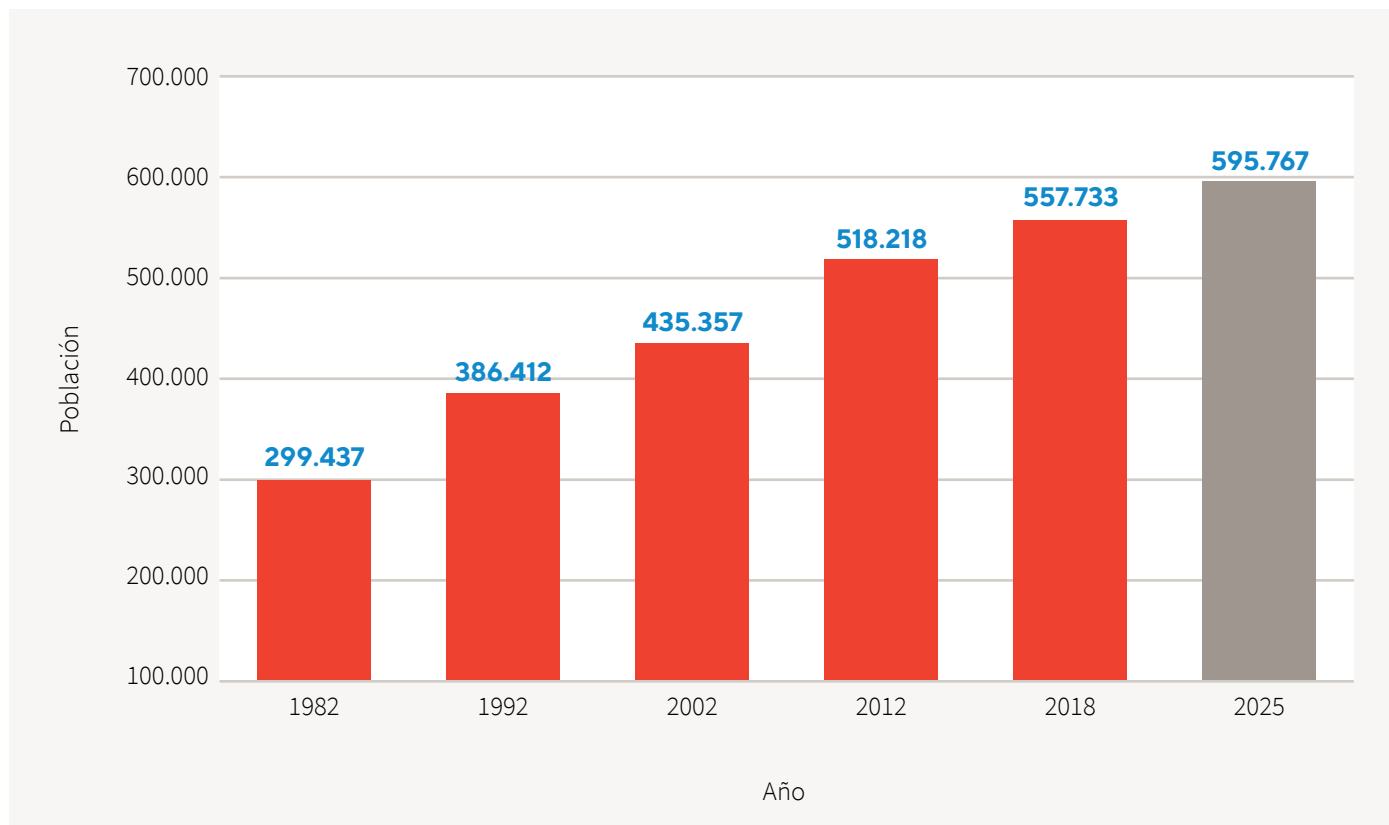
La población, su tamaño y características demográficas son indicadores del departamento que revelan la conformación social, así como su capacidad productiva y de consumo. El poblamiento de Caaguazú fue bastante tardío, recién a mediados del siglo XX, donde se asientan los primeros colonos agrícolas. Posteriormente, con la construcción de la ruta que une Asunción y Ciudad del Este, los flujos se incrementaron y surgieron las dos ciudades más importantes, Coronel Oviedo y Caaguazú. La población sigue siendo mayoritariamente rural, manteniendo hasta hoy un marcado carácter productivo agropecuario y por lo tanto susceptible de verse afectado por el cambio climático. Así, en 2002 el 68,3% de la población era rural. Los resultados del último censo de 2012 no permitieron determinar los datos por zonas urbanas ni rurales.

La población actual del departamento es de casi 560.000 habitantes, lo que representa el 8% de la población total del país en el 2018, según las proyecciones de población de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC).

Desde 1992 hasta la actualidad la población ha crecido de forma considerable a razón de casi 6.400 habitantes por año, es decir experimentó un crecimiento del 43% y se estima que para el 2025 alcanzará los 595.767 habitantes³⁸ ([Gráfico 18](#)). El incremento de la población de las últimas décadas responde mayormente a la creación de colonias rurales, encaradas en el marco de colonización rural desde 1970, mientras que, en la última década, el crecimiento de la población urbana del departamento ha sido sostenido y no solo concentrado en las dos ciudades antes citadas. La irrupción del comercio, los servicios y sobre todo los empleos industriales, vinculados a las cadenas de valor agrícolas y ganaderas, crearon las condiciones favorables para un mayor dinamismo urbano en varias cabeceras distritales, como en la ciudad de J. Eulogio Estigarribia, conocida también como Campo 9.

38 DGEEC 2016. Atlas demográfico del Paraguay, 2012.

Gráfico 18. Evolución de la Población de Caaguazú y proyección a 2025.



Fuente: DGEEC, 2016. Elaboración propia.

5.2. INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTES

En la última década el departamento de Caaguazú ha diversificado bastante su red vial. Nuevas rutas asfaltadas en las diferentes regiones del departamento han supuesto un incremento en la competitividad de estas, debido a que pueden llegar a los mercados en mejores condiciones, en menor tiempo y a menor costo.

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

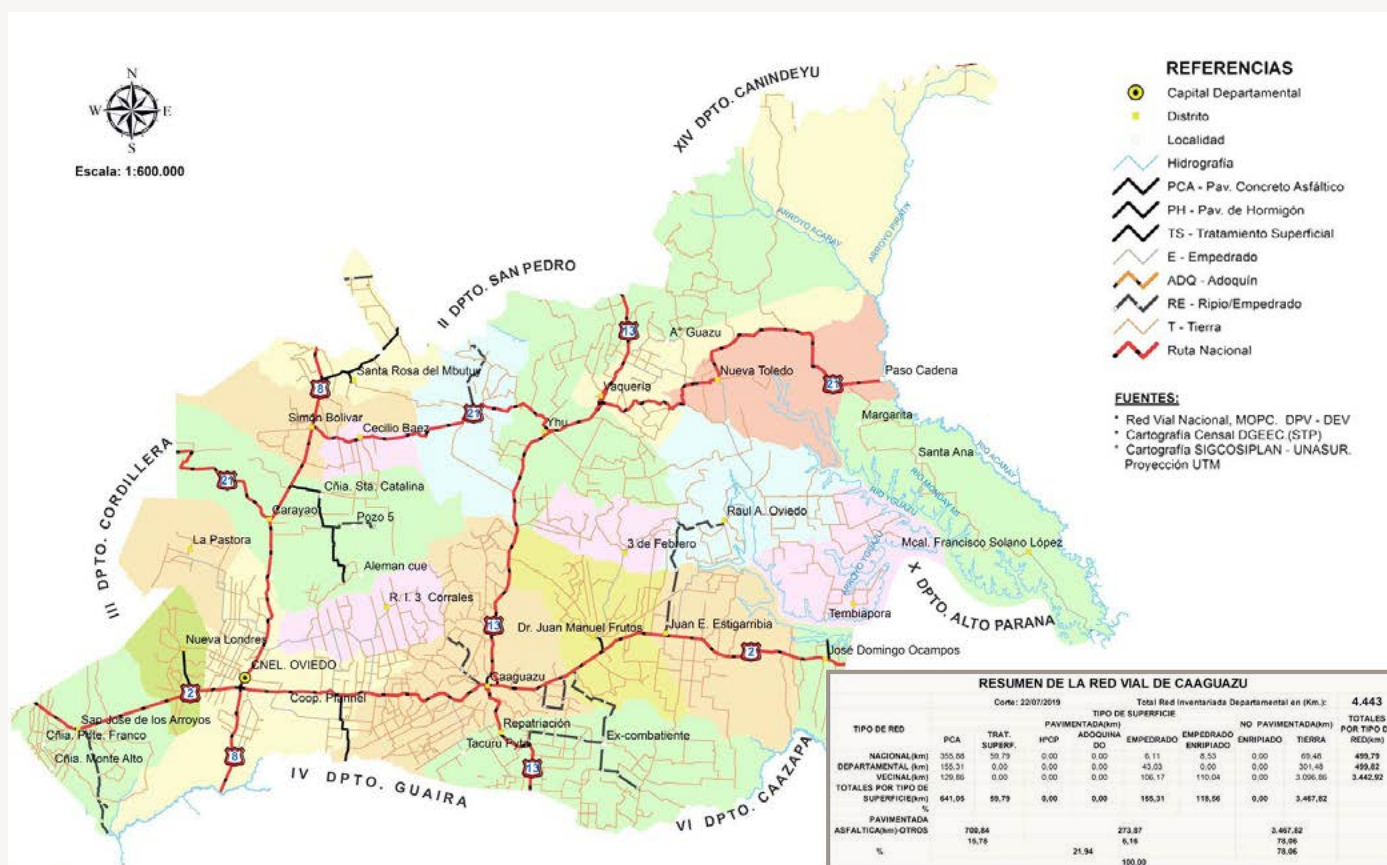
Según datos actualizados del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), el departamento de Caaguazú cuenta con casi 4.500 kilómetros de caminos (Cuadro 4; Figura 6). Según la misma fuente, en 2019 la estructura vial departamental estaba compuesta principalmente por caminos no pavimentados que representaban el 78%, y siendo la red pavimentada el 22% (comprendida por caminos asfaltados, con tratamiento superficial, empedrados y empedrado combinado con ripio). Las precipitaciones de intensidad media y alta tienen un efecto negativo sobre los caminos no pavimentados ya que la escorrentía del agua destruye los ya precarios caminos, volviéndolos intransitables hasta que se sequen, limitando de esta forma la salida de productos agropecuarios hacia los mercados y exigiendo inversiones para su reconstrucción, que serán funcionales solo hasta la próxima precipitación intensa.

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

ASFALTO	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	EMPEDRADO	EMPEDRADO RIPIO	TIERRA
641 km	60 km	155 km	119 km	3.468 km
TOTAL 4.443 km				

Fuente: MOPC, 2019

Figura 6. Tipo de superficie de los caminos de Caaguazú (en kilómetros) en el año 2019.



Fuente: <https://www.mopc.gov.py/mopcweb/index.php?cID=774>

En cuanto a los transportes con que contaba la población del departamento de Caaguazú en el 2019, los datos de la Dirección del Registro de Automotores indican que existe un total de 129.000 vehículos registrados, los que contribuyen a la movilidad de los pobladores, quienes pueden trasladarse a los centros de consumo y empleo, entre otros, pero que, además, la utilización de estos estaría contribuyendo al incremento de los gases de efecto invernadero³⁹. Atendiendo el perfil productivo agrícola y ganadero, los camiones, camionetas y hasta las motocicletas han vuelto más eficientes a los sistemas productivos porque bajan los costos de producción, gestión y comercialización, pero, tal como se observó antes, el estado de los caminos y las precipitaciones reducen bastante la eficiencia y la rentabilidad de los productores agrícolas y ganaderos, al generar costos de transporte adicionales.

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

5.3. EMPLEO, POBREZA E INGRESOS

Como ya se ha mencionado, la economía del departamento de Caaguazú tiene como motor principal a la agricultura y la ganadería. Las cadenas de producción, que incluyen procesamiento industrial son la soja, el maíz, el trigo, la mandioca y la producción láctea. Casi la totalidad de las industrias se dedican al procesamiento de la materia prima agrícola generada en el mismo departamento, principalmente la producción de harina de trigo, de maíz, almidón de mandioca, la producción láctea así como la cría de peces, que se concentra especialmente en el distrito de J. Eulogio Estigarribia y alrededores. Las antiguas colonias agrícolas menonitas asentadas en el departamento, Sommerfeld y Bergthal, son las principales impulsoras agrícolas e industriales.

Por el lado del comercio y los servicios, se trata de un sector en franco crecimiento, expansión y diversificación, alimentado por el mayor crecimiento urbano que han experimentado todas las ciudades del departamento, pero con mayor intensidad en las situadas sobre la ruta internacional que une Asunción y Ciudad del Este. Así, las ciudades de Coronel Oviedo, Caaguazú y J. Eulogio Estigarribia son las más pobladas y con mayor oferta comercial y de servicios. La ciudad de Caaguazú se especializó, en el periodo 1970-1990, en la extracción forestal, en el marco de un proceso sostenido de incorporación de tierras agrícolas que exigía la sustitución de la cobertura boscosa por cultivos. De esta forma, numerosos aserraderos y carpinterías se instalaron en la ciudad y alrededores. La ciudad de J. Eulogio Estigarribia ganó dinamismo en la última década, con la instalación de varias industrias y la consolidación de las cadenas de valor agropecuarias.

Según datos del año 2015, el 48,13% de los empleos correspondían al sector primario⁴⁰. Esto es particularmente significativo puesto que indica la cantidad de empleos que dependen de las condiciones climáticas, por lo que se asume que una sequía, tormenta severa y otros eventos climáticos adversos que afecten directamente a la agricultura y la ganadería, terminarán impactando en los empleos y por ende en los ingresos y en el nivel de vida de la población.

El perfil joven de su población hace que Caaguazú presente una gran cantidad de personas en edad de trabajar, alrededor de 370.000 personas, con una tasa del 5%, según la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, lo que puede considerarse baja.

A pesar de mostrar estándares de empleo alto, los niveles de pobreza aún son altos en el departamento de Caaguazú. Cuatro de cada diez personas se encuentran por debajo de la línea de la pobreza y de la pobreza extrema, especialmente en las zonas rurales, la que se dedica a actividades agropecuarias y sus ingresos dependen en gran medida de la venta de los productos agrícolas. La extrema dependencia del clima de los sistemas productivos agropecuarios en general, y en especial aquellos de la población en situación de vulnerabilidad social, sitúa a estos en una posición de fragilidad social y de vulnerabilidad ante el cambio climático.

5.4. PROGRAMAS SOCIALES

Este departamento presenta altos niveles de pobreza y desigualdad respecto al promedio nacional, siendo su índice de Gini⁴¹ de 0,52. 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 22.000 beneficiarios existen en el departamento, es decir el 5% de la población total. El monto bimestral recibido por las familias es de aproximadamente 90 dólares.

El otro subsidio es conocido como la Ley de Adultos Mayores, otorgado mediante la Ley N° 3728/09 “Que establece el derecho a la pensión alimentaria para las personas adultas mayores en situación de pobreza” está a cargo del Ministerio de Hacienda. La misma consiste en una pensión mensual no menor al 25% del salario mínimo vigente⁴², y está dirigida a adultos mayores de 65 años y en situación de pobreza. Al igual que el programa anterior, la población beneficiada es del 5% del total departamental. El monto mensual que reciben los beneficiarios es de alrededor de 90 dólares. Este programa dispone de 22.000 beneficiarios en el departamento de Caaguazú. Los programas sociales no son acumulativos, es decir los beneficiados no pueden acceder a ambos programas simultáneamente. En forma conjunta, estos programas sociales benefician a cerca de 45.000 personas de forma directa (Cuadro 5), poco menos del 10% de la población total del departamento. Al tratarse de población principalmente rural, la vulnerabilidad al cambio climático es mayor, ya que la seguridad alimentaria de estas familias depende en gran parte de los cultivos de rubros de autoconsumo.

Cuadro 5. **Cantidad de beneficiarios e ingreso total en el departamento de Caaguazú al año 2019 por los programas Tekoporã y Adultos mayores.**

Subsidio	Cantidad de beneficiarios	Importe anual
Programa Tekoporã	22.823	8.000.000 US\$
Ley de Adultos Mayores	22.017	22.500.000 US\$
TOTAL	44.840	30.500.000 US\$

Elaboración propia.

41 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.

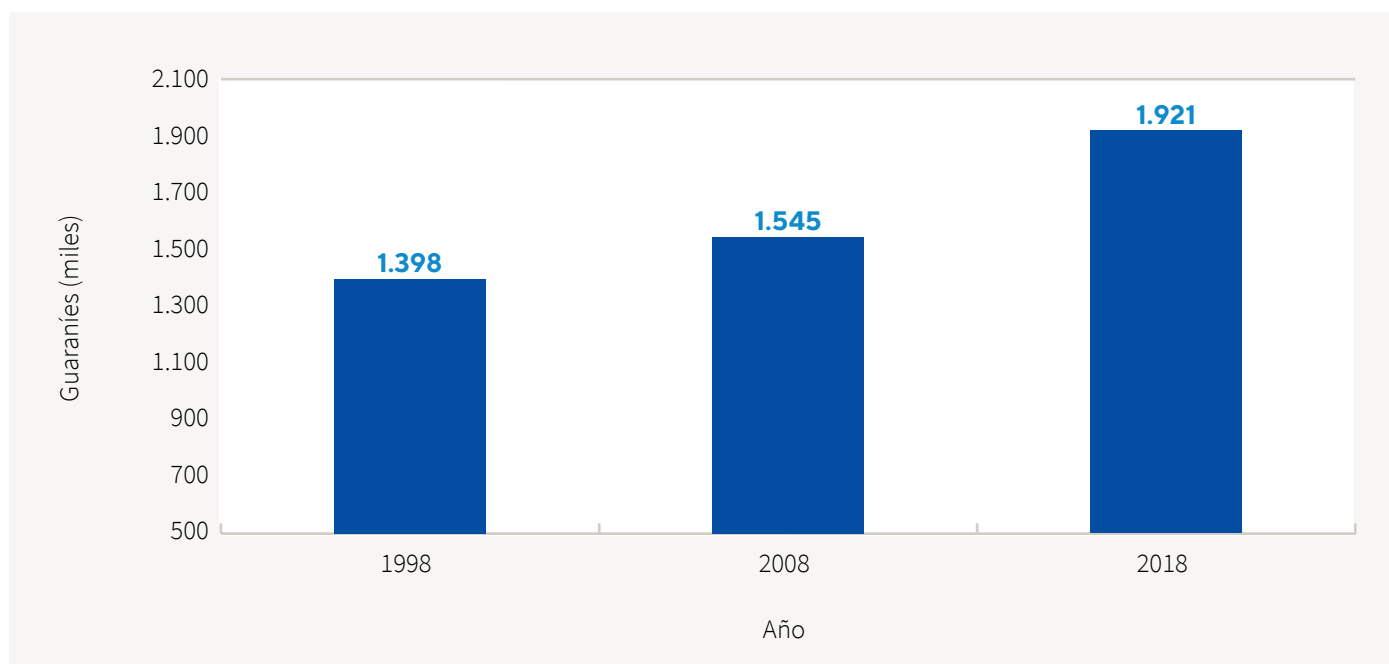
42 Salario Mínimo Vigente en el año 2019: Gs. 2.192.839, alrededor de 338 dólares.

5.5. ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN

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

Tal como se aprecia en el Gráfico 19, los salarios promedio mensuales, de todas las ramas de actividad, tuvieron un comportamiento creciente, de 37% en las últimas dos décadas. De igual forma, los salarios percibidos por las mujeres, históricamente inferiores a los de los hombres, también crecieron en los últimos años.

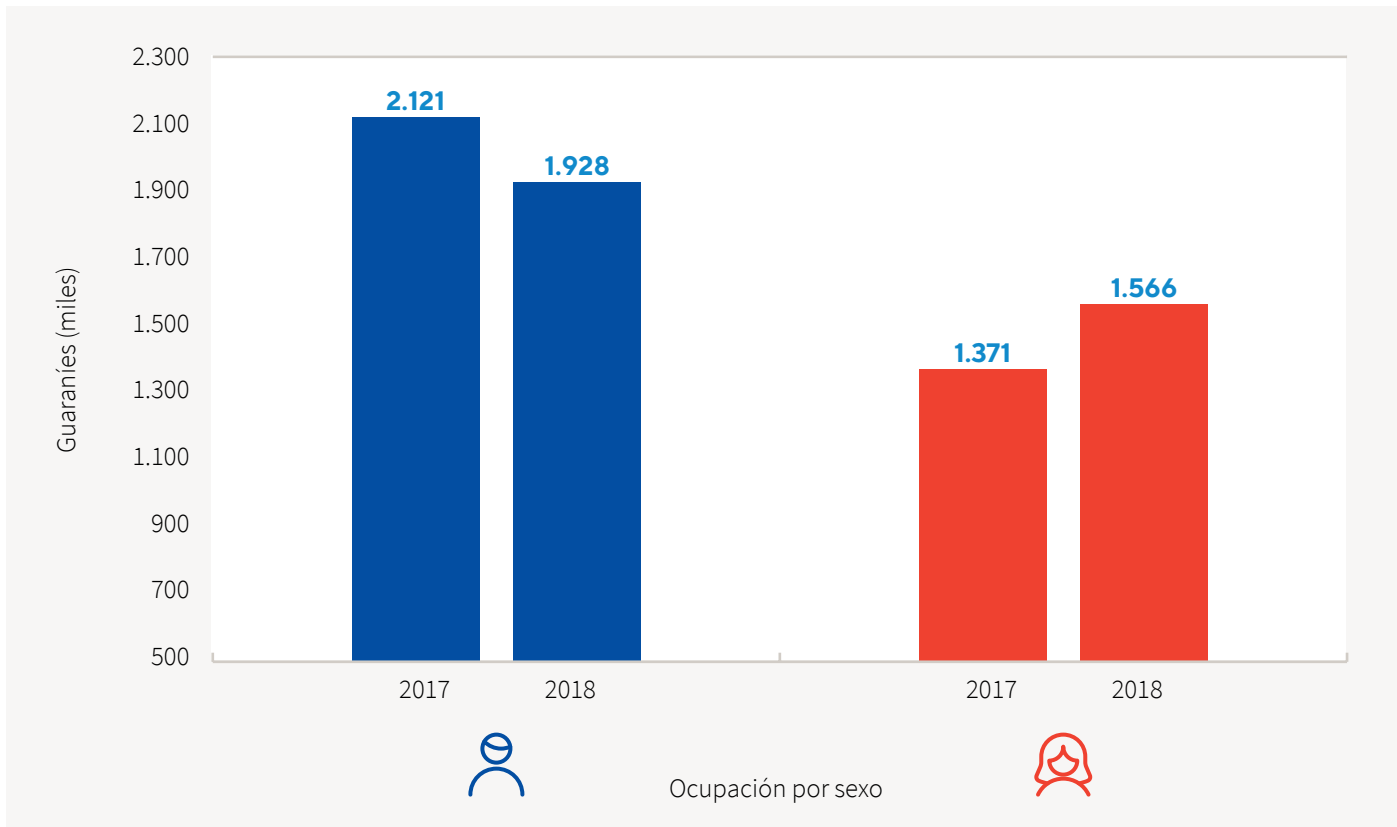
Gráfico 19. **Evolución del promedio de Ingreso Mensual Laboral (en miles de guaraníes) en Caaguazú.**



Fuente: DGEEC en línea, datos por temas. Elaboración propia.

El ingreso mensual promedio, de todos los sectores fue en 2018 de 310 dólares. En cuanto a la diferencia entre sexos, se aprecia que en los últimos años (2017-2018) hubo una caída del 9% en los ingresos de los hombres, mientras que las mujeres aumentaron 14% (Gráfico 20), posiblemente porque estas encontraron oportunidades laborales en el sector comercial y de servicios. Estas variaciones interanuales y entre sexos son bastante corrientes porque responden fundamentalmente al ritmo de los sectores productivos agropecuarios. Una vez más, la calidad de los empleos y las remuneraciones están vinculadas al clima, especialmente a las sequías y a las precipitaciones. Por su estructura económica y social profundamente vinculada a los ciclos agrícolas, hasta el sector industrial y el de servicios se ven impactados por el cambio climático.

Gráfico 20. Promedio de ingreso mensual (en miles de guaraníes) en la ocupación principal de la población de 15 y más años ocupada según sexo en Caaguazú entre los años 2017 y 2018.



Fuente: DGEEC, 2019⁴³. Elaboración propia.

En el departamento de Caaguazú existen cuatro sistemas productivos principales:

- La Agricultura tecnificada:** se ubica mayormente en la porción este del departamento, los cultivos de soja y de maíz son afectados 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 es muy vulnerable al cambio climático. Por ejemplo, asumiendo que el costo promedio de producción de soja es de 500 dólares por hectárea, los agricultores de Caaguazú invierten anualmente un promedio de poco más de 230 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 leche:** situada en el centro del departamento, a los alrededores de la ciudad de J. Eulogio Estigarribia. Las altas temperaturas y la sequía afectan a este sistema productivo. Esta actividad presenta una vulnerabilidad mediana al cambio climático, especialmente por las sequías.

43 DGEEC 2019. Encuesta Permanente de Hogares. Año 2018.

- **La Ganadería para carne:** se ubica en las zonas marginales del departamento. La sequía y las tormentas severas afectan a este sistema productivo. Esta actividad presenta una vulnerabilidad mediana al cambio climático.

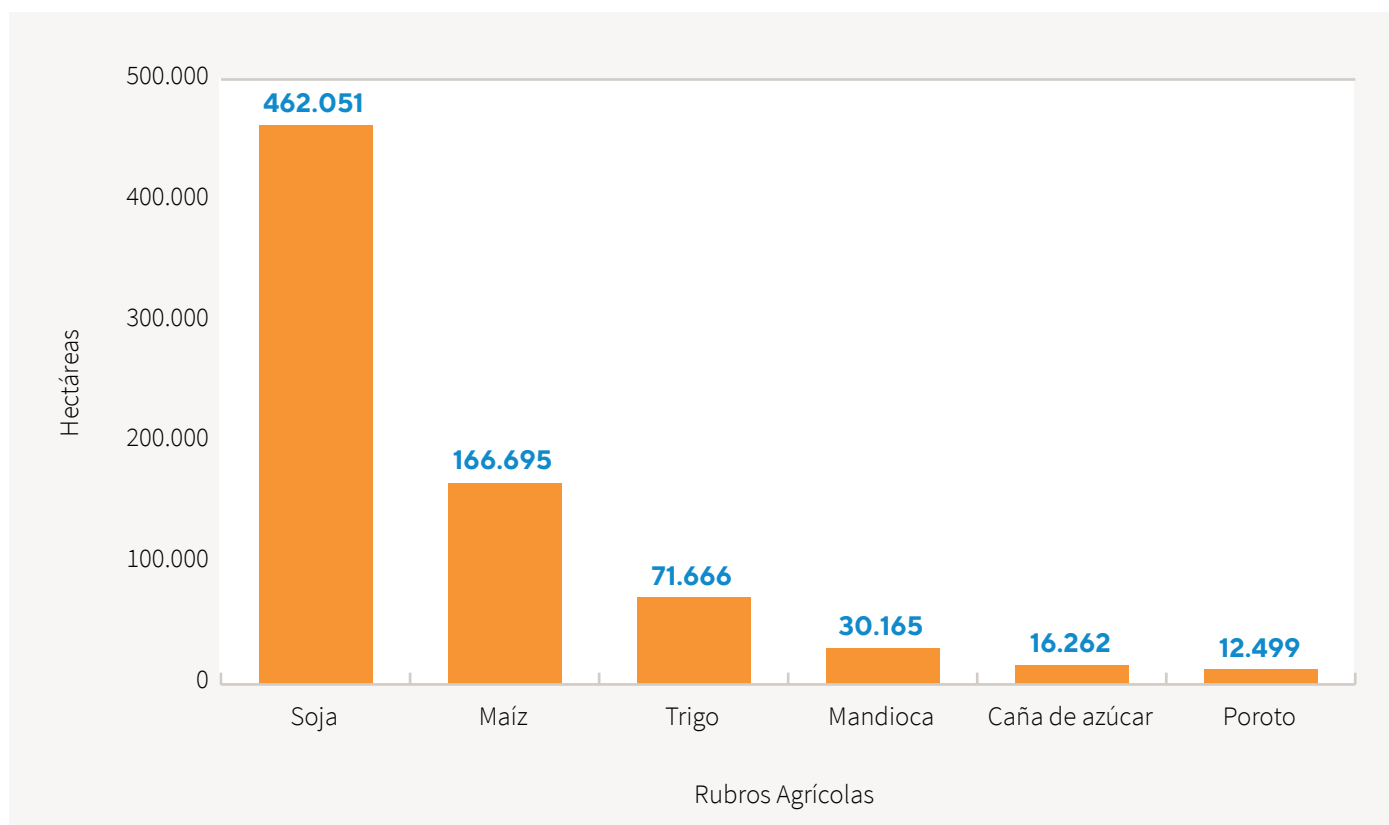
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Según publicaciones oficiales 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 460.000, 167.000, y 72.000 hectáreas al año respectivamente (Gráfico 21). Debido a la envergadura de los cultivos y el volumen producido, así como los precios de los commodities (soja, maíz y trigo) los mayores ingresos del departamento provienen de este sector.

Por su parte, los rubros principales de la agricultura familiar son el poroto, el maní, el maíz, cebolla, la mandioca y la caña de azúcar. 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.

El valor total anual de los principales rubros agrícolas de Caaguazú ronda los 4,8 billones de guaraníes (alrededor de 808 millones de dólares), considerando los rubros con mayor superficie en el departamento (soja, maíz y trigo), con precios de mercado local de los rubros al 26 de diciembre de 2019 y tipo de cambio del Banco Central del Paraguay (BCP) a la misma fecha (Cuadro 6).

Gráfico 21. **Superficie cultivada (en hectáreas) de los principales rubros agrícolas de Caaguazú en el año 2018.**



Fuente: MAG, 2019⁴⁴. Elaboración propia.

Cuadro 6. Rendimiento por hectárea, precio, producción y valor de la producción de los principales cultivos de Caaguazú 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	3.274	2.213.000	1.512.556	3.347.286	565
Mandioca	20.681	1.250.000	623.852	779.815	132
Caña de Azúcar	68.423	190.000	1.112.698	211.413	36
Trigo	1.972	1.307.000	141.327	184.714	31
Maíz	5.150	988.000	166.695	164.695	28
Poroto	988	8.000.000	12.346	98.768	17
Total				4.786.691	808

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

La zona este del departamento de Caaguazú, entre los cuales se encuentra José Domingo Ocampos, inyecta anualmente, en un año con condiciones de rendimientos promedios, unos US\$ 624.000.000 a la economía paraguaya.

La zona oeste del departamento de Caaguazú, donde se encuentran los distritos de Simón Bolívar y Santa Rosa del Mbutuy, se caracteriza por la agricultura familiar, con cultivos de hortalizas, maíz, poroto, mandioca, caña de azúcar, etc.

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

Según las observaciones, entrevistas y relatos recogidos en el departamento, las mujeres, históricamente encargadas de la producción de subsistencia, han tomado el desafío de la comercialización en las ferias de productos hortícolas que con distintas periodicidades se organizan en los centros urbanos. Si bien no existen datos oficiales sobre esta actividad, se asume que es muy importante, puesto que se trata de ingresos frecuentes (diarios, semanales, quincenales y mensuales) que rompen la tendencia estacional histórica de los ingresos agrícolas (ingresos concentrados en un solo periodo del año). Según entrevistas a algunos feriantes del departamento de Caaguazú y a otros informantes claves, los ingresos semanales de los agricultores feriantes son de aproximadamente 130.000 guaraníes, alrededor de 20 dólares. Estos montos, y sobre todo la periodicidad alta de estos ingresos, tienen un impacto extremadamente importante en las economías de las familias.

Otro cultivo importante es el de la mandioca, que genera un movimiento comercial e industrial de alrededor de 132.000.000 de dólares anuales. Este rubro ha sido impulsado y favorecido por la instalación de al menos cuatro industrias que elaboran almidón de mandioca y han logrado acceder a porciones del mercado mundial en condiciones de competitividad.

Las plantas industriales de CODIPSA, ALMISUR y ALMISA, entre otras de menor tamaño, han contribuido a generar mayores ingresos a los agricultores familiares; aunque no se cuentan con datos oficiales, se estima que el ahorro en flete y gestión para el traslado de la producción a grandes distancias, como por ejemplo al Merca-

do de Abasto de Asunción (más de 150 kilómetros), es mucho más favorable a los agricultores gracias a que las industrias están a menos de 10 kilómetros, lo que se traduce en mayores ingresos. Según datos del Banco Central del Paraguay, en los últimos cinco años se exportó almidón de mandioca por un valor de 62 millones de dólares. Una parte de estos ingresos termina beneficiando a los agricultores familiares, gracias al valor industrial agregado. Por esta razón, vender a las industrias locales es mucho más conveniente que al Mercado de Abasto de Asunción que, además, siempre pagó un precio menor que el de las industrias.

La cadena de valor de la mandioca presenta una doble vulnerabilidad al cambio climático. La primera está dada por las sequías que afectan en dos momentos, en el desarrollo del cultivo y sobre todo en el periodo de cosecha. Al tratarse de un tubérculo, su extracción manual exige una suficiente fuerza para extraerlo de la tierra, y aun mucha más cuando la tierra está muy seca, en periodos de sequía. La segunda vulnerabilidad específica es que, por tratarse de un producto agrícola voluminoso, requiere camiones de 3,5 a 7 toneladas para llegar al mercado. Las precipitaciones y tormentas limitan y muchas veces impiden el tránsito de este tipo de vehículos debido al mal estado de los caminos no pavimentados. Paradójicamente, mientras que las precipitaciones favorecen el desarrollo de la planta y facilitan la extracción de la mandioca, frenan e impiden la comercialización.

Sin embargo, una limitación marcada que tiene esta cadena de valor es el nivel muy bajo de productividad del cultivo de la mandioca por la pérdida de fertilidad de los suelos, así como la muy baja aplicación de buenas prácticas agrícolas y la casi nula modernización de los sistemas productivos, lo que conspira contra los ingresos de los agricultores, así como contra la capacidad instalada de las industrias.

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

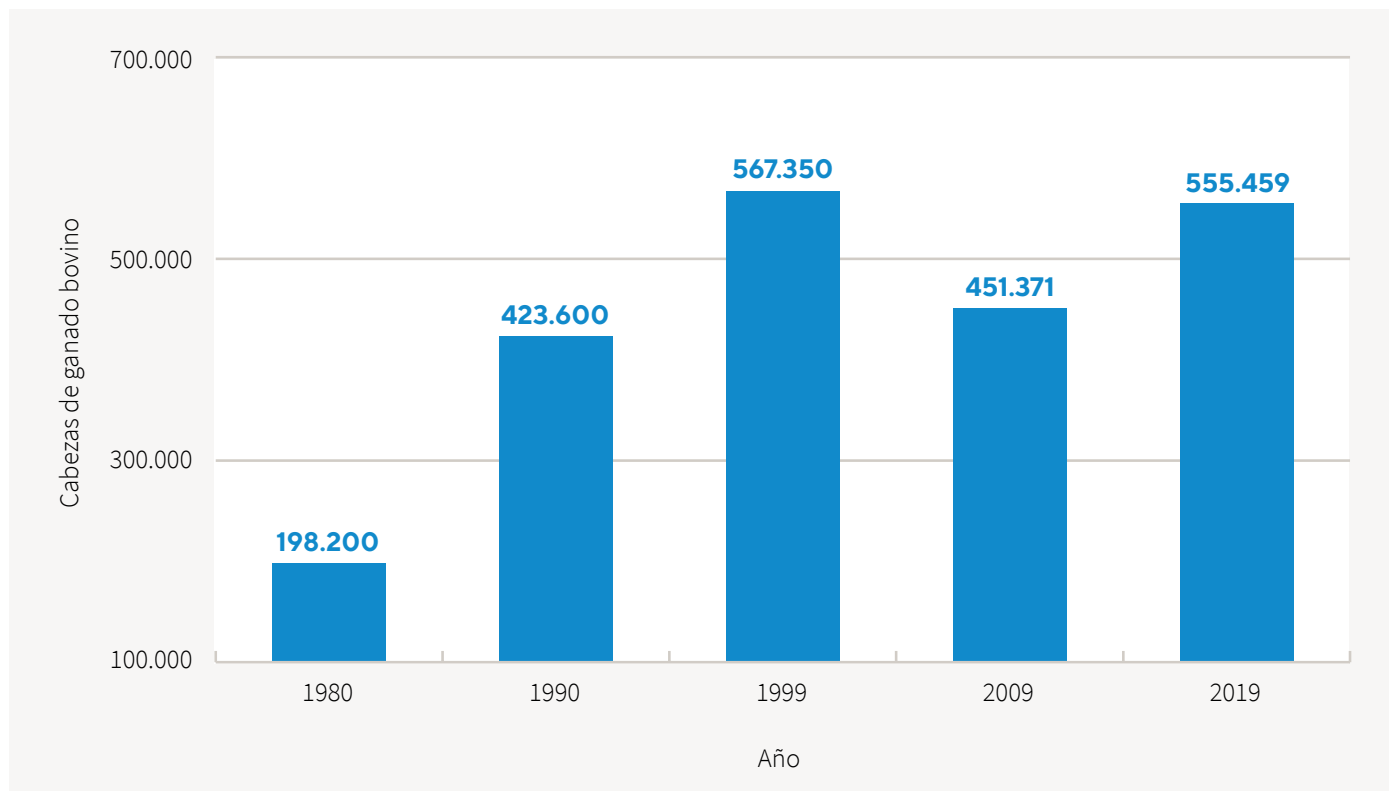
PRODUCCIÓN PECUARIA

La producción de ganado bovino en el departamento de Caaguazú asciende a alrededor de 555.000 cabezas⁴⁴ (Gráfico 22), teniendo a nivel nacional poca relevancia (4% del total del ganado bovino).

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, además el departamento se caracteriza por sus industrias lácteas, las que acopian la leche producida en la porción centro-este del departamento. La empresa LACTOLANDA, con una producción de más de un millón de litros de leche por día, en 2019, es una de las tres empresas del rubro lácteo más importantes del país. No se disponen de datos desagregados sobre empleos ni sobre participación en el PIB; sin embargo, esta cadena productiva es muy relevante porque permite primero diversificar la producción del departamento, así como generar empleos al sector industrial.

Este segmento productivo se ve impactado principalmente por la sequía, porque reduce la cantidad de agua de los pastos y por lo tanto disminuye la masa alimentaria para las vacas. Por el lado de las altas temperaturas, este sector es muy sensible puesto que las razas especializadas, principalmente Holanda, son sensibles a este fenómeno.

Gráfico 22. Evolución de la población de ganado bovino en Caaguazú.



Fuente: SENACSA. Elaboración propia.

Por otra parte, con relación a la producción de animales menores (Cuadro 7), la de aves representa la de mayor volumen en el departamento, y a la vez corresponde al 12% del total del país.

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

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

AVES	PORCINO	OVINO	EQUINO	CAPRINO
2.159.161	122.266	28.646	13.442	5.494

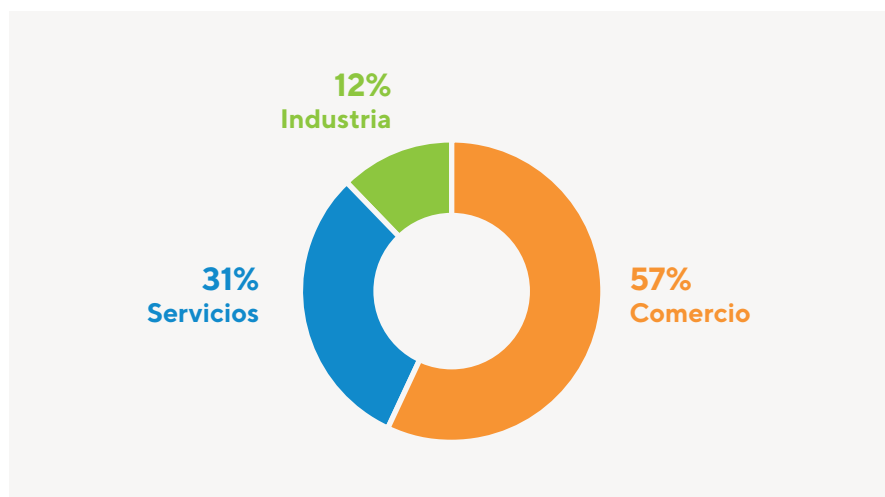
Fuente: SENACSA, 2016. Elaboración propia.

INDUSTRIAS, COMERCIOS Y SERVICIOS

Según el Censo Económico Nacional, que se focalizó sobre la industria, el comercio y los servicios⁴⁵, el departamento de Caaguazú cuenta con aproximadamente 12.000 unidades económicas, alrededor de seis de cada diez son comercios y poco más de un tercio servicios ([Gráfico 22](#)).

45 DGECC, 2011

Gráfico 22. Unidades económicas en Caaguazú (en porcentaje) en el año 2010⁴⁷



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 Coronel Oviedo, Caaguazú y J. Eulogio Estigarribia.

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

Cuadro 8. Unidades económicas y personal ocupado por sexo en Caaguazú.

Distritos	Unidades económicas	Personal ocupado total	Hombre	Mujer
Caaguazú	4.253	11.321	6.957	4.364
Coronel Oviedo	4.227	11.975	7.067	4.908
Dr. J. Eulogio Estigarribia	1.022	4.182	2.787	1.395
San José de los Arroyos	370	807	436	371
Dr. Juan Manuel Frutos	323	731	413	318
Vaquería (Ex San Blas)	222	506	283	223
José Domingo Ocampos	172	401	225	176
Repatriación	149	297	156	141
Yhú	139	249	123	126
San Joaquín	131	277	150	127
Carayaó	116	260	146	114
Dr. Cecilio Báez	114	208	109	99
Raúl Arsenio Oviedo	105	202	97	105
Santa Rosa del Mbutuy	89	152	82	70
3 de Febrero	74	145	93	52
Simón Bolívar	57	105	53	52
Tembiaporá	50	124	65	59
Mcal. Francisco Solano López	47	147	98	49
Nueva Londres	31	50	20	30
La Pastora	31	49	25	24
R.I. 3 Corrales	25	49	22	27
Total Caaguazú	11.747	32.237	19.407	12.830

Fuente: Censo Económico Nacional, 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 Económico⁴⁷. No obstante, a continuación se presenta una estimación calculada para el departamento de Caaguazú 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 45%).

De esta manera se obtuvo el Cuadro 9, 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 Caaguazú: comercio, industria y servicios (sin agricultura ni ganadería).

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

Sectores	Año 2010 ⁴⁹		Año 2018 ⁵⁰	
	Millones de G	Millones de US\$	Millones de G	Millones de US\$
Comercio	5.759.012	1.263,5	7.313.945	1.604,6
Industria	1.745.891	383,0	2.583.919	566,9
Servicios	1.382.122	303,2	2.004.077	439,7
Total	8.887.026	1.949,8	11.901.942	2.611,2

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 16 instituciones financieras, con alrededor de 40 sucursales en las ciudades más importantes y poco más de 150 corresponsales no bancarios, que amplían las operaciones financieras. Las ciudades mejor servidas y con mayor oferta son Caaguazú, Coronel Oviedo y J. Eulogio Estigarribia, 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 Caaguazú existen más de 150.000 cuentas bancarias y, al primer trimestre de 2020, los depósitos de dinero en distintas modalidades ascienden a más de 150 millones de dólares.

47 Censo Económico Nacional de 2011

48 Fuente: DGEEC 2011

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

6. IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EN LA AGRICULTURA

Los eventos climáticos de la década pasada han provocado pérdidas millonarias a la economía del departamento. Aunque no se disponen de datos oficiales sistemáticos sobre los impactos del cambio climático para todos los sectores por inexistencia de estadística, para algunos sectores, como el del maíz y la soja –que sí disponen de información– el impacto de los eventos climático extremos es alto.

En la última década, el impacto del cambio climático en el departamento de Caaguazú 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 Caaguazú en la caída ha sido aproximadamente⁵⁰ de 180 millones de dólares. A este monto deben agregarse las pérdidas del sector hortícola de Caaguazú, que no pueden ser contabilizadas con exactitud, por insuficiencia de datos.

A continuación 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 Caaguazú. La metodología del cálculo consistió en comparar la producción de cada rubro del departamento de Caaguazú de un año promedio con el año en que ocurrió un evento climático extremo. La diferencia de producción obtenida luego fue multiplicada por el valor de cada producto, obteniéndose de esta forma el valor total de la pérdida monetaria de cada rubro.

En la última década y media, las sequías han significado pérdidas por más de 520 millones de dólares en el departamento de Caaguazú, 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. La zona este del departamento de Caaguazú es la más vulnerable a estos fenómenos climáticos ya que allí se concentran gran parte de los rubros de la agricultura tecnificada ([Cuadro 10 y 11](#)).

50 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 Caaguazú.

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de SOJA en Caaguazú (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2008 - 2009	-345.102	-126.190.796
Sequía	2011 - 2012	-514.093	-274.598.411
Sequía	2018 - 2019	-345.840	-113.472.671
TOTAL		-1.205.035	-514.261.878

Fuente: Ministerio de Agricultura y CAPECO. Elaboración propia.

Cuadro 11. Pérdidas en cultivos de maíz, según eventos de sequía, en el departamento de Caaguazú.

Eventos Climáticos Extremos	Años	Reducción de producción de MAÍZ en Caaguazú (ton)	Valor de las pérdidas en dólares (US\$)
Sequía	2011 - 2012	-30.390	-8.206.480
TOTAL		-1.205.035	-514.261.878

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería y CAPECO. 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 transporte 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 sobre esta situación.

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

Se asume 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, elaborada para este estudio, 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.

En el sistema financiero la repercusión de las pérdidas productivas, especialmente agrícolas, por eventos de cambio climático no afectan solo a los productores, sino

que afecta de forma indirecta al sistema financiero, es decir a los bancos y financieras del sistema que debieron renovar, refinanciar y reestructurar las operaciones de los productores. La deuda total promedio de los últimos cinco años del sector agrícola es de alrededor de 3.000 millones de dólares, aproximadamente 1.000 dólares por hectárea. En el departamento de Caaguazú se cultivan 460.000 hectáreas de soja, dando un total de 460 millones de dólares de deuda, en promedio. Por esta razón, los periodos de sequía tienen un efecto directo sobre el sistema financiero, requiriendo para el efecto una serie de medidas. El Banco Central del Paraguay, mediante medidas transitorias, permite 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 Caaguazú, y nacional. Esto es aún más importante y significativo para los bancos especializados en cartera agrícola.

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. La suspensión de clases en los niveles de Escolar básica, Educación media y universidades son corrientes en el departamento. 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. En términos sociales, existen dos tipos de impactos. El primero suele ser puntual, como resultado de tormentas severas, que afectan tanto a cultivos como a las viviendas precarias. El segundo es de mayor impacto, generalmente sequías y heladas, pues afectan a superficies más extensas que las tormentas severas, y las pérdidas que acarrear tienen impacto directo y residual en los ingresos de los agricultores, es decir que las pérdidas tienen un efecto prolongado en el tiempo, porque limitan y reducen los ingresos de mediano plazo, así como afectan las condiciones de vida en el mediano y largo plazo.

FENÓMENOS CLIMÁTICOS MÁS FRECUENTES

Las heladas son frecuentes, aunque con distinta intensidad. En 2017 por ejemplo, afectaron severamente al cultivo de trigo. Ese año, no solo los agricultores debieron enfrentar las pérdidas de producción, sino también los molinos harineros del departamento. El aumento de eventos extremos por tormentas severas o tornados (lluvia intensa, granizada, vientos violentos y rayos) ponen en riesgo las infraestructuras y los equipamientos (invernaderos, sistemas de riego, tablonos) de los que disponen los productores. Además traen consigo un aumento del potencial erosivo por las lluvias, debido a que la intensidad produce escorrentía, esto podría impactar negativamente en la erosión de tierras de cultivo, y en el mantenimiento de caminos vecinales sin pavimento y sin protección adecuada. Por otro lado, estas lluvias podrían ser aprovechadas si pudieran ser gestionadas correctamente para la producción agropecuaria, como por ejemplo si se colectase el agua en reservorios para posteriormente utilizarla en regadíos.

Sin embargo, con el crecimiento de la población en los centros urbanos, las inundaciones urbanas, debido a las grandes lluvias (en aumento) y el crecimiento urbano sin planificación, tienen un potencial destructivo por el arrastre de las aguas de escorrentía.

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 Caaguazú. En primer lugar, deben ser desarrolladas las estrategias para atenuar el impacto de los eventos climáticos extremos, como la sequía, que presenta impactos regionales de gran relevancia económica, pero también las tormentas severas que, aunque puntuales en términos de área afectada, pueden provocar cuantiosas pérdidas económicas.

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

Un ejemplo de ello fue la sequía de 2012-2013, que tuvo alto impacto social. Más de 47.000 familias fueron asistidas por el Gobierno, siendo los departamentos afectados: Guairá, Caaguazú, Caazapá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Canindeyú, Presidente Hayes y Boquerón⁵¹. En este caso, el impacto de la sequía fue económico y social, afectando los ingresos de las familias campesinas más vulnerables.

Respecto a las políticas de gobierno, y para mencionar solo las más recientes, en el año 2018, el Gobierno Nacional, a través del MAG, benefició a 1.755 familias pertenecientes a la Agricultura Familiar del departamento de Caaguazú, con una inversión de 24.305.364.425 guaraníes, equivalente a 3,7 millones de dólares. El distrito más beneficiado fue 3 de Febrero, con 5.207.230.000 guaraníes, alrededor de 810.000 dólares, para unos 135 labriegos, quienes recibieron invernaderos y pozos artesianos⁵². Este tipo de soporte es fundamental para el combate contra la pobreza, la seguridad alimentaria y la lucha contra el cambio climático.

Cuadro 12. **Medidas de contingencia a los eventos climáticos.**

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

51 Cronología de eventos significativos en el Paraguay. Fuente: SEN. Plan Nacional de Implementación del Marco de Sendai 2018-2022

52 ADN Paraguayo, 6 de abril 2018.

CONCLUSIONES

El clima es un factor determinante en la economía del departamento de Caaguazú. 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 evitar sus impactos. La dependencia de las precipitaciones, pero 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.

Caaguazú presenta al este agricultores tecnificados, que se dedican a cultivar soja, maíz y trigo que posteriormente alimentan a las industrias de harinas. Las sequías han privado al departamento de Caaguazú de más de 8 millones de dólares en un solo año (2011-2012), sin contar con otras pérdidas por sequías de menor intensidad.

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.

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 adversos se resuelve en un incremento de las desigualdades y mayor fragmentación social. Por ejemplo, los programas sociales –que atienden a casi 45.000 personas en situación de vulnerabilidad social– requieren una inversión anual de 30 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 impacto directo del cambio climático.

El carácter “natural” de los eventos climáticos y la “aceptación” de sus impactos 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 dinámicamente 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 informe y concencie 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 manera 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., 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 la cual se aprueba el Acuerdo de París sobre Cambio Climático 2015

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

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

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

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. 2001, impactos, adaptación y vulnerabilidad.

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, 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.

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



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