

Los sistemas meteorológicos de escala sinóptica de la Amazonia, sus efectos e impacto socioeconómico en el sur del territorio colombiano

José Daniel Pabón Caicedo¹
Ruth Leonor Correa Amaya²

Resumen

En los alisios del sureste, de mayo a septiembre, sobre la Amazonia se presentan perturbaciones ondulares de escala sinóptica que se desplazan de este a oeste sobre la Amazonia occidental, en donde generan fluctuaciones del tiempo atmosférico regional. Este trabajo identifica el efecto de los sistemas atmosféricos de escala sinóptica de la Amazonia en la precipitación del sector sur del territorio colombiano, caracterizando la frecuencia e intensidad de los eventos extremos (lluvias intensas) que tales sistemas generan; también se muestra el impacto socioeconómico asociado a los sistemas mencionados.

Palabras Clave: Sistemas meteorológicos; amenazas meteorológicas; Amazonia colombiana.

Abstract

Into the SE branch of trade-winds, during the May-September period, over the Amazonia synoptic scale wave perturbations are observed; these system travel from East to West over the Western Amazonia, where they generate oscillations in the regional weather. This paper identifies the effect of Amazonian synoptic scale atmospheric systems on precipitation of southern side of colombian territory describing the frequency and intensity of extreme events (heavy rain) generated by these systems; additionally, the socioeconomic impact associated to these systems is showed.

Key words: meteorological systems; meteorological hazards; Colombian Amazonia.

Introducción

El estado del tiempo sobre el territorio colombiano está controlado por los diferentes sistemas de escala sinóptica que en diversas épocas del año actúan sobre la región. Pabon *et al.* (1998) destacaron los siguientes sistemas: perturbaciones ondulares en la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), Ondas del Este, la Baja Anclada de Panamá, ciclones tropicales, vaguadas sobre el Caribe y los sistemas sinópticos de la Amazonia. Estos últimos juegan un papel importante en las condiciones de tiempo atmosférico en una amplia región del país, en particular de la Amazonia colombiana y la parte sur de la región Andina en donde son causa de crecientes súbitas, inundaciones, deslizamientos (ver, por ejemplo, los casos analizados en Hortúa 2004, para Florencia). No obstante, hasta el momento poca atención se ha prestado a estos procesos, a pesar de que afectan una región en donde se localiza una importante población e infraestructura, y se desarrollan actividades económicas de relevancia nacional –concentradas principalmente en la parte del piedemonte amazónico (Jiménez y Montoya 2003), aunque no solo se limitan a este sector (ver Riaño Umbarila 2003).

El estudio de estos sistemas se inició recientemente (Ruiz 1997), pero en la actualidad aún no han sido del todo identificados y estudiados, ni tampoco se ha analizado el tipo de impactos socioeconómicos generados en esa región. Resulta de gran beneficio para el país, para la región amazónica en particular, incrementar el conocimiento sobre los mencionados sistemas, ahondar en los efectos y visualizar y evaluar los impactos que llevan consigo.

Considerando la importancia de estos sistemas, se realizó un trabajo para identificar el efecto de los mismos en la precipitación de la Amazonia colombiana y mostrar el impacto socioeconómico que está asociado a tales sistemas. Este artículo, en el que se resumen los resultados de dicho análisis descriptivo, busca fundamentar la necesidad de profundizar en el estudio de la estructura y la dinámica de los sistemas sinópticos de la Amazonia.

1. Descripción de la región amazónica colombiana

Para identificar el efecto de los sistemas sinópticos de la Amazonia en la región es necesario conocer las características fisicogeográficas y la organización espacial de la población en la región.

1.1. Aspectos biogeofísicos

La Amazonia colombiana está localizada en el norte de Suramérica, al occidente de la cuenca amazónica. Esta región comprende la parte sureste del país y cubre una extensión de 315 000 Km². Por el norte está bordeada por el río Guaviare, que la separa de la Orinoquía; por el sur, los ríos Putumayo y Amazonas la separan de Ecuador y Perú; al oriente, con Brasil a través del río Negro; al occidente, una divisoria de aguas la separa del Macizo colombiano y de la cuenca alta del río Magdalena (Figura 1).

La parte oriental y central de la región es plana, solo se destacan algunos accidentes orográficos como la Sierra de Chiribiquete entre Caquetá y Guaviare. En el occidente, la región es bordeada por el sistema montañoso conformado por el Nudo de los Pastos, el Macizo colombiano y la cordillera Oriental. Geomorfológicamente, gran parte de la región consiste en llanuras aluviales parcialmente inundables; en el sector occidental se encuentran montañas con alta pendiente donde se desarrollan con frecuencia procesos de remoción en masa.

El clima de la región es cálido y húmedo, particularmente en el sector occidental, cerca del piedemonte, donde se observan los mayores volúmenes de precipitación. La parte colombiana es el sector más lluvioso de la Amazonia.

La región amazónica del territorio colombiano tiene 15,9 millones de selvas densas exuberantes, 14,9 millones de selvas densas, terrazas y colinas altas, y 6,7 millones de las llamadas selvas mixtas y bosques transicionales a sabanas (INDERENA-IGAC-CONIF 1984). Estas características biogeográficas están asociadas a las condiciones de clima húmedo que domina esta región.

Numerosos y caudalosos ríos cruzan desde occidente (la zona montañosa) el territorio en dirección al Ama-



Figura 1. Localización y delimitación de la Amazonia colombiana (el área correspondiente se muestra en gris oscuro; los puntos representan los centros urbanos; los triángulos, la localización de las estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis de los extremos en la precipitación diaria).

zonas; entre ellos, los más notables son: Caquetá, Putumayo, Guainía, Negro, Vaupés, Caguán, Apaporis, Orteguzza, Yarí y Caraparana. Muchos de ellos sirven como la única vía de comunicación entre los asentamientos distribuidos en la región.

1.2. Aspectos socioeconómicos

En la Amazonia colombiana habitan aproximadamente un millón de personas, según lo estimado por el IGAG (2002) para los departamentos de esta región hacia el año 2001. La población y gran parte de su actividad económica se concentran en el piedemonte (Jiménez y Montoya 2003), en el sector de Mocoa, Florencia y San Vicente del Caguán, aunque hay asentamientos y menor actividad en el resto de la región (ver también la Figura 1). Los asentamientos cercanos al piedemonte se localizan en los abanicos de eyección de los ríos que descienden de las estribaciones orientales de la cordillera.

La organización político-administrativa del país divide la Amazonia colombiana en los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainía, Putumayo y Vaupés.

Las principales actividades económicas son pesca, explotación forestal, agricultura, ganadería y minería. Gran parte de la actividad regional está asociada a la producción maderera y la explotación del petróleo (Putumayo).

Las relaciones con otras regiones y el intercambio (exportación e importación regional) de productos se realizan principalmente con Bogotá, Neiva, Pasto y Cali a través de carretera y vía aérea (aeropuertos de Mocoa, Puerto Asís, Florencia, San Vicente del Caguán, Leticia y otros secundarios). Dentro de la región el intercambio se realiza por vía aérea y fluvial.

La infraestructura vial que sirve a la región está conformada por las carreteras Mocoa-Pasto, Mocoa-Pitalito, Florencia-Altamira y San Vicente de Caguán-Algeciras-Neiva, carreteras que surcan las estribaciones orientales del sistema montañoso del sur del país, donde la alta pendiente y las condiciones de suelo facilitan la remoción en masa; estas carreteras cruzan la cordillera hasta llegar a los valles interandinos. Los ríos sirven de vía, por lo cual una red de puertos fluviales se ha desarrollado en la zona.

Un elemento destacado de la infraestructura socioeconómica regional, de trascendencia nacional, es el oleoducto transandino Orito (Putumayo)-Tumaco (Nariño). Se debe mencionar que la región tiene instalada una red de antenas localizadas principalmente en la parte occidental sobre la cordillera, las cuales sustentan el servicio de teléfono, comunicaciones de radio y de TV. También es necesario considerar las torres que sustentan la red de energía eléctrica que va desde la región andina al piedemonte y a algunos municipios de la parte baja de Putumayo y Caquetá.

2. Los sistemas atmosféricos de escala sinóptica de la Amazonia

Los estudios que se han realizado en Colombia sobre los sistemas sinópticos de la Amazonia, aún son muy escasos. Por primera vez son mencionados por Pabón *et al.* (1998) y León *et al.* (2000), quienes plantean la existencia de dichos sistemas, aunque no entran en detalle sobre sus características. Posteriormente, Ruiz (1997) hace una mayor aproximación al tema y logra identificar que en Leticia ocurre el paso de ondas en los alisios del sureste que en principio, son los sistemas sinópticos de la Amazonia.

Ruiz (1997) estableció que, en el período analizado, las ondulaciones en los alisios del sureste son más frecuentes en mayo y junio, y no durante todo el período en que los alisios del sureste dominan sobre la región del Trapecio Amazónico. También logró detectar los cambios de la capa húmeda que producen dichas ondulaciones y encontró que la distribución de la zona de lluvias y de tiempo seco en dichos sistemas es similar a la que se observa en las Ondas del Este. Según lo que se conoce hasta ahora, los mencionados sistemas ingresan al territorio colombiano y determinan las variaciones del tiempo atmosférico sobre la Amazonia, y, al llegar a la parte occidental en el piedemonte y sobre las estribaciones de la cordillera, producen abundantes lluvias que pueden generar procesos de torrencialidad que afectan el sistema socioeconómico en la región.

Sistemas sinópticos como los presentados en la Figura 2 ingresan por la parte suroriental del territorio

colombiano y generan intensificación de las lluvias en algunas zonas de la Amazonia y del sur de la región Andina. En algunos casos, ocasionan tormentas (lluvias intensas y descargas eléctricas) que pueden conducir impactos socioeconómicos negativos con pérdidas de vidas y de bienes, así como daños a la infraestructura y alteraciones de los servicios de esas regiones.

Si el estudio de los sistemas de la Amazonia en Colombia ha comenzado recientemente, la literatura científica sobre el tema a nivel internacional es también escasa. A pesar de que la Amazonia ha llamado la aten-

ción de la comunidad científica mundial, la mayoría de los trabajos han sido orientados más hacia su papel y funcionamiento como parte del sistema climático mundial (Dickinson.1987; Fisch 1990; Nobre *et al.* 1991; Gat y Matsui 1991; Polcher y Laval 1994; Gash *et al.* 1996) y hacia la variabilidad climática regional (Marengo 1992, 1995; Pabón 1996). Los sistemas de tiempo que actúan en esta región han sido menos estudiados, aunque se destacan los trabajos de Cohen *et al.* (1995) sobre las líneas de turbonadas (de inestabilidad) que de alguna manera están asociadas al objeto de estudio de este trabajo;

a)



b)

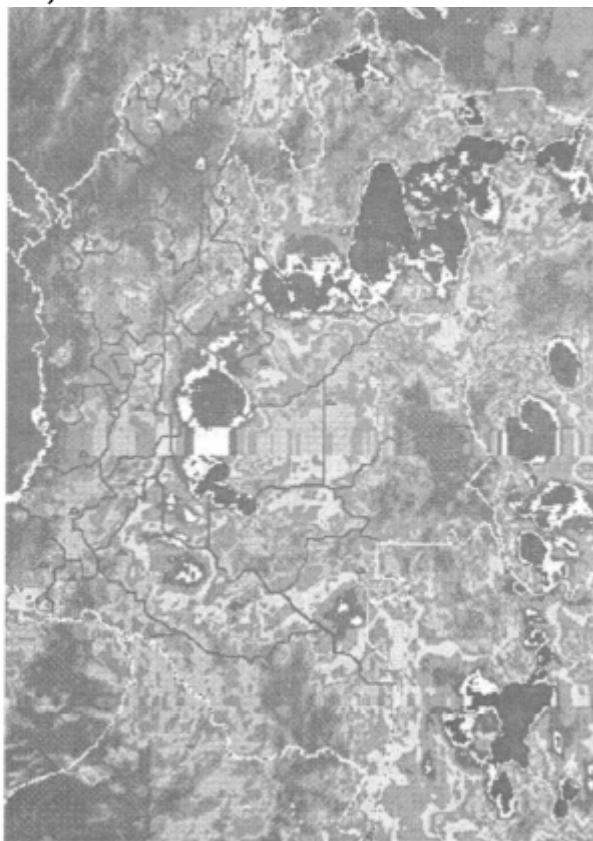


Figura 2. Imágenes generadas por el satélite GOES-8 (a) el 29 de junio de 2000, 23:15 GMT, y (b) el 29 de mayo de 2002, 22:15 GMT, en las que se observan sistemas sinópticos que ingresan por el suroriente del país. El color negro presenta el área con nubosidad generadora de lluvias intensas (información obtenida del Servicio de Información Ambiental del IDEAM).

también Salati *et al.* (1979) ofrecen información que se puede asociar con este tema.

Todo lo anterior sustenta la necesidad de profundizar en un estudio de los sistemas sinópticos de la Amazonia que parta de una descripción de los mismos, y que sirva de base para continuar la indagación por el papel real de estos sistemas en las condiciones de tiempo de la Amazonia, y la parte sur y central de la región andina.

3. Metodología de análisis y características de la información utilizada

El análisis de los sistemas atmosféricos de escala sinóptica de la Amazonia se realizó a partir de la identificación del efecto de los mismos en la precipitación diaria en diferentes lugares de la región. Para el efecto se tomaron los datos de precipitación diaria registrados en las estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) que operan en el aeropuerto de Leticia, en Mocoa (dos estaciones: Acueducto y Campucana), Puerto Leguizamo, La Chorrera y Vichoy (Valle de Sibundoy); la localización de las estaciones se muestra en el mapa de la Figura 1. Los datos correspondientes fueron tomados de la base de datos del IDEAM; inicialmente se realizó un proceso de revisión de los datos con el fin de descartar errores que hayan podido filtrarse después del proceso de verificación de rigor que realiza el IDEAM al colocarlos en la base de datos.

Al comienzo del análisis se visualizaron los datos en gráficos para cada año y se señaló el período mayo-agosto para identificar los eventos de lluvias intensas que podrían estar asociados a los sistemas atmosféricos de escala sinóptica que ingresaron a la región por esa época de cada año.

Con el propósito de identificar la frecuencia característica de los sistemas, se elaboraron periodogramas para el período mayo-agosto de cada año con los datos de precipitación diaria correspondientes y para todas las estaciones tomadas para el análisis; se calculó un periodograma promedio para cada sitio, el cual representa de manera aproximada el espectro de los pro-

cesos en esa época del año. Los sistemas de escala sinóptica se ubican en el intervalo 0,2 – 0,4 de las frecuencias.

Seguidamente se identificaron los eventos más intensos que se registraron en la región en esos meses durante los cinco años analizados y se seleccionó un evento particular, para analizarlo con ayuda de imágenes del satélite GOES-8 (procesadas en INPE, Brasil), con las que se visualizó la evolución de los sistemas durante los días que generaron eventos especiales de lluvias extremas en la región.

Para la detección de la forma como los sistemas sinópticos afectan la sociedad regional a través del impacto socioeconómico, se tomaron los reportes de daños causados en la infraestructura regional por eventos de lluvia extrema asociada a dichos sistemas. En el análisis, no solo se tuvieron en cuenta los daños en infraestructura, sino las actividades y la población afectada; se tomaron los eventos más destacados de la base de datos de la Dirección Nacional de Prevención de Desastres y del IDEAM. Resulta conveniente llamar la atención sobre el cuidado que hay que tener al analizar y sacar conclusiones con esta información, ya que está afectada por diferentes factores; por ejemplo, algunas poblaciones pequeñas no reportan las situaciones de desastres naturales debido a dificultades en la comunicación, ausencia de organismos de prevención y atención de desastres, entre otros.

4. Análisis de resultados

El análisis de los datos de precipitación diaria observada durante el período 1997-2001 en el aeropuerto Vásquez Cobo de Leticia (Figura 3) y Mocoa (Figura 4), permite observar que durante el período que va de mayo a agosto, cuando esta zona está bajo el dominio de los alisios del sureste, ocurren de manera intermitente eventos con lluvia generadores entre los 20-40 mm/24 horas, los que en ocasiones se tornan muy intensos (a veces sobrepasan los 100 mm/24 horas, particularmente en Mocoa).

La Figura 5 presenta los periodogramas que se calcularon para las series de precipitación diaria de todas

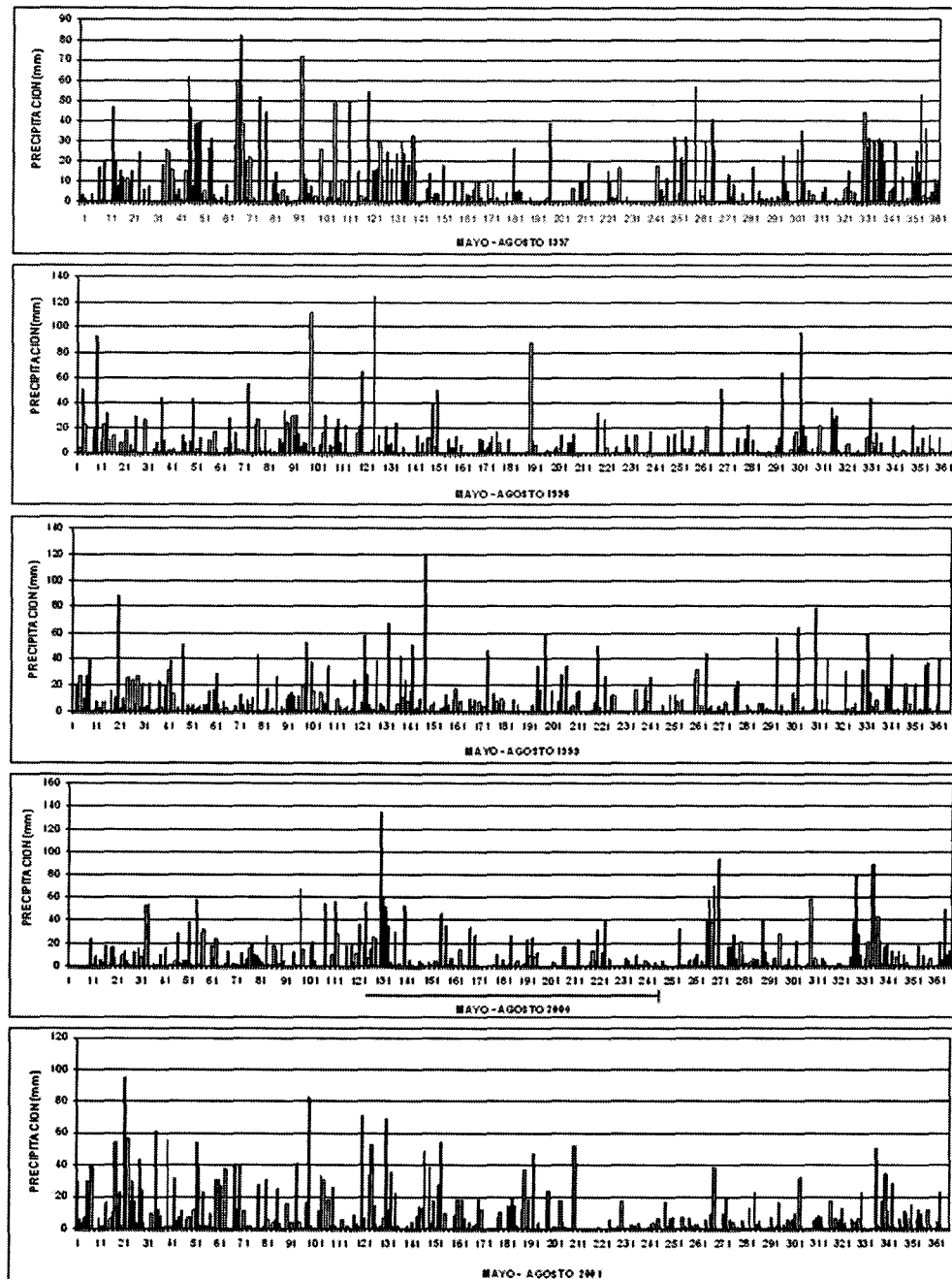


Figura 3. Precipitación diaria observada en el período 1997-2001 en el aeropuerto Vásquez Cobo de Leticia (datos obtenidos del IDEAM). El mes de mayo corresponde a los días 120-150 del calendario juliano, junio del 151 al 179, julio del 180 al 210 y agosto del 211 al 241.

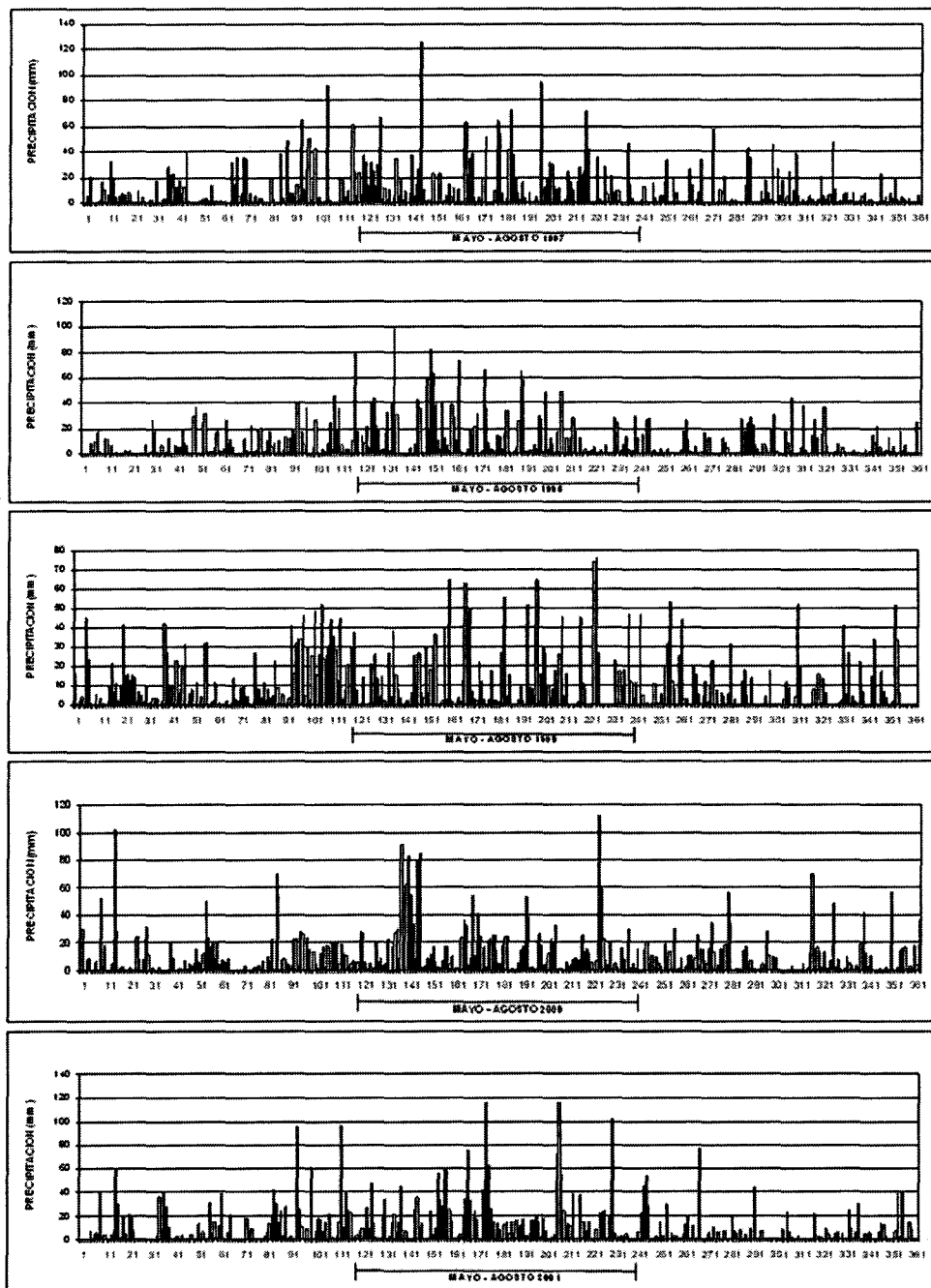


Figura 4. Precipitación diaria observada en el período 1997-2001 en la estación Campucana, Mocoa (datos obtenidos del IDEAM). El mes de mayo corresponde a los días 120-150 del calendario juliano, junio del 151 al 179, julio del 180 al 210, y agosto del 211 al 241.

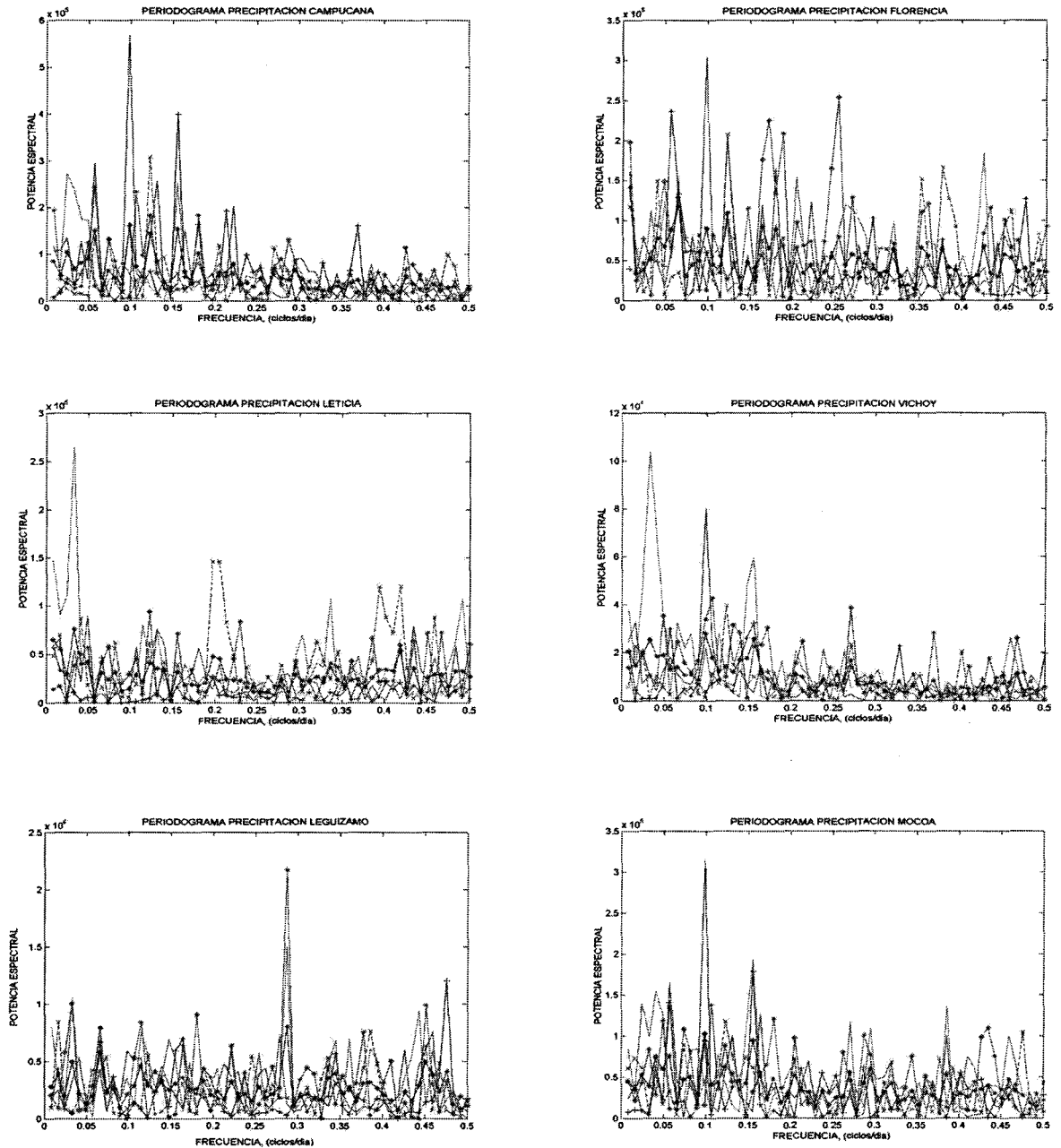


Figura 5. Periodogramas de la precipitación diaria de Leticia, La Chorrera, Puerto Leguizamo, Mocoa-Acueducto, Mocoa-Campucana y Vichoy (Valle de Sibundoy). Los sistemas de escala sinóptica se ubican entre los 0,2 y 0,35 ciclos/día (lo que corresponde a los períodos de 5 y 3 días).

LUGAR	FECHA	INTENSIDAD (mm/24 horas)	LUGAR	FECHA	INTENSIDAD (mm/24 horas)
Mocoa-Acueducto	28 mayo 1997	80	Mocoa- Campucana	28 mayo 1997	126
	11 julio 1998	100		6 julio de 1997	73
	12 junio 1999	82		19 julio 1997	94
	20 julio 1999	80		17 mayo 1998	98
	20 mayo 2000	80		1 julio 1998	82
	13 julio 2000	76		14 julio 1998	72
	14 agosto 2000	123		20 mayo 2000	98
	27 junio 2001	70		23 mayo 2000	83
	8 mayo 2002	84		27 mayo 2000	80
	8 junio 2002	103		28 mayo 2000	84
				14 agosto 2000	112
				19 junio 2001	76
				27 junio 2001	111
		29 julio 2001	116		
		21 agosto 2001	102		
		8 mayo 2002	87		
		9 mayo 2002	73		
		8 junio 2002	100		
V.de Sibundoy Vichoy	28 mayo 1997	50	Puerto Leguizamo	23 mayo 1997	60
	11 julio 1998	55		29 mayo 1997	50
	14 agosto 1999	40		2 mayo 1998	59
	20 mayo 2000	50		16 mayo 1998	67
	22 mayo 2000	55		19 julio 1998	68
Leticia	3 mayo 1997	54		2 agosto 1998	54
	30 mayo 1998	50		4 junio 1999	54
	8 julio 1998	88		20 junio 1999	51
	2 mayo 1999	58		15 julio 1999	58
	12 mayo 1999	68		21 mayo 2000	51
	22 mayo 1999	52		3 junio 2000	53
	16 julio 1999	58		17 junio 2000	56
	3 mayo 2000	56		24 junio 2000	66
	10 mayo 2000	61		26 junio 2000	58
	11 mayo 2000	52		5 julio 2000	53
	19 mayo 2000	53		19 julio 2000	59
	4 mayo 2001	53		20 julio 2000	61
	10 mayo 2001	69		24 agosto 2000	78
	2 junio 2001	55		9 junio 2001	64
	28 julio 2001	52		18 junio 2001	56
	4 mayo 2002	57		28 julio 2001	55
	28 junio 2002	52		11 junio 2002	54
	29 julio 2002	72		29 junio 2002	55

Tabla 1. Eventos extremos de lluvias intensas (intensidad mayor o igual a 70 mm/día, excepto en el Valle de Sibundoy - Vichoy - Leticia y Puerto Leguizamo, para los que se tomó 50 mm/día) asociadas a los sistemas de la Amazonia que se observaron en el período mayo-agosto durante los años 1997-2002.

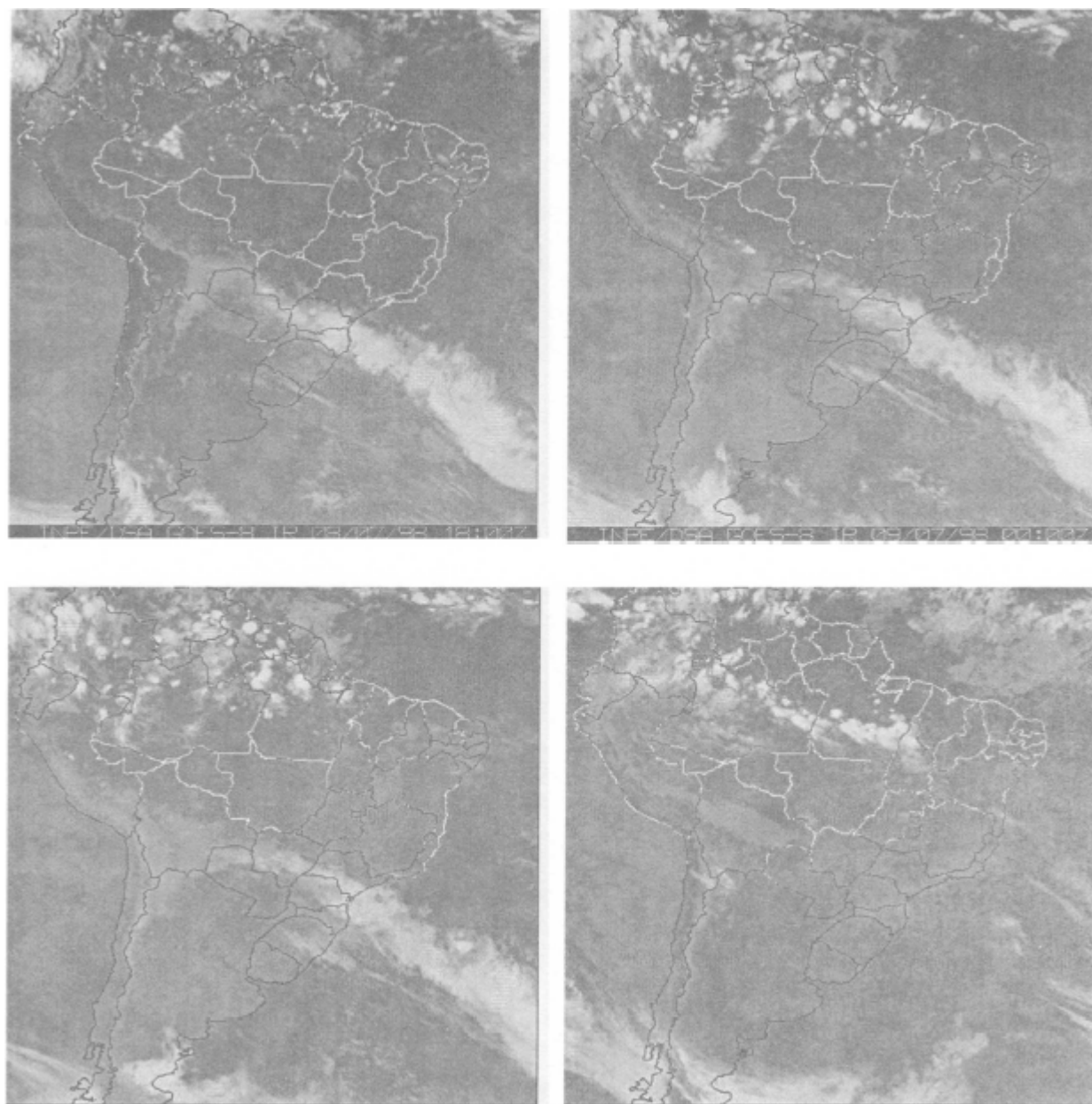


Figura 6. Imágenes de satélite correspondientes al período del 8 al 11 de julio de 1998 en las que se observa el sistema que generó la lluvias intensas el 8 de julio de ese año en Leticia (imágenes tomadas del archivo del Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos; <http://satelite.cptec.inpe.br>)

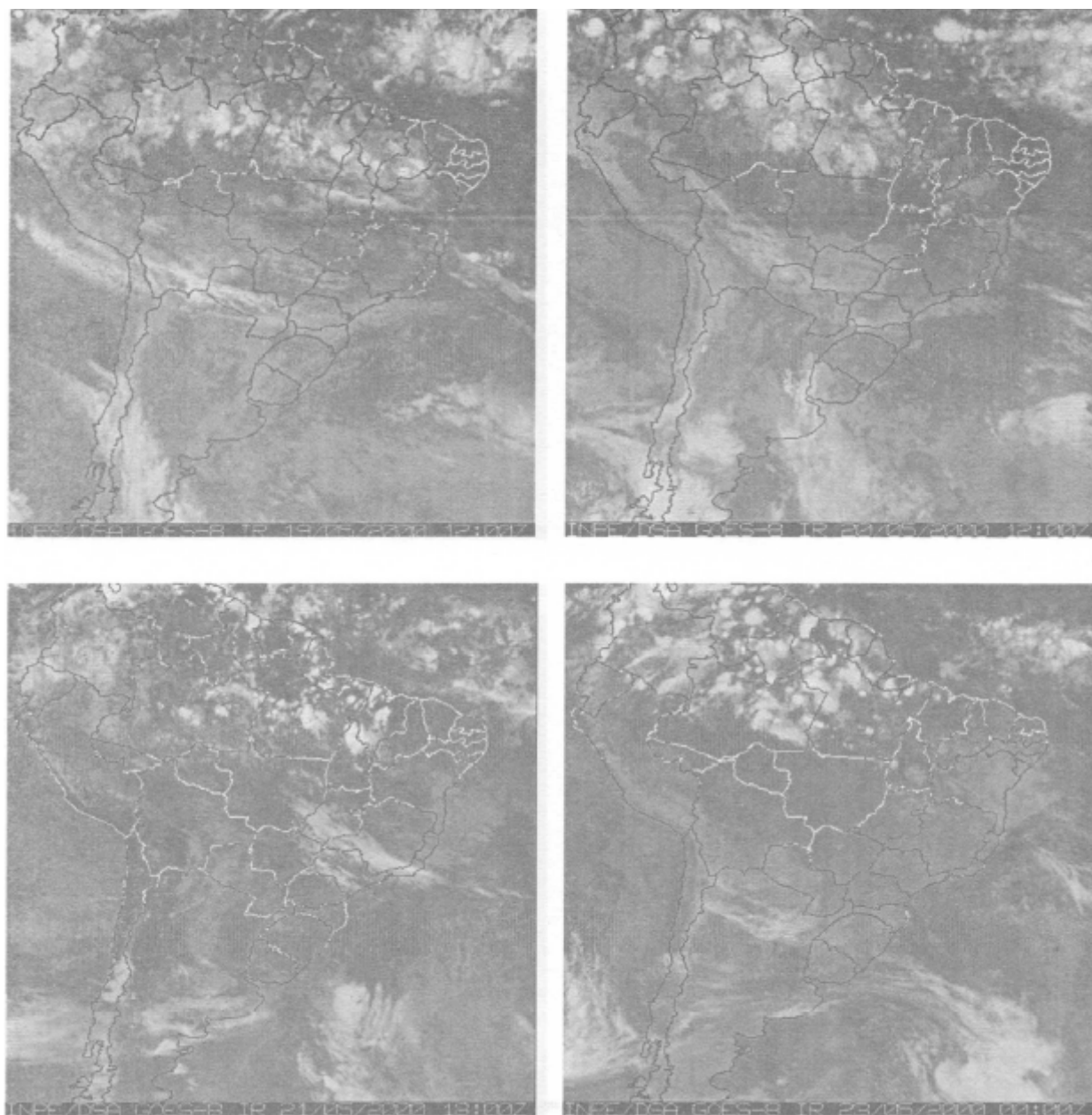


Figura 7. Imágenes de satélite correspondientes al 19, 20, 21 y 22 de mayo de 2000, en las que se observa el sistema que generó las lluvias intensas en diferentes lugares de la región amazónica colombiana (imágenes tomadas del archivo del Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos; <http://satelite.cptec.inpe.br>)

las estaciones. En estos gráficos, en el intervalo entre 0,2-0,35 ciclos/día (el umbral de los sistemas de escala sinóptica) sobresalen algunas señales de los periodogramas, lo que indica que, durante los años analizados, en el período de mayo a agosto se observaron sistemas con período de 3 a 5 días. Estas señales son especialmente notorias en el Valle de Sibundoy y Puerto Leguízamo, en donde sobresalen marcadamente picos en el intervalo de 0,25 - 0,30 ciclos/día; en Leticia los picos aparecen en 0,20 - 0,25 y en 0,35 - 0,40 ciclos/día. En Mocoa, las señales de los sistemas sinópticos no son tan marcadas, aunque hay algo notorio en los intervalos de 0,2 - 0,3 y 0,35 - 0,40 ciclos/día. Vale la pena mencionar que los periodogramas muestran una importante actividad de procesos de escala intraestacional (los picos en 0,10 - 0,15 y sobre los 0,05 ciclos/día, correspondientes a períodos de 8 y 20 días); sin embargo, estos no son el objeto del presente estudio.

En la Tabla 1 se presentan los eventos de lluvia extremos más destacados durante el período de análisis. Son bastante notorios los siguientes: el 20 de mayo de 2000, que generó lluvias intensas en gran parte de la región del piedemonte amazónico y la parte interandina (Valle de Sibundoy); y, por su intensidad, el del 28 de mayo de 1997 y, sobre todo, los del 14 de agosto de 2000 y 8 de junio de 2002 para el piedemonte.

En la Figura 6 se presenta la secuencia de imágenes de satélite para el 8-10 de julio de 1998, la cual permite observar el desarrollo del sistema que generó el evento del 8 de julio de ese año en Leticia. Allí es posible apreciar al este de Leticia (8 de julio a las 18 GMT) un sistema convectivo que se desarrolló (9 de julio 00 GMT, ó 7 de la noche, hora colombiana, del día 8 de julio) y se desplazó sobre Leticia causando las abundantes lluvias en horas de la noche del 8 de julio. El sistema favorece el desarrollo de diversos sistemas convectivos y un sistema mayor sobre el piedemonte y Valle de Sibundoy.

De las situaciones identificadas en el período de análisis, se destaca la ocurrida entre el 19 y el 22 de mayo de 2000 que se manifestó con lluvias extremas (ver Tabla 1) y trajo impactos considerables para la región (ver Tabla 2). En la Figura 7 se presentan cuatro imágenes de satélite que representan el desarrollo de los procesos para esta

época. En esta figura es posible identificar que el día 19 de mayo a las 12 GMT, cuando la ZCIT se encontraba al norte sobre el Mar Caribe y al norte del Ecuador geográfico en el Atlántico, sobre la Amazonia brasileña se observaba una cadena de sistemas convectivos asociados a ondas de escala sinóptica: uno de ellos se ubicaba cerca de Leticia al este, el otro, más al este, aproximadamente a 1 000 kilómetros (sobre el centro-oriente del estado de Amazonas del Brasil). Estos sistemas se desplazaron hacia el noroeste a una velocidad promedio de 20-25 kms/hora; el día 20 de mayo sobre el noroccidente de la Amazonia colombiana se observa la actividad convectiva asociada al primer sistema; el segundo se ubicó al este de Mitú. El primer sistema produjo las lluvias intensas del 19 de mayo en Leticia, y del 20-21 de mayo en Mocoa, Valle de Sibundoy y Puerto Leguízamo.

Con base en datos obtenidos del Sistema Nacional de Atención y Prevención de Desastres y del Programa de Alertas Ambientales del IDEAM, se elaboró la Tabla 2 en la que se muestran resumidamente los eventos más destacados en la región (piedemonte, principalmente) que generaron impacto de estos sistemas. En esta tabla es posible corroborar que aparecen impactos de eventos que no están registrados en la Tabla 1, lo cual significa que en la región no solo los eventos de lluvia muy intensa generan impactos importantes. Esto puede ocurrir por diversas causas: por ejemplo, eventos débiles o moderados que se presentan sobre un suelo saturado por unos días precedentes con lluvias; también, eventos débiles combinados con inestabilidad del suelo generan represamientos que, al final, terminan como avalanchas que producen desastres.

En cuanto al impacto socioeconómico de estos sistemas sobre la región, el evento del 20 del año de 1998 ilustra claramente las consecuencias en la población, las viviendas, la infraestructura y actividades socioeconómicas. Este evento afectó a cerca de 10 000 personas (entre ellas hubo 12 muertos) en el Putumayo, que corresponden a cerca de 2 100 familias. Se destruyeron unas 220 viviendas y 920 fueron averiadas. Hubo cuantiosos daños en vías, puentes (hubo interrupción del tránsito por la vía Mocoa-Pasto, con lo que se afectó el intercambio de productos y se aisló tempo-

MUNICIPIO- LOCALIDAD	FECHA	AFECTACIÓN														
		PERSONAS			VIVIENDAS			INFRAESTRUCTURA								
		TOTAL	FAMILIAS	MUERTES	HERIDOS	DESAP.	DESTRUIDAS	AVERIADAS	RIESGOS	VIAS	PUENTE VEHICULAR	PUENTE PEATONAL	ACUEDUCTOS	CENTROS DE EDUCACION	CENTROS COMUNITARIOS	OTROS
A M A Z O N A S																
Leticia-Puerto Nariño (ríos Putumayo, Amazonas, Caquetá y Apaporis)	14-May-98	10092	1928					493		25	8		13	19		
C A Q U E T A																
Florencia(B.San Judas,Vista hermosa,Guamal-Qdas.La Perdiz,Río Hacha)	01-Jul-98	1999	403													
Puerto Rico	01-Jul-98	200	50													
Solano	01-Jul-98	130	25													
Solita	01-Jul-98	80	20													
Valparáiso	01-Jul-98	160	40													
Doncello(barrio La Libertad-qda.Anaya)	12-Jun-99	200	42					11								
Florencia (Qbrdas.La Sardina, La Perdiz,La Yuca-río Hacha-15 barrios entre ellos San Luis, Raceros, Guamal, Floresta, Chamón,Obrero, Juan XXIII)	24-May-00	1175	235						5							
P U T U M A Y O																
Mocóa (barrio Miraflores- río Mulato)	17-Jun-97	400	100	1				10	50	1	1	1				Se averió en un 50% el acueducto
Puerto Guzmán(río Caquetá)	02-Jul-97									1						
Mocóa	08-Jul-97															
San Francisco	23-Jul-97	350	70				2									Pérdida de cultivos y enseres
San Francisco	23-Jul-97	350	70				2									Pérdida de cultivos y enseres
San Francisco-Santiago-Colón Sibundoy (Valle del Sibundoy)	12-Ago-97															Afectadas 3000 Has

ralmente esta región del resto del país), acueductos y centros de educación. Afectó el suministro de agua por lo menos a una población (Sibundoy). Se reportaron grandes pérdidas en la agricultura y la ganadería, particularmente del Valle de Sibundoy y en el sector de Puerto Asís.

5. Conclusiones

El análisis del comportamiento de la precipitación diaria en la región amazónica colombiana durante mayo-agosto entre 1997 y 2001 permitió confirmar la presencia de fluctuaciones con período típico de 3-5 días (la escala sinóptica) en este período. Se corroboró que estos eventos se generan por sistemas de escala sinóptica que tienen un desplazamiento de oriente a occidente (o hacia el noroccidente) desde la Amazonia brasileña. Ocasionalmente, estos sistemas producen eventos de lluvias muy intensas.

Los eventos extremos generados por los sistemas mencionados producen impactos socioeconómicos importantes para la región amazónica colombiana que se concretan no solo en las víctimas humanas, sino en los daños a la infraestructura, alteración de los servicios y aislamiento temporal de la región del resto del país.

Se estableció igualmente que los grandes impactos socioeconómicos en la región no necesariamente se produjeron por los eventos de lluvia de mayor intensidad. Algunos eventos generaron desastres de grandes proporciones, particularmente en el área del piedemonte.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto "Sistemas pluviogénicos en Colombia: simulación numérica y distribución espacio-temporal" que desarrolla el Grupo de Meteorología, Programa de Posgrado de Meteorología, Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, con el apoyo de la División de Investigación, Sede Bogotá (proyecto No. 803968). Agradecimiento a M.A. Castiblanco, estudiante de la Carrera de geografía, Universidad Nacional de Colombia, quien apoyó la elaboración del mapa de lo-

calización de cabeceras municipales y estaciones meteorológicas.

Notas

¹ Director Departamento de Geografía, Universidad Nacional de Colombia; jdpabonc@unal.edu.co

² Ingeniera Meteoróloga Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Obras citadas

- Cohen, J. C. P., M. A. F. Silva Dias y C.A. Nobre. 1995. Environmental Conditions Associated with Amazonian Squall Lines: A Case Study. *Monthly Weather Review* 123 (11): 3163-3174.
- Dickinson, R.E., ed. 1987. *The Geophisology of Amazonia: Vegetation and Climate Interactions*. New York: John Wiley & Sons.
- Fisch, G. 1990. Climatic Aspects of the Amazonian Tropical Forest. *Acta Amazonica* 20: 39-48.
- Gash, J.H.C., C.A. Nobre, J.M. Roberts y R.L. Victoria, eds. 1996. *Amazonian Deforestation and Climate*. Cichester (England): John Wiley & Sons.
- Gat, J. y E. Matsui. 1991. Atmospheric Water Balance in the Amazon Bassin: An Isotopic Evapotranspiration Model. *J Geophys Res* 96: 13179-13188.
- Hortúa, N.G. 2004. Geomorfología e hidrología, combinación estratégica para el estudio de las inundaciones en Florencia, Caquetá. *Cuadernos de Geografía* 13: 81-101.
- IGAC. 2002. *Atlas de Colombia*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- INDERENA-IGAC-CONIF. 1984. *Mapa de bosques: Memoria técnica y estudio dendrológico*. Bogotá: INDERENA-IGAC-CONIF.
- Jiménez, L.C. y J.W. Montoya. 2003. Organización espacial en el piedemonte amazónico

- colombiano: Elemento clave para la cohesión nacional y el desarrollo regional. *Cuadernos de Geografía* 12 (1-2): 83-109.
- León, G.E., J.A. Zea, y J.A. Eslava. 2000. Sistemas sinópticos de la Amazonia y del Pacífico. *Meteorología Colombiana* 2:39-42.
- Leyva, P., ed. 1998. *El medio ambiente en Colombia*, 40-86. Santafé de Bogotá: IDEAM.
- Marengo, J.A. 1992. Interannual Variability of Surface Climate in the Amazonian Basin. *Int J Climatol* 12: 853-863.
- Marengo, J.A. 1995. Interannual Variability of Deep Convection Over Tropical South America as Deduced from ISCCP C2 Data. *Int. J Climatol* 15: 995-1010.
- Nobre, C.A., P.J. Sellers y J. Shukla. 1991. Amazonian Deforestation and Regional Climate Change. *J of Climate* 4: 957-988.
- Pabón, J.D. 1996. Variabilidad inter-anual de la precipitación estacional en la Amazonia colombiana. En *Diálogo en la Amazonia: Estructuración territorial, ética ambiental y desarrollo en Colombia*, 87-96. Memorias del XIII Congreso de Geografía, 11-15 de agosto de 1994, Florencia, Caquetá. Florencia: Universidad de la Amazonia / ACOGE / OEA / PROMESUP.
- Pabón, J.D. et al. 1998. La atmósfera, el tiempo y el clima. En *El Medio Ambiente en Colombia*, ed. P. Leyva, 40-86. Bogotá: IDEAM.
- Polcher, J. y K. Laval. 1994. The Impact of African and Amazonian Deforestation on Tropical Climate. *J Hydrol* 155: 389-405.
- Riaño Umbarila, E. 2003. *Organizando su espacio, construyendo su territorio: Transformaciones de los asentamientos Ticuna en la ribera del Amazonas colombiano*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia / IMANI / Unibiblos.
- Ruiz, J.F. 1997. Sistemas sinópticos en la Amazonia colombiana. Trabajo final para optar al título de Especialización en Meteorología. Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Salati, E., A. Dall'Olio, J. Gat y E. Matsui 1979. Recycling of Water in Amazon Basin: An Isotope Study. *Wat Resourc Res* 15: 1250-1258.