

LA ESCALA ZONAL, REGIONAL Y LOCAL EN EL ANÁLISIS DEL RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Gilbert Vargas Ulate *

Fecha de recepción: 21-03-04 / Fecha de aceptación: 30-07-04

Resumen

El estudio se enmarca dentro de la climatología geográfica, por ello el principal instrumento geográfico de análisis es la escala. Para el análisis de la distribución de la lluvia en América Central se definen tres escalas: la zonal, la regional y la local; cada una de estas escalas presentan características muy concretas por la influencia de la condición ístmica y el relieve montañoso, sin embargo, la escala local origina particularidades como la existencia áreas secas y áridas en el Caribe o por el contrario muy lluviosas en el lado Pacífico.

Palabras clave: *Climatología, Geografía, Lluvias, América Central, Escala zonal, regional y local.*

Abstract

The study is focused on geographic climatology; therefore the main geographical analysis instrument is the scale. To analyze the distribution of rain in Central America there has been defined three scales: the zonal, the regional and the local; each one of these scales presents concrete characteristics by the influence of the isthmic condition and the mountain relief; nevertheless the local scale produces particularities like the existence of dry and arid areas in the Caribbean or in contrast rainy areas in the Pacific side.

Key words: *Climatology, Geography, Rains, Central America, Zonal regional and local scale.*

Introducción

América Central constituye un istmo que une dos grandes masas continentales: América del norte y América del Sur. Esta faja angosta presenta un conjunto de particularidades geográficas que determinan las condiciones climatológicas, entre ellas, el estar bañado por dos masas de agua caliente, su condición ístmica, el presentar una fisiografía irregular y la presencia de una elevada cadena montañosa que atraviesa el istmo

de noroeste a sureste y funciona como barrera a la circulación de los vientos.

Existe un buen número de investigaciones climatológicas regionales de América Central, en las que destacan los estudios de Portig (1965), Hastenrath (1967), Pagny (1966), IPGH (1975) y Lamarre (1981 y 1995). La diferencia de estos estudios con el presente es que éste analiza la distribución de la lluvia en tres escalas: la escala zonal, la regional y la local, para establecer cómo varía el análisis según cada uno de esas escalas.

La geografía es una ciencia espacial que recurre a las escalas para analizar los fenómenos que ocurren en el espacio geográfico, sean estos

* Escuela de Geografía. Universidad de Costa Rica.

a nivel global, regional y local. Es así, como a la climatología le corresponde tratar los asuntos de escala, pero un estudio climatológico no puede ubicarse en una sola de las escalas. La lluvia es un asunto de escala, varía en el territorio, en su origen y forma por lo tanto es un asunto geográfico.

El istmo centroamericano y la escala zonal

América Central se localiza en la zona intertropical. Su rasgo dominante es ser caliente durante todo el año y húmedo al menos una parte del año. Al recibir más cantidad de radiación solar que cualquier otra zona latitudinal, la zona intertropical se caracteriza por un fuerte calor, con una temperatura promedio anual igual o superior a los 22° C, no obstante, la zona intertropical no tiene el dominio de la temperatura mensual más elevada del globo.

Las máximas temperaturas mensuales se producen en regiones extratropicales como Montpellier (Francia) con 45° C en Phoenix (Arizona, Estados Unidos) con 34° C, lo que nunca se ha producido en Abidjan (Costa de Marfil), o Dakar (Senegal) que registran las temperaturas más elevadas de la zona intertropical con 28.3° y 28.9° C respectivamente. Como consecuencia las temperaturas promedios mensuales varían muy poco durante el año, siendo las estaciones poco contrastadas desde el punto de vista térmico. La amplitud térmica anual es apenas de 4° o 5° C.

La diferencia de temperatura entre el día y la noche o amplitud cotidiana es muy significativa y varía entre los 10° y los 12° C. En general, la amplitud térmica cotidiana es superior a la amplitud térmica anual, siendo este una característica del mundo tropical, así la amplitud térmica cotidiana supera en 3 o 4 veces a la amplitud térmica anual.

La lluvia es una variable dominante en la zona intertropical, pero no en toda la zona intertropical dominan los climas lluviosos. Existen un variedad de climas que comprenden los climas calientes muy húmedos, los climas calientes secos y los climas calientes desérticos. El escoger la lluvia como elemento climático a analizar nos permite ubicar el análisis espacial a nivel zonal, regional y local. A nivel zonal la climatología tropical está influida por la regularidad

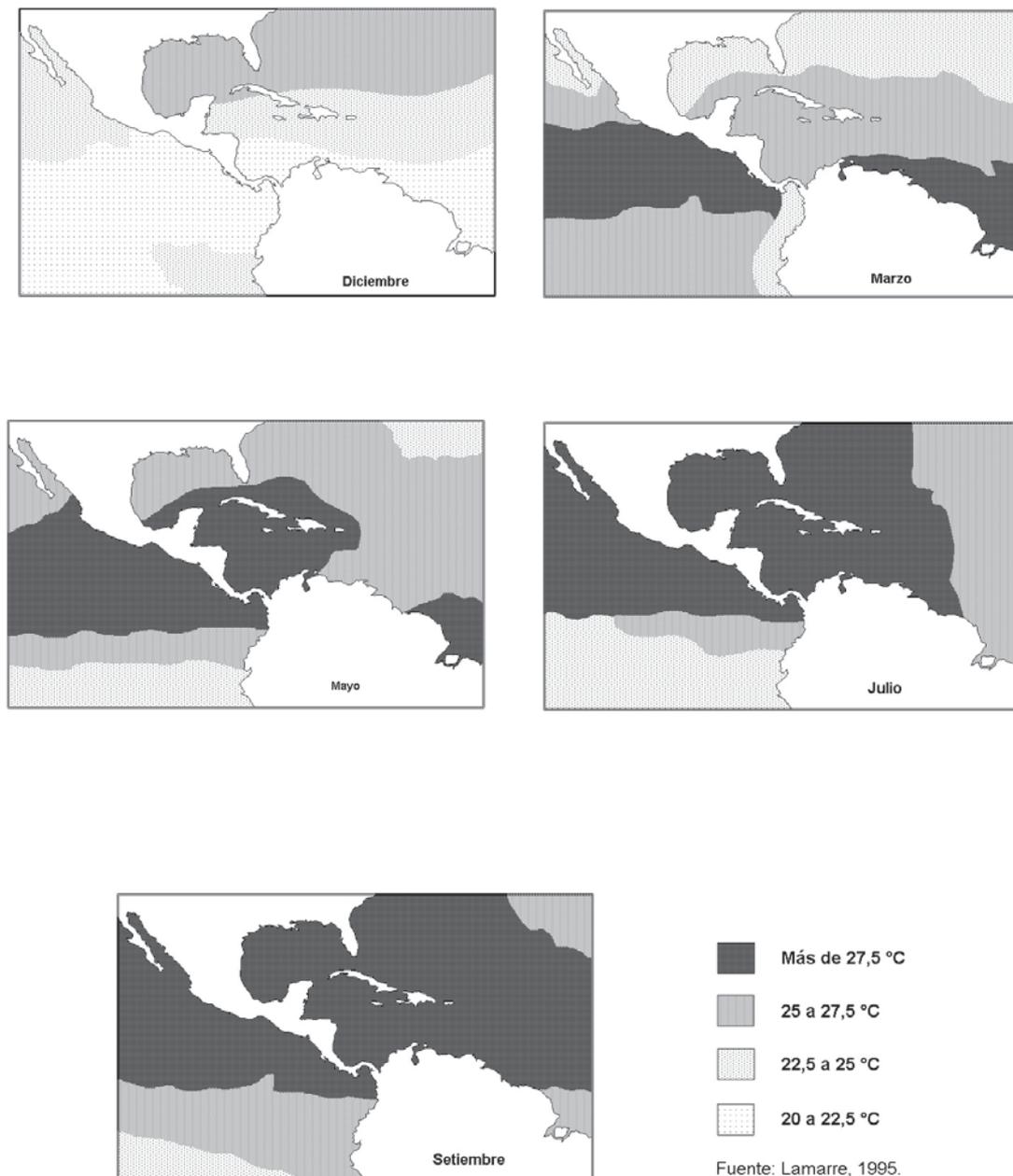
de los vientos alisios, la zona de convergencia intertropical (ZCIT) y la convección térmica. Pagny (1976) menciona que la lluvia de los alisios húmedos e inestables es una característica dominante en América Central. El flujo alisio del noreste y del suroeste, unido a la termoconvección, aportan la humedad necesaria a las lluvias producidas en el istmo centroamericano, donde el factor relieve es un mecanismo que favorece la precipitación. Las lluvias provocadas por los alisios son lluvias de relieve que se dan a barlovento de los sistemas montañosos. Este proceso que se da en América Central se reproduce en Filipinas (Perard, 1988), en Madagascar (Donque, 1975) y en el sector noroeste de Brasil (Koechlin y Melo, 1980).

América Central presenta su parte más ancha entre el puerto de Champerico en Guatemala hasta la población de La Libertad en Belice con 575 km; en su parte central, entre el puerto de Cosiguina y el cabo Gracias a Dios en Nicaragua con una longitud de 525 km y la más angosta es una zona al sur del canal de Panamá con apenas 57 km. Esta configuración de la parte continental hace que domine claramente el medio oceánico (Pagny, 1966) y que el clima de América Central continental no se represente bien en cartografías climatológicas a nivel mundial, debido a su pequeña superficie; un ejemplo es el mapa de Hoskins y Manabe (1971) que usa una cuadrícula de 500 km, donde casi no aparece representada Centroamérica.

Las latitudes entre los 7° y los 18°, donde se localiza América Central se caracteriza por ser de un dominio oceánico. Para demostrarlo, tomemos como referencia la región norte de Nicaragua y definamos dos radiales de 1500 km con dirección hacia los océanos, una del cabo Gracias a Dios hacia el mar Caribe y otra de la punta Cosiguina hacia el océano Pacífico, así tenemos que la faja continental de 525 km solo representa una interfase del 17%, contra un 83% del océano. Esta condición oceánica le permite absorber más de la mitad de la energía que entra a la Tierra, lo que hace de la masa oceánica el principal recipiente de energía (Houghton, 1984). Por lo anterior, las temperaturas calientes entre los 26° y 29° caracterizan al mar Caribe y al océano Pacífico (Fig.1), lo que favorece la

Figura 1

Temperaturas de la superficie oceánica.



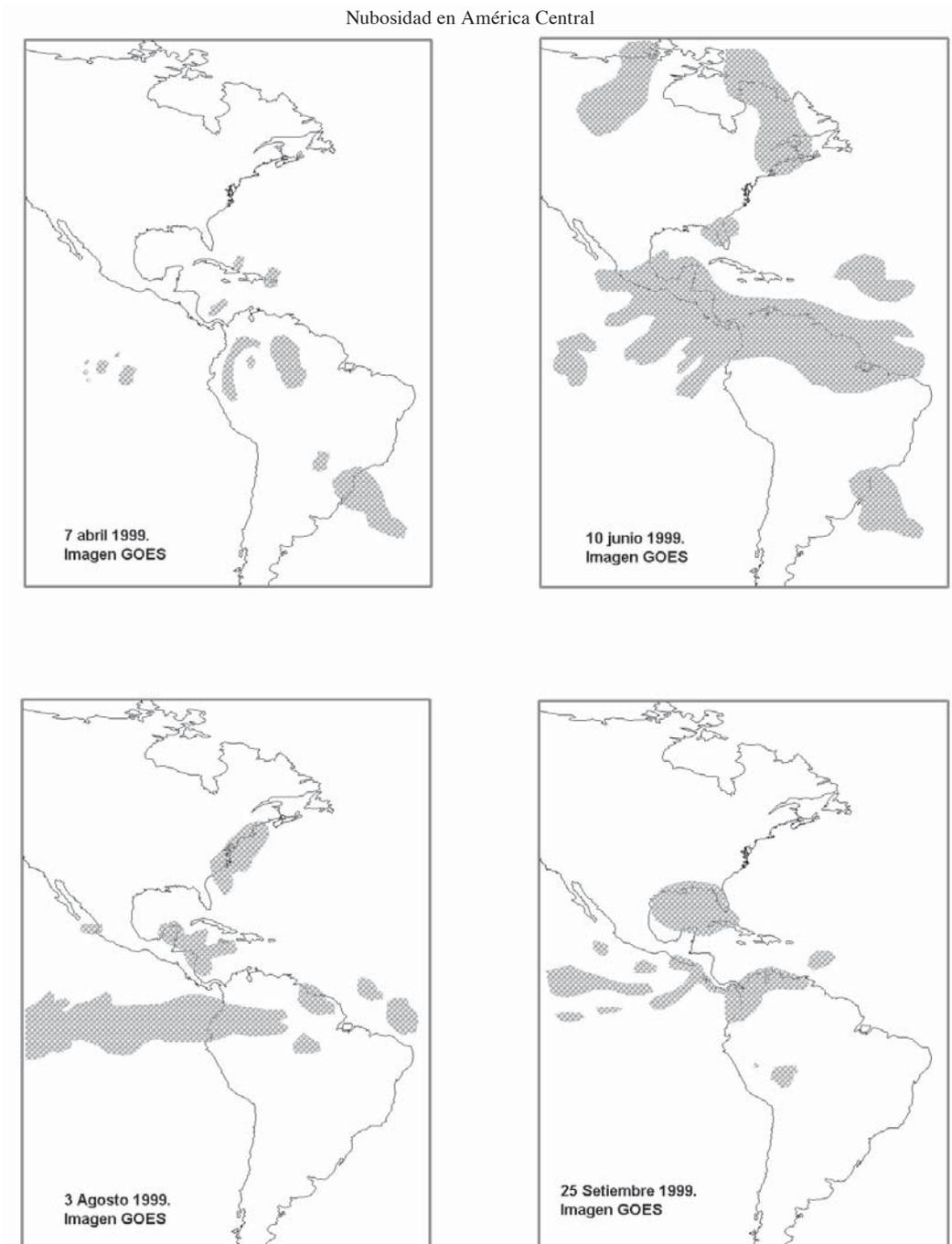
formación de huracanes (Lamarre, 1995). La nubosidad es abundante durante todo el año por el dominio oceánico y por la presencia de la zona de convergencia intertropical en América

Central; la menor cantidad se produce en los meses de marzo y abril, meses que marcan la transición hacia la estación lluvioso en el Pacífico, además el alisio del noreste se debilita y los

vientos del suroeste no llegan todavía a las costas del istmo. La mayor nubosidad se presenta de mayo a octubre en la vertiente Pacífica, al recibir la influencia de los vientos alisios del

suroeste y en los meses de diciembre, enero y julio en el lado Caribe que recibe la influencia de los vientos alisios del noreste (Fig.2).

Figura 2

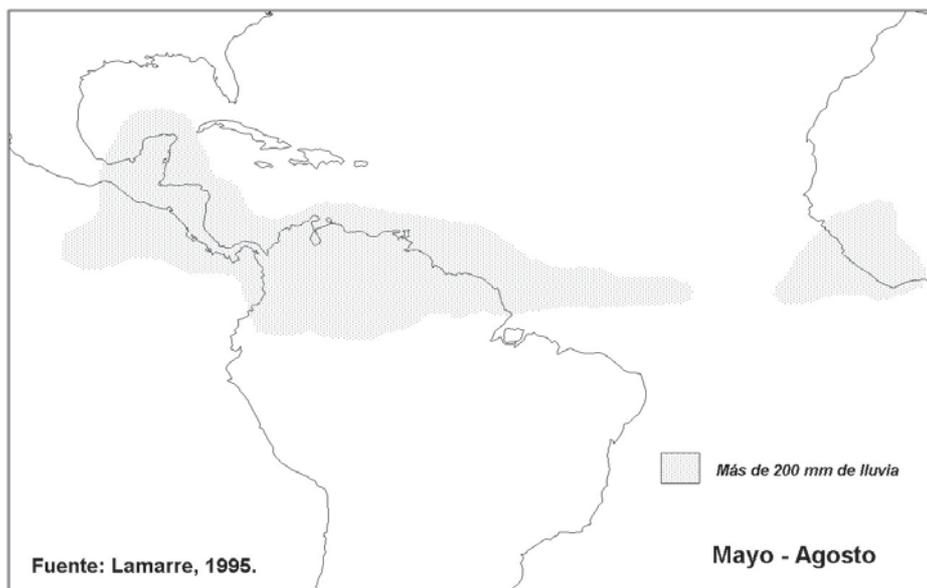
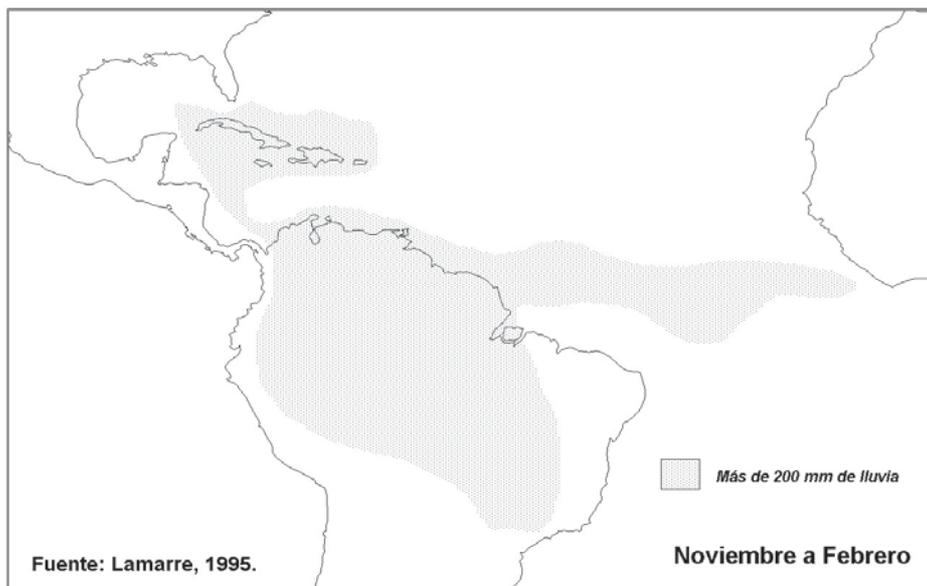


Un espacio geográfico con tales cualidades favorece el mantenimiento de la humedad atmosférica, la nubosidad y los altos volúmenes de lluvia. Los territorios oceánicos que circundan América Central reciben más de 200 mm de lluvia

mensual. La banda máxima de lluvias es continua desde el mes de mayo a agosto, tanto en el Caribe como en el Pacífico; de noviembre a febrero dominan en el Caribe, mientras que el sector Pacífico no presenta lluvias en este periodo (Fig. 3).

Figura 3

Lluvias máximas en el Océano Pacífico y Atlántico

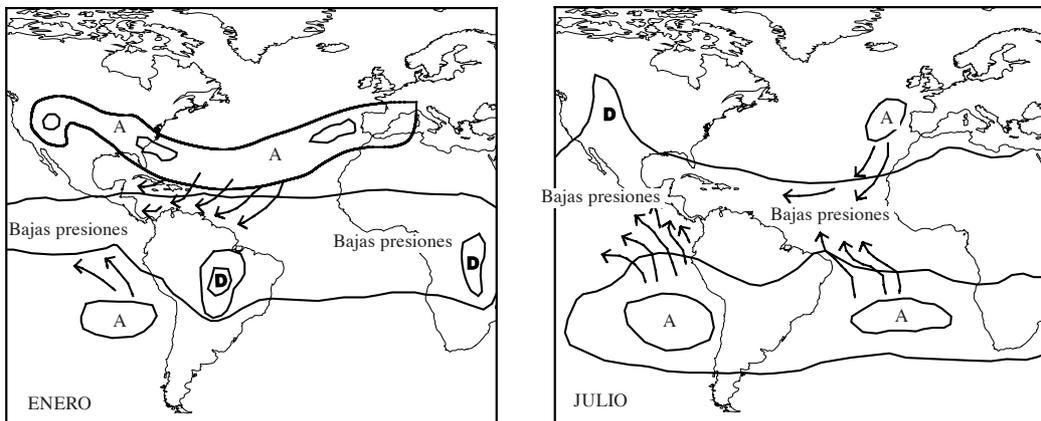


Tanto la región oceánica como la continental de América Centra, recibe dos flujos de vientos que transportan una importante cantidad de humedad atmosférica. Estos vientos son los alisios que soplan de las altas presiones subtropicales, de cada uno de los hemisferios, a las bajas presiones ecuatoriales o zona de convergencia intertropical (ZCIT). Los vientos alisios del noreste son vientos que soplan durante todo el año, pero disminuyen en intensidad de marzo a octubre, su velocidad es moderada y su mayor influencia se da en la vertiente Caribe. El otro flujo es el aliso del suroeste que arrastra masas de aire húmedas ecuatoriales hacia el Pacífico de Centroamérica que domina de mayo a octubre desde el Ecuador hasta los 18° de latitud norte (Fig.4).

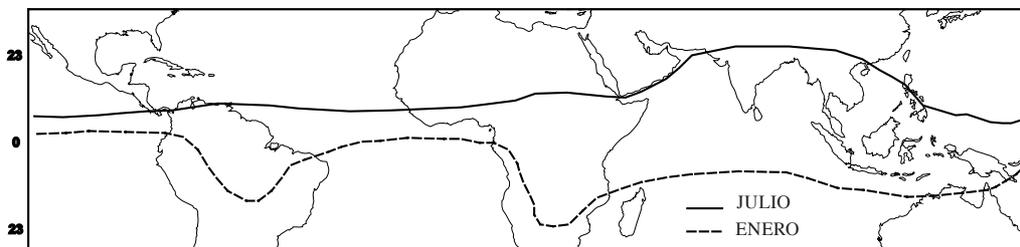
Bajo la presión conjunta de los alisios del noreste y del suroeste, el aire ecuatorial es forzado a subir, lo que origina a nivel de mar una baja presión, elevándose el aire marítimo húmedo y caliente que provoca una densa nubosidad y lluvias convectivas. A esta zona de confluencia se le llama “zona de convergencia intertropical” (ZCIT). La ZCIT es la causa de los eventos lluviosos en América Central y presenta en nuestra región dos características muy importantes. En primer lugar, permanece sobre el istmo el 60 % del año, siendo su posición la más permanente y en segundo lugar, es la más activa, por lo que la cantidad de calor liberado es considerado como el origen de la pluviogénesis. El istmo centroamericano es una posición clave de la ZCIT, es el lugar

Figura 4

Presión y vientos
Enero y Julio



Posición promedio de la ZCIT



Adaptado de: Estienne, P. y A. Godard. 1996.

Climatologie. Armand Colin. París.

de la Tierra donde su estadía es la más extendida y se acompaña de la actividad más fuerte. (Fig 4).

Cuando se completa la formación geológica del istmo, hace aproximadamente 1.5 millones de años se separan dos grandes cuencas oceánicas y climatológicas. El Pacífico se presenta como un océano totalmente abierto, mientras que el Caribe está delimitado por un conjunto de islas, por lo que Lasserre (1977) llama al mar Caribe el “mediterráneo americano”, término el cual no compartimos porque el mar Caribe no es un espacio marítimo semicerrado, por el contrario es abierto hacia el océano Atlántico. Ambas cuencas presentan en común altas temperaturas del agua y del aire en su contacto, la predominancia de los flujos del este y la presencia de una banda zonal de máximas lluvias.

Un efecto zonal de grandes implicaciones en la climatología de América Central es el fenómeno del Niño. En la zona Ecuatorial, en una banda comprendida entre los 0° y 10° sur y los 80° y 180° oeste, se produce una variación de la temperatura en la superficie del océano, frente a las costas de Ecuador y Perú. La anomalía térmica de las aguas oceánicas durante el Niño no sobrepasa los 2.5° C en el Ecuador y fue de 4° C hacia los 5° de latitud sur, frente al Pacífico norte peruano (Weare, 1986). Durante los años que se presenta esta anomalía se produce un descenso de las lluvias en el sector Pacífico de Centroamérica.

Al analizar las imágenes satélites GOES de enero y setiembre de 1995, es claro el contraste de nubosidad entre el lado Caribe y el Pacífico. En enero, la nubosidad es densa y continua en el lado Caribe, desde el golfo de México y Cuba hasta Panamá, esto por la influencia del alisio del noreste y por la evaporación elevada del mar Caribe. Lamarre (1995) estima la evaporación en 5 mm por día o 1825 mm al año por lo que se genera una banda lluviosa en el sector Caribe; el lado Pacífico por el contrario, es despejado y sin eventos lluviosos. La situación se invierte en setiembre, cuando la nubosidad aumenta en el lado Pacífico desde Panamá hasta el Golfo de Fonseca, más hacia el norte hay presencia de nubosidad pero no continua y se provocan fuertes lluvias. En la imagen de abril de 1995, la característica

es la ausencia casi total de nubosidad, por ser la época que llamamos “calmas” y no hay un dominio marcado de ninguno de los dos flujos de vientos.

El istmo centroamericano y la escala regional

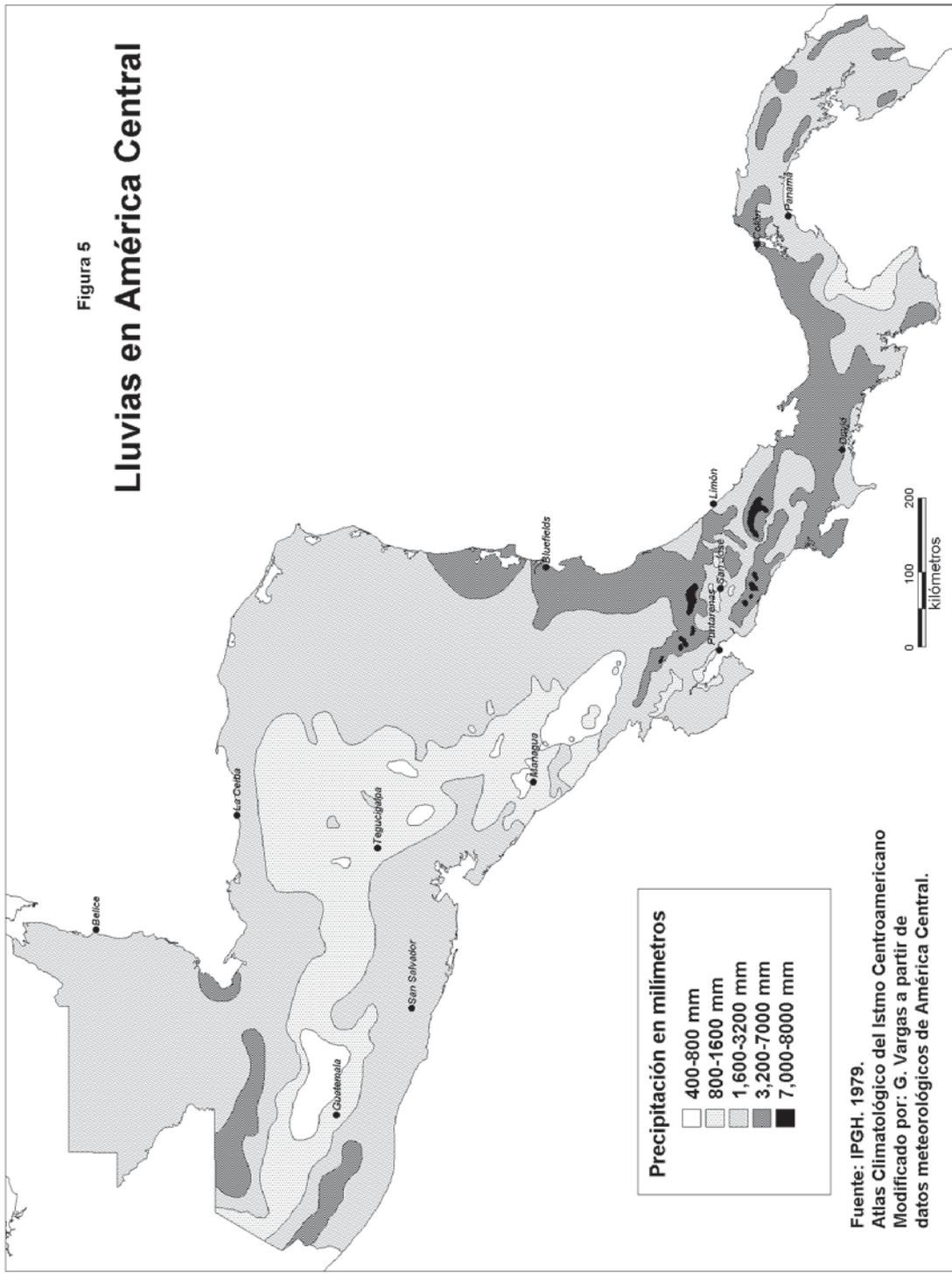
El istmo centroamericano, como región fisiográfica y geológica, comprende desde el istmo de Tehuantepec, incluyendo el sur de los estados mexicanos de Oaxaca y Veracruz y la totalidad de Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, hasta la depresión del río Atrato en Colombia; sin embargo, por contar con datos pluviométricos para los países de América Central vamos a seguir la definición de Hall (1985) que considera que la región centroamericana la comprenden Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

El factor más importante en la distribución de la lluvia a nivel regional es el relieve, principalmente el eje montañoso volcánico que divide al istmo en dos vertientes climatológicamente opuestas: la vertiente Caribe húmeda todo el año y la vertiente Pacífica con una estación seca. Como segundo factor se puede considerar el factor ístmico, donde se da el dominio oceánico que provee gran cantidad de humedad atmosférica.

La distribución general de la lluvia en América Central presenta rasgos muy importantes (Fig. 5). Primero existe un aumento del total de las lluvias de oeste a este, es decir del lado Pacífico hacia el lado Caribe; Segundo, las precipitaciones descienden de sur a norte; Tercero, las máximas de lluvias se localizan en el sector litoral o montañoso Caribe; Cuarto las condiciones climáticas oceánicas influyen en la distribución de las lluvias en el litoral, mientras que en el interior el factor principal es el relieve montañoso.

Todo análisis regional en geografía implica extraer rasgos generales y homogéneos, pero este ejercicio es muy delicado para América Central por la diversidad fisiográfica que impone el relieve. Siguiendo la división que hace Dengo (1973) de América Central septentrional y meridional, tenemos que el sector septentrional comprendido por la totalidad de Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador hasta el centro

Figura 5
Lluvias en América Central



de Nicaragua, presenta un relieve muy irregular, con orientaciones muy diversas de los sistemas montañosos entre ellos las sierras Chamá, Minas, Mico, Merendón, Chuacus, Espíritu Santo, Santa Cruz, Omoa y Cuchumatanes en Guatemala; las sierras de Motagua, Nombre de Dios, Agalta, Comayagua, Botaderos, Montecillos, Celaque, Patuca y Carbón en Honduras y las sierras de Dipilto, Jalapa, Isabela, Dariense, central y Mari-bios en Nicaragua. En Guatemala y Honduras es una tarea muy difícil hacer generalizaciones por lo irregular del relieve (Fig.6).

América Central meridional está formada por el sur de Nicaragua y la totalidad de Costa Rica y Panamá y presenta un relieve montañoso central que divide a Costa Rica y Panamá en dos vertientes contrastadas, facilitando el análisis de la distribución de la lluvia.

El régimen de lluvias regional

El clima de América Central ha sido clasificado en el nivel regional por diversos autores que siguen diferentes criterios. El cuadro 1 resume estas clasificaciones

Las tres clasificaciones anteriores tienen en común el resaltar la oposición climatológica entre el lado Caribe y el Pacífico, que resulta el rasgo más sobresaliente en el nivel regional.

Por su localización, el clima se clasifica como tropical por encontrarse en la región intertropical y, según el régimen de lluvias como un clima ecuatorial, por cuanto el Caribe y el Pacífico presentan dos máximas y dos mínimas de lluvias, aunque lo correcto es seguir a Ivanov (1956) quien lo clasifica como un clima ecuatorial modificado por los alisios.

Tanto en el Caribe como el Pacífico la característica general es la existencia de dos máximas de lluvia, siendo casi la regla el régimen bimodal (Portig, 1965; Hastenrath, 1967; Mosiño y García, 1972, Lamarre, 1981; Herrera, 1985 y Vargas 1994). Las máximas de lluvia de una vertiente siempre coinciden con las mínimas de la otra vertiente y viceversa, lo que comprueba lo contrastado del régimen pluviométrico.

Todas las estaciones de la vertiente Pacífica (Fig. 7) presentan dos máximas de lluvia, la primera durante los meses de mayo y junio y la segunda en setiembre y octubre, dando origen a la estación lluviosa que comprende el 60% del año, desde el mes de mayo hasta noviembre. El origen de ambas máximas es por la incursión de los vientos del suroeste y por el dominio de las bajas presiones en la capas bajas de la atmósfera, así domina un aire de gran espesor e inestable que provoca perturbaciones y aportan grandes volúmenes de lluvia manteniendo la actividad de la ZCIT.

La primera máxima es menor y tiene un promedio de lluvia de 224 mm, mientras que la segunda máxima es de 356 mm. Las mínimas de lluvia son dos: la primera mínima origina una estación seca que se extiende desde diciembre hasta la primera quincena de mayo. La estación seca se establece en todo el sector Pacífico cuando el aire inestable y perturbado de las bajas presiones intertropicales cede lugar al flujo fresco del alisio que sopla con una dirección noreste y este. Por su influencia, el cielo permanece despejado favoreciendo el recalentamiento del aire, igualmente la ZCIT se desplaza hacia el sur y con ella la zona de lluvias. Del mes de diciembre a abril las altas presiones subtropicales dominan la climatología regional y el alisio está presente siempre.

Cuadro 1

Clasificación zonal del clima de América Central

Autor	Clasificación
Koppen (en Strahler, 1978)	Clima de sabana (con estación seca) y clima tropical lluviosos
Pagney (1976)	Clima tropical con equilibrio de estación seca y lluviosa Clima tropical muy húmedo
Brenes y Saborio (1992)	Clima ecuatorial desplazado y clima tropical desplazado

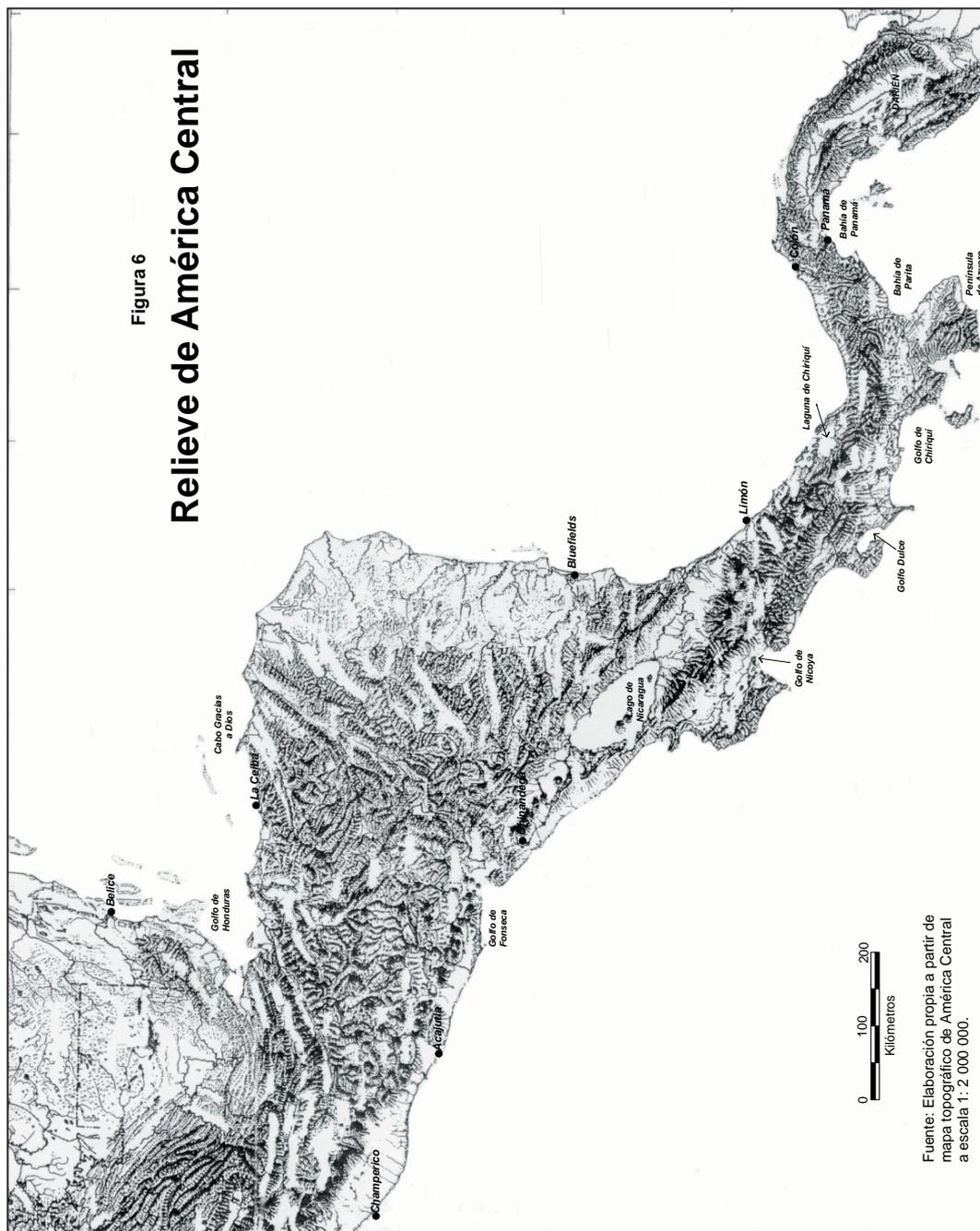
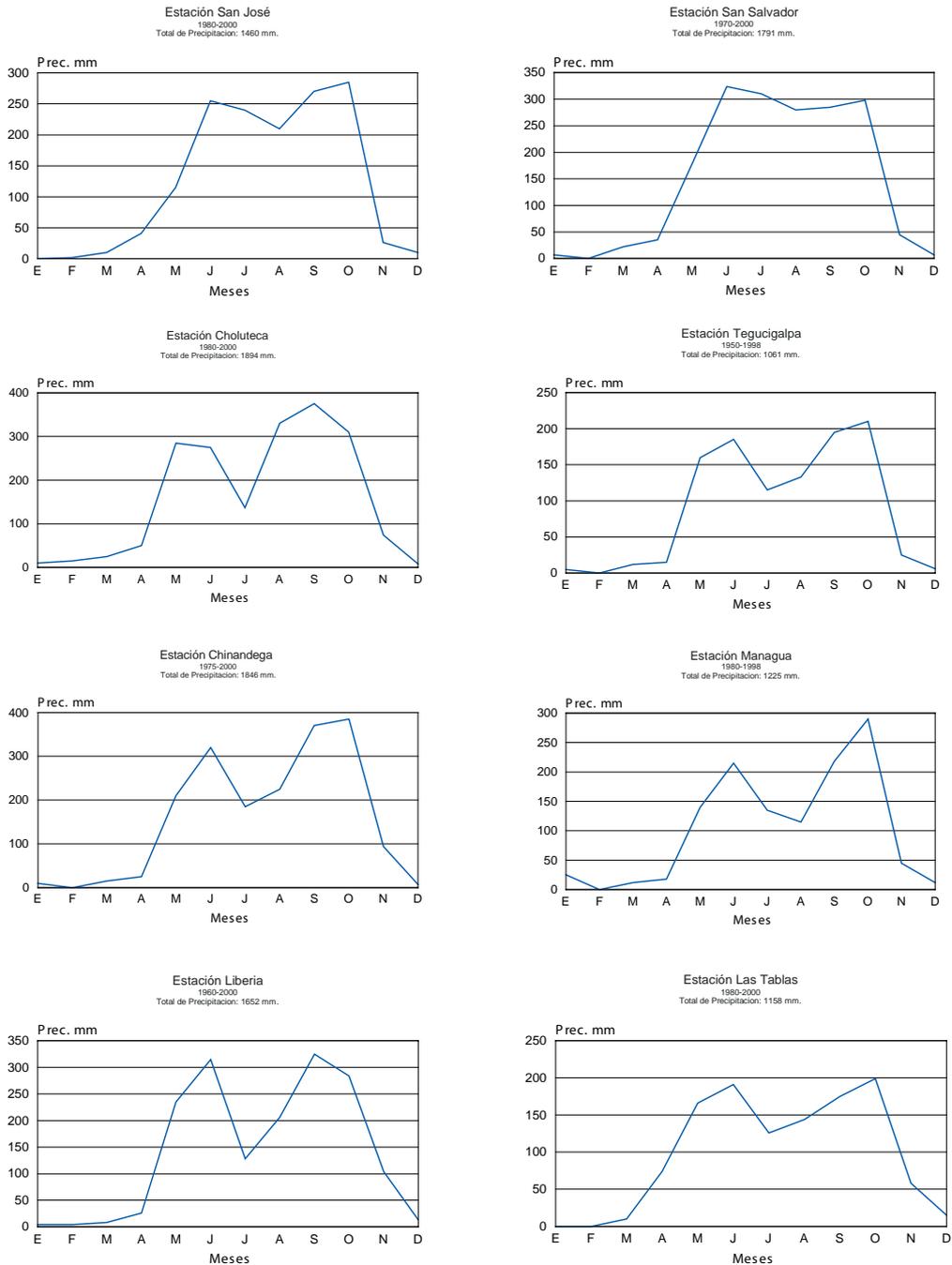


Figura 7
Estaciones de la vertiente Pacífico



Fuente: Datos de lluvia de los Institutos Meteorológicos de América Central.

Las precipitaciones acumuladas de diciembre a marzo, en el lado Pacífico del istmo, no sobrepasan el 5 % del total anual. Desde el sector central de Costa Rica hasta Guatemala las lluvias registradas llegan a los 32 mm, o sea el 1.72 % anual, mientras que en el Pacífico sur de Costa Rica y el Pacífico panameño la lluvia acumulada para el mismo periodo es de 245 mm o el 9.3 % anual. La estación seca reina en el Pacífico centroamericano al norte de Puntarenas en Costa Rica.

El mapa sobre la distribución de la estación seca en América Central (Fig. 8) muestra la influencia de los factores climáticos, en especial la ejercida por la Cordillera Volcánica, que funciona como una barrera que bloquea el paso de la humedad que aportan los vientos alisios del noreste. La lluvia cae barlovento, por lo tanto en la vertiente Caribe, sin existir una estación seca, mientras que el Pacífico recibe vientos catabáticos secos, llamados popularmente “nortes” que provocan una larga estación seca. La topografía, la dirección y la elevación arriba de los 2000 m de las montañas de Guatemala, Honduras, Nicaragua y Costa Rica influyen en la duración de la estación seca en el interior del istmo.

Las áreas más secas de la región se ubican en el centro de Guatemala, con 7 meses secos, en la cuenca del río Choluteca en Honduras con 7 y 8 meses secos, en el norte hondureño, en los alrededores de la población de Olanchito con 6 o 7 meses secos, la región entre Granada y Chinandega y el sur de Matagalpa en Nicaragua con 6 meses, la depresión del Tempisque en Costa Rica con 5 o 6 meses y la península de Azuero en Panamá con 6 meses. En este último caso se debe a su posición geográfica que se localiza dentro de una gran zona de sotavento aislada de los vientos ecuatoriales del suroeste y de los alisios del noreste (Dulín, 1982).

La segunda mínima de lluvias se produce en los meses de julio y agosto. En plena estación lluviosa se da una disminución de la lluvia que baja hasta los 135 mm en el mes, pero no se produce sequedad. Este periodo se le conoce con el nombre de canícula o veranillo, el cual es provocado por la llegada de un flujo de viento polar y al desplazamiento de la ZCIT hacia el sur de América Central (Ramírez, 1983). El término de veranillo es una denominación popular que se

produce cuando se da unos 3 o 4 días con condiciones propias de la estación seca, disminuyendo las lluvias y aumentando la intensidad de los vientos alisios del noreste. En ocasiones el veranillo puede tener hasta más de una semana sin lluvias o casos extremos, como el producido en 1982, que duró tres semanas. Este periodo de recesión de lluvias se divide en tres periodos: 1. el veranillo de San Juan que se produce en las cercanías de la fiesta religiosa de San Juan (23 de junio); 2. La primera canícula en la segunda quincena de julio y 3. La segunda canícula en la primera semana de agosto. El término canícula significa disminución de la lluvia.

Durante los años en que el fenómeno del Niño se presenta y afecta el Pacífico de América Central, se reducen considerablemente las lluvias en mayo y junio, tal fue el caso del año de 1982, con un promedio mensual de 130 mm y una distribución irregular que provocó un largo periodo de sequía desde diciembre hasta agosto con cosechas funestas para el agro centroamericano.

Vargas (1988) establece que para la provincia de Guanacaste en Costa Rica, la estación ecológicamente seca, es decir cuando no hay agua disponible en la zona de las raíces de la vegetación, dura un total de 161 días, extendiéndose desde el 7 de diciembre hasta el 16 de mayo, con un total de lluvia de 37,8 mm caídos en doce días.

El sector Pacífico presenta dos regiones con características de mayor humedad. La primera se extiende desde el puerto de Quepos en Costa Rica hasta el golfo de Chiriquí en Panamá; la segunda, desde la zona del canal de Panamá hasta Colombia (Fig. 9). Este último sector presenta el mismo régimen de lluvias, pero el volumen anual de lluvia es mayor y la estación seca se reduce a uno o dos meses secos (Cuadro 2).

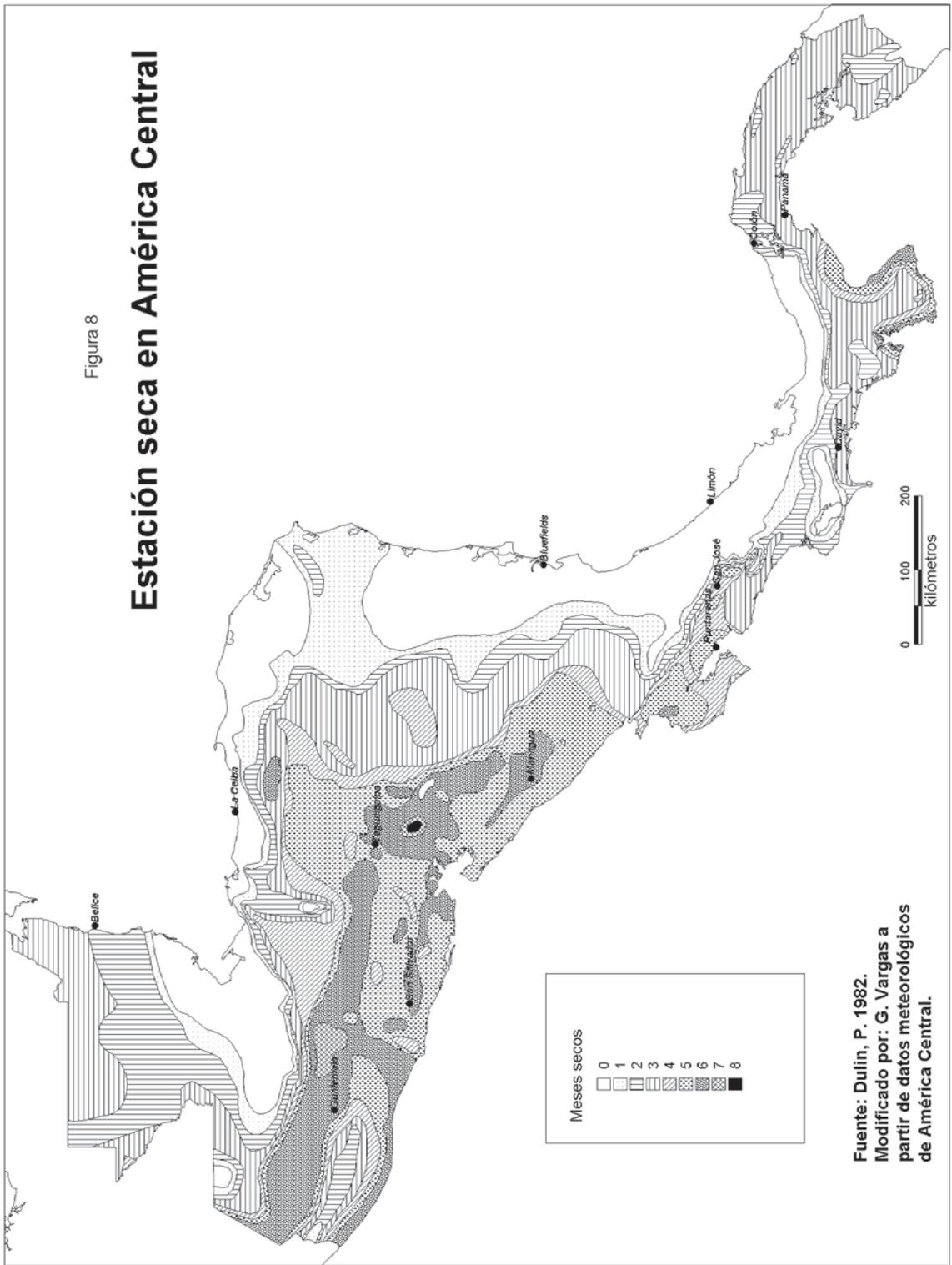
Cuadro 2

Volumen anual de lluvias y número de meses secos en el Pacífico sur de Costa Rica y Panamá: 1990 – 2001

Estación	Lluvia anual en mm	Número de meses secos
Corcovado	5180	0
Golfito	4116	0
David	2726.4	2
Tocúmen	2245	2
Puerto Piña	3918	0

Figura 8

Estación seca en América Central

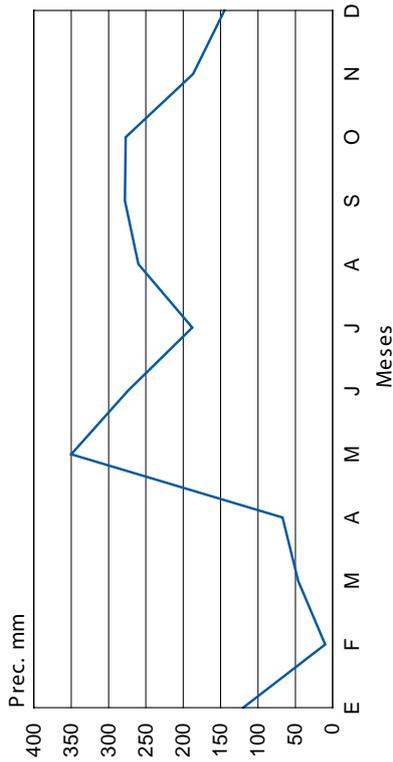


Fuente: Dulin, P. 1982.
 Modificado por: G. Vargas a
 partir de datos meteorológicos
 de América Central.

Figura 9

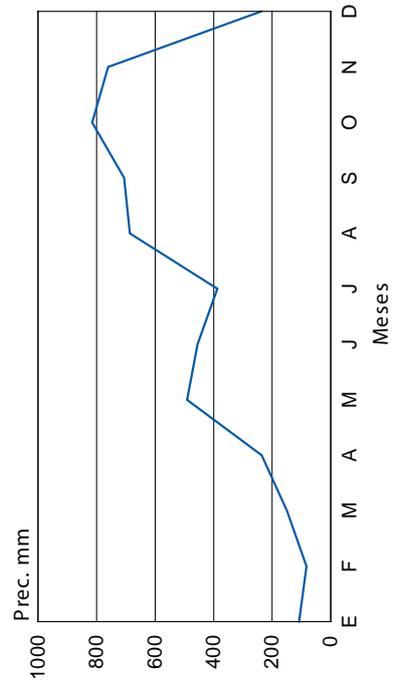
Estaciones del Pacífico húmedo

Estación Tocumen 1980-2000
Total de Precipitación: 2202 mm.

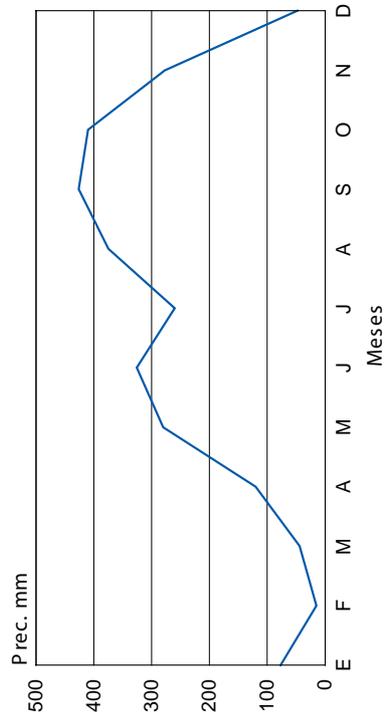


Fuente: Molo, 1995.
Atlas de la República
de Panamá.

Estación Corcovado
1988-1997
Total de Precipitación: 5115 mm.



Estación David
1980-2000
Total de Precipitación: 2658 mm.



En medio del lluvioso Pacífico panameño se presenta una zona muy árida, en las provincias de Veraguas, Herrera y Los Santos, que se extiende desde el golfo de Montijo a la bahía de Parita, incluyendo la totalidad de la península de Azuero. La precipitación promedio anual es de 1291 mm con un total de seis meses secos, aunque en el sector de Las Tablas se han producido mínimas de lluvia anual de 825 mm en 1965 y 613 mm en 1978. Esta área la define Chan (1988) como una sombra de lluvia provocada por el debilitamiento de los vientos húmedos del suroeste y por la influencia de barrera que ejerce el cordillera de Tabasará.

La vertiente Caribe presenta lluvias durante todo el año y no existe una estación seca definida. Las estaciones caribeñas desde Belice hasta Panamá tienen a igual que las del Pacífico, dos máximas y dos mínimas de lluvia. La primera máxima se produce en el mes de julio en todas las estaciones del Caribe (Fig.10) y la segunda en el mes de diciembre. Ambas máximas son producidas por los alisios del Atlántico que arrastran la humedad del mar Caribe y producen fuertes precipitaciones. (Cuadro 3)

Las mínimas de lluvia no originan estación seca, lo que se produce es una disminución de las lluvias a causa del debilitamiento del flujo alisio del noreste. Las lluvias siempre están presentes

y caen volúmenes entre los 103 mm en Puerto Barrios, Guatemala y los 420 en Changuinola, Panamá producidas por convección y por lluvias advectivas en la zona litoral.

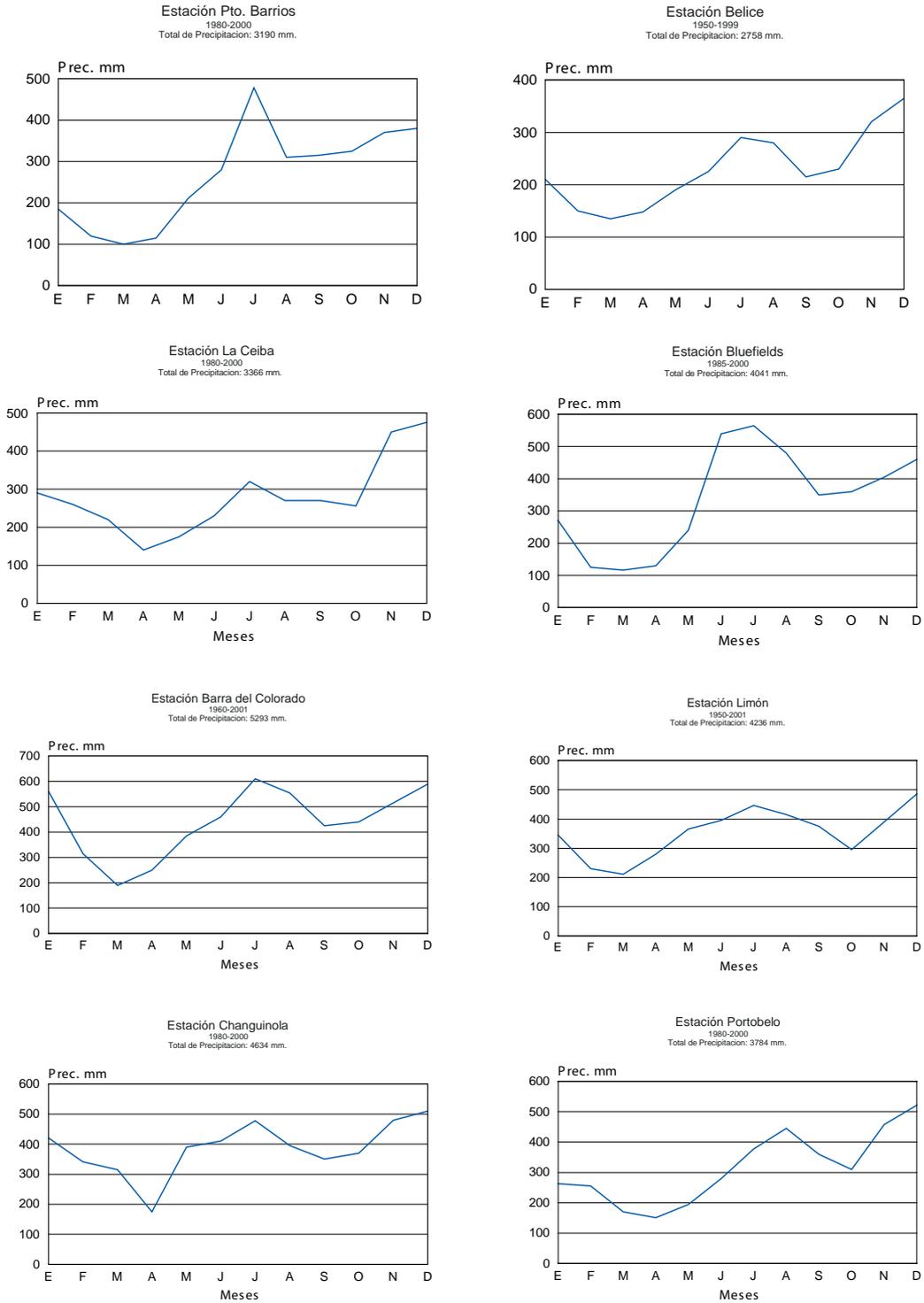
En el nivel regional, dos fenómenos producen un aumento de las lluvias en América Central. En primer lugar, tenemos los frentes fríos o empujes polares que son masas de aire frío que logran trasladarse hacia el sur hasta alcanzar los 16 ° de latitud norte, ubicándose en el golfo de Honduras o en los 15° cerca del cabo Gracias a Dios en Nicaragua (Fig.11). El frente frío produce un aumento en el volumen de las lluvias y en el número de días con lluvia, este periodo es conocido como los “temporales del Caribe”, los cuales pueden aumentar en un 80% la media mensual de lluvia y son los causantes de inundaciones, daños en la infraestructura vial y en la agricultura en las llanuras del Caribe. En segundo lugar, en el mar Caribe se presentan depresiones, tormentas y huracanes a partir del mes de junio, que generan la entrada de vientos del suroeste que transportan masas de aire caliente y húmedas de origen marítimo sobre el sistema montañoso en la vertiente Pacífica dando origen a los “temporales del Pacífico”. Estos fenómenos aumentan en un 142% los promedios de lluvia mensual y llegaron a extremos de un 338 % en Liberia, Costa Rica en setiembre de 1988, con el huracán Gilbert.

Cuadro 3

Total de lluvias, máximas de lluvias, mínimas de lluvia y número de meses secos en las estaciones del Caribe de América Central: 1990 - 2001

Estación	Lluvia anual	Máxima de lluvias en milímetros	Mínima de lluvias en milímetros	Meses secos
Belice	2588	Diciembre 320	Marzo 140	0
Puerto Barrios	3203	Julio 480	Marzo 103	0
La Ceiba	3100	Diciembre 460	Marzo 125	0
Bluefields	4285	Julio 635	Marzo 120	0
Los Pinares	3690	Julio 475	Marzo 110	0
Barra del Colorado	5420	Diciembre 635	Marzo 285	0
Limón	3915	Diciembre 445	Marzo 205	0
Changuinola	5335	Diciembre 510	Abril 135	0
Portobelo	3693	Diciembre 525	Marzo 110	0

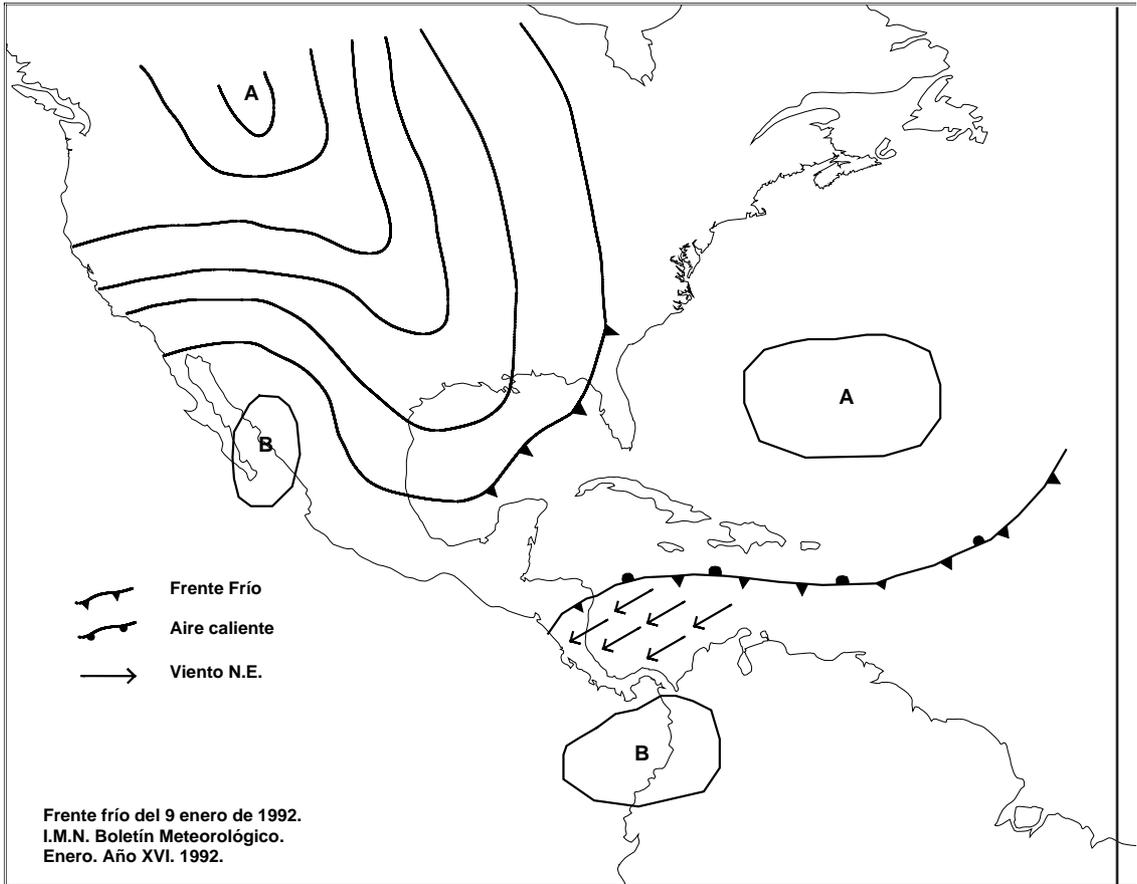
Figura 10
Estaciones de la vertiente Caribe



Fuente: Datos de lluvia de los Institutos Meteorológicos de América Central.

Figura 11

Frente frío en América Central



El istmo centroamericano y la escala local

El pasar de una escala regional a una escala local es muy significativo en el grado de detalle del análisis, pues se pasa de una escala 1: 1 000 000 o 1: 2 000 000 a una escala 1.25 000 o 1: 50 000, esto quiere decir que en el análisis regional que comprende los pisos altitudinales, las grandes formaciones vegetales, geomorfológicas y climatológicas se deja de lado para realizar un estudio más preciso a nivel de asociaciones vegetales, microtopografía y clima local. Como establece Long (1969) en la

pirámide de percepción, el análisis difiere cuantitativa y cualitativamente según la escala del análisis. Bertrand (1972) dice que la escala regional corresponde al geosistema que abarca decenas o centenas de km^2 , mientras que el análisis local o geofaciel cubre superficies de algunos miles de km^2 .

La escala local requiere un mayor detalle y fineza en el análisis, se debe prestar atención a los factores topográficos como valles profundos, depresiones, pasos, grado de inclinación de la pendiente y las formas del relieve y su orientación. América Central por sus características geomorfológicas ofrece una gran variedad de formas de

relieve que varían en espacios muy pequeños de territorio y que hacen variar en forma rápida las condiciones climatológicas de cada sitio. Existen muchos lugares con particularidades locales en Centroamérica, para este estudio hemos escogido seis casos, que se detallan a continuación.

El núcleo seco de Guatemala: En el interior de Guatemala, en una meseta donde se localizan las poblaciones de Chiquimula, El Progreso, Zacapa y Jalapa se da un núcleo seco donde llueve entre 800 y 500 mm al año.

El área se encuentra protegida al norte por las sierras de Chuacus, de las Minas y Mico con altitudes superiores a los 2000 m, hacia el sur y el oeste por la cordillera volcánica con 3 500 m de altitud, los cuales actúan como barrera ante el flujo de ambos alisios. Esta meseta se encuentra en abrigo, de ahí la baja precipitación producida, a la vez, el complejo relieve de Guatemala origina una circulación de vientos paralelos al río Motagua que no provocan lluvias, al depositar la humedad a barlovento de los sistemas montañosos ya citados (ICATA, 1984).

Las estaciones meteorológicas de Zacapa, Chiquimula y el Rancho (Fig.12) presentan un régimen típico de la vertiente Pacífica, a pesar de localizarse en el lado Caribe; lo anterior, porque el flujo del alisio del noreste es completamente bloqueado por el relieve. Las máximas de lluvia se dan en junio con 120 mm y en setiembre con 126 mm y se presenta una larga estación seca de siete meses, desde noviembre a mayo.

El núcleo seco de Olanchito: La población de Olanchito se localiza en el fondo del valle del río Aguán, en Honduras. Es un valle profundo y angosto, entre dos sistemas montañosos: la cordillera Nombre de Dios al norte, con una altitud de 2 480 m y la montaña Botaderos, al sureste, con 1 560 m.

El factor climatológico determinante de la aridez en el valle del río Aguán es el alineamiento oeste – este de los sistemas montañosos de Mico quemado, Nombre de Dios y Santa Bárbara. Esta barrera orográfica se interpone al alisio del noreste que deposita toda la humedad en el litoral y la vertiente Caribe, donde llueve más de 3 000 mm en los puertos de Tela y La Ceiba, mientras que en Olanchito, a solo 50 km

de distancia, llueve apenas 907 mm por encontrarse en sotavento o abrigo.

La estación de Coyoles localizada a 35 m de altitud, en el fondo de valle del río Aguán (Fig. 13) tiene un régimen Caribe, pero con muy escasas precipitaciones por las razones ya expuestas.

En el nivel regional mencionamos que el Caribe era la región de mayor pluviometría en Centroamérica, pero igualmente corresponde al Caribe tener los sitios más áridos y secos del istmo, como son las zonas secas de Guatemala y Honduras, donde el factor relieve ejerce un efecto local desecante.

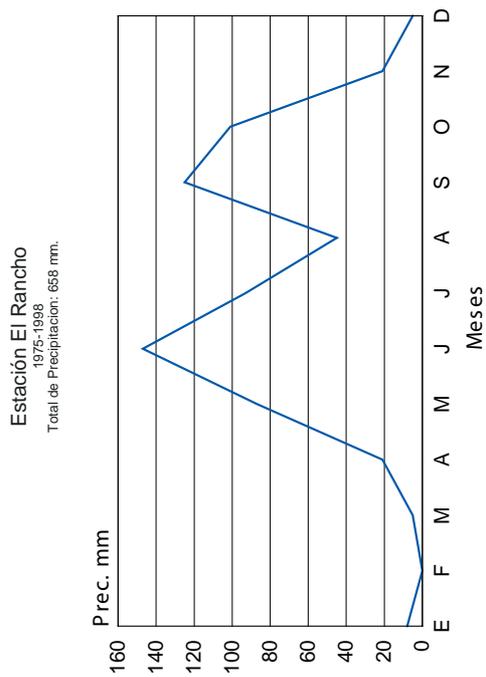
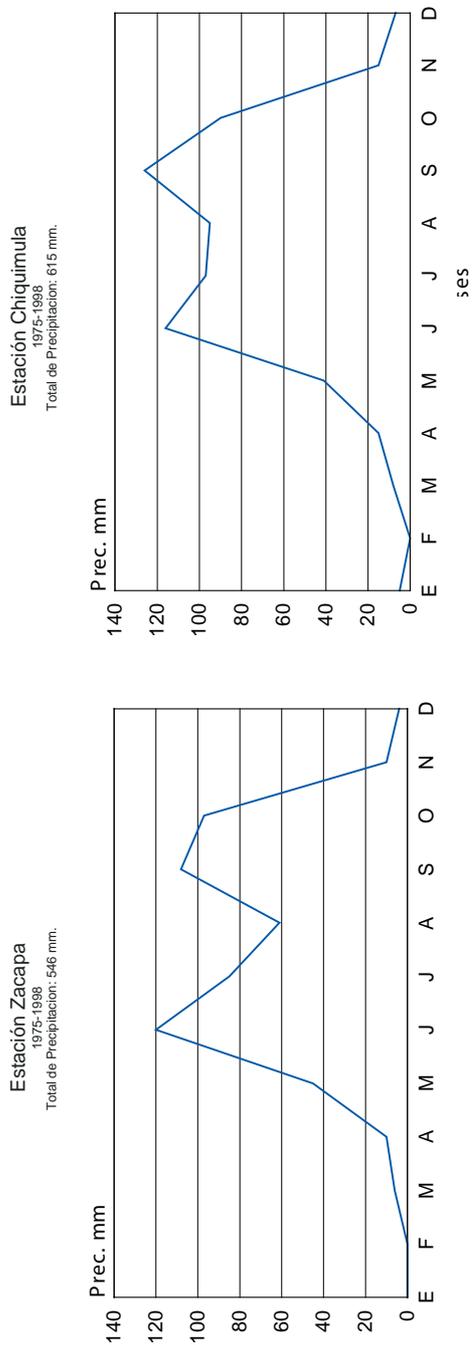
El núcleo seco de Estelí a Sebaco: Es una meseta en abrigo, donde el flujo del alisio del noreste es bloqueado por las cordilleras Dariense e Isabela y el alisio del suroeste lo bloquea la cordillera Central. La lluvia anual es de 955 mm y el régimen de lluvias es típico de la vertiente Pacífica. Las dos mínimas de lluvia originan una estación seca, la primera dura 6 meses, desde noviembre a abril y la segunda se produce en el mes de julio con solo 67 mm de lluvia (Fig. 14). Esta meseta se ve afectada no solo por una aridez climatológica, sino también por una aridez edáfica provocada por los depósitos de ignimbritas que dan origen a suelos entisoles arenosos (Vargas, 1988).

Las áreas lluviosas de Guatemala: Guatemala presenta tres áreas lluviosas: 1. El sector litoral de la bahía de Amatique, 2. La vertiente Caribe de las Sierras de los Cuchumatanes, Santa Cruz y Chamá y 3. La vertiente pacífica de la cordillera volcánica desde Escuintla, pasando por Mazatenango hasta la frontera con México. En estos tres sectores la lluvia anual esta comprendida entre los 4 000 y los 5 500 mm.

Para el estudio local analizaremos las dos últimas áreas. La vertiente Caribe de la sierra Chamá es lluviosa todo el año, por la humedad que transportan los vientos alisios del noreste del golfo de México. La estación de Chinasyub (Fig.15), ubicada cerca de la naciente del río Salinas, a 1 200 m de altitud, presenta un régimen Caribe, sin meses secos. Por su parte la vertiente Pacífica de la cordillera volcánica tiene una alta precipitación anual, la estación de

Figura 12

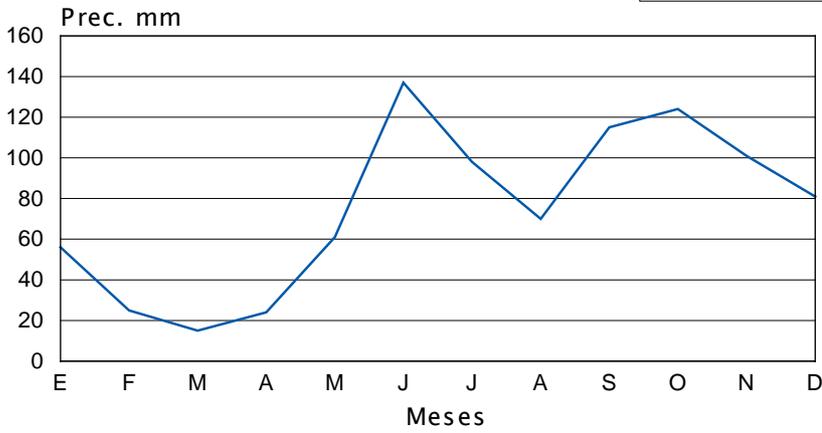
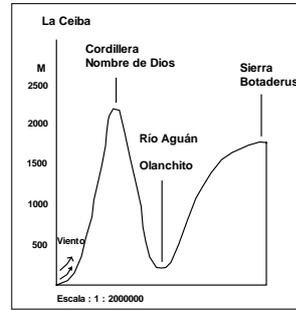
Estaciones del núcleo seco de Guatemala



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, Guatemala.

Figura 13
Núcleo seco del río Aguán

Estación Coyoles
1980-1999
Total de Precipitación: 907 mm.

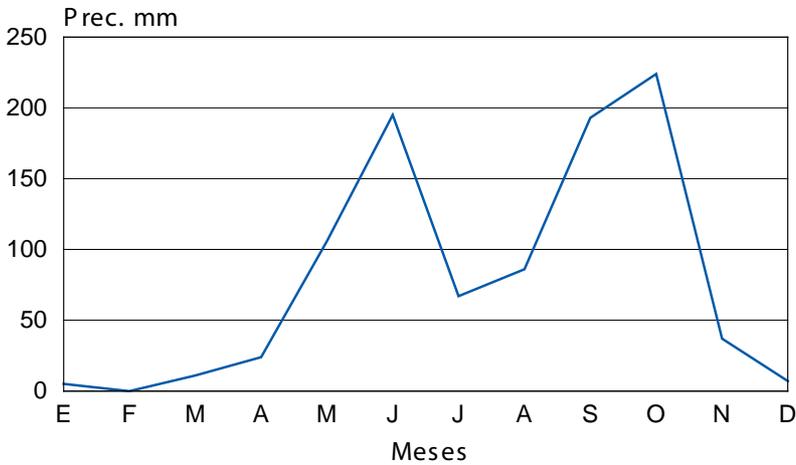


Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, Honduras

Figura 14

Núcleo seco de Estelí

Estación Estelí
1975-2000
Total de Precipitación: 955 mm.

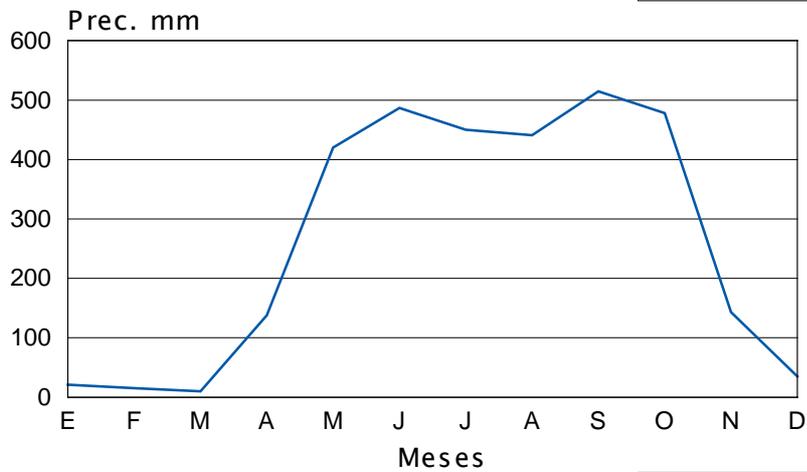
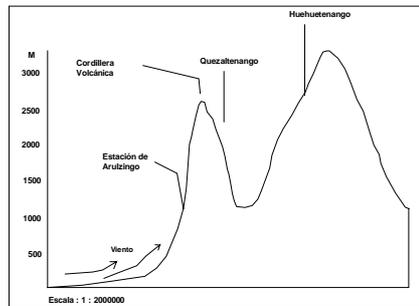


Fuente: INETER, Sección Meteorología, Nicaragua

Figura 15

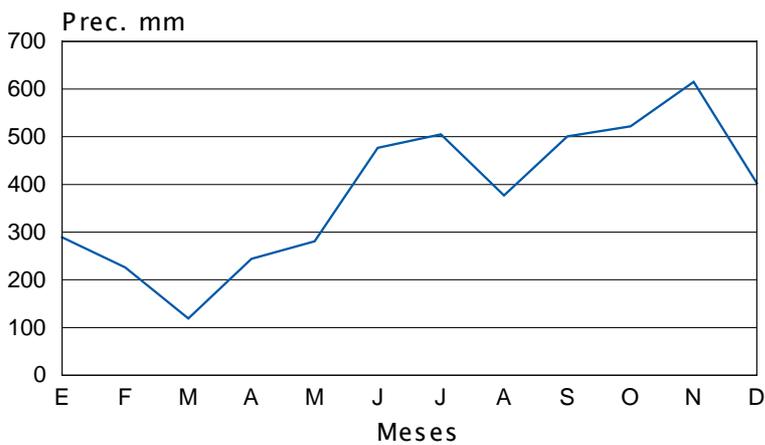
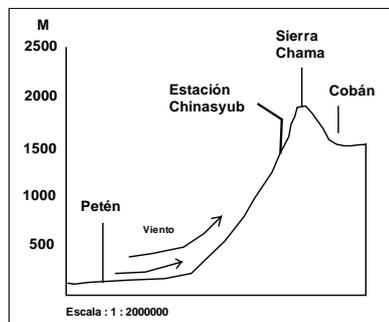
Áreas lluviosas de Guatemala

Estación Acultzingo
1970-1995
Total de Precipitación: 3153 mm.



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, Guatemala.

Estación Chinasub
1986-1998
Total de Precipitación: 4559 mm.



Acultzingo (Fig.15), ubicada 20 km al noreste de Mazatenango, a 1 574 m tiene un régimen Pacífico, donde sobresale una larga estación lluviosa desde abril a octubre. Estas lluvias son originadas al interceptar a barlovento el aire húmedo y caliente del alisio del suroeste, mientras que la estación seca se reduce a 3 o 4 meses.

Las lluvias orográficas: la relación entre pluviometría y orografía ha sido muy discutida por los climatólogos y parece existir un acuerdo en que la precipitación aumenta con la altitud, hasta un máximo pluviométrico que se produce entre los 1 500 y los 2 000 m de altitud. Por las condiciones orográficas de América Central pueden determinarse múltiples lugares de máximas lluvias en el sector de montaña, pero hemos escogido la estación de T – seis, ubicada a 2 010 m de altitud, en la cuenca alta del río Grande de Orosi en Costa Rica (Fig. 16) que tiene la mayor precipitación anual de América Central con 6 740 mm.

Es una estación típicamente Caribe, su alta precipitación es causada por los vientos alisos del noreste que se encañonan en el valle del río Grande de Orosi y se ven forzados a subir por la fuerte gradiente del valle. La región presenta una nubosidad casi permanente durante todo el año.

Otro ejemplo, de las lluvias por efecto orográfico es la estación de Cerro Punta (Fig. 16), en Chiriquí, Panamá. En este caso la ubicación es en el lado Pacífico, cerca del volcán Barú, donde se da una depresión que facilita la llegada de los vientos alisos del noreste, de ahí las lluvias en enero, diciembre y julio y también es influenciada por la llegada de los vientos alisos del suroeste que originan las lluvias de mayo, junio, setiembre y octubre.

Las lluvias en el Darien panameño: El Darién panameño es una área de tierras bajas al sur del canal de Panamá, con un ancho mínimo de 57 km y máximo de 160 km. Hacia el litoral se presentan serranías aisladas, entre los 700 y 1000 m de altitud, entre ellas, la cordillera de San Blas (748 m), las serranías del Darién (800m), serranías del Maje (948m) y las serranías del Sapo (1 010 m). El Darién es la región donde los dos océanos se acercan más, por lo que es de esperar un acercamiento

o combinación de los dos regímenes climatológicos. Lamarre(1981) demostró que en el istmo de Panamá coexisten los dos tipos de regímenes climáticos el del Pacífico y el del Caribe.

La estación de Boca de Trampa se encuentra en la comarca de Emerá y la estación de Nargana en la comuna Kuna de Madungandi. En ambas estaciones, al ser las serranías bajas y aisladas, éstas no son un obstáculo a las masas de aire que atraviezan de un lado a otro el estrecho del Darién. El regimen pluviométrico es una mezcla del Caribe y el Pacífico (Fig. 17). La influencia Caribe se observa en la alta precipitación que presentan los meses de diciembre, enero y julio en la estación de Boca de Trampa, aunque lógicamente es mayor en Nargana, por su ubicación en el litoral Caribe. La influencia Pacífica de los vientos del suroeste es evidente al presentarse las máximas de mayo y junio y setiembre y octubre. Los meses de marzo y abril presentan una mínima de lluvias por el debilitamiento de los alisios, pero no se produce una estación seca.

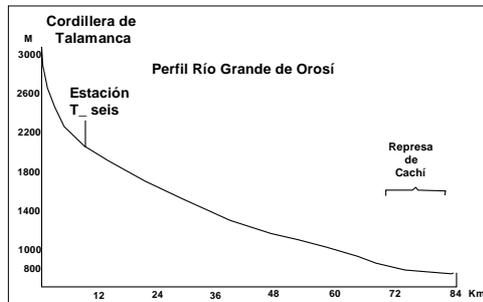
En el nivel local, la compleja formación fisiográfica de América Central desde Guatemala hasta la parte central de Panamá provoca una influencia de barrera orográfica dominante, creando mayor cantidad de efectos locales en la climatología, mientras que en la zona del canal de Panamá y al sur de éste se reducen hasta llegar a una síntesis en ambos regímenes de lluvias.

Conclusión

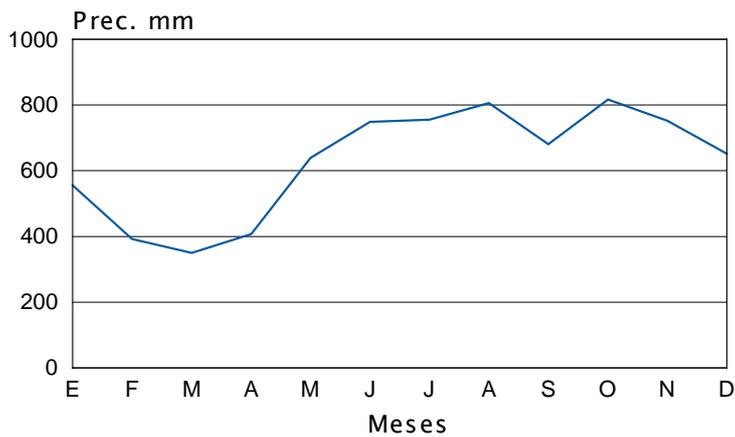
Las tres escalas de análisis la zonal, la regional y la local son válidas en América Central. La escala zonal nos da las influencias zonales dominantes como son el flujo alisio, la zona de convergencia intertropical, el dominio del factor oceánico sobre el continental. Es una escala general, de poco detalle, pero importante para determinar los elementos y factores generales que influyen en el clima de América Central.

La escala regional reduce el análisis a América Central continental, pero este istmo de apenas 525 982 km², de formas geomorfológicas variadas hace difícil obtener regiones homogéneas. A grandes rasgos se detectan

Figura 16
 Área de lluviosas orográficas

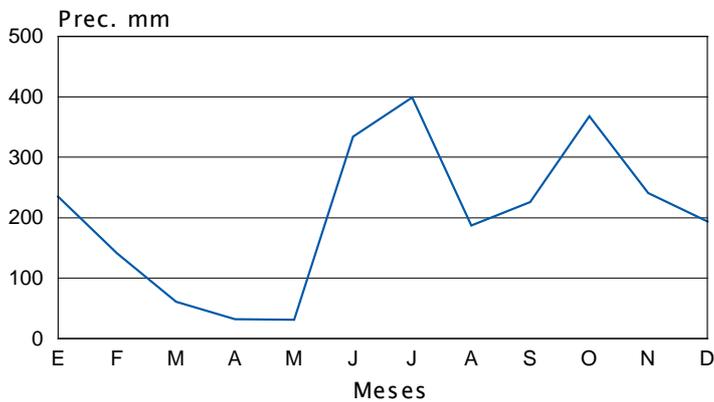


Estación T-Seis
 1986-2000
 Total de Precipitación: 6740 mm.



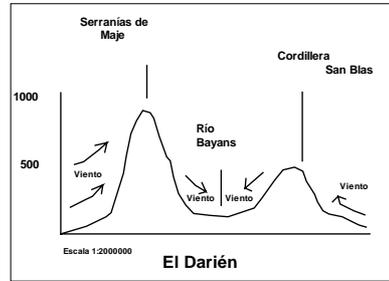
Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica

Estación Cerro Punta
 1980-2000
 Total de Precipitación: 2449 mm.

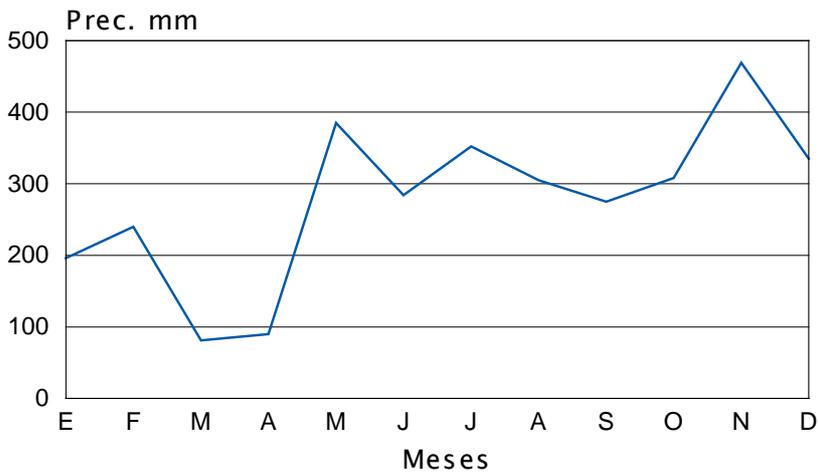


Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, Panamá

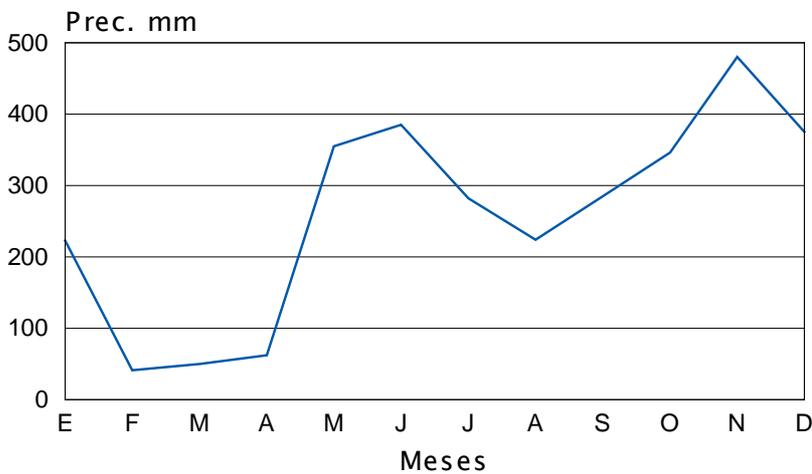
Figura 17
Estaciones de Darién panameño



Estación Boca de Tampa
1985-2000
Total de Precipitación: 3320 mm.



Estación Nargana
1985-2000
Total de Precipitación: 3320 mm.



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, Panamá

tres grandes regiones climatológicas que son la vertiente Caribe, la vertiente Pacífica y la región de montaña, siendo esta última la que origina la oposición climatológica de las vertientes.

La escala local es la más precisa y por lo tanto más exacta para un análisis climatológico de América Central. El problema es la gran variedad de climas locales en tan poco espacio geográfico, lo que hace muy difícil realizar un estudio completo a nivel local.

Lo ideal es trabajar el territorio centroamericano a escala regional, destacando aspectos locales importantes de su climatología que la hacen particular. De Saussure (1862) analizó muy bien este problema de escala en América Central cuando dice que “ el istmo centroamericano ofrece naturalmente una infinidad de accidentes de todo tipo, que crean por todos lados casos especiales y propios que perturban o alteran las leyes generales”.

Referencias

- Bertrand, G. 1972. Les structures naturelles de l'espace géographique. *Rev. Geog. Pyrennes et du Sud – Ouest*. 43 (2) , 175 – 206.
- Brenes, A y F. Saborio. 1992. ¿ Están desplazados los climas de Costa Rica ¿. *Boletín Meteorológico*, marzo, 3- 5. Instituto Meteorológico Nacional.
- Chan, R. 1988. Una aproximación al estudio fitogeográfico de la sabana panameña. *Rev. Geoistmo*. 2 (2) , 51 – 64.
- De Saussure, H. 1862. Coup d'oeil sur l'hydrologique du Mexique. *Mem. de la Soc. Geogr. de Gêneve*. Gêneve. 196 p.
- Dengo, G. 1973. Estructura geológica, historia tectónica y morfológica de América Central. *AID*. México. 52 p.
- Donque, G. 1975. Les pluies á Madagascar, pp 1 – 67. En: Giacottino, J.C. Six études de climatologie tropicale. *Travaux et Documents de Géographie Tropicale*. Bordeaux. Francia.
- Hall, C. 1985. América Central como región geográfica. *An. Est. Centroamericanos*. 11 (2). 5- 24.
- Hastenrath, S. 1967. Rainfall distribution and regimen in Central America. *Arch. Meteorol. Geog. Biokl. Serie b*. 15 . 201- 241.
- Herrera, W. 1985. Clima de Costa Rica. *EUNED*. San José.
- Hoskins, B.J y J.L. Manabe. 1971. Simulation of climate by a global general circulation model. *N.W.R.* 108. 111p.
- ICATA, 1984. Perfil ambiental de la República de Guatemala. *AID – ROCAP*, Guatemala.
- IPGH. 1975. Atlas climatológico e hidrológico del istmo centroamericano. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Guatemala.
- Ivanov, N. 1956. Quelques particularités de la repartition des precipitations atmosphériques dans les pays tropicaux et les contrées limitrophes. *Essai de Géographie*. N° 4, *Academie des Sciences de l' URSS*. Moscou.
- Koechlin, J y S.T. Melo. 1980. *Géographie et écologie de la Paraiba (Bresil)*. *Travaux et Documents de Géographie Tropicale*. N° 41. 373 p. Bordeaux. Francia.
- Lamarre, D. 1985. *Recherches sur les pluies dans la partie centrale de l'istme de Panamá*. Thésés de 3ime cycle. Centre de Recherche Climatologie. Université de Bourgogne. Dijon . Francia.
- Lamarre, D. 1995. *Pluies et formations nuageuses sur l'Amérique isthmique*. Thésés de doctorat d'Etat. Centre de Recherche de

- Climatologie. Univeristé de Bourgogne. Dijon. Francia.
- Lasserre, G. 1977. Les Ameriques du Centre. Presses Universitaire de France. Paris. 380 p.
- Long, G. 1969. Conceptions générales sur la cortographie biogeographique integrée de la végétation et su son ecologie. *Ann. de Geographie*. 427 (78) 257 – 285.
- Mosiño, P.A y E. García. 1972. Rainfall analysis in México and central América. *Rev. Geográfica*. 10 (11) 43 – 64.
- Pagney, P. 1966. Les climat des Antilles. Institut des Hautes Etudes de la'Amérique Latine. Paris. 377 p.
- Pagney,P. 1976. Les climats de la Terre. Mason et Cie. Paris . 150 p.
- Perard, J. 1998. Variation diurne de la nébulosité aux Philippines, pp. 383 – 397. En: *Climat et Climatologie*. Hommage offert au professeur Pierre Pagney. Centre de Recherche de Climatologie. Dijon. Francia.
- Ramírez, P. 1983. Estudio meteorológico de los veranillos en Costa Rica. Nota de investigación n° 5, 16 p. Instituto Meteorológico Nacional. San José.
- Sthraler, A. 1978. Geografía física. Editorial Omega. Barcelona.
- Vargas, G. 1988. Análisis fitogeográfico y ecológico de una sabana arbustiva en el Parque Nacional Santa Rosa. *Rev. Geográfica*, n°108, 52 – 73. IPGH.
- Vargas, G. 1988. Estudio fitogeográfico de las formaciones secas herbáceas y arbustivas de América Central. *Rev. Geoistmo*, 2 (1) 57 – 76.
- Vargas, G, 1994. El clima de Costa Rica: contraste de dos vertientes. Editorial Guayacán. San José.
- Weare, B.C. 1986. An extension of on El Niño index. *Met. World. Research*. 114, 644 –647.