

**UNIVERSIDA NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL**



MONOGRAFIA

**DESCRIPCIÓN METEOROLÓGICA DE LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS
EXTREMOS, DETERMINANTES EN LA AGRICULTURA DE NICARAGUA**

AUTOR

JUAN JOSÉ CASTELLÓN ZELAYA

ASESOR

MSc. EMILIO MARRERO GARCÍA

MANAGUA, AGOSTO 2001

DEDICATORIA

Dedico esta carrera a :

Mi madre: Carmelina (Q.E.P.D.).

Mi hija: Rosalía.

Mis nietas: Yang-tse Haichel.

Hanoi Gabriela.

A las profesoras:

Maria Eva Olivas V. De Chacon

Mi maestra de primaria en Condega (Q.E.P.D.).

Leda Maria Córdoba Pavón.

Ing. Msc. Prof. De Granos Básicos UNA (Q.E.P.D.).

Profesor José Lázaro Sánchez (Q.E.P.D.)

Mi maestro de primaria (Chinandega).

Juan José Castellón Zelaya

AGRADECIMIENTOS

Extiendo mi profundo agradecimiento a las siguientes personas por haber recibido de las mismas, su apoyo moral y fraternal en todo momento de esta difícil carrera.

- **Al Master Néstor Allan Alvarado Díaz (Jefe del Dpto. de Ingeniería Agrícola) por sus valiosos aporte en la revisión y organización de los contenidos de esta monografía.**
- **Lic. Manuel Moncada Fonseca, ex Director del Departamento de Ciencias Básicas (UNA)**
- **Ing. Msc. Alberto Sediles, ex – Vicerrector de la UNA**
- **Ing. Msc. Telémaco Talavera, mi profesor de Fertilidad Agrícola y Edafología, Rector de la UNA.**
- **Lic. Msc. José Luis Ramírez, mi profesor de Química y Orientador**
- **Ing. Msc. Sergio Téllez, mi profesor de Agrostología y Manejo de Pastos.**
- **Ing. MSc. Carolina López, mi profesora de Fitopatología.**
- **Ing. MSc. Carlos Zelaya, por apoyarme en momentos críticos de mi vida.**
- **Ing. MSc. Roberto Cossio Cladera, Experto en Meteorología Organización Meteorológica Mundial (OMM-ONU).**

Asimismo, hago extensivo este agradecimiento a todos los profesores que contribuyeron a mi preparación, cuya cantidad pasa de los cuarenta. Con su amor, dedicación y profesionalismo, fue posible culminar con éxito la carrera.

Juan José Castellón Zelaya

INDICE GENERAL

Sección	Páginas
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y METODOS	4
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
3.1 Aspectos generales de Nicaragua	5
3.2 Los elementos del clima	6
3.3 Circulación general de la atmósfera	7
3.4 La Vaguada Ecuatorial o ITC (InterTropical Convergence)	8
3.4.1. Comportamiento Meteorológico de la ITC o Vaguada Ecuatorial	8
3.4.2. La I.T.C, como zona ciclogénica	11
3.4.3. Acción de la ITC en Nicaragua.	11
3.5. La Baja de San Andrés	14
3.5.1. Contribución de la corriente marina del mar Caribe a la formación de La Baja de San Andrés	14
3.5.2. El origen del Sistema Húmedo del Departamento de Zelaya	16
3.5.3. La situación climatológica de Zelaya	19
3.6. La Onda Tropical	21
3.6.1. Dimensiones y área que abarca	22
3.6.2. Nubosidad de la Onda Tropical	22
3.6.3. Diferencia de la Onda Tropical y la ITC	23
3.7. Los Ciclones Tropicales	23
3.7.1. Etapas de los Ciclones Tropicales (US Weather Bureau)	24
3.7.2. Significado de La palabra huracán (*)	24
3.7.2.1. Los peligros del Huracán	26
3.7.2.2. El ojo del Huracán	27
3.7.2.3. Los huracanes en Nicaragua	31
3.7.2.4. Ciclones Tropicales que han causados daños extremos en Nicaragua	32
3.8. El Niño y La Niña	43
3.8.1. El Niño	43
3.8.1.1. La corriente de Humbolt y su posición con respecto al Niño	47
3.8.2. La Niña	50
3.8.2.1. Fases del fenómeno La Niña	50
3.8.2.2. Características del fenómeno La Niña	51
3.9. EL Tornado	55
IV. CONCLUSIONES	57
V. RECOMENDACIONES	58
VI. LITERARURA CITADA	59

INDICE DE TABLAS

Tabla No.		Páginas
1.	Precipitaciones en totales mensuales en mm de Bluefields. Zona Tropical lluviosa . Datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de Nicaragua, 1976.	20
2.	Precipitaciones en totales mensuales en mm de Corinto. – Zona Tropical Seca. Datos del Servicio Meteorológico Nacional (SNM) de Nicaragua, 1976.	20
3.	Escala Saffir-Simpson. Centro Nacional de Huracanes de Miami, USA.	25
4.	Precipitaciones mensuales de la zona ecuatorial de Asia Insular, comparadas con las precipitaciones de Puerto Cabezas, Nicaragua.	46
5.	Año de apariciones del fenómeno La Niña y el Niño, según NOAA, (1999).	51
6.	La precipitación en diferentes años y la presencia de El Niño y La Niña. Unidades en milímetros.	52

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Páginas
1.	Ilustración de la cual tienen sus génesis todo los fenómenos meteorológicos del mundo (Circulación General de la Atmósfera). Tomada de General Meteorology de Byers.	7
2.	Vaguada ecuatorial en Centro América, durante el período lluviosa (a) y durante el período seco (b).	9
3.	Comportamiento físico de la ITC durante horas iluminadas (a). La vaguada tropical ecuatorial en horas iluminadas y en el mundo (b).	10
4.	Acción de la ITC en cuatro estaciones de la zona del Pacífico de Nicaragua: Aeropuerto Sandino, Rivas, Ingenio San Antonio y Chinandega.	13
5.	Corrientes Marinas del Atlántico que dan origen a la Baja de San Andrés.	15
6.	El área que afecta la Baja de San Andrés.	17
7.	Zonas Ciclogénicas del Mar Caribe, según OMM, (1969).	18
8.	Onda Tropical desplazándose hacia el Oeste.	21
9.	El ojo del huracán.	28

Figura No.	Páginas
<p>10. Velocidad total del viento en nudos, tomados a una altura de 1000 pies para tormentas en movimiento. (Estos son valores promedio). La flecha indica la dirección del movimiento de la tormenta. (Tomado de tropical Meteorology – Dr. H. Riehl).</p>	29
<p>11. La presencia de un Huracán puede activar a los otros sistemas meteorológicos, pues la acción del huracán del ciclón ocupa toda la troposfera. Aun lejos de Nicaragua, la “cola” del fenómeno, formada por Nimbostratus y vientos suaves, provoca un temporal en Centro América.</p>	30
<p>12. Trayectoria de algunas tormentas tropicales devastadoras en el área del Atlántico del Norte. Fuente: Centro Nacional de Huracanes, Miami, USA.</p>	35
<p>13. Ciclones tropicales que penetraron al Mar Caribe en 1931.</p>	36
<p>14. Ciclones tropicales del año 1933. Fuentes: US Weather Burea – Laboratory of Climatology.</p>	37
<p>15. Frecuencia de tormentas tropicales del Atlántico Norte, Golfo de Méjico y Mar Caribe, en el período 1879-1911.</p>	39
<p>16. Número de tormentas tropicales del Atlántico Norte, Golfo de Méjico y Mar Caribe por períodos de cinco años, desde 1901 hasta 1955. Tomado de “Hurricane”, Weather Bureau, USA.</p>	39

Figura No.	Páginas
17. Trayectoria del Huracán "MITCH", desde su nacimiento en la Baja de San Andrés (mas activa en el mes de octubre) hasta la zona de Tapachula en México (INETER,1998).	41
18. Trayectoria de Vórtices Ciclónicos que han afectado a Nicaragua.	42
19. Comportamiento vectorial del viento que explica el fenómeno del Niño.	45
20. Situación normal y alterada de los vientos alisios.	49
21. Ilustración del origen del Niño.	49

RESUMEN

Este Trabajo se ha desarrollado en la Universidad Nacional Agraria (UNA) de Nicaragua, durante el período comprendido Marzo de 1999 a Junio 2001. Se hace una descripción de los grandes sistemas meteorológico que afectan la región del Caribe y Centro América, encontrándose que los Sistemas Meteorológicos que afectan a Nicaragua son: la Vaguada Ecuatorial o zona de convergencia intertropical (ITC), que determina la estación lluviosa de Mayo a Octubre, y cuando se retira, se establece sobre el área la estación seca de Diciembre a Marzo, pues los meses de Noviembre y Abril son considerados meses de transición; la Onda Tropical, que nace al sur de la zona de alta presión de las Azores y se mueve hacia el Oeste; la Baja de San Andrés, que determina una zona húmeda de mayor intensidad en el sur de Nicaragua, pero abarca todo el departamento de Zelaya y propicia a la atmósfera para que haya clima tropical de pluvioselva en la cuenca sur del río Escondido y ambas cuencas del río San Juan, la intensidad de esta humedad va disminuyendo hacia el norte y en Puerto Cabezas, el clima es semihumedo tropical; los Ciclones Tropicales, que determinan el equilibrio de las lluvias en Centro América, y causan destrucciones por lluvias muy fuertes y vientos violentos; los fenómenos meteorológicos de El Niño y La Niña, propician ya sea sequías o inundaciones respectivamente, provocando otros cambios en varios lugares de la Tierra. Se determinó además, que los fenómenos descritos, dependen de la circulación general de la atmósfera, la cual tiene su origen en la energía que recibe del sol, que provoca zonas de presión diferentes, necesarias para determinar los movimientos de las grandes masas de aire. Finalmente se encontró que las lluvias excesivas hacen salir de madre a los ríos, arrasando aldeas, puentes, caminos, extensiones de grandes cultivos y provocado la muerte de miles de personas; por otra parte, las sequías han golpeado cosechas enteras de cultivos planificados y sistemas forestales además de lastimar el hato ganadero, ésto ha acentuado la pobreza ya existente en zonas tradicionalmente secas (polígono de la sequía, cuyos linderos son: San Francisco del Carnicero, El Sauce, Limay, Somotillo, San Francisco del Norte, Susucayán, Macuelizo y Santa María)

I INTRODUCCION

La presente monografía trata sobre "El impacto meteorológico de los fenómenos extremos de la Atmósfera, en el sistema Agroforestal y Pecuario de Nicaragua. Se ha escogido este tema, en vista de que existe poca información nacida de un estudio sobre los fenómenos que han afectado a Nicaragua. El trabajo esta centrado en la descripción de la fenomenología meteorológica que contribuyen al clima de Centro América y el Caribe y son activados positiva o negativamente por EL Niño o La Niña. En consecuencia los fenómenos a tratarse son: La Vaguada Ecuatorial, la Onda Tropical, la Baja de San Andrés, los Ciclones Tropicales, El Niño y La Niña (Castellón, 1980, Glantz, 1998)

La importancia del estudio de estos temas, reside en el hecho de que los mismos han sido factor determinante de lluvias o sequía cuyos extremos han determinado hambrunas, emigraciones masivas, inundaciones y desordenes sociales. Las inundaciones de 1960, que ocasionaron la desaparición de muchas comunidades de Chinandega, destrucción de varios puentes y daños serios a las carreteras, dejaron honda huella en los nicaragüenses. Una sensación impresionante de la misma o mayor magnitud, había causado la terrible sequía de 1946, que llevó a una marcada hambruna en la mitad del país (Castellón, 1980).

Las lluvias de la zona del pacífico son causada por la Vaguada Ecuatorial. Con la presencia de un Ciclón Tropical la Vaguada Ecuatorial se intensifica ocurriendo una estación lluviosa que sobre pasa los valores normales. Cuando estos valores son muy altos, comparados con la normal, ocurren inundaciones. La investigación ha arrojado el resultado de que esta situación ocurre con la presencia de La Niña. En un contraste con esta situación, la disminución de las lluvias en la misma zona del pacífico son debida a un debilitamiento de la Vaguada Ecuatorial. Esto ha coincidido con la presencia de El Niño. Esto ha sido mas dramático en las zonas tradicionalmente secas como son: El Sauce, Río Grande, Macuellizo, Dipilto, Mozonte, San Lucas, San Francisco del Norte y Santo Tomas del Nance.

Los fenómenos de El Niño y La Niña son tan viejos como la existencia misma de la Tierra (cuatro millones de año); sin embargo, hasta hace poco fue descubierto y despertado interés en su estudio. El Niño de 1982-1983 fue el más intenso en un siglo, habiéndose producido el anterior evento cálido extraordinario en 1977-78. Prácticamente nadie sabia que todavía otro " El Niño del Siglo" se

produciría tan solo 15 años después en 1997-1998. Aunque ha habido otros eventos desde el de 1983, por ejemplo, en 1986-87 y 1991-1992, El Niño de 1997-98 atrajo la atención de la comunidad científica, de los medios de difusión, de las agencias gubernamentales y del público, en ese orden (Glantz, 1998).

Las aguas peruanas son unas de las más ricas del mundo debido a la pesca. La enorme cantidad de especies marinas explotables (anchoveta) se debe a la corriente fría de Humbolt que mantiene enorme cantidad de alimento para los peces (zooplancton); de este mismo alimento viven los pelícanos, cuyo excremento (el guano) sirve de abono orgánico. La presencia de El Niño, implica un calentamiento de las aguas marinas, y desaparición del hábitat de los peces; en consecuencia también desaparecen los pelícanos. Como los peruanos habían notado que esta situación se presentaba en los meses de navidad, al calentamiento de las aguas le llamaron fenómeno de El Niño, haciendo alusión al Niño Jesús.

En realidad, el mundo no está bien preparado para este tipo de contingencias, a como se preparó el faraón cuando José, el judío, recomendó al monarca egipcio las medidas provisionales después de haberle interpretado el famoso sueño de las siete vacas gordas y las siete flacas. Actualmente, en forma aproximada, los medios con que cuenta la ciencia, pueden indicar la posible presencia (de uno de los niños "El niño o La niña". El primero, promotor de las sequías, la segunda, de las precipitaciones intensas por causa de los huracanes.

Dado que Nicaragua se encuentra situado en el corredor de los Ciclones Tropicales del mar Caribe, conviene conocer estos fenómenos. Por ejemplo, el huracán "Mitch", uno de los fenómenos meteorológicos que más de daño ha causado en Nicaragua y resto de Centro América, dejando una secuela de destrucción masiva, una economía quebrada, y el mal trato recibido en los bosques, cultivos y hato ganadero. Sin embargo, los huracanes tienen su parte positiva, de mucha necesidad para los nicaragüenses.

Esto motiva a realizar una investigación para poder contar con un documento que clarifique toda la fenomenología de los fenómenos atmosféricos que pertenecen a Centro América y poder cumplir los siguientes objetivos:

Objetivo general

- **Contribuir a la disminución de los daños experimentados por la flora y fauna por causa de fenómenos meteorológicos extremos en Nicaragua.**

Objetivos específicos

1. **Conocer la fenomenología meteorológica propia de la región del Caribe y Centro América.**
2. **Clarificar los conceptos conocidos sobre El Niño y La Niña y evaluar la potencialidad de su afectación.**
3. **Interesar a las autoridades sobre una posible estrategia a seguir ante el conocimientos de los eventos de El Niño y La Niña.**
4. **Discutir la conveniencia de agregar estos conocimientos al pensum de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional Agraria.**

II. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo monográfico, tuvo como base de sustentación la información bibliográfica proporcionada por INETER (Instituto nicaragüense de Estudios Territoriales); consulta por correo electrónico obtenida de los técnicos pronosticadores del tiempo, de los países de Centro América; información ordinaria por correo obtenida de los países del área del Caribe (República Dominicana, Puerto Rico, Jamaica); información de la OMM (Organización meteorológica Mundial de las Naciones Unidas); información del CENIDA-UNA (Centro Nacional de Información y Desarrollo Agrario de la Universidad Nacional Agraria), y sobre todo, la biblioteca personal del autor.

Para la realización del análisis de la fenomenología meteorológica y sus efectos en el Sistema Agro-silvopastoril, primero se seleccionó el tema a analizar, el cual nació a la luz de los desastres naturales atmosféricos que han afectado a Nicaragua y seguirán ocurriendo. Se preparó un revisión de literatura de los Sistemas Meteorológico de América Tropical en el hemisferio Norte que abarcó los siguientes temas: la Vaguada Ecuatorial o zona de convergencia intertropical (ITC), la cual afecta la zona del pacífico de Nicaragua y en zona Atlántica solamente la RAAS, y resto de Centro América; la Onda Tropical, afecta por completo todo Centro América (Atlántico y Pacífico) y el Caribe; la Baja de San Andrés, fenómeno determinante de la situación húmeda del área atlántica ; los Ciclones Tropicales, que abarcan áreas mayores de Centro América y el Caribe juntos; y El Niño y La Niña, que en realidad es un fenómeno climatológico al que debe de tomarse en cuenta como un fenómeno real, que antes no se mencionaba porque nadie lo conocía, y actualmente la información sobre los mismos todavía es muy pobre.

Como parte fundamental de la información meteorológica, se contó con la experiencia obtenida por el autor como pronosticador meteorológico del servicio meteorológico de Nicaragua (hoy INETER) durante veinte y tres años, además de haber servido la asignatura de Meteorología Forestal (UNA), Meteorología Agrícola (UNA), Aeronáutica (Escuela de Aviación) y Meteorología General (UNAN).

Para los efectos básicos, el autor estuvo al día con la información meteorológica del área del Atlántico Centroamericano y Pacífico Oriental Centro Americano, hecha pública en la prensa hablada, escrita y televisada que constantemente sirve la Universidad de Colorado, de parte del responsable principal Dr. William Gray.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Aspectos generales de Nicaragua

Nicaragua es un país tropical. Tiene como límite Sur, la República de Costa Rica, y como límite norte la República de Honduras. Longitudinalmente esta acotada por los meridianos 80 w (límites incluyendo los Cayos de Roncador y Serrana), y el meridiano 87.8 w (como límite más Occidental), en punta Cosigüina.

El factor geográfico determinante en los climas de la tierra, es la latitud. Otro factor que incluye en la Climatología de un lugar, es la presencia de las masas de agua y las barreras montañosas. En consecuencia, teniendo en su flanco oriental el Mar Caribe, el clima de toda la zona Atlántica, está influenciado por los propiedades y características de este mar. Los sistemas montañosos de Nicaragua son muchos, y ejercen un efecto local marcado. Podemos citar, Cordillera Chontaleña, orientada SW/NE y junto con la sierra de Yolaina, son determinantes en el suministro de agua a la cuenca del Río Escondido. Por la parte Norte de Nicaragua, los grandes ríos, Kurinwas, Grande de Matagalpa, Prinzapolka, Bambana, Kukalaya y Wawa, por citar algunos, reciben en su cauce la lluvia canalizada en la cuenca que comienza en la Cordillera Dariense, la cordillera Isabelia y las Serranías de Huapi.

Todas las barreras montañosas citadas, contribuyeron, junto con la baja de San Andrés, a la que la región Atlántica de Nicaragua, posea un clima de pluvioselva * (cuenca del Río Escondido y Departamento de Río San Juan), y que la región Norte del Atlántico (RAAN), tenga clima Tropical Húmedo de Sabana. Los macizos montañosos citados, también son responsables que la zona central de Nicaragua, reciba una precipitación menor, por haberse capturado la mayor parte del vapor de agua en las laderas orientales (barlovento) **. Conviene saber que la Zona del Pacífico de Nicaragua, tiene un clima tropical seco de sabana (influenciado por el Océano Pacífico, mar frío), muy distinto al clima de la zona Atlántica, influenciado por el Mar Caribe.

-
- * El clima tropical, es el que existe en la faja tropical de la Tierra, donde la temperatura siempre es mayor de 12c, en todo el año. Cuando el clima es tropical de pluvioselva, mantiene una precipitación, alta, superior a 4 metros por año. En Nicaragua, esta situación corresponde a la RAAS, cuenca sur del Río Escondido y Cuenca del Río San Juan (Kooppe & De Long, 1958).
 - *** En una montaña, se le llama lado de barlovento, al lado donde golpea el viento. El otro lado es sotavento (Pettersen, 1960).

Hasta esta zona, los efectos de los sistemas meteorológicos del Mar Caribe, tienen un efecto no muy marcado, excepto cuando los mismos son activados por otro fenómeno extremo como un huracán que aparezca en las aguas del Mar Caribe en la faja del Pacífico, el sistema meteorológico determinante de la estación lluviosa, es la Vaguada Ecuatorial.

A continuación se describen los sistemas que son privativos de la Climatología de Nicaragua y Centro América.

3.2. Los elementos del clima

Según Byers (1959) y Miller (1966), las variables del tiempo y del clima que fabrican un estado climatológico son:

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| - Radiación solar | - Evaporación |
| - Temperatura | - Nubosidad |
| - Viento | - Presión atmosférica |
| - Humedad | - Precipitación |

Las diferentes combinaciones de estos elementos, determinan que se formen y desarrollen los siguientes sistemas meteorológicos (Braham, 1949; Byers, 1959; Flohn, 1968; Riehl, 1954, OMM, 1969, Yanai, 1964 y Castellón, 1970).

1. Zona de Convergencia Intertropical o Vaguada Ecuatorial.
2. Onda Tropical u Onda del Este.
3. Ciclones Tropicales
4. Intrusiones del Frente Polar en los Trópicos.
5. Intrusiones de la Vaguada de Onda del Oeste.
6. La Baja semi-permanente de San Andrés.

Antes de iniciar la descripción física de estos fenómenos, conozcamos en parte la circulación General de la Atmósfera, de la que en realidad, se originan todos los grandes sistemas meteorológicos.

3.3. Circulación general de la atmósfera

La zona tropical, según Byers, (1959), es la faja que, rodeando a La Tierra, recibe la mayor cantidad de radiación solar, del total que sobre su superficie recibe el planeta. Esta limitada, al Norte del ecuador, por el Trópico de Cáncer (23.5N), y por el Sur, por el Trópico de Capricornio (23.5 S).

La faja tropical, en su límite Norte, tiene el comienzo de la zona templada del Norte, caracterizada por altas presiones que, al ser parte de la circulación general, interactúan con la faja ecuatorial, siendo el origen de la circulación alisia.

El calentamiento que recibe la faja tropical, provoca una baja de presión atmosférica, y, en consecuencia a lo largo del ecuador, la zona es alargada, y que por definición es una vaguada atmosférica (esta es la vaguada ecuatorial), tal como se presenta en Figura 1.

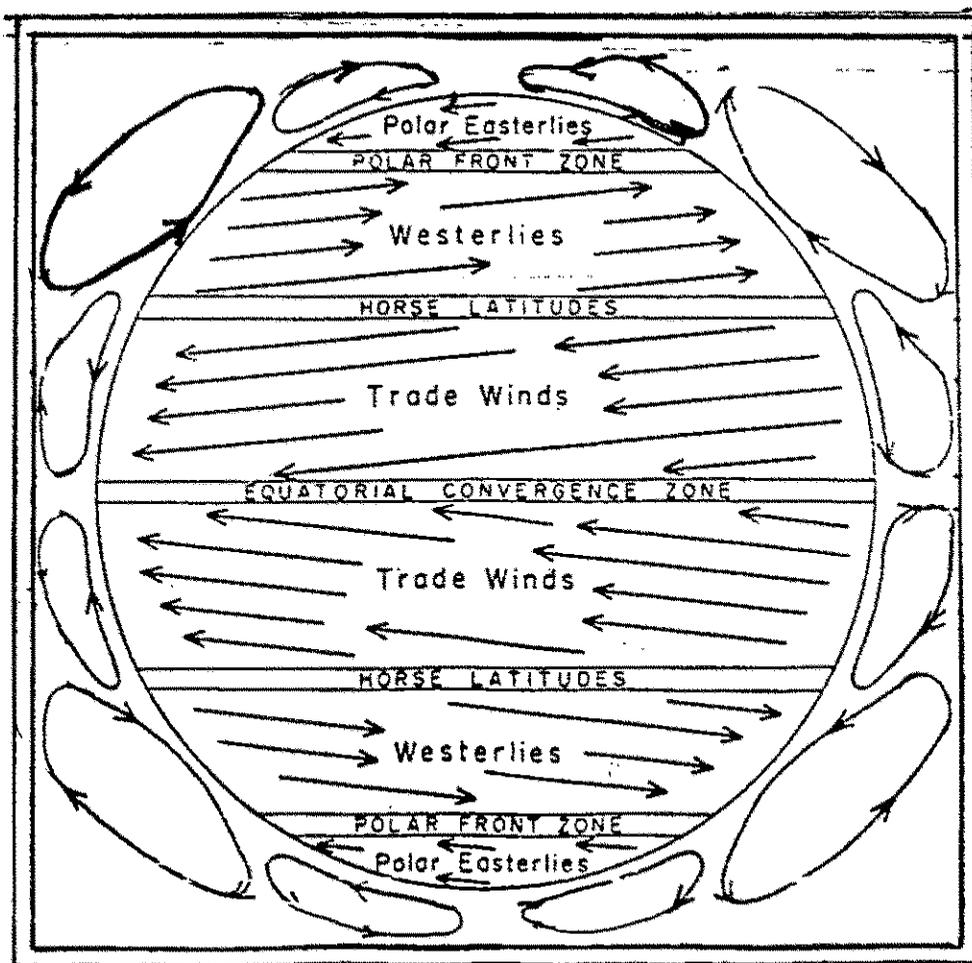


Figura 1. Ilustración de la cual tienen sus génesis todos los fenómenos meteorológicos del mundo (Circulación General de la Atmósfera). Tomada de General Meteorology de Byers.

3.4. La Vaguada Ecuatorial o ITC (InterTropical Convergence)

Esta zona rodea a La Tierra alrededor del Ecuador y se caracteriza por nubes cúmulos potentes o congestus y Cumulonimbus (*), que es el elemento predominante en las tardes calurosas de la estación lluviosa (Mayo-Octubre), tal como se puede observar en la Figura 2a.

Como la Vaguada Ecuatorial es también una zona de convergencia del sistema de los alisios, la escuela panameña-americana (zona del canal), la bautizo con el nombre de zona de convergencia intertropical. Como esta expresión en inglés, es "Intertropical Convergence", la nombran en forma abreviada ITC. Ese es su nombre común en las oficinas de pronóstico de Aviación de Centro América. Con el establecimiento del invierno astronómico en el hemisferio Norte, se establece una zona de alta presión (alta subtropical), sobre Centro América, y en consecuencia, la vaguada ecuatorial se retira hacia el Sur, estableciéndose el período seco (Figura 2b).

El nombre de Frente Ecuatorial, a como lo ha designado la escuela caribiega, no es aceptado en Centro América, por cuanto la definición de "frente", se basa en la línea de separación de dos masas de aire de diferente densidad, y la I.T.C., es una sola masa de aire, poco densa, pero homogénea (OMM, 1969).

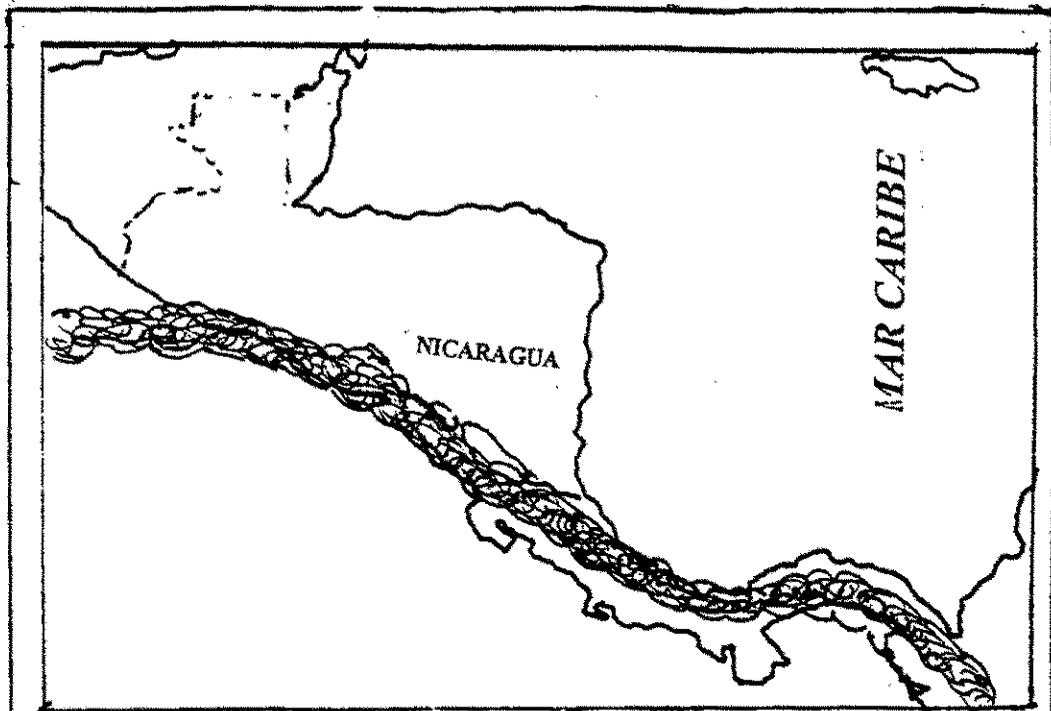
3.4.1. Comportamiento Meteorológico de la ITC o Vaguada Ecuatorial

Entre Colombia y México, pasando por Centro América, la ITC se muestra como una faja irregular de nubes que, con una anchura media de 200 kms, tiene movimientos Norte-Sur (Figura 2a).

Aparece muy "diluida" por las mañanas, hasta cerca de las 10:00 a.m en que comienza a tomar forma de unidad organizada, con nubosidad cumuliforme en los niveles bajos (Figura 3a).

(*) Los cúmulos potentes o congetus, son nubes de gran desarrollo vertical y de aspecto imponente. Producen precipitaciones de lluvia y chubascos moderados. Si el cumulo congestus alcanza mucho mas de desarrollo, con vientos fuertes y tormentas electricas, se llama Cúmulocongestus. Cúmulo congetus, viene del latin: verbo "congerere" participio pasado del verbo acumular. (Vila, 1977).

a) La Vaguada ecuatorial en Centro América durante el periodo lluvioso

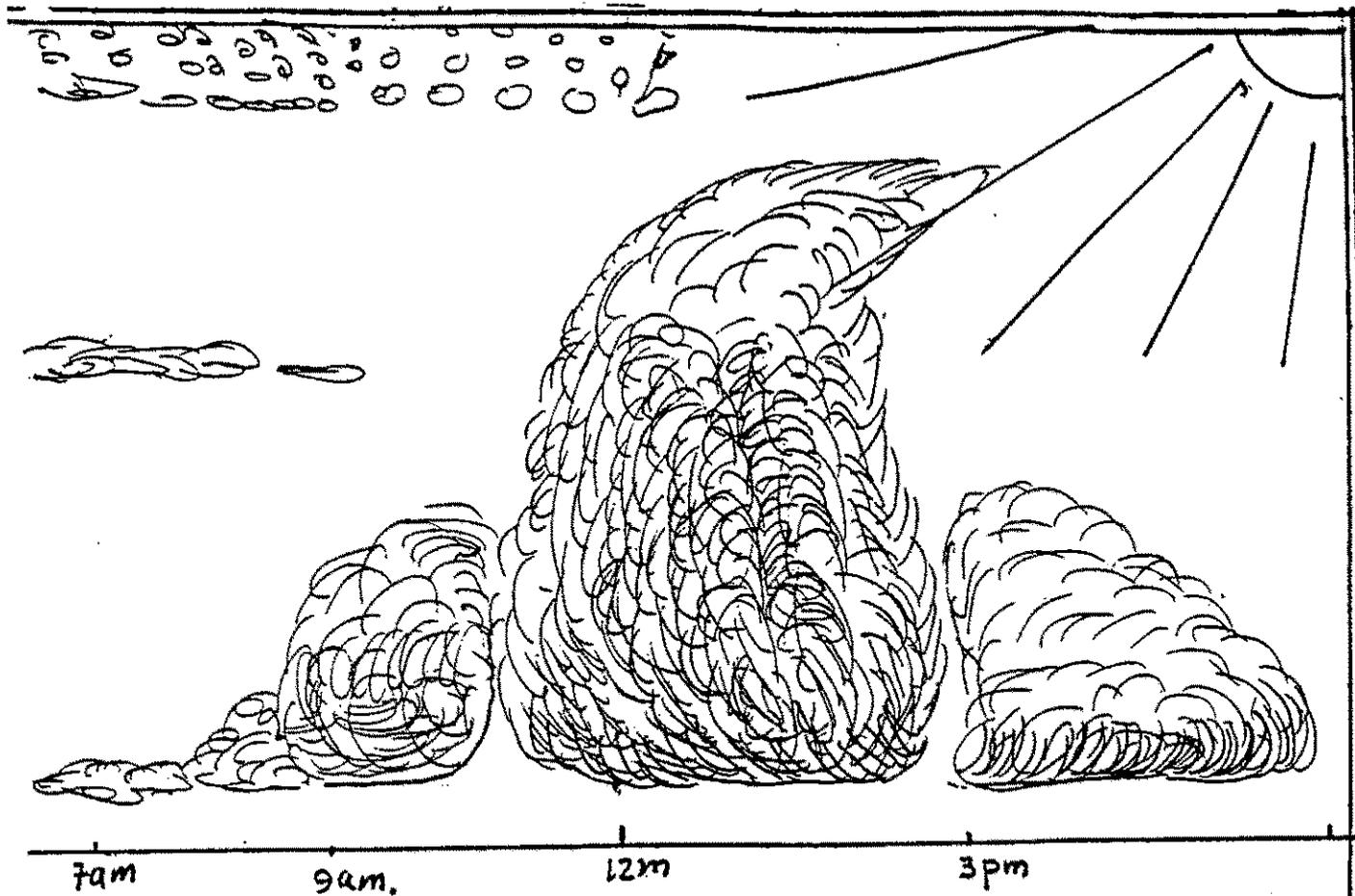


b) La vaguada se retira al sur, ocurre en Centro América, en el periodo seco.



Figura 2. Vaguada ecuatorial en Centro América, durante el período lluviosa (a) y durante el período seco (b).

a) Comportamiento físico de la ITC durante horas iluminadas



7am

9am.

12m

3pm

b) La vaguada ecuatorial o ITC. Produce lluvias en las zonas tropicales alrededor de la tierra.

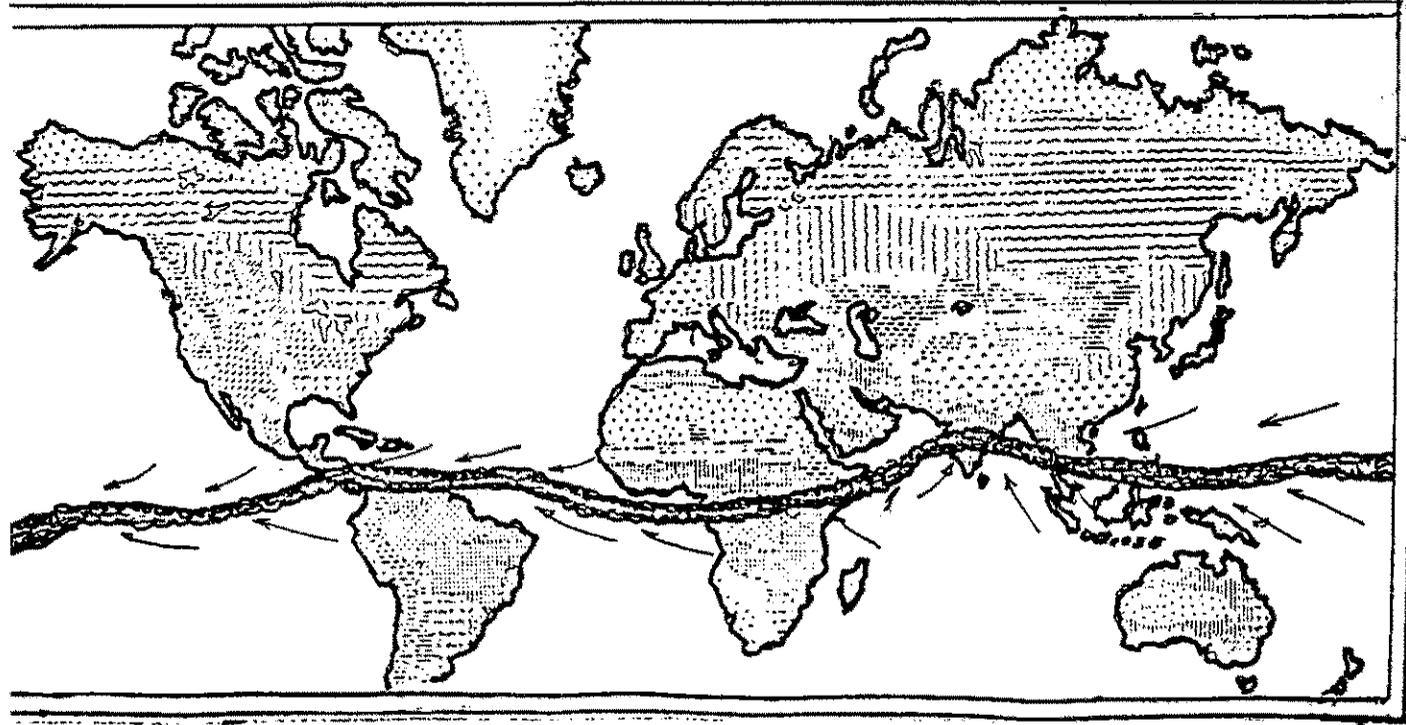


Figura 3. Comportamiento físico de la ITC durante horas iluminadas (a). La vaguada tropical ecuatorial en horas iluminadas y en el mundo (b).

En los estratos medios, aparecen las nubes altocumulos, a gran altura, por arriba los 18 mil pies, los cirrus indican un comportamiento de aire inestable, presagiando la futura aparición de nubosidad cumuliforme, que desarrolla cuando la convektividad es mas intensa.

Después de la actividad de chubascos con tormentas eléctricas y vientos fuertes, viene un estado de calma. No obstante, aunque aparentemente la atmósfera logra un equilibrio físico, en realidad, la misma, que ya ha recibido los efectos de la turbulencia y contiene mayor cantidad de vapor de agua después de los chubascos de los Cúmulunimbus, se encuentra mas inestable , y ya lista para continuar su actividad meteorológica, o darle nacimiento a otros fenómenos iguales. Conviene saber que la ITC es responsable de las lluvias tropicales de todo el planeta casi en su totalidad (Centro América-Norte de Sur América, Africa Ecuatorial, donde las lluvias de la ITC son responsables de las crecidas del río Nilo, toda el Asia insular tropical y Pacífico Tropical), tal como se observa en la Figura 3b.

3.4.2. La I.T.C, como zona ciclogénica

La I.T.C, es una zona ciclogénica, es decir, da lugar al nacimiento de ciclones tropicales. Para Centro América y México esto debe tomarse a la letra, en el periodo de ciclones tropicales del 1ro de Junio al 30 de Noviembre, especialmente en el Océano Pacifico Oriental (Riehl, 1965).

La I.T.C, tiene en Nicaragua una posición latitudinal que en un valor medio alcanza 11.5° N, aunque en otros lugares del planeta, en la zona tropical alcanza una mayor latitud.

3.4.3. Acción de la ITC en Nicaragua.

La mayor parte de las precipitaciones que recibe la faja del Pacifico de Nicaragua (y Centro América), provienen de la ITC. La acción de esta faja de nubes llega a alcanzar la parte mas meridional de la región RAAS, o sea San Juan del Norte; otras precipitaciones que caen en esta misma faja, son debidas a las ondas tropicales (Pág. 27). Ambas pueden debilitarse por la presencia de "El niño", con una deficiente producción de lluvias; o, de otro modo, debido a la presencia de "La Niña", fortalecerse,

* Una atmósfera es inestable, cuando una parcela de aire asciende con facilidad, debido a que el empuje ascensional que recibe ... es mayor que su peso. (Según el Principio de Arquímedes).

con tal producción de lluvias que causan inundaciones y deslizamientos de tierra (OMM, 1969; Glantz, 1998 y Castellón, 1970)

Los cuadros de estadística en barras se presentan en la Figura 4, y nos muestran el comportamiento estacional de las precipitaciones en la zona del Pacífico. Los observatorios que se han escogido para ello son: Chinandega, Ingenio San Antonio, Aeropuerto Sandino y Rivas (INETER, 1998)

Puede mostrarse en las cuatro gráficas lo siguiente:

- a) La característica de la precipitación a lo largo de la estación lluviosa, es bimodal.
- b) El periodo lluvioso se extiende de mayo a octubre.
- c) El periodo seco cubre de diciembre a marzo, siendo noviembre y abril, meses de transición de la estación lluviosa a la seca y de la seca a la lluviosa respectivamente.
- d) La baja de lluvias, acusada entre ambas modas, corresponde al periodo de la canícula. (la vaguada ecuatorial o ITC, se retira hasta el Sur).

Los observatorios meteorológicos escogidos, tienen excelente instrumental para precipitación (pluviómetros). Además, cuentan con otro equipo que registra la precipitación y es el pluviógrafo, instrumento que sirve para determinar la intensidad de la precipitación (cantidad de lluvia en la unidad de tiempo). En la zona del Pacífico, durante la época seca, noviembre-abril, pero con mayor intensidad en marzo-abril, la radiación solar es muy intensa. Por otra parte, al no haber una cubierta vegetal para amortiguar los efectos de la radiación, el calentamiento es el más alto del año. No debe olvidarse que la mayor perpendicularidad de los rayos solares, ocurre en este periodo (abril-mayo logrando su máximo absoluto a fines de abril. Como consecuencia de esto, ocurre lo siguiente:

- Máxima absorción de energía calorífica por el suelo, siendo este calor el que calienta el aire.
- El fuerte calentamiento se mantiene hasta la primera quincena de mayo, con un incremento muy pronunciado de la evaporación, recargando la capa inferior de la troposfera de vapor de agua para la posterior formación de nubes.
- Retiro hacia el Norte de la Alta sub.-tropical del Norte.
- Avance hacia el Norte de la ITC y su establecimiento en la faja del Pacífico de Centro América, dando inicio a la estación lluviosa (2da. Quincena de mayo). La segunda quincena de mayo es válida para la faja del Pacífico y la zona central Sur de Nicaragua.

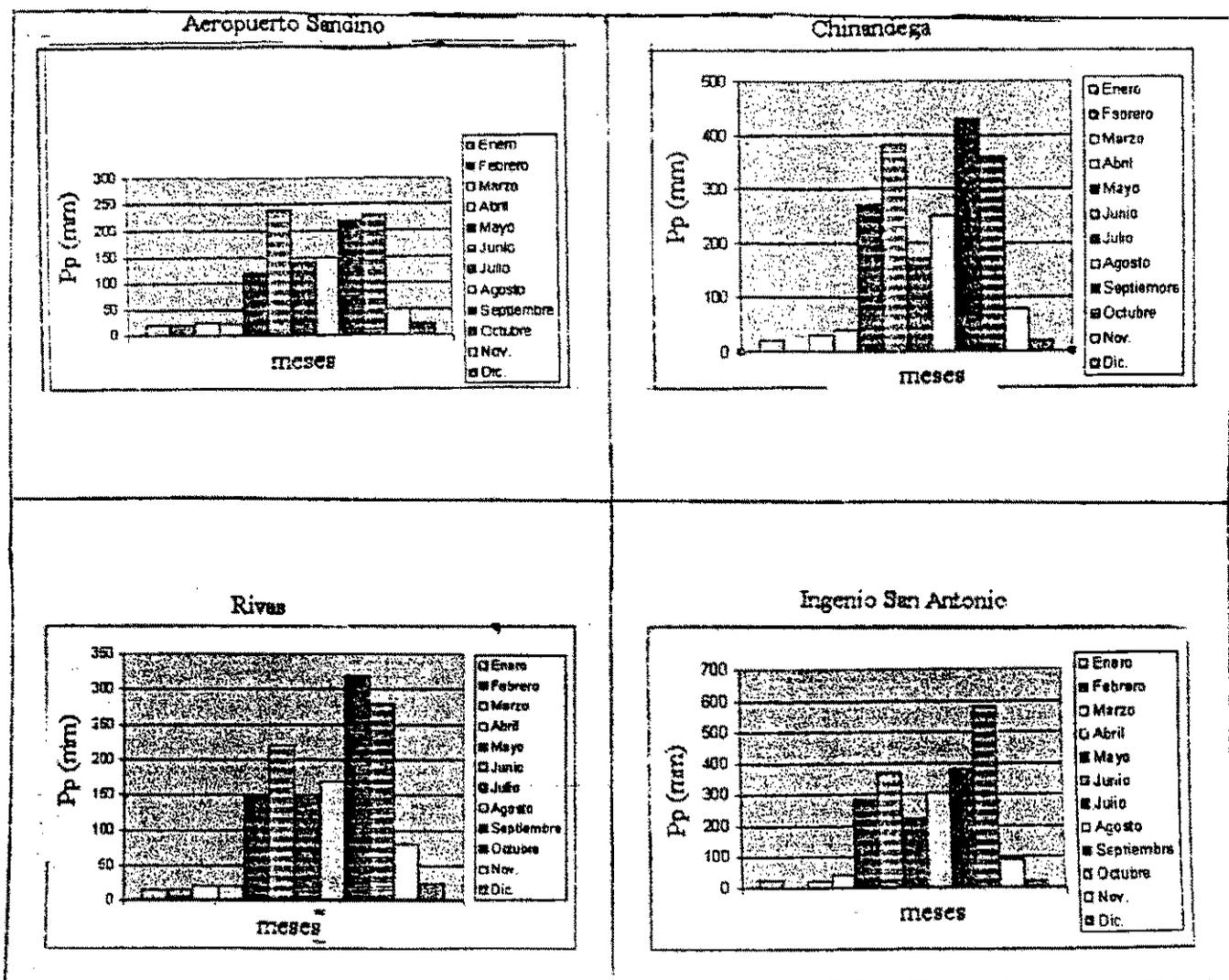


Figura 4. Acción de la ITC en cuatro estaciones de la zona del Pacífico de Nicaragua: Aeropuerto Sandino, Rivas, Ingenio San Antonio y Chinandega.

De estas estaciones pluviométricas, la más antigua es la del Ingenio San Antonio, siguiéndole en orden de antigüedad aeropuerto Sandino (Managua), Chinandega y Rivas. Tanto las estaciones del Ingenio San Antonio y Chinandega están situadas sobre suelos aluviales, que en su momento fueron conformados por el material evacuado por los volcanes de la cordillera de los Marrabios; la estación pluviométrica del aeropuerto Sandino pertenece al sistema semi-montañoso de la cuenca sur del lago Xolotlán y la estación pluviométrica de Rivas que está situada en la planicie de Rivas, es alimentada por la humedad proveniente del Gran Lago de Nicaragua.

Debido al cambio de estado climático de la estación seca a la lluviosa, toda la energía se descarga en lluvias y chubascos fuertes acompañados de tormentas eléctricas, tanto en mayo como en Junio, mes éste, en el que se manifiesta un "pico" de máximas precipitaciones.

Además, otro "pico", es en septiembre. En toda la faja del Pacífico se nota un comportamiento "bimodal" de las precipitaciones. (ver Figura 3)

El 22 de Junio, el sol "llega" a su punto culminante en el hemisferio Norte (Trópico de Cáncer). Todos los lugares comprendidos entre este trópico y el trópico de Capricornio en el hemisferio Sur, reciben dos veces por año, la perpendicularidad de los rayos solares.

En Nicaragua, el primero de ellos ocurre entre fines de abril y principios de mayo, período éste que registra altos valores de temperatura, y el segundo ocurre a inicios de agosto, cuando hay un período caliente (pero menor que el primero) que forma la canícula, y en el cual la precipitación es pobre, en la zona del Pacífico.

3.5. La Baja de San Andrés

La baja de San Andrés, es en realidad, una zona semi-permanente de baja presión. Está localizada en un área comprendida en el Mar de las Antillas, entre la isla nicaragüense de San Andrés, San Juan del Norte y Colón, Panamá (Figura 5). No tiene un reconocimiento oficial en Centro América (Castellón, 1970).

3.5.1. Contribución de la corriente marina del mar Caribe a la formación de La Baja de San Andrés

Hacia la zona mencionada convergen los brazos de la corriente Marina del Mar Caribe, la cual tiene su origen partiendo del empuje de los vientos alisios sobre las aguas del mar, al sur del Mar de los Zargazos, pero siempre al Norte de la línea ecuatorial. Esas aguas que se desplazan a una velocidad de 10km por día, hacia el Centro del Mar Caribe, uno de sus brazos se dirige siempre al Oeste, con aguas relativamente calientes (Figura 5).

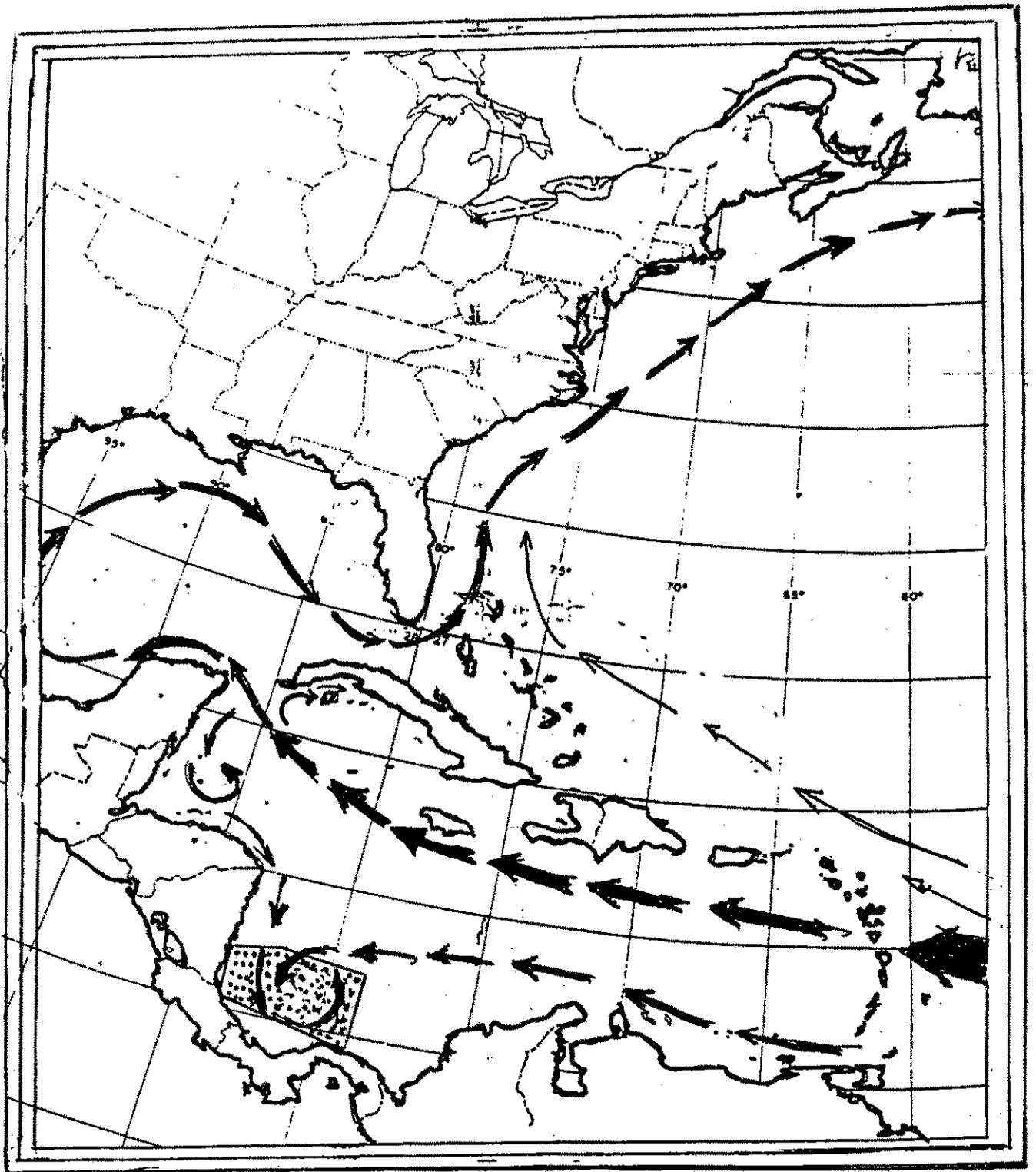


Figura 5. Corrientes Marinas del Atlántico que dan origen a la Baja de San Andrés.

Se puede observar (Figura 5) que la corriente se divide en dos brazos dentro del Mar Caribe, uno de ellos se dirige siempre al Oeste, paralela a las costas venezolanas y "enrollando" al Sur de la isla San Andrés. La otra rama de la corriente, toma rumbo paralelo a las Antillas Mayores, avanzando hacia el Canal de Yucatán. Como la corriente es muy ancha, surge hacia atrás una contracorriente que llega hasta el Golfo de Batabanó, (Cuba), y mantiene un estado de precipitación ralo que se manifiesta sobre la Ciénaga de Zapata. Un brazo mas de contra-corriente, toma rumbo al Sur de la Isla Cozumel, hasta alcanzar el Golfo de Honduras, donde hace un "empozamiento" y mantiene un grado de evaporación, manifestándose lloviznas y lluvias ralas por la tarde, con afectación en el Sur de Belice e Islas de la Bahía en Honduras. El brazo de esta corriente, continúa hacia el Este, doblando en el Cabo Gracias a Dios, tomando rumbo Sur alcanzando las aguas que rodean las islas nicaragüenses de Corn Island y San Andrés.

Dentro de ese polígono (Figura 5), se concentra una enorme masa de agua relativamente caliente. En esta zona, se mantiene una evaporación continua que alimenta la formación de capas casi permanentes de nubes altostratus y nimbostratus (*)... Estas nubes se caracterizan porque son nubes de lluvias y lloviznas.

3.5.2. El origen del Sistema Húmedo de la región Atlántica

Castellón (1970), dice que las capas de nubes producidas en esta zona, cubren toda el área frente al litoral Atlántico, y son advectadas ** hacia el Oeste, ocupando gran parte del territorio Atlántico, pero con mas intensidad en la mitad Sur, donde la precipitación llega a sumar hasta 6 metros por año en San Juan del Norte y 5.5 en la cuenca Sur del Rio Escondido (INETER, 1988). Las precipitaciones de las nubes mencionadas, se intensifican en las laderas orientales de la cordillera de Amerrique y la Cordillera Yolaina e Isabela, y por este hecho, se han formado los grandes ríos nicaragüenses (a excepción de el Río Coco).

* El altostratus es una nube gris azulada, que produce lluvia, llovizna y nieve. Esta última solo es posible, cuando la temperatura del aire, entre la base de la nube y el suelo es menor de 0 C. El nimbostratus es mas espeso que el altostratus y muy obscuro. Es la nube típica de temporal y puede bloquear la luz del sol.

** Advección es la transferencia de una masa de aire de un lugar a otro.

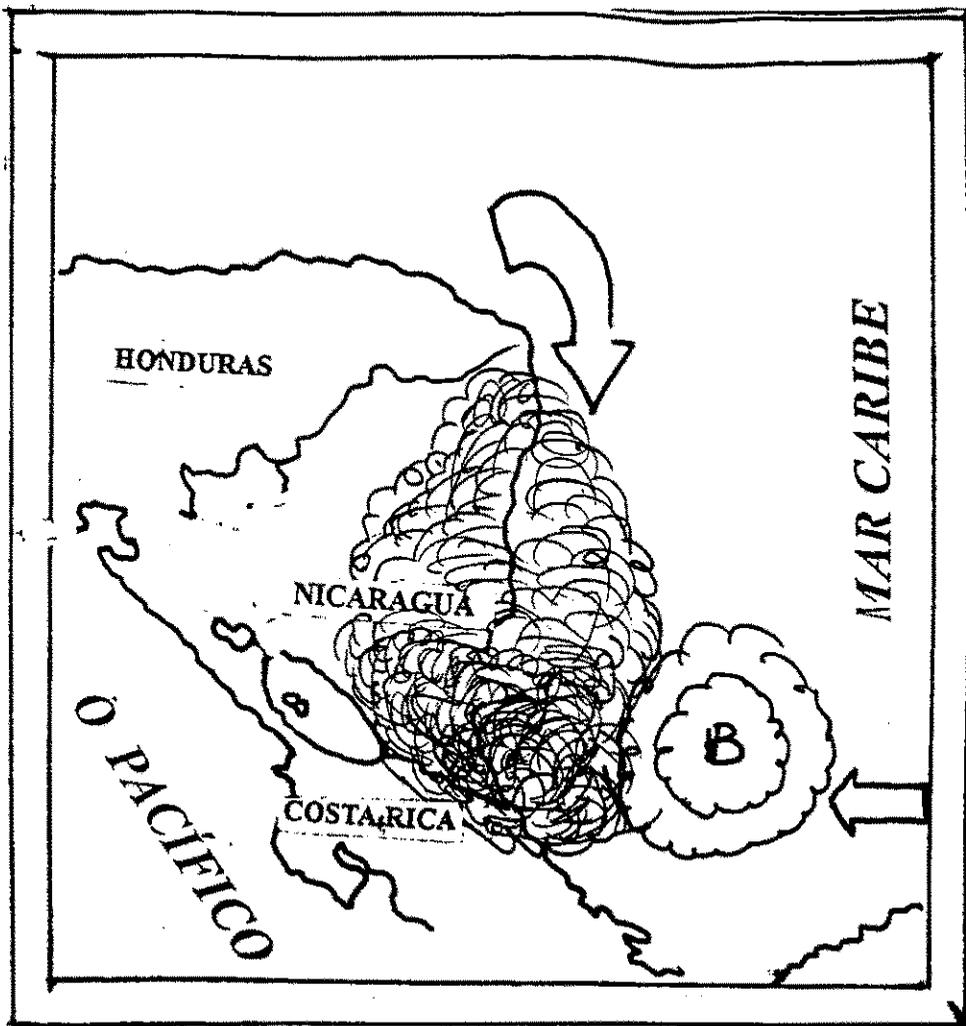


Figura 6. El área que afecta la Baja de San Andrés.

El área de mucha evaporación descrita, es, desde luego, una zona de Baja Presión, debido a la enorme masa de vapor de agua que recibe el aire. Como sabemos, el aire húmedo es menos denso que el aire seco, y como la presión es directamente proporcional a la densidad, la presión allí es baja. Como esta situación se mantiene la mayor parte del año, esa zona fue bautizada por Castellón (1970), como "baja de San Andrés; por otra parte, los mapas de la Figura 7 nos muestra esta misma zona siendo ciclogénica (desde junio a noviembre), manifestándose con mayor intensidad en septiembre y octubre.

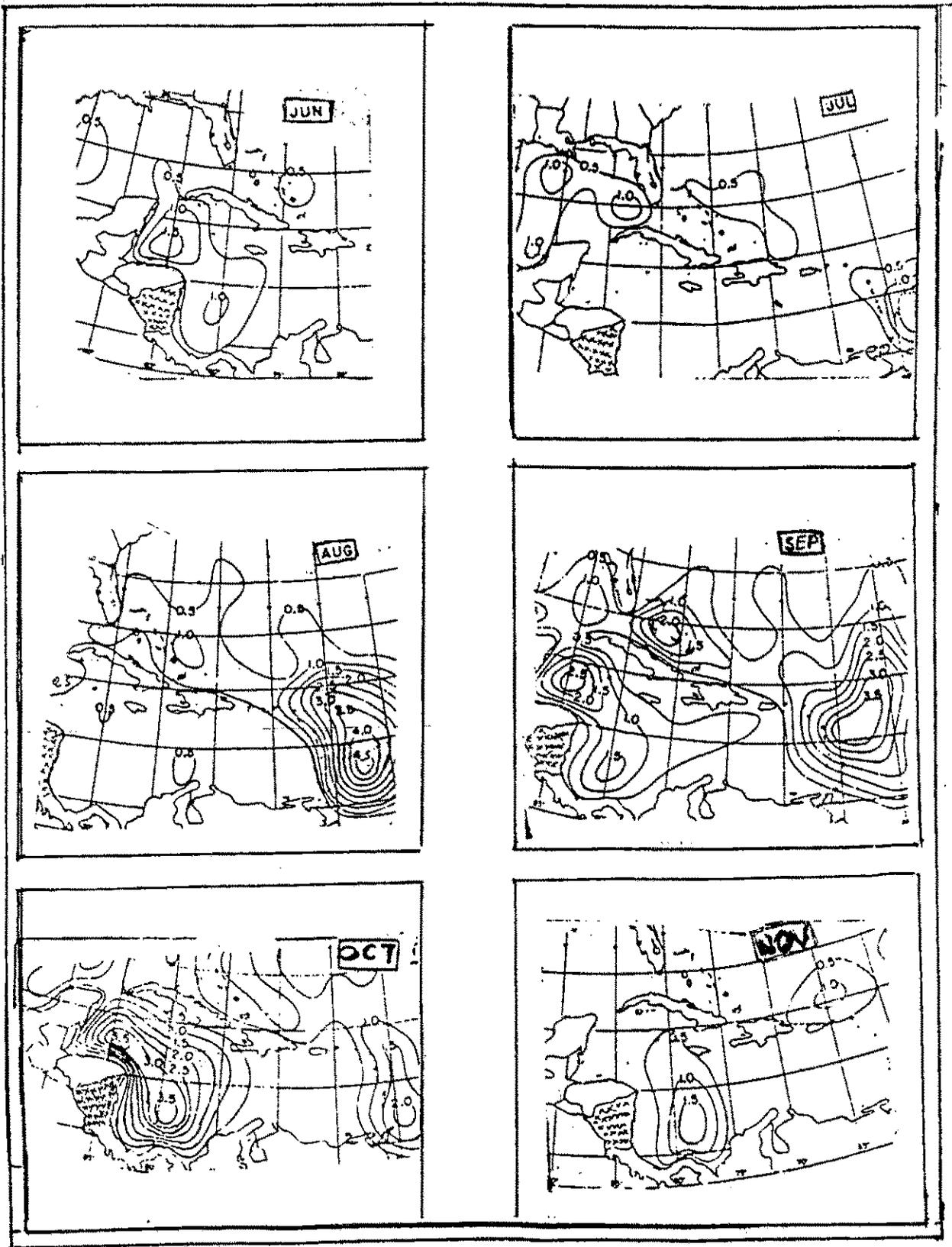


Figura 7. Zonas Ciclogénicas del Mar Caribe, según OMM, (1969).

En la Figura 7, se puede apreciar los lugares de formación de los ciclones tropicales, notándose una fuerte intensidad en frecuencia de formación en el mes de octubre en el Mar Caribe frente a Nicaragua, siguiéndole, pero en menor grado el mes de septiembre.

Esas zonas ciclogénicas, no siempre producirán ciclones tropicales. Sin embargo, se mantiene esa zona como productora de nubes altostratus y nimbostratus, que advechados hacia tierra, mantienen el Atlántico territorial nicaragüense bajo precipitaciones, desde el archipiélago de San Andrés hacia el Oeste, hasta las cordilleras centrales.

3.5.3. La situación climatológica de la región Atlántica

Debido a ello, toda la región Atlántica, mantiene una situación climatológica muy especial, que se puede detallar con mucha aproximación así:

- **Clima lluvioso tropical:** En la mitad Oriental del Departamento de Río San Juan (conocido como trópico húmedo) y la mitad oriental de la cuenca Sur del Río Escondido (vea registro de precipitación de Bluefields, Tabla 1).
- **Clima de trópico semi-húmedo:** Mitad Norte de la región Atlántica, incluyendo mitad occidental del Departamento de Río San Juan.

Según la clasificación de los climas del Doctor Köppen (1923), podemos resumir lo siguiente: El clima Af, popularmente llamado “lluvioso tropical” clima de “bosque de lluvia tropical”, “húmedo tropical” o “clima ecuatorial húmedo”, es un clima caracterizado por ser caliente y húmedo todos los meses del año. De acuerdo a esta clasificación, tanto Bluefields, como San Juan del Norte, caen dentro del clima tropical lluvioso de selva también llamado de Pluvioselva.

En las tablas 1 y 2 se presentan las precipitaciones para Bluefields y Corinto para los mismos años. Para efecto comparativo de precipitación y aunque ambos son puertos, Bluefields recibe la influencia de la Baja de San Andrés y Corinto recibe la influencia de una mar frío y seco

Tabla 1. Precipitaciones en totales mensuales en mm de Bluefields. Zona Tropical lluviosa. Datos Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de Nicaragua, 1976.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1971	462	126	119	150	115	534	946	451	443	145	372	362
*	25	21	18	15	16	26	26	23	25	21	21	26
1972	165	83	83	257	400	335	563	885	518	362	846	575
*	30	21	10	21	21	25	31	29	28	25	27	28
1973	149	100	26	34	343	1172	662	417	355	298	555	236
*	22	14	9	11	25	23	29	24	22	26	29	19
1974	313	126	122	127	309	894	931	809	218	656	217	247
*	30	17	14	24	20	22	29	28	15	28	19	23
1975	337	79	32	36	174	610	730	940	246	516	486	246
*	30	17	9	17	14 ^t	19	28	29	20	22	26	23

* Días de precipitación por cada mes del año.

Tabla 2. Precipitaciones en totales mensuales en mm de Corinto. - Zona Tropical Seca. Datos del Servicio Meteorológico Nacional (SNM) de Nicaragua, 1976.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1971	0.2	0.0	0.2	0.0	156	167	121	337	607	248	191	0.2
*	1	0	1	0	9	13	14	17	25	23	7	1
1972	0.2	0.0	0.0	0.4	367	264	73	137	169	160	15	30
*	1	0	0	2	14	15	10	12	16	13	6	3
1973	0.0	0.0	5.3	0.1	201	289	268	441	379	618	15	0.4
*	0	0	1	1	15	16	16	23	22	27	4	1
1974	1.0	0	0.3	0.0	150	283	149	254	1006	248	5.8	0
*	1	0	1	0	16	17	15	18	22	21	2	0
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	270	61	209	258	597	518	175	0
*	0	0	0	0	8	10	14	20	27	28	14	0

* Días de precipitación por cada mes del año. Estos datos representan al Trópico Húmedo Bluefield, y de los mismos años para efectos comparativos Corinto del Trópico Seco. Aunque ambos son puertos, Bluefield recibe los efectos de un mar caliente (Baja de San Andrés) y húmedo; Corinto recibe los efectos de un mar seco y frío (SNMN, 1976).

3.6. La Onda Tropical

Las ondas tropicales llamadas también ondas del Este, son perturbaciones tropicales comunes que normalmente convergen en la Faja Norte de los vientos alisios. En el hemisferio Norte, generalmente se desarrollan en la parte Sureste del Perímetro de la alta sub-tropical, mas conocida como la alta de las Azores (Riehl, 1954).

Las ondas tropicales viajan del Este al Oeste, en el extremo, Sur de la zona de alta presión de la Azores. Los vientos en superficie de la parte frontal de la onda, están algunas veces mas al Norte de la dirección usual de los vientos alisios (Figura 8).

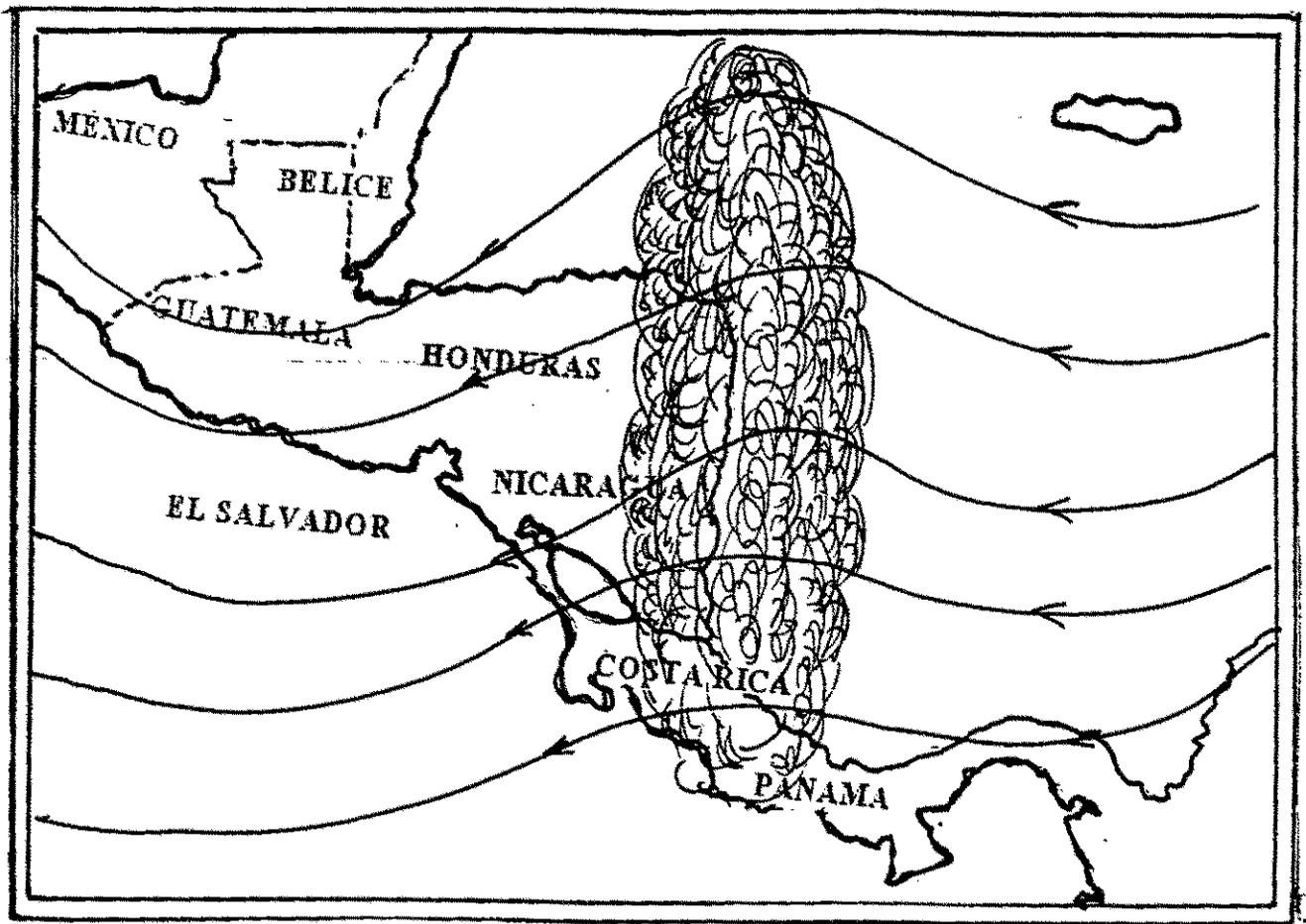


Figura 8. Onda Tropical desplazándose hacia el Oeste.

3.6.1. Dimensiones y área que abarca

El ancho de la onda alcanza en algunos casos, hasta 500 kms, pero la anchura media es de 300 kms. Las ondas tropicales se presentan en Nicaragua, avanzando desde el Mar Caribe, desde junio hasta Noviembre. Desde luego que se han observado anomalías, en que la onda se presenta fuera de este periodo. Afectan a toda la región del Caribe, Centro América, Golfo de México y el territorio de este país, alcanzando incluso las islas de Hawai.

3.6.2. Nubosidad de la Onda Tropical

Las nubes característica de la Onda Tropical son: Altostratus, nubes de lluvia y lloviznas; nimbostratus, con la misma característica que la anterior, y que ocasionalmente producen temporales en la onda; cúmulus congestus, con chubascos y las nubes cúmulonimbus, con sus característicos chubascos y tormentas eléctricas (Riehl, 1954).

Las ondas Tropicales han sido estudiadas por los Doctores Héctor Grandoso y Juan Jusén, catedráticos de la Universidad de Costa Rica en la Cátedra de Meteorología. Otro estudioso de este fenómeno, es el Doctor Gordon Dunn de la OMM (Organización Meteorológica Mundial). El Doctor Herbert Riel (EEUU) hizo estudios de los fenómenos tropicales del Caribe y Centro América, resumidos en su monumental obra "Meteorología Tropical", la mas documentada y que fue patrocinada por el Departamento de Meteorología de la Universidad de Chicago. Las conclusiones de los profesionales mencionados, podemos resumirlas así:

- Un centro isobarico * a nivel del mar, se movía a través de las islas del Mar Caribe, desde el Este hacia el Oeste. Esos centros isobaricos, fueron siempre muy útiles en el pronóstico de la formación de los ciclones tropicales, tomando en cuenta que las ondas tropicales han sido el génesis de tormentas y huracanes.

* En un centro isobarico, se puede determinar la variación de la presión atmosférica y saber el posible punto de desarrollo de un ciclón tropical.

3.6.3. Diferencia de la Onda Tropical y la ITC

Las ondas tropicales, en consecuencia, son responsables en alto grado de la precipitación que Nicaragua recibe en la región Atlántica, Zona Central y Zona del Pacífico, a la que a esta última deben sumarse las lluvias de la ITC. La presencia de la onda tropical en Nicaragua, puede cubrir al mismo tiempo, gran parte del país, con lluvias moderadas a fuertes, ocurriendo las mismas por la mañana, tarde o noche, a diferencia de las precipitaciones de la ITC, que generalmente tiene sus precipitaciones por la tarde y a veces de noche (ISA, 1980; Taylor 1955; SMN, 1976).

3.7. Los Ciclones Tropicales

Algunos autores como Fassig, (1913), Ramírez (1932), Weather (1959), Cry (1962), Tompson & O'Briem (1966) y Colón (1977); ha coincidido en que los efectos de estos fenómenos ya son catastróficos. En Nicaragua, también la población conoce el efecto de los huracanes. Sin embargo, ahora se ha tratado de valorar solamente la parte negativa que todas las cosas poseen, pero se han obviado las positivas.

Los huracanes son tormentas que responden a las siguientes características.

- Solo nacen en el mar.
- La temperatura del agua de superficie del mar debe ser de 26 C o más, en la zona de su formación.
- La distancia angular desde el punto de su nacimiento al ecuador, debe ser de 5° o más de latitud.
- El periodo de su aparición (Atlántico Norte), es de 1 de junio al 30 de noviembre.
- Nunca han aparecido en el Atlántico Sur, debido al enfriamiento del mar, por la corriente de Benguela.
- No debe confundirse con un tornado ni tromba marina cuyas mecánicas de formación son muy diferentes (vea apéndice).
- Originalmente el huracán nace como una perturbación tropical que en su inicio es manifestada por una gran área (2.5° de lado) en el trópico marino, que, aunque compacta en nubosidad, no tiene un movimiento determinado de rotación; pero que a cada momento se nota como unidad organizada; las nubes aparecen arracimadas y las tormentas eléctricas le confieren un carácter

físico de fuerte inestabilidad. La presión atmosférica en la zona es mas baja que la de los alrededores.

Como la zona, (relativamente caliente), tiene una fuerte evaporación, la presión atmosférica sigue bajando, y se crea el flujo del viento desde los alrededores, (donde la presión es mayor), hacia el centro, en realidad está sometido a tres fuerzas: la fuerza del gradiente de presión, la fuerza de coriolis y la fuerza de su movimiento. Esta fuerza de Coriolis desvía al viento hacia la derecha de su movimiento. Es función del seno de la latitud y es mayor, en tanto el fenómeno se mueve hacia el Norte.

3.7.1. Etapas de los Ciclones Tropicales (US Weather Bureau)

- **Depresión Tropical (desarrollo)**, es la etapa débil de un ciclón tropical, con una circulación de vientos definida y cerrada en superficie, una o mas superficies isobaricas cerradas, y los vientos máximos mantenidos son menores de 34 nudos (39mph).
 - **Tormenta tropical**, es un ciclón tropical con isobaras cerradas con vientos mantenidos, de 34 a 63 nudos (39-73 mph) o más.
 - **Huracán**, es un ciclón tropical con vientos máximos mantenidos a velocidades de 64 nudos o más (74 mph).
 - **Ciclón Extratropical**, es un ciclón tropical modificado por la interacción con masas de aire no tropicales y sistemas meteorológicos extratropicales. Los vientos pueden mantenerse, en algunos casos, con velocidades por arriba de la velocidad de un huracán.
 - **Depresión (estado de disipación)**, mediante un criterio similar a la etapa de depresión los vientos van perdiendo poco a poco su fuerza hasta que el fenómeno termina como perturbación
-
- (*) – Un temporal se define como un disturbio atmosférico sin descargas eléctricas dignas de mención, que suele acontecer en Centro América y sus mares vecinos, el cual se distingue por lluvias permanentes (duración media dos a tres días), de vez en cuando, acompañadas de ráfagas de vientos fuertes, hasta tempestuosos. En una situación de temporal, el cielo se presente cerrado de nubes Nimbostratus y Altostratus, con lluvias persistentes del tipo de frente caliente de latitudes medias, con intensidades por lo general débiles, conteniendo en algunos casos sistemas convectivos. Para una situación atemporalada, la duración puede ser de 70 horas con lluvias mas persistentes y extendidas.

3.7.2. Significado de la palabra huracán (*)

- a- Es un termino que primero fue aplicado a los ciclones tropicales del Mar Caribe, y es derivado del idioma caribe.
- b- Es un nombre dado por extensión a cualquier ciclón tropical en el cual el viento alcanza gran violencia.
- c- Nombre dado por convención, a un viento con velocidad igual a la fuerza 12 de la escala Beaufort (**).

A las denominaciones asignadas por la OMM se agregan otras del Centro Nacional de Huracanes de Miami (USA), en la llamada Escala Saffir-Simpson (Tabla 3):

Tabla 3. Escala Saffir-Simpson. Centro Nacional de Huracanes de Miami, USA.

	Velocidad (mph)	Presión (milibares***)	Marejadas(altura pies)
1- Tormenta tropical	72-95	Mayor de 980	4-5
2- Huracán	96-110	965-980	6-8
3-Huracán	111-130	945-965	9-12
4-Huracán	131-156	920-945	13-18
5-Huracán	Mayor de 156	Menor de 920	Mayor de 18

(*) – Vocabulario Meteorológico internacional (organización Meteorológica Mundial – OMM – de las NN/UU).

(**) – La escala Beaufort – diseñada en 1874 por el marino francés Beaufort – esta acotada por los límites 0 y 12, siendo el número 1 para un viento calmo. Al número 12, se le asigna vientos mayores de 75 mph.

(***) – Un milibar es una unidad de presión usada en meteorología para la presión atmosférica. Es la milésima parte de un bar.

Un bar = 10^6 baryes = 10^6 dinas/cm².

Una barye, es la unidad principal de presión en el sistema CGS.

Un barye = 1 dina/cm².

Nicaragua ha soportado en forma variada, todas las categorías de ciclones tropicales en la etapa de huracán, documentados a lo largo de 150 años por el Weather Bureau de EE.UU, cuya comprobación se manifiesta en los registros de precipitación desde 1903 (registros del Ing. San Antonio y Casa Pellas de Granada).

En todas las estaciones pluviométricas del mundo, en meteorología, se usa una unidad de longitud, para medir la altura de la capa de agua lluvia caída. Se utilizan milímetros, centímetros y pulgadas. Oficialmente en Nicaragua se usa la primera. Cuando se registra el milímetro de lluvia, este corresponde a un litro de agua de lluvia por metro cuadrado.

3.7.2.1. Los peligros del Huracán

Los efectos mas peligrosos del huracán para el sistema agrícola, forestal y pecuario, se deben a :

- Las precipitaciones muy intensas cerca del centro de la tempestad, que rebasan la capacidad de drenaje de la cuenca de los ríos.
- Los vientos fuertes y mantenidos que batan la zona de afectación y derriban árboles, cuyas raíces están socavadas por la escorrentía.
- Las tierras bajas que generalmente son potrero para ganado son inundadas, y esta inundación propicia el marchitamiento de los pastos, afectando a la ganadería.
- Aparición masiva de enfermedades por la humedad.

Las mareas de tempestad, que ocurren cuando los vientos del huracán soplan del mar hacia tierra. Durante la marea alta del mar esto tiene dos efectos:

- a) El mar lanzado hacia la costa poblada, en marea alta, que, con vientos fuertes, destruye comunidades pobladas.
- b) Cuando las aguas de la marea son lanzadas sobre la desembocadura de un río (caso huracán "Juana", sobre el Río Escondido) este efecto "tapona" y detiene la corriente del río, de manera que este se sale de su cauce.

Muy de lejos del centro, las precipitaciones mas bien son favorables al sistema agrícola, forestal y pecuario, debido a que son precipitaciones de temporal.

Uno de los huracanes estudiados (Sep. 1924), provoco un aluvión en Managua, de manera que la precipitación en el año fue en total 3200 mm. La precipitación media de Managua, oscila entre los 1400

milímetros anuales, con bajas hasta de 700 mm. En un huracán corrientemente se pueden dar precipitaciones de 500 mm/día, en un punto situado en el área del anillo que rodea al ojo. Los puntos o localidades situados en su trayectoria, pueden totalizar un mínimo de 200 mm/día. Estos no son valores extremos, sin embargo, representan la precipitación que también pueden producir los ciclones tropicales del Pacífico. Han sido registrados valores mucho mayores y menores en los mismos puntos, pues eso depende del área de nubosidad que pasa sobre el lugar en el momento del fenómeno, y sobre de la distancia del centro hasta ese lugar.

3.7.2.2. El ojo del Huracán

Alrededor del Centro del Huracán, se forma una "pared" de nubes, semejante al brocal de un pozo de agua (Figura 9) que se usa en muestras fincas; o, dicho en otras palabras, un "hoyo" de 40 kms de diámetro, con elevadas paredes de nubes tormentosas y con forma de montaña, las que, siempre extendiéndose hacia fuera, sus alturas van disminuyendo de forma que las nubes cúmulos y cumulonimbus, ejercen su acción, pero con menor intensidad.

Sin embargo, el lugar (en tanto el huracán se desplaza) comienza a ser golpeado por vientos de gran violencia pero de sentido contrario al primero. La ilustración nos da una mejor idea, donde está dibujada una isla que sufre los embates de un ciclón tropical que se desplaza hacia el norte.

En la Figura 10 se puede observar la velocidad máxima de los vientos en el centro, alrededor del ojo. Estas velocidades van disminuyendo en tanto nos alejamos del centro hacia fuera, de manera que al retirarnos 300-400 kms la velocidad ha disminuido a 25 nudos (1 nudo = 1.854 km/hora). En la Figura 10 se puede apreciar un huracán con su ojo al Norte de Cuba; sin embargo, hay un área de nubosidad y vientos del huracán que afecta en un diámetro aproximado de 1000 millas. Esto abarca una superficie que va de Colombia hasta Texas, y desde Puerto Rico hasta el océano Pacífico Mejicano. En los lugares donde los vientos se mantienen 10-15 km/horas persisten situaciones de temporal.

El ojo del huracán aparece solo en la etapa de tormenta tropical y huracán; como en éste tiene ver la fuerza centrífuga, esta es mayor entre mayor es la velocidad tangencial del viento. Esta velocidad no es posible cuando el ciclón tropical se haya en la etapa de depresión tropical. Cualquier lugar que quede en la línea de desplazamiento de la tormenta tiene que pasar por el "ojo"; en consecuencia, este lugar sufre los mayores estragos, porque la tempestad lo golpeará desde una dirección, y poco tiempo después desde otra.

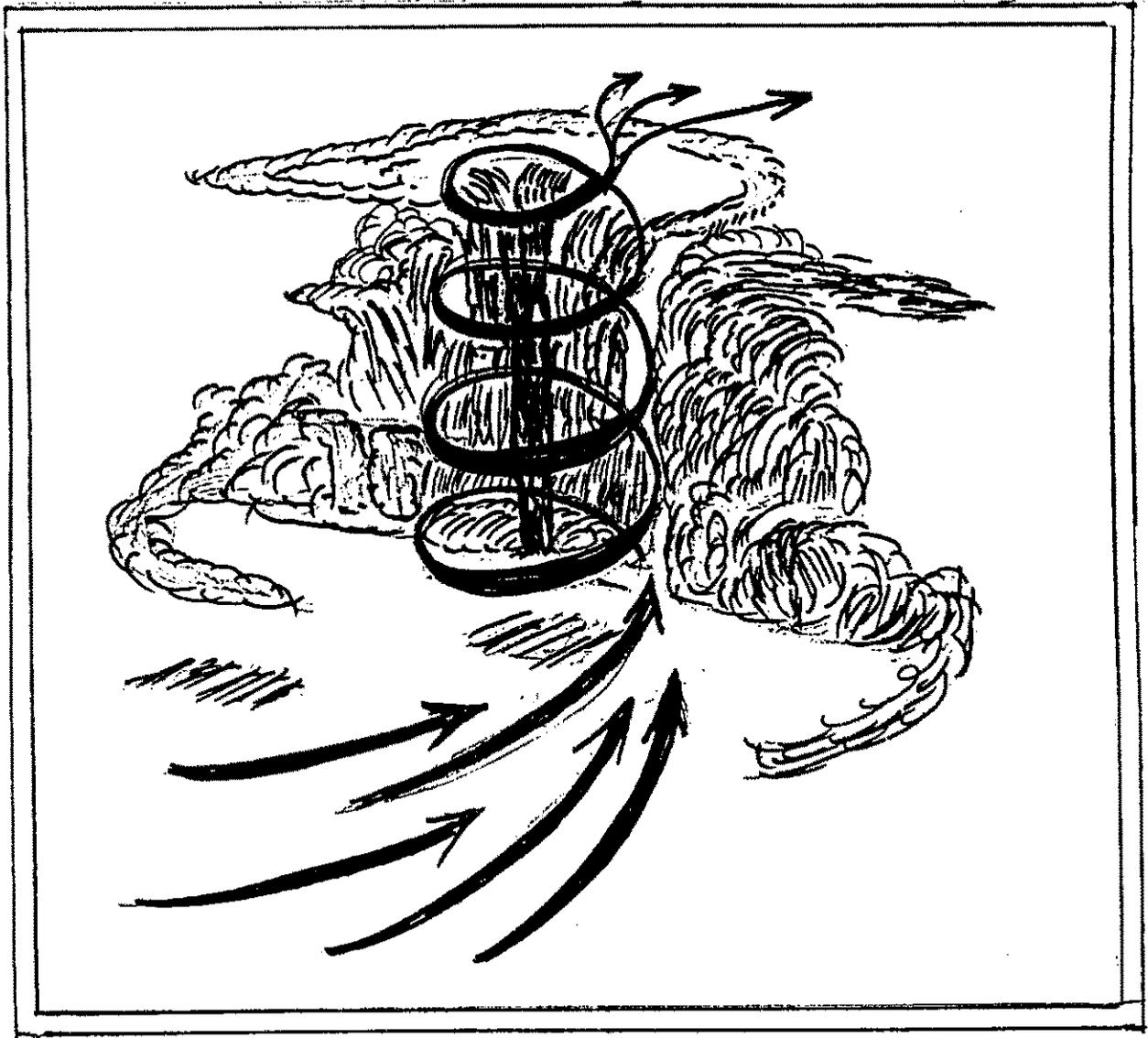


Figura 9. El ojo del huracán.

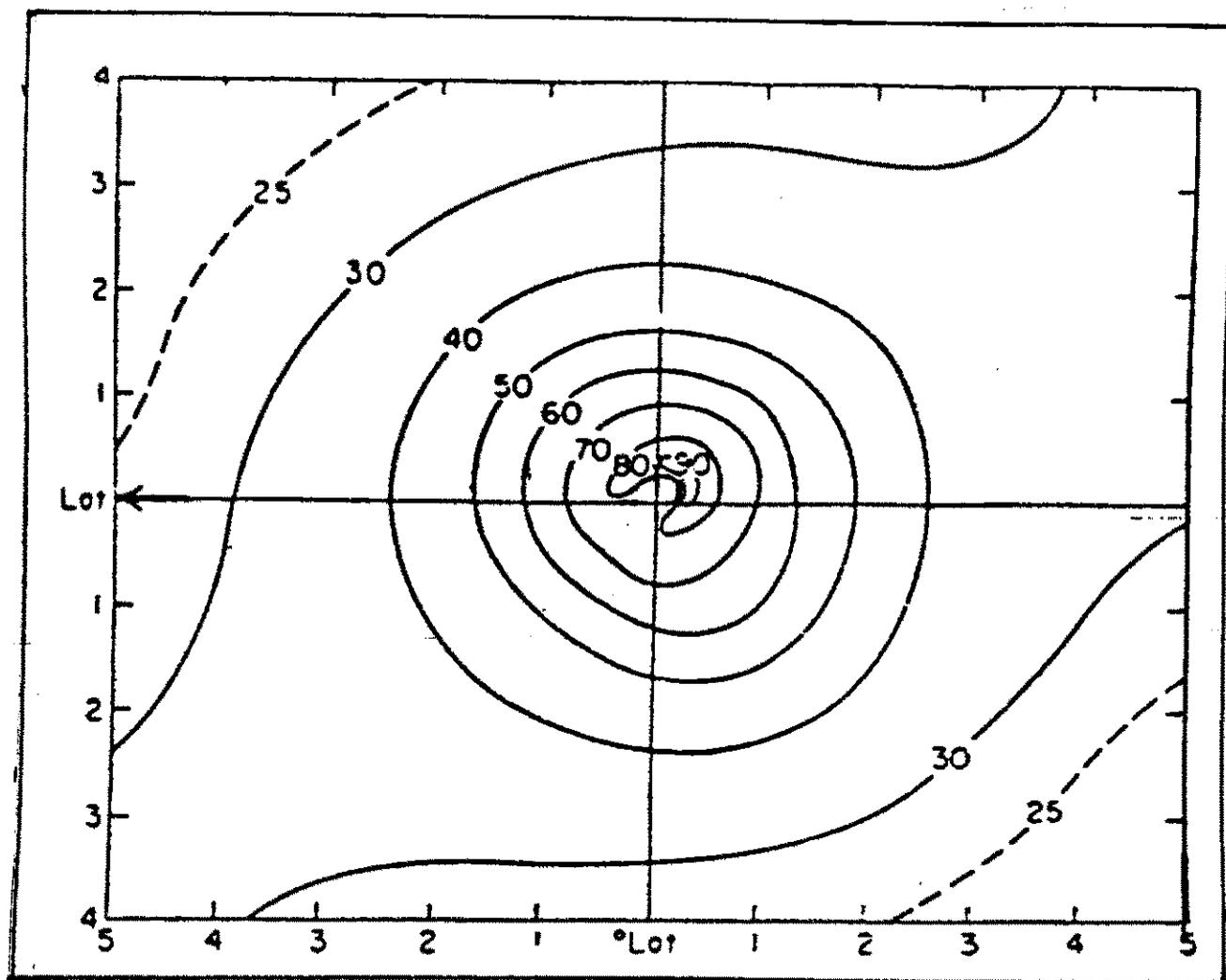


Figura 10. Velocidad total del viento en nudos, tomados a una altura de 1000 pies para tormentas en movimiento. (Estos son valores promedio). La flecha indica la dirección del movimiento de la tormenta. (Tomado de tropical Meteorology – Dr. H Riehl)

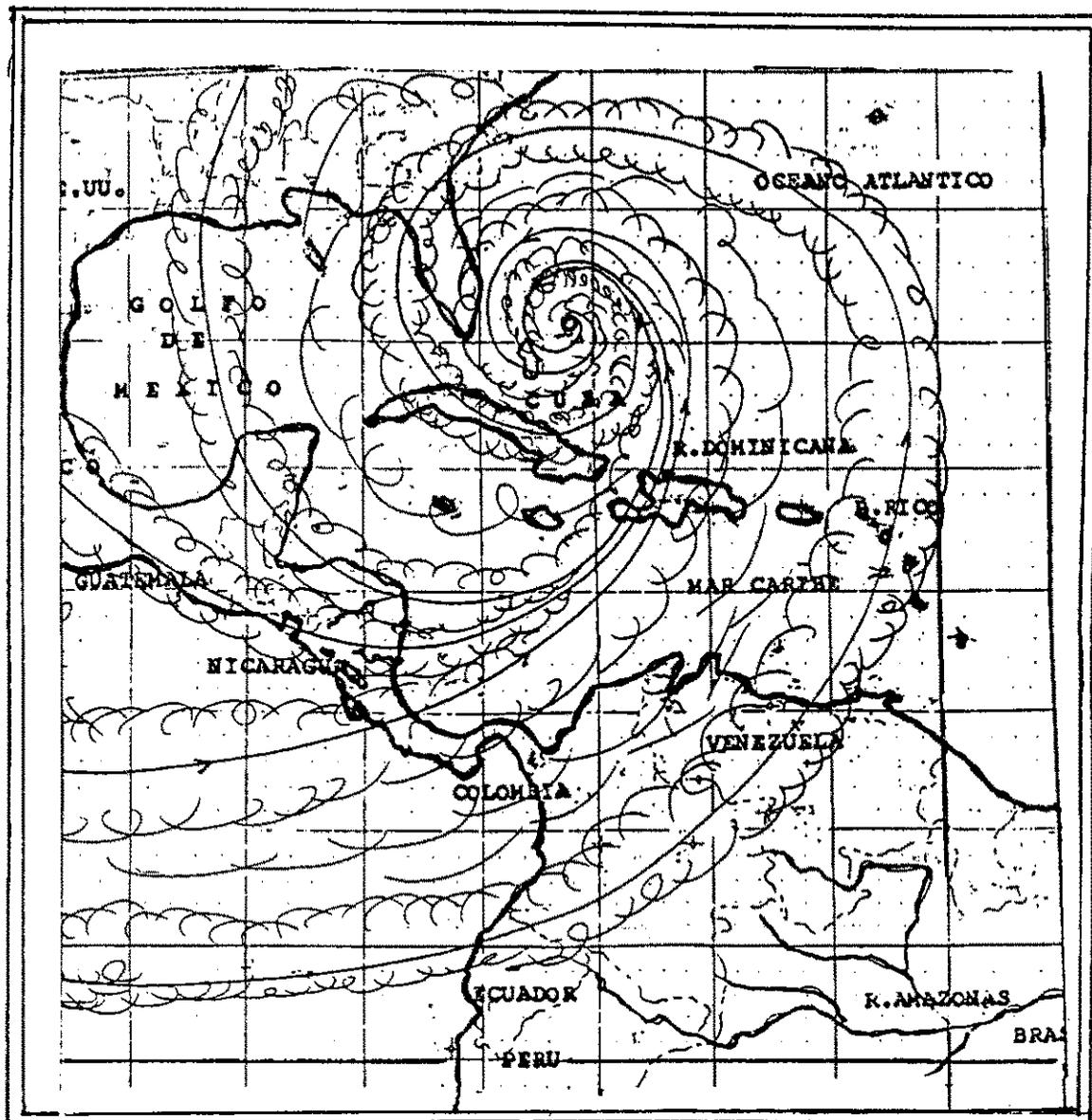


Figura 11. La presencia de un Huracán puede activar a los otros sistemas meteorológicos, pues la acción del huracán del ciclón ocupa toda la troposfera. Aun lejos de Nicaragua, la "cola" del fenómeno, formada por Nimbostratus y vientos suaves, provoca un temporal en Centro América.

3.7.2.3. Los huracanes en Nicaragua

Como puede apreciarse en la pagina anterior (Figura 11), Nicaragua se encuentra dentro del "corredor" de los huracanes. Estos fenómenos han provocado precipitaciones, cuya intensidad rebasa la capacidad de los cauces de los ríos para el drenaje de las aguas. Cuando mas afectan a Nicaragua (sep- oct), los suelos están tan saturados de humedad, que su capacidad de absorción y retención de agua "extra", es mínima. Una "cola" de huracán que llegue hasta Centro América, produce temporales en Nicaragua.

En la figura 10 se presentó las velocidades de un huracán. Estas van variando, desde la máxima, cerca del centro, hasta la mas baja, lejos del centro, las que, resumidas, nos dan lo siguiente:

- 1) A una distancia de 20 Km. del centro, la velocidad del viento es de 160 Kph.
- 2) Retirándonos a 100 Km. del centro, la velocidad ha disminuido hasta 140 kph.
- 3) Y a una distancia de 200 Km. del centro del huracán, la velocidad es de 80 kph.
- 4) Finalmente, a una distancia medida de 400 Km desde el centro de la tormenta la velocidad ya es de 45 kph.

En consecuencia; podemos resumir los efectos del huracán así:

- Vientos fuertes, que en la mayoría de los casos golpean las zonas forestales con vientos superiores a 100 kph.
- Precipitaciones continuas de chubascos, lluvias y lloviznas.
- Crecida de ríos por precipitación continua en sus cuencas...
- Socavamiento de la base de los árboles, haciéndose aptos para ser derribados por los vientos de 40 kph.
- Erosión de tierras de cultivo, con pérdida total o parcial de los mismos cultivos.
- Deslizamientos de tierra y derrumbe de cerros, debilitados en su protección superficial, debido al despale incontrolado e irracional (Ejemplo, volcán Casitas y Cerro Dipilto).
- En las costas el viento lanza enormes cantidades de agua de mar, especialmente en las tierras bajas. Además, la marejada corre río arriba, taponando el curso libre de los ríos. Estos se salen de madre, causando inundaciones.

3.7.2.4. Ciclones Tropicales que han causados daños extremos en Nicaragua

Según los archivos de Weather (1959) de EEUU y de INETER, (1988) se han registrado los siguientes eventos:

- 1887 se registraron 17 ciclones tropicales, entre los cuales hubo siete (7) tormentas y 10 huracanes, en el periodo Mayo 17-dic, 12- entre los que hubo 87 días- ciclones, 25 de ellos corresponden a octubre. No existe datos pluviométricos de Nicaragua. La precipitación media en la Florida. La única con pluviómetro en ese tiempo fue de 1313 mm.
- 1892: El 11 de octubre un huracán penetra en la comarca de Cabo Gracias a Dios.
- 1893: El 5 de Julio, entra un huracán por Cabo Gracias a Dios. En el Atlántico hubo en total 12 ciclones tropicales.
- 1901: En la Baja de San Andrés, nace un ciclón, sep 21. Ese año hubo en el Atlántico Norte 10 ciclones.
- 1906: Entra un ciclón en Bluefields el 8 de octubre. Había nacido en la Baja de San Andrés. Ese año aparecen 11 ciclones tropicales en el Atlántico Norte.
- 1908: Un huracán golpea al Norte de Zelaya entre Puerto Cabezas y Prinzapolka. El territorio nacional está afectado por precipitaciones. Ese año, se registran 2700 mm de precipitación en el pluviómetro de Ing. San Antonio (Chichigalpa).
- 1911: El 3 de septiembre, un huracán penetra en Zelaya por la desembocadura del Río Grande de Matagalpa. Atraviesa toda Nicaragua, Sur de Honduras y todo el Salvador, y se disipa en el Pacífico, (frente a las costas mexicanas del Pacífico).
- 1913: Naciendo sobre la Baja de San Andrés, un huracán penetra sobre Puerto Cabezas el 22 de Junio. Atraviesa luego Cozumel, Golfo de México y Texas, donde se disipa 500 kms tierra adentro.
- 1914: La mas baja precipitación en 25 años de registro, marca el pluviómetro del Ingenio San Antonio. Solo hubo una tormenta tropical en el Atlántico Norte, a 1500 kms de Nicaragua con poco o ningún efecto.
- 1916: Nace una Tormenta Tropical sobre la Baja de San Andrés y golpea muy cerca de Nicaragua en C.G a Dios. Este año hubo tres tormentas tropicales y once huracanes en el Atlántico Norte. El pluviómetro del Ingenio San Antonio registra en el año, casi 2600 milímetros de precipitación.

- 1920: El 16 de septiembre, nace una tormenta tropical en la Baja de San Andrés y avanzando hacia el Noreste, golpea a la comunidad de Cabo Gracias a Dios.
- 1924: Bajo la influencia de tres tormentas tropicales y cinco huracanes se activan fuertemente los sistemas meteorológicos de la estación lluviosa, de manera que el pluviómetro de San Antonio, registra la mas alta precipitación de su historia (4600 milímetros), muy por encima de su media anual.
- 1933: Desde 1931 con 11 ciclones tropicales, 1932 con 11 ciclones tropicales, de los cuales 11 son tormentas tropicales y 10 huracanes, de los cuales solo 2 entran al territorio nacional, el pluviómetro del Ingenio San Antonio, totaliza 3400 mm de precipitación, la más alta registrada junto con la de 1924 en la zona del pacífico de Nicaragua.
- 1940: Dos tormentas tropicales que nacen en la baja de San Andrés (sep y oct), logran penetrar al territorio nacional, al sur de Puerto Cabezas.
- 1974: Sep 16-24- El huracán "Fifi" que nació al sur de Puerto Rico, se desplazo en línea recta golpeando la costa de Cabo Gracias a Dios, y batiendo la costa Norte de Honduras, desde Choloma a Tela, arrasa con las comunidades provocando 10 mil muertos y 100 mil damnificados, todos hondureños. En Nicaragua los efectos son de inundaciones en las tierras bajas y el derribamiento de un avión con 12 pasajeros.

La información que sigue, ha sido obtenida en INETER (antiguo Servicio Meteorológico).

- 1982: Tormenta Tropical "Alleta", formada en el Océano Pacifico, activo los sistemas Meteorológicos produciendo precipitaciones muy por encima de la normal histórica.
- 1988: Huracán "Joan". Penetro a Nicaragua al Sur de Bluefields, atravesando todo el territorio nacional el 22 de octubre.
- 1993: Tormenta tropical "Bref" entro al país en agosto, habiendo nacido en el Mar Caribe.
- 1998- Huracán "Mitch", nació en la Baja de San Andrés, en la fecha 22 de octubre, provocando mayores precipitaciones y destrozos en Honduras y mitad Norte de Nicaragua.
- Por efectos de recarga de agua en el cerro Casitas, las paredes de este cerro debilitaron y el agua contenida en su laguna, se precipito en alud que destruyo varias comunidades en Posoltega, Chinandega.

Las destrucciones ocasionadas por los huracanes en Nicaragua, deben analizarse desde diferentes ángulos:

1. La destrucción del puente de Ocotal sobre el Río Coco, fue debida a la intensidad de las precipitaciones, que en poco tiempo acumularon un caudal que rebasó los límites previsto, dado que la cuenca del río Coco, abarca la mitad Sur de la República de Honduras y la mitad Nor-Oeste de Nicaragua.
2. Las familias desaparecidas con todo y sus pertenencias, es un hecho lamentable que se seguirá manifestando, debido al descuido de los lugareños en fincarse en las riberas de los ríos.

En la Figura 12 se aprecia la trayectoria de los ciclones tropicales en el período 11-20 de octubre durante 62 años (1901-1963). Al sur de las Antillas Mayores, todas las trayectorias de los ciclones, siempre afecta a Nicaragua, aunque el ciclón no haya exactamente penetrado al territorio nacional.

La Figura 13 presenta los Ciclones Tropicales que penetraron al mar Caribe en 1931. Puede apreciarse que 6 ciclones en el mar Caribe produjeron precipitaciones en todo Centroamérica, por cuanto el área de afectación de un ciclón es muy grande (ver Figura 10). Puede apreciarse que el ciclón pierde velocidad cuando entra a tierra, debido a la fricción con el suelo; sin embargo, otros ciclones pierden velocidad y se disipan propiamente en el mar, siendo esto debido a que cuando el ciclón avanza hacia el Norte, va encontrando temperaturas mas bajas, y menor cantidad de vapor de agua que es de donde realmente, toma el ciclón su energía.

El año de 1933, fue prolífico en ciclones tropicales (Figura 14). Aunque todavía no se manejaba el concepto de los "niños", es posible que la desproporcionada cantidad de ciclones (21 ciclones en total) haya sido a causa de la presencia de La Niña. Es conveniente advertir, que no es necesario que el ciclón tropical se encuentre siempre cerca de Centro América, pues se ha comprobado (Servicio Meteorológico Nacional de Nicaragua) que aun estando el ciclón en el Golfo de Méjico hay un efecto indirecto sobre la fenomenología meteorológica de Centroamérica. La misma consideración debe esperarse si el ciclón se encuentra al Norte de las Antillas Mayores pero al sur de paralelo 30 grados Norte.

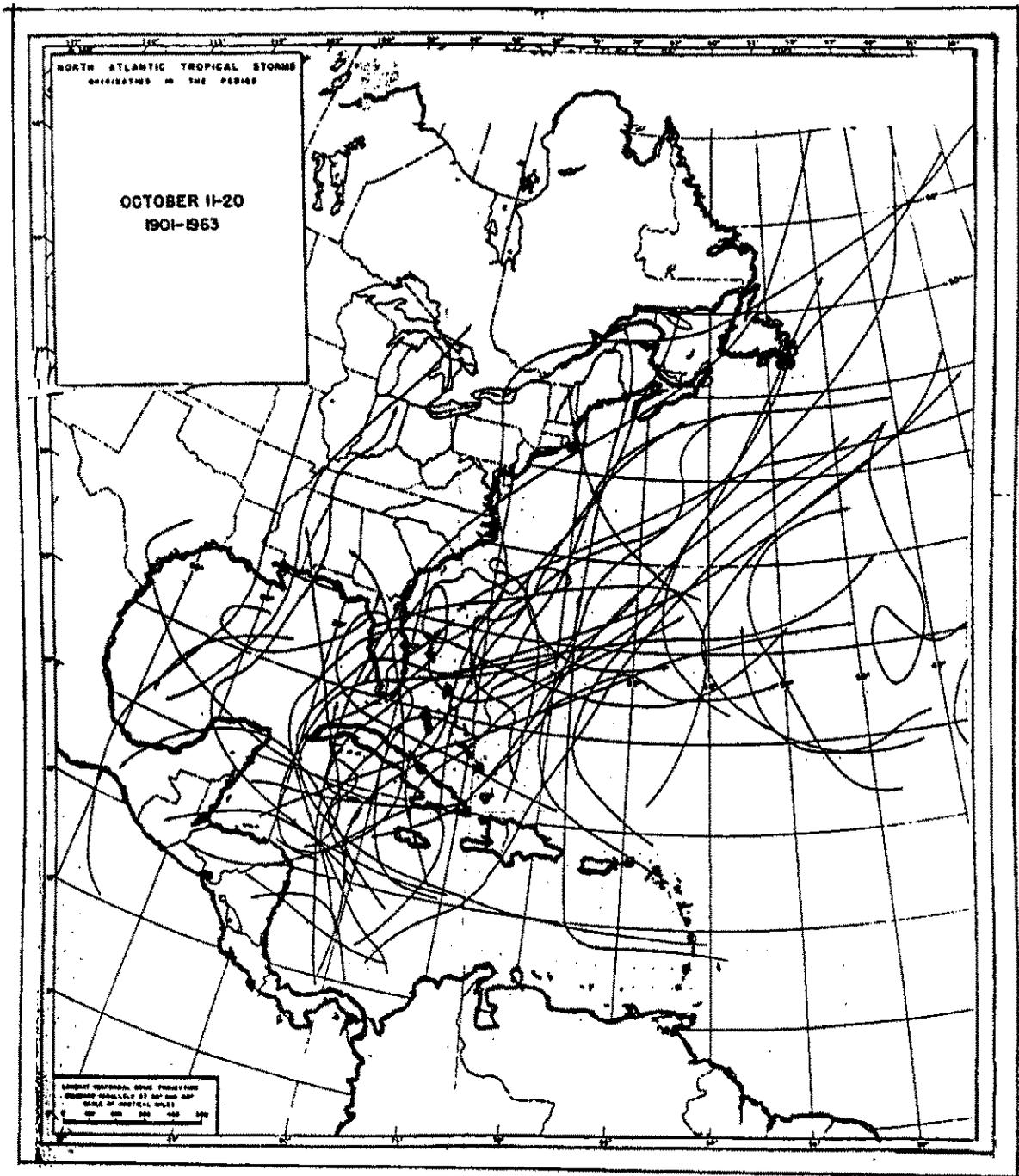


Figura 12. Trayectoria de algunas tormentas tropicales devastadoras en el área del Atlántico del Norte. Fuente: Centro Nacional de Huracanes, Miami, USA.



Figura 13: Ciclonos tropicales que penetraron al Mar Caribe en 1931.

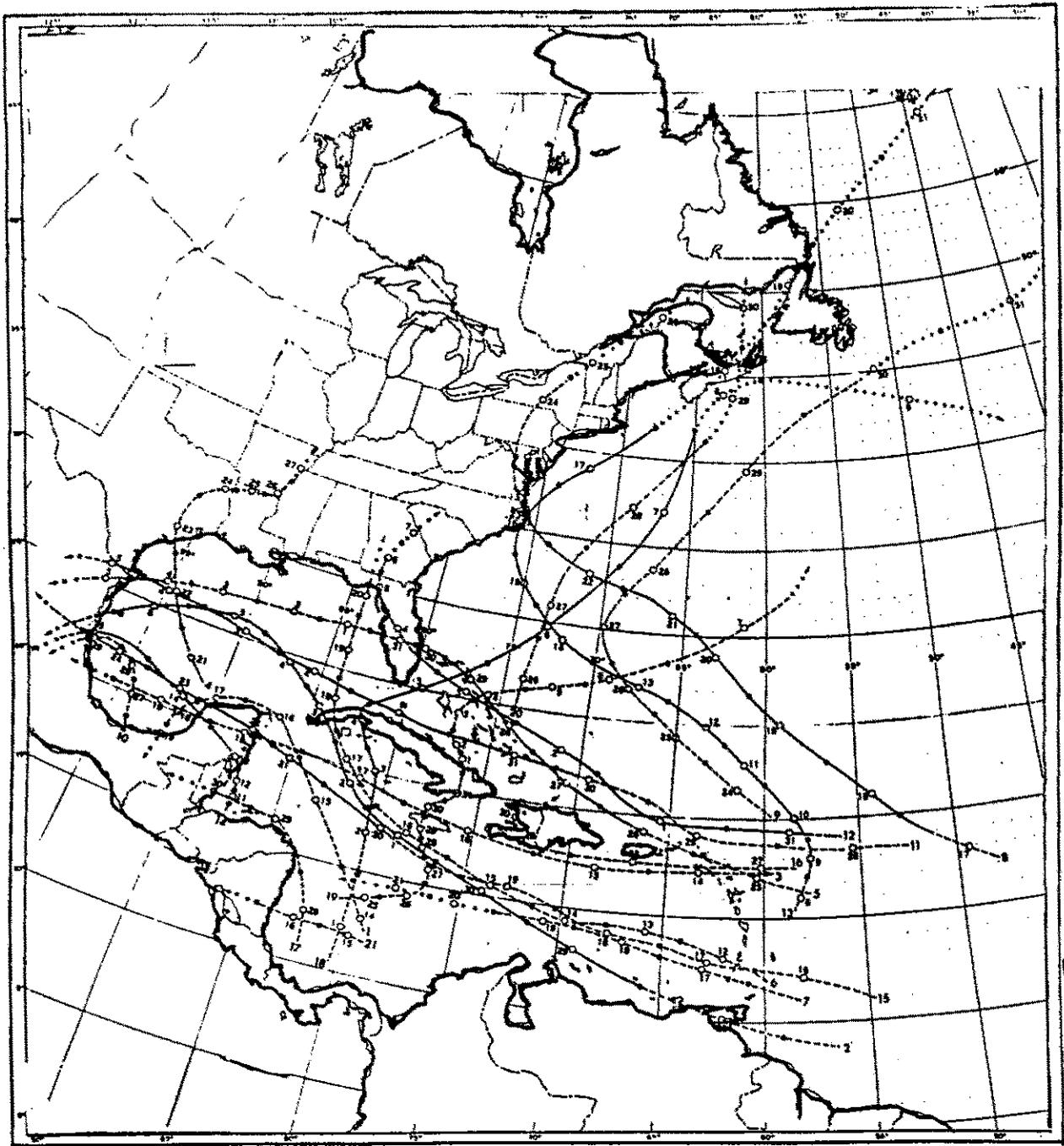


Figura 14. Ciclones tropicales del año 1933. Fuentes: US Weather Bureau - Laboratory of Climatology.

En la Figura 14 se presenta la Frecuencia de tormentas tropicales del Atlántico Norte, Golfo de México y Mar Caribe desde 1879 hasta 1911. El promedio de tormentas por año en el periodo 1879-1955, es de 7.4 por año. Desde 1879 a 1905 fue de 6.9 tormentas por año; desde 1906 a 1930, el promedio fue de 5.5 tormentas por año y de 1931 a 1955 fue de 9.9 tormentas por año. La Figura 15 muestra el número de tormentas tropicales del Atlántico Norte, Golfo de México y Mar Caribe por periodos de cinco años, desde 1901 a 1955. (Tomado de "Hurricane", Weather Bureau, USA). Se pueda apreciar que el mayor número de tormentas se manifestó entre 1931-1935 (posiblemente bajo la presencia de la Niña) y las mas baja de todas, ocurre en el periodo de 1911-1915 (posiblemente bajo los efecto del Niño).

Según SMN (1970), han entrado los siguientes huracanes:

Huracán IRENE: Entre el 16 y 20 de septiembre de 1970 el Huracán IRENE afecto al territorio nacional para luego salir al Océano Pacifico. Los mayores acumulados con precipitación durante los 5 días de afectación de éste, se registraron en Rivas (212 mm) y Bluefields (192 mm).

Huracán EDITH (Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales): En el periodo del 9 al 13 de septiembre de 1971 el Huracán EDITH afecto al país al penetrar al Norte de Puerto Cabezas propiamente en Cabo Gracias a Dios.

Huracán FIFI: En Septiembre de 1974, el huracán FIFI, penetro por la parte Sur de Honduras, provocando fuertes precipitaciones entre 17 y 20 de septiembre (PHCA, 1978).

En 1978 se dio a conocer el proyecto Stormfury Proyect (NOAA, 1978) para destruir huracanes.

Según INETER (1980) han entrado las siguientes ciclones tropicales:

Tormenta tropical ALLETA: Del 22 al 28 de Mayo de 1982, la tormenta Tropical ALLETA, formada en el Océano Pacifico, afecto indirectamente regiones del Pacifico y Central del país.

Huracán ALLEN: El huracán ALLEN afecto indirectamente el país entre el 2 y el 22 de Agosto de 1985, provocando precipitaciones en la parte Norte de la RAAN principalmente. Los acumulados en Puerto Cabezas alcanzaron los 144 mm.

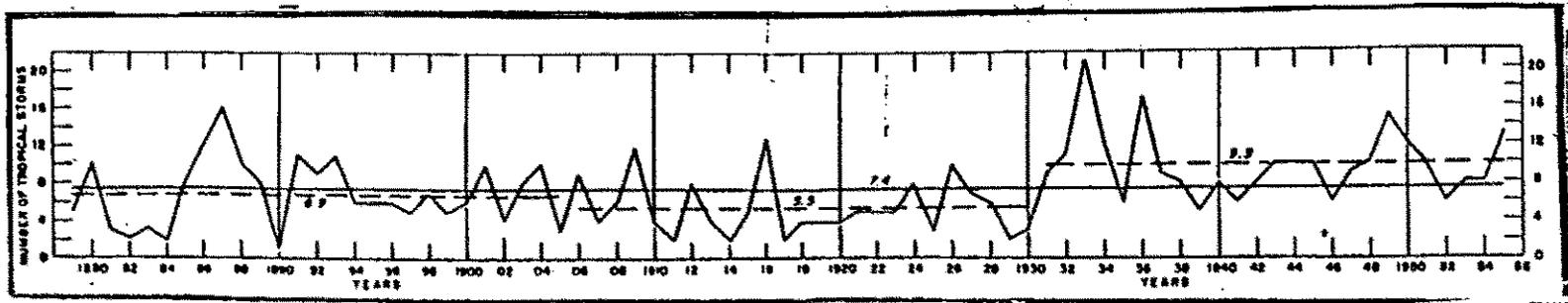


Figura 15. Frecuencia de tormentas tropicales del Atlántico Norte, Golfo de Méjico y Mar Caribe, en el periodo 1879-1911.

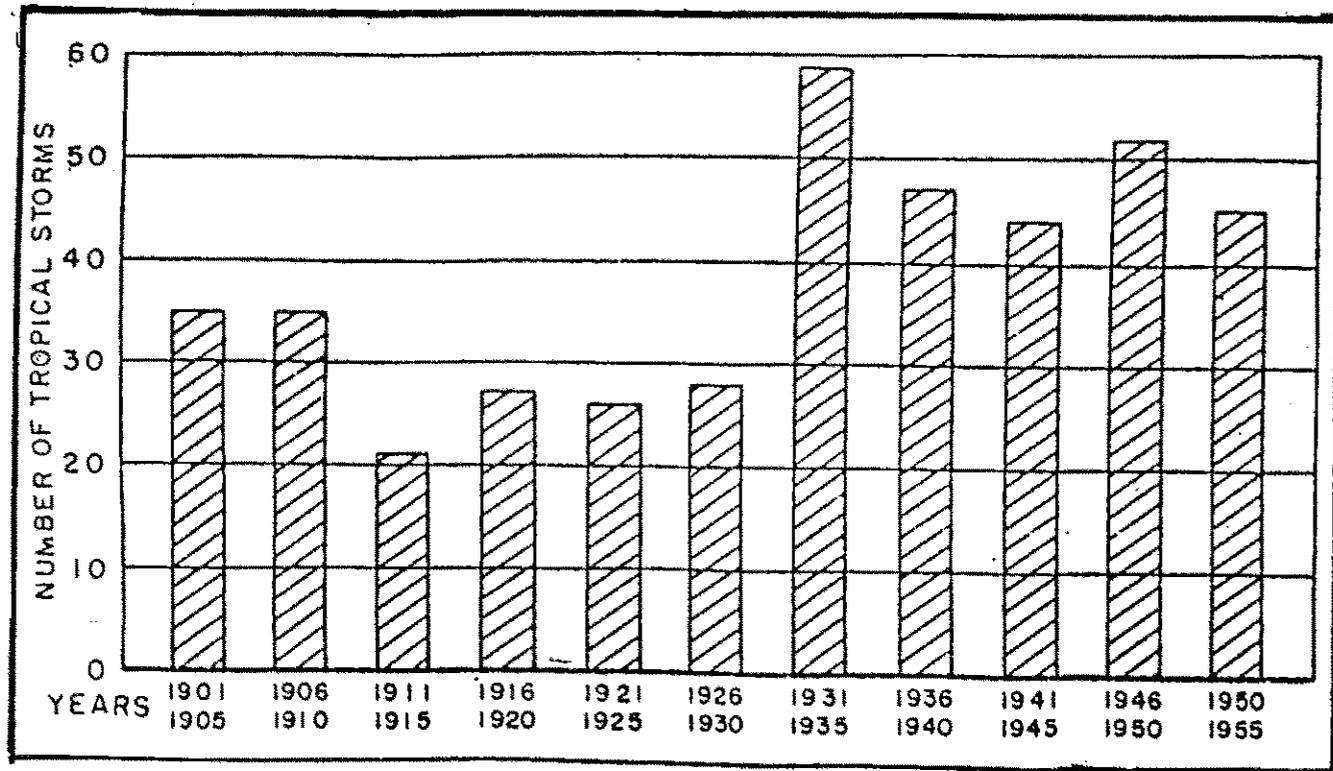


Figura 16. Número de tormentas tropicales del Atlántico Norte, Golfo de Méjico y Mar Caribe por periodos de cinco años, desde 1901 hasta 1955. Tomado de "Hurricane", Weather Bureau, USA.

Huracán JOAN: En Octubre de 1988, Nicaragua fue afectada por la penetración del Huracán JOAN que provoco precipitaciones muy altas.

Tormenta Tropical BRET: Durante 1993, las tormentas tropicales BRET afectó al país, en el mes de Agosto, penetrando por el Atlántico y atravesando el territorio de Este a Oeste. Durante la Tormenta Tropical BRET el máximo acumulado de lluvia se registro en Managua con 117 mm.

Tormenta Tropical GERT: La tormenta tropical GERT cruzo el territorio penetrando por la región Atlántica GERT genero grandes acumulados de lluvias en Corinto (452mm), Chinandega (447mm),

Tormenta Tropical GORDON: En noviembre de 1994 la tormenta GORDON penetro al país por el sector Atlántico. El mayor acumulado de precipitaciones se dio en Puerto Cabezas, en el periodo de 9 al 11 de ese mes con un valor de 286 mm.

Huracán CESAR: Entre el 27 y el 29 de julio de 1996, el Huracán CESAR proveniente del Atlántico, cruzo el territorio nacional. CESAR genero precipitaciones intensas, sobre todo en los sectores del Pacifico Central, registrándose los siguientes valores acumulados, Masatepe (237 mm), Nandaime (203 mm) y Managua (179 mm).

Huracán MITCH: El periodo de afectación del Huracán MITCH sobre territorio nacional inicio el 22 de Octubre de 1998 y concluyo el 31 del mismo mes. A partir del 22 de octubre de 1998, se formo en la cuenca del Caribe la Tormenta Tropical MITCH, la cual evoluciono rápidamente, llegando a la categoría de Huracán el día 24, el 25 de octubre alcanzo la escala 5 de la Escala Internacional de Huracanes (EIH) y ha sido considerado uno de los huracanes mas intensos de los registrados en la Cuenca del Atlántico tropical, Mar Caribe y Golfo de México. Las precipitaciones acumuladas por MITCH, superaron con notoriedad a las lluvias provocadas por otros eventos ciclónicos que en años anteriores habían afectado al territorio de Nicaragua. Mientras con la tormenta tropical ALLETA se acumularon 1487 mm Chinandega y 1002 mm en León, durante el Huracán MITCH estos valores fueron superados al registrarse 1597 mm en Chinandega y 1111 mm en León. Los valores históricos máximos acumulados registrados durante el Huracán MITCH, también comprendieron las estaciones meteorológicas principales Managua (493.3 mm), Masatepe (657.3mm), Nandaime (377.5 mm), Ocotal (560.4 mm), Condega (431.0 mm), Jinotega (166.7 mm), San Isidro (784.0 mm), Muy Muy (391.8 mm) y Juigalpa (326.6 mm).

En la figura 16 se aprecia la trayectoria del huracán MITCH, desde su nacimiento hasta el territorio Mejicano de Tapachula. Fue uno de los que más causó inundaciones en Nicaragua (INETER, 1998)

Como se puede apreciar en la Figura 17, las zonas mas expuesta al paso de un huracán es la Atlántica Nicaragüense en Centro América. Es interesante notar que esto es debido en gran parte a la zona ciclogénica del Mar Caribe, siendo Septiembre y Octubre los que presentan la mayor incidencia en Nicaragua, y se puede ver en la Figura 16 que el más alto porcentaje de aparición de ciclones lo tiene el mes de octubre. A esto se debe que los característicos temporales corrientemente se manifiestan en cualquiera de los dos meses antes mencionados.

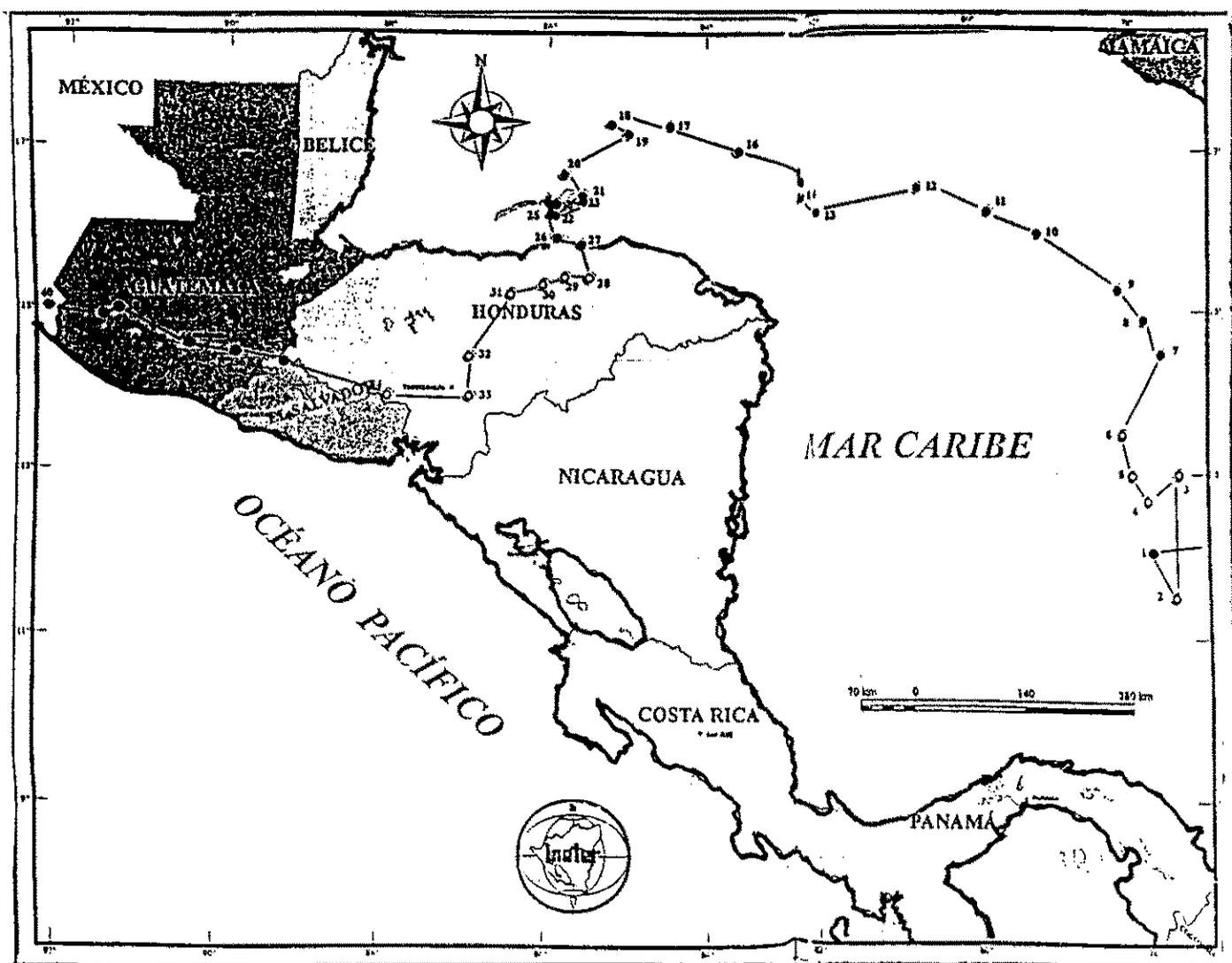


Figura 17. Trayectoria del Huracán "MITCH", desde su nacimiento en la Baja de San Andrés (mas activa en el mes de octubre) hasta la zona de Tapachula en México (INETER,1998)

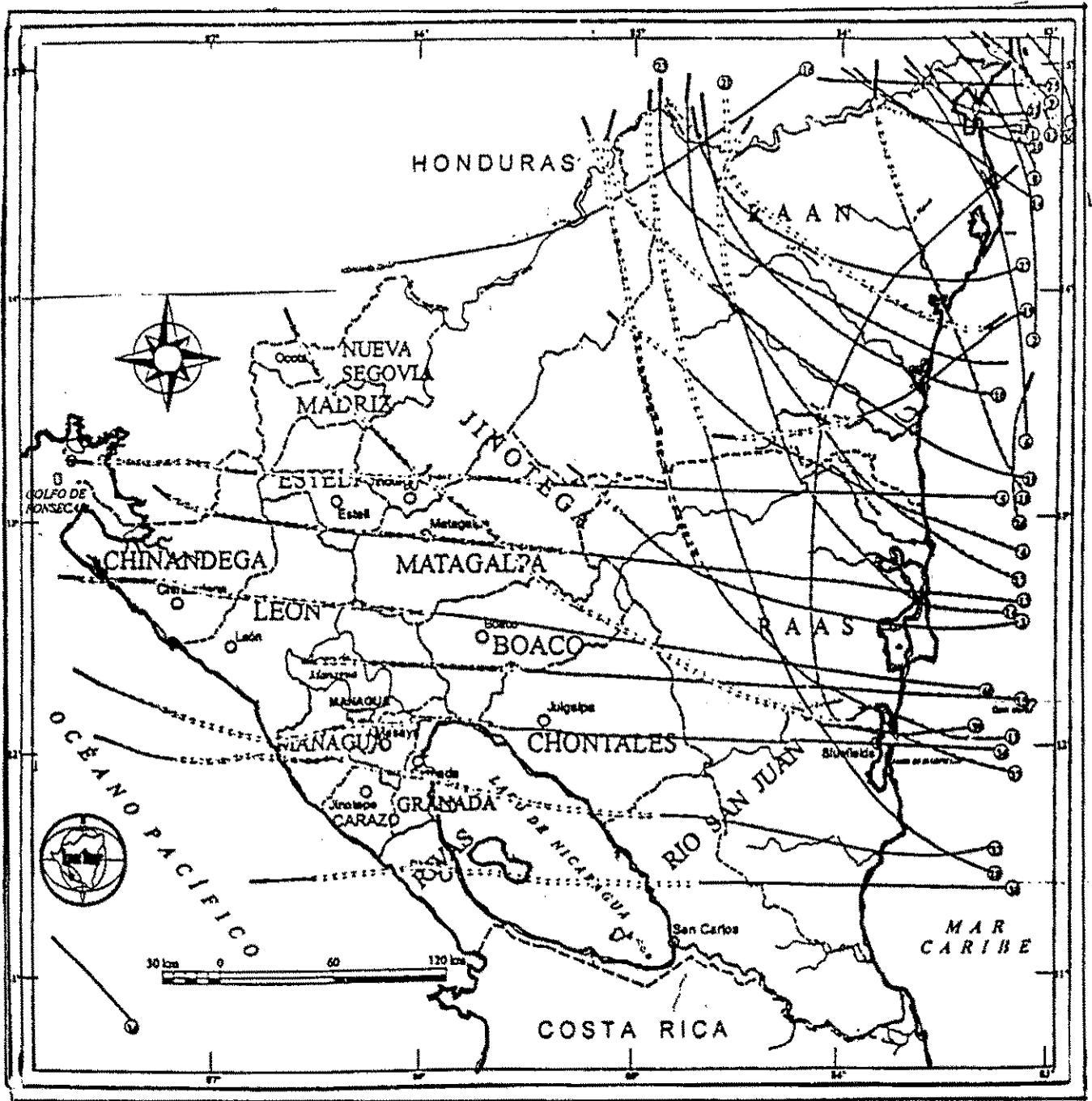


Figura 18. Trayectoria de Vórtices Ciclónicos que han afectado a Nicaragua.

3.8. El Niño y La Niña

Durante muchos años, fue un enigma para los servicios meteorológico del mundo, responder a las causas de una sequía extrema o de una lluvia extrema. Se recurrió a toda herramienta posible que diera luz sobre esta interrogante: Historial estadístico, pronósticos meteorológicos de persistencias, y sobre todo la misma experiencia de pronosticadores del tiempo que en algunos casos acumulaban hasta cincuenta años. Sin embargo ahora ya se tiene un conocimiento que descansa en el dominio de la era electrónica, pero no se tiene la respuesta definitiva para los pronósticos meteorológicos exactos (Gutierrez, 1997; INETER, 1989; Magaña, 1998 y Castellón, 2001).

3.8.1. El Niño

Que es El niño?: Para explicar este fenómeno, Glantz (1998) plantea que los vientos alisios soplan en la zona tropical, como se muestra en la parte A de la Figura 19. Se puede apreciar: una zona de baja presión ecuatorial, está flanqueada por dos zonas de alta presión. El viento siempre va a fluir de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión; pero debido a la fuerza de Coriolis los vientos tienen una desviación hacia la derecha de su movimiento en el hemisferio Norte, y hacia la izquierda en el hemisferio Sur.

Si sumamos vectorialmente como en la parte B de la Figura, nos da una resultante paralela al Ecuador. En la ilustración (B), el viento Noreste, junto con el viento del Sureste del Hemisferio Sur, sumados vectorialmente, dan como sumatoria, la resultante vectorial del viento, o sea, de dirección Este-Oeste, con sentido hacia el Oeste. Físicamente, el comportamiento de los alisios, tanto del

Hemisferio Norte, como los alisios del Sureste del Hemisferio Sur, nos dan una resultante de viento paralelo al ecuador. Esto mantiene un flujo permanente hacia el Oeste.

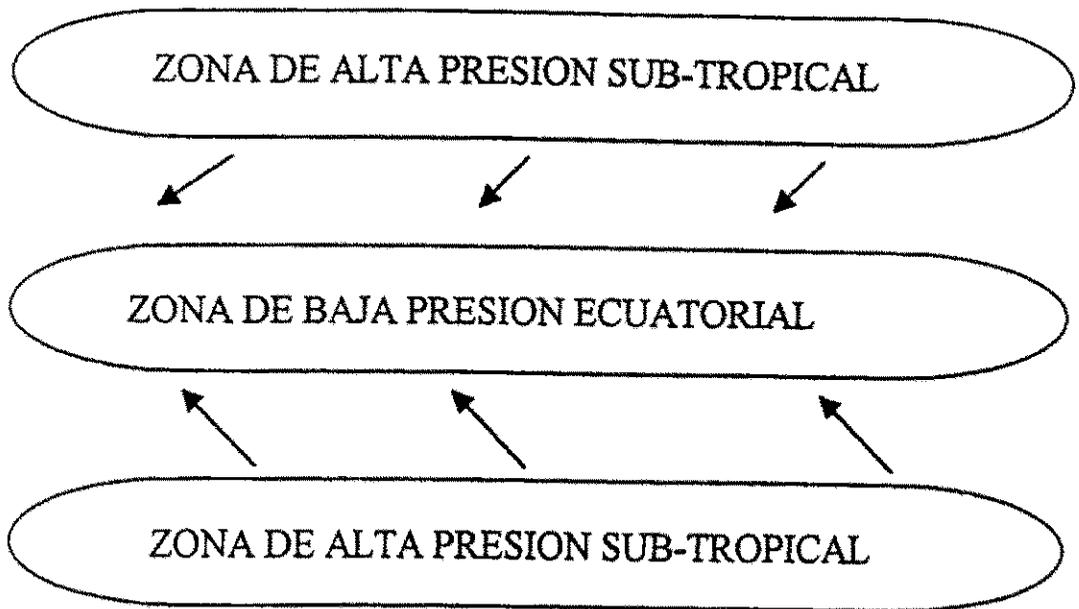
Partiendo de esta ilustración, podemos entender que las aguas superficiales del Océano Pacífico ecuatorial, son empujadas hacia el Oeste, logrando las mismas ejercer un acumulamiento sobre la Malasia (Malaca, Sumatra, Java, Célebes, Molucas), alcanzando hasta Timor y Filipinas. Esta gran masa de agua se mantiene relativamente caliente, alcanzando en el Pacífico Central, hasta la isla de Tahiti.

El agua "tibia", mas caliente que el aire, propicia una evaporación continua, que mantiene los cielos con mucha nubosidad y tiempo lluvioso. Podemos hacer una comprobación aproximada de la precipitación caída cada mes en la zona asiática ecuatorial, y apreciarnos que no hay un solo mes seco, a como en Nicaragua sucede (en Puerto Cabezas), tal como se puede apreciar en la Tabla 3..

La situación mencionada, ha sido histórica en Malasia e Indonesia y Filipinas. Es decir, que toda el agua del mar relativamente caliente, es empujada desde el Pacífico ecuatorial sudamericano, hasta Asia ecuatorial insular.

En América del Sur, específicamente en las costas peruanas, la capa superficial de agua de mar, de menor densidad (por ser mas caliente), es soplada por la resultante de los vientos alisios hacia el Oeste. En consecuencia, la capa de agua fría, que por mayor densidad queda a nivel inferior, se muestra enteramente visible. Esta agua fría, es traída desde el Océano Glacial Antártico, por la corriente de Humbolt.

A)



B)



Figura 19. Comportamiento vectorial del viento que explica el fenómeno del Niño.

Lugar	Posición geográfica	Altura mts	Precipitaciones (promedio en mm) por meses del año												
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Kuta Raja	06N/95E	Costa	150	90	90	110	160	90	110	110	170	180	180	20	1650
Pontianak	06N/90E	3	274	200	250	270	270	220	160	226	213	376	398	335	3200
Menado	01N/125E	25	473	366	262	203	167	165	124	97	86	122	218	374	2657
Bandung	07S/108E	5	193	181	244	229	132	91	178	59	91	170	226	216	1900
Yakarta	06S/107E	7	330	325	198	130	102	94	66	43	73	115	140	216	1834
Singapur	01N/104E	7	251	167	188	193	169	172	200	172	206	251	269	269	2440
Puerto Cabezas	14N/83W	20	177	79	61	33	147	365	397	307	335	343	326	209	2779

Tabla 4. Precipitaciones mensuales de la zona ecuatorial de Asia Insular, comparadas con las precipitaciones de Puerto Cabezas, Nicaragua.

3.8.1.1. La corriente de Humbolt y su posición con respecto al Niño

La corriente de Humbolt nace, en el Océano Glacial Antártico. Esta corriente es empujada por los vientos del Oeste, paralelas al paralelo 60 S, y al encontrarse, en la punta de Tierra de Fuego, deriva hacia el Norte, corriendo paralela a la costa sudamericana de Chile-Perú (Figura 19). La corriente de Humbolt, mantiene una población de zooplancton Y fitoplancton, que alimenta millones de peces, especialmente la anchoa y anchoveta; ésta, a su vez, sirve de alimento a cientos de miles de pelícanos, cuyas excrecencias son el mejor abono, conocido como guano del Perú (*). La longitud de las fechas, nos da una indicación de la velocidad de las corrientes y la faja pintada de amarillo, nos indica la corriente fría de Humbolt.

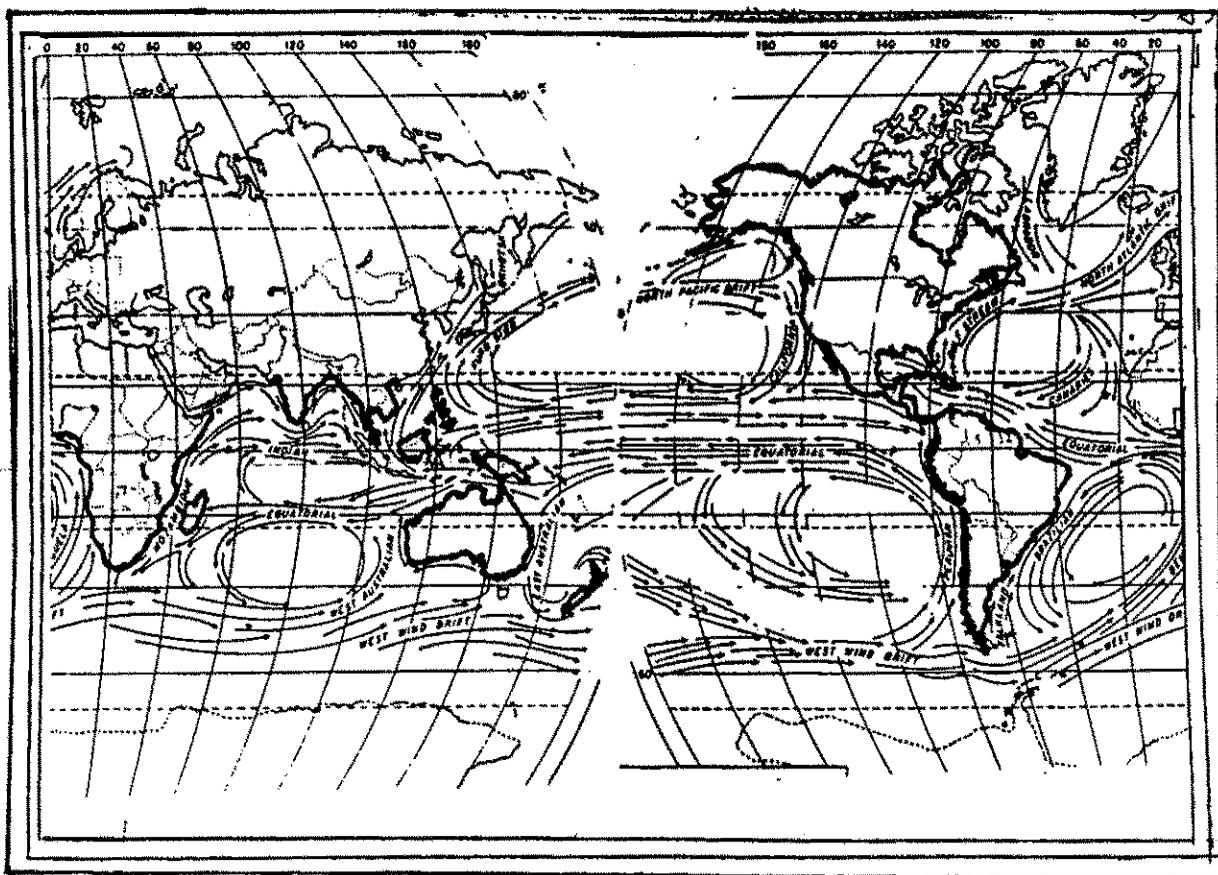


Figura 20. Las corrientes oceánicas del mundo. Esta ilustración muestra la posición media y la extensión de las principales corrientes oceánicas (Tomando de Weather and Climate de Clarence E. Koeppe' Prof. De San Diego State College).

(*) El guano del Perú, es un abono natural rico en Nitrógeno con el 5.8%; mas 15% de ácido fosforico. Por otra parte, la industria peruana de la harina de pescado ocupa como materia prima, la anchoveta, abundante en estos mares. Lo anterior detalla una situación que podríamos llamarla normal.

3.8.1.2. El Origen del “El Niño”

En las Figuras 21 y 22 se representa la situación del origen de El Niño. La Figura 21 ilustra el comportamiento vectorial de los vientos, presentándose dos situaciones (1 y 2) que explican el origen del fenómeno del “El Niño”:

- La situación 1. Es la situación normal en que los vientos alisios soplan hacia el ecuador, manteniendo las aguas marinas “calientes”, empujadas hacia el Asia insular, proporcionando un ambiente húmedo, con precipitaciones tipo RAAN de Nicaragua (Tabla 3). La Corriente de Humbolt (Figura 19), mantiene su presencia en superficie, pues el agua “caliente”, ha sido llevada lejos, al Oeste.
- Situación 2. A causa de “El Niño”, los vientos alisios han sido debilitados. El empuje de los vientos sobre las aguas superficiales del mar, ha dado una resultante muy débil. Las aguas “amontonadas” en el Asia insular, retroceden hacia América del Sur, propiciando la evaporación en el Pacífico sur americano-Ecuador/Peru, con producción de precipitación especialmente en la mitad del Sur del Perú, (históricamente seca), debido a la presencia de la corriente de Humbolt. Los vientos alisios, en forma variable tienen velocidades que estacionalmente oscilan de 5-15 kph y por razón física, disminuyen hasta un mínimo (en el cual ocasionalmente podría acercarse a cero). Esta disminución y aumento, es variable, y no lleva una constancia en cuanto a que después de una variación positiva tienen una negativa. Eso, desde luego, hace bastante difícil su previsión.

La disminución de los vientos alisios en su velocidad, es debido a factores externos, que posiblemente sean debidos a la topografía de la superficie de la Tierra, la geografía irregular y el irregular repartimiento de tierra y mares que no mantienen proporción equitativa. Las mareas, por efecto de la luna y el sol no son siempre iguales, y la aparición de los ciclones tropicales, los cuales no se forman en cantidad fija, efectúan una cantidad de fuerzas sumativas algebraicas que, acumuladas, interrumpen el flujo de los alisios.

Esta situación de aparición de lluvias en la parte Sur y seca de el Perú, fue notada por primera vez en las aguas peruanas en periodo de Navidad por los pescadores peruanos; por ello le llamaron “El Niño”.

El debilitamiento de los alisios, que crea una situación como la descrita, siendo bautizada como “El niño”, trae como consecuencia la siguiente situación para Centro América:

1. El sistema meteorológico de la ITC, no es empujada lo suficiente hacia Centro América, y las precipitaciones son pobres.
2. Al debilitarse el empuje de los alisios, esto abarca hasta el Atlántico, y la corriente Marina del Norte debilita el empuje; en consecuencia, llega a acumularse menos calor propiciatorio de la Baja de San Andrés, incidiendo esto en una pobreza de precipitaciones en el Departamento de Zelaya. (La sequía se generaliza).
3. Como una consecuencia general, los centros ciclogénéticos se debilitan y hay menos huracanes. Esto, desde luego, empobrece la producción de lluvias ver (Tabla 4 y 5).

3.8.2. “La Niña”

Glantz (1998), dice que el efecto de La Niña es la fase negativa del fenómeno del Niño, que se caracteriza por un significativo enfriamiento de la temperatura de la superficie del Océano Pacífico Ecuatorial, y por cambios en la dirección y velocidad del viento en la zona Inter.-tropical, debido a variaciones de la presión atmosférica (índice de oscilación del sur), y plantea las siguientes fases:

3.8.2.1. Fases del fenómeno La Niña

- e) Preludio al fenómeno La Niña. Es la terminación del fenómeno El Niño- oscilación del sur- (abreviado ENOS= El Niño oscilación del Sur).
- f) Inicio del fenómeno La Niña: que se caracteriza por:
 - Un fortalecimiento de los vientos alisios que confluyen en la zona de convergencia intertropical y un desplazamiento mas temprano de esta hacia el norte de su posición habitual.

- Un aumento de la convección en el océano Pacífico, al oeste del meridiano de 180 °C, donde la temperatura del agua superficial del océano sube de su valor habitual (28 y 29 °C).

3.8.2.2. Características del fenómeno La Niña

Glantz (1998), agrega que el fenómeno se identifica por:

- Un debilitamiento de la corriente contra ecuatorial lo que ocasiona que la influencia de las aguas cálidas proveniente de las costas asiáticas afecten poco las aguas del Pacífico de América.
- Una ampliación de los afloramientos marinos que se producen como consecuencia de la intensificación de los vientos Alisios.
- El fortalecimiento de la corriente ecuatorial del Sur, especialmente cerca del Ecuador, arrastrando aguas frías, que disminuyen las temperaturas del Pacífico Tropical Oriental y Central.
- Una mayor cercanía de la termoclina a la superficie del mar en el Pacífico Tropical, lo que favorece la permanencia de especies marinas que encuentran ahí sus alimentos durante períodos largos.
- La maduración es el final del evento La Niña y ocurre después de que la intensidad de los vientos Alisios ha regresado a su estado normal.

Es indudable que ante la aparición de El Niño, hace que al mismo tiempo la ITC sea empujada también hacia el Sur, alejando las lluvias de Nicaragua.

Cuando está presente La Niña, el ambiente frío del aire le confiere mayor densidad, de manera que cualquier volumen de vapor de agua, dentro de una masa fría será elevado con mayor fuerza (principio de Arquímedes). En las Tablas 5, 6 y Figuras 23 y 24 se presentan las situaciones secas (El Niño) y lluviosa (La Niña).

Tabla 5. Año de apariciones del fenómeno La Niña y el Niño, según NOAA, (1999).

ACTIVIDADES DEL NIÑO					ACTIVIDADES DE LA NIÑA				
1951	1965	1972	1982	1991	1950	1964	1970	1988	1995
1953	1969	1976	1986	1993	1955	-	1973	-	1998
1957	-	-	-	1997	-	-	1975	-	-

Tabla 6. La precipitación en diferentes años y la presencia de El Niño y La Niña. Unidades en milímetros.

AÑO	Rivas	Juigalpa	Managua	Chinadega	El Niño	La Niña
1960			1310			
1961		1297	965			
1962		1130	1209			
1963		640	763			
1964		752	1424			X
1965		777	776		X	
1966		1373	1387	2292		
1967		639	825	1314		
1968		1295	1266	2470		
1969		1385	1364	2147	X	
1970	1715	1165	1080	1898		X
1971	1983	1126	1293	1956		
1972	1001	763	670	1015	X	
1973	1618	1668	1743	2403		X
1974	1359	972	865	2102		
1975	1394	1128	1365	2099		X
1976	1026	897	744	1340	X	
1977	1124	922	812	1473		
1978	1418	1158	1008	2039		
AÑO	Rivas	Juigalpa	Managua	Chinadega	El Niño	La Niña
1979	2410	1652	1062	2063		
1980	1358	1639	1376	2174		
1981	1722	1695	1286	2492		
1982	1592	1109	1352	902	X	
1983	1161	1224	807	1626		
1984	1600	1129	1151	1896		
1985	1134	1030	1246	2050		
1986	1546	1413	774	1415	X	
1987	866	893	1103	1487		
1988	2133	620	1680	2428		X
1989	1163	1750	780	2048		
1990	1040	1175	754	1651		
Promedio		1114	1116	1838		

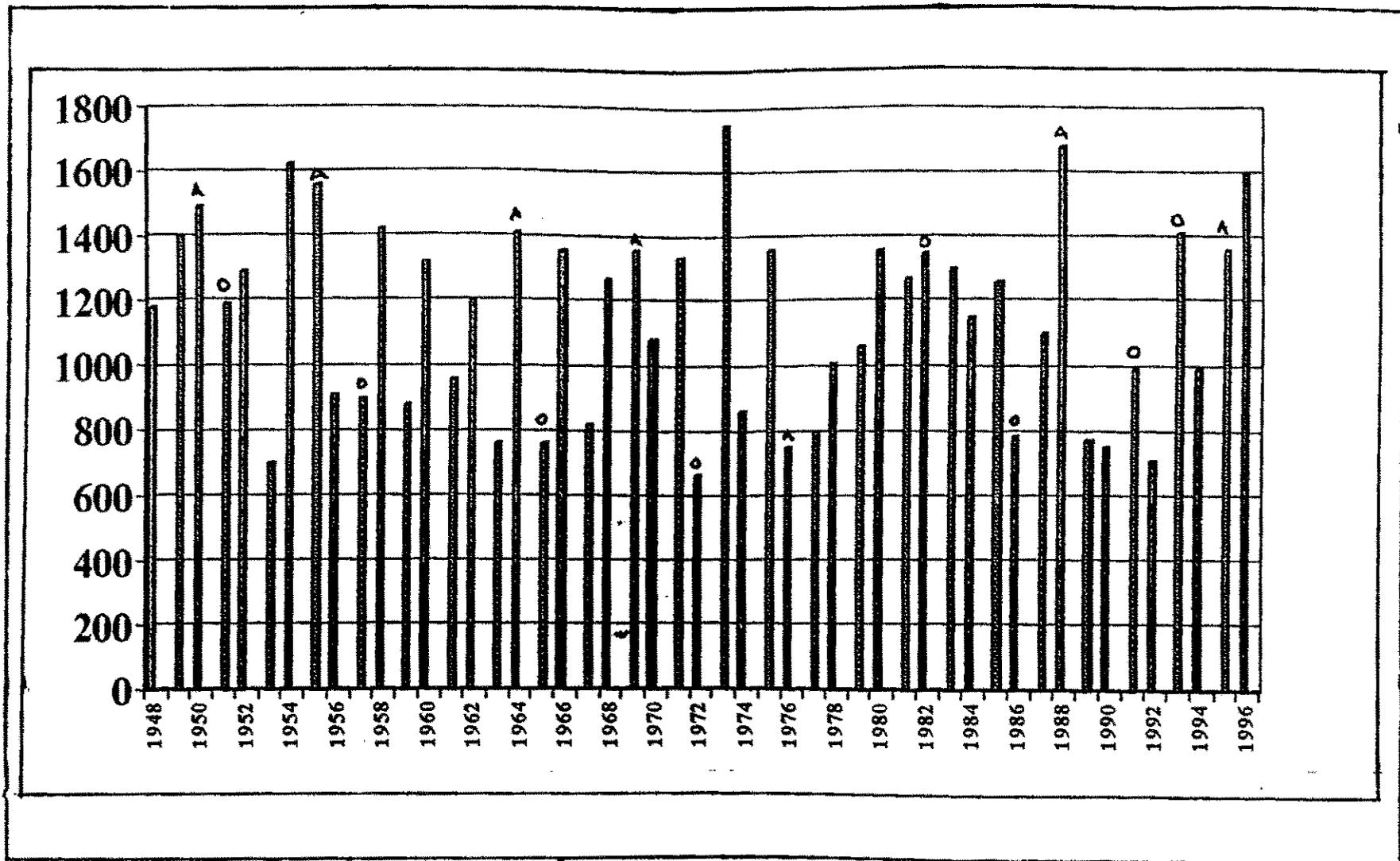


Figura 23. Presencia de El Niño y La Niña, y su correspondencia con los años secos y los años lluviosos respectivamente desde 1948 a 1996. Precipitación en mm del aeropuerto Sandino. (Fuente INETER).

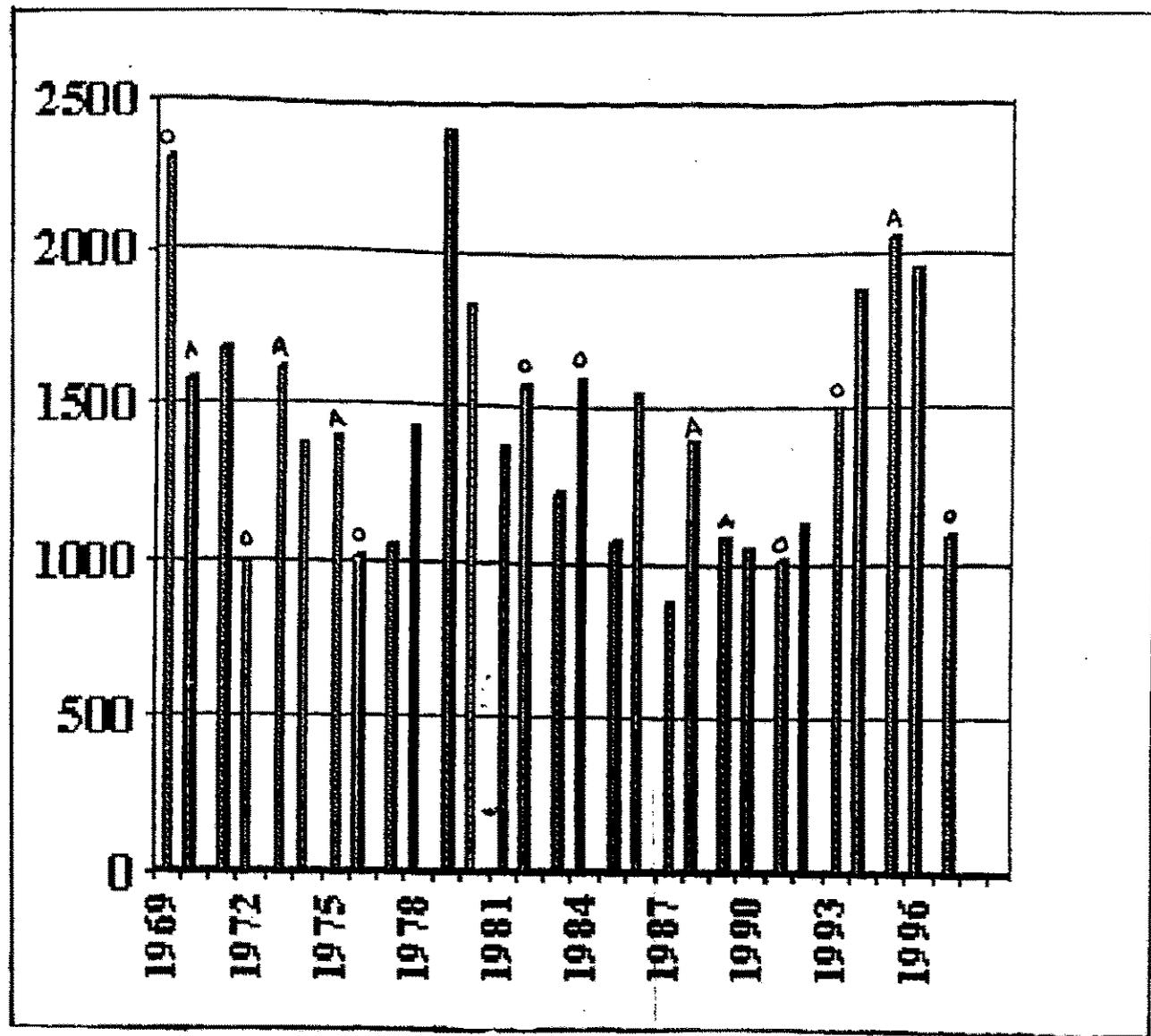


Figura 24 Presencia de El Niño y La Niña, y su correspondencia con los años secos y los años lluviosos respectivamente desde 1969 a 1996. Precipitación en mm de la ciudad de Rivas. (Fuente INETER).

3.9. EL TORNADO

Aunque los tornados son fenómenos que no pertenecen a la climatología tropical, sino a la zona templada, han ocurrido anomalías, en que ocasionalmente aparecen tornados, dentro del cambio climático que está sufriendo el mundo, pero conviene que sepamos de él.

Las razones de la formación de un tornado, están relacionados con la aparición de un frente frío. El rápido ascenso de aire caliente y húmedo (marítimo tropical), es forzado por la presencia de una masa fría y seca, que causa inestabilidad a la atmósfera... en forma pronunciada. En una atmósfera altamente inestable, el aire asciende a grandes alturas, y este ascenso lo hace en forma espiralada, alrededor de una zona de baja presión girando en sentido contrario al giro de las manecillas del reloj. En estas condiciones, la zona de baja presión se profundiza. En tanto la presión baja mas, la velocidad del viento aumenta, alrededor de esa baja, y al mismo tiempo el aire sube, alimentando el desarrollo de la nube-madre (cumulonimbus), es decir, el tornado no puede nacer sin la presencia de esta nube, la cual desarrollara mas y más.

Después de esta etapa, de la nube cumulonimbus se desprende una enorme "manga", hasta tocar el suelo (Figura 25), dando la impresión de una gigantesca "trompa de elefante", la cual, como accionada desde la nube, gira a fantástica velocidad, y teniendo una anchura de 300 metros, arrasa con todo lo que encuentra a su paso.

Siendo la presión interna muy baja, existe un contraste marcado con la presión de afuera, al extremo que si la manga llega a rodear una casa, cuya presión atmosférica interna no logro equilibrarse con la presión exterior, la casa puede estallar hacia fuera. En Agosto de 1904, en Mineapolis EEUU, la presión atmosférica registrada por el barógrafo, marcó 23 pulgadas de mercurio, equivalentes a 576.53 milibares. La presión atmosférica del huracán en su etapa máxima, es de 920 milibares o menor.

En el tornado que azotó Mineapolis, los edificios explotaron, cuando la manga del fenómeno paso sobre ellos. El único consuelo que los norteamericanos afirman, es que el tornado no puede destruir áreas mayores de ¼ de milla de ancho y no mas de 25 millas de longitud.

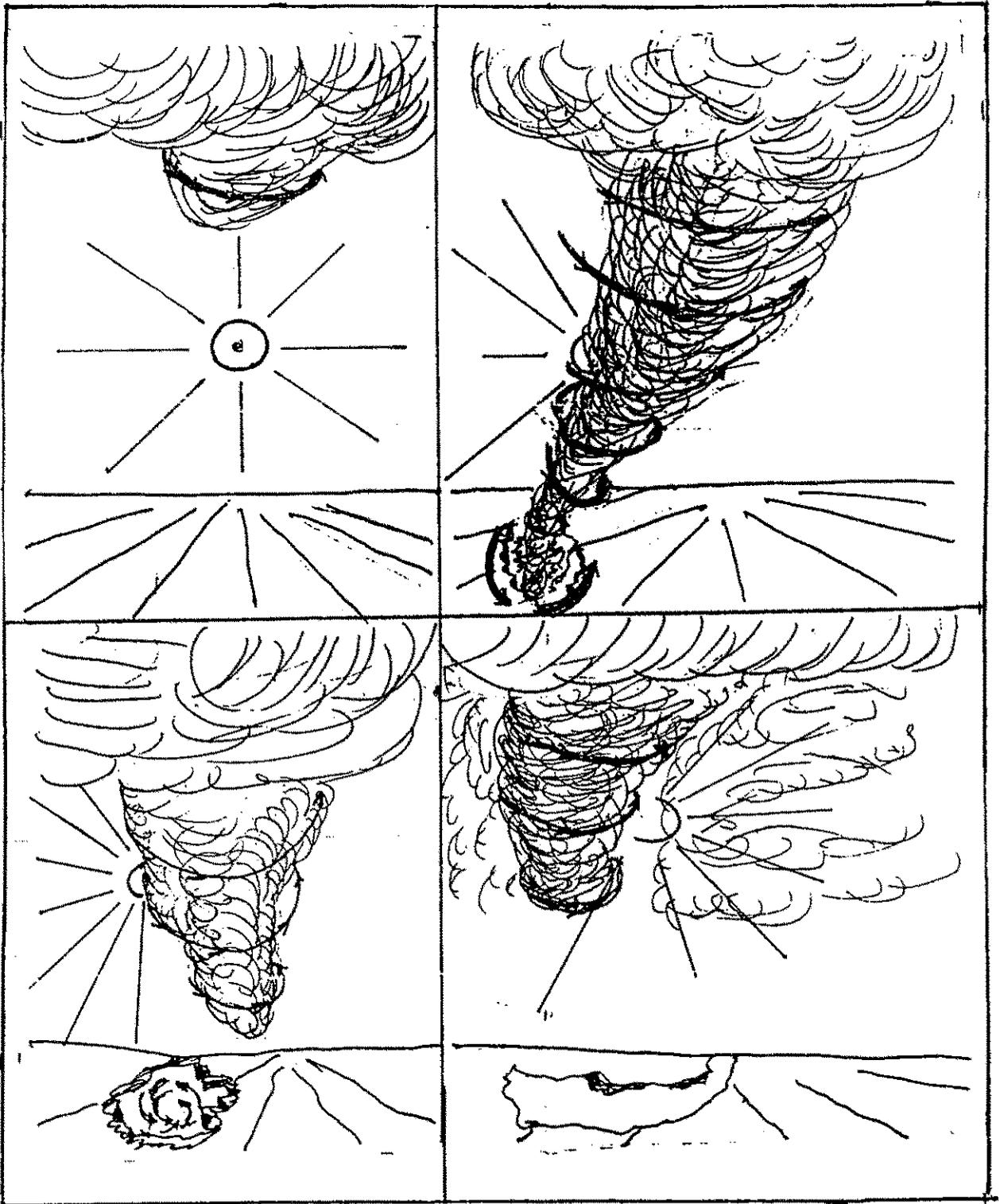


Figura 25. Diferentes etapas en la formación de un Tornado

IV. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos de esta investigación sobre la fenomenología meteorológica de Nicaragua, se llega a las siguientes conclusiones:

- 1) Los sistemas meteorológicos que afectan a Nicaragua son: La Vaguada Ecuatorial, la Onda Tropical, la Baja de San Andrés, los Ciclones Tropicales, y ocasionalmente se recibe la "visita" de un frente frío (Período Diciembre-Febrero). Actualmente se le ha agregado El Niño y La Niña.
- 2) Todos los fenómenos meteorológicos del área del Caribe y Centro América, dependen de la circulación general de la atmósfera, la cual tiene su origen en la energía que recibe del Sol, que provoca zonas de presión diferente, necesaria para determinar los movimientos de las grandes masas de aires.
- 3) Los fenómenos climatológicos del El Niño y La Niña provocan un debilitamiento y un reforzamiento respectivamente en los sistemas meteorológicos del área, con las consecuencias de prolongadas sequías (El Niño) y lluvias excesivas (La Niña).
- 4) Las lluvias excesivas que han hecho salir de madre a los ríos, ha arrasado aldeas, puentes, caminos, grandes cultivos y provocado la muerte de miles de personas.
- 5) Las sequías ha golpeados cosechas enteras de cultivos planificados y sistemas forestales, además de las timar el ato ganadero. Esto ha acentuado la pobreza ya existente en zonas tradicionalmente secas.

RECOMENDACIONES

- 1) Las sequías que resultan estimuladas por la presencia de El Niño, pueden atenuarse construyendo pequeñas lagunas de 1 km² en las zonas agrícolas, para almacenar agua de lluvia para riego. Estas lagunas deberán construirse cada 10 km de distancias y ocuparlas además como criaderos de peces.

- 2) Las lluvias en excesos provocadas por ciclones tropicales, cuya cantidad sube por la presencia de La Niña. Para atenuar la fuerza de los vientos del agua excesiva se deben reforestar todas las riveras de los ríos, con dos tipos de árboles: árboles de altura mediana en una faja más retirada del río, para que estos sirvan de contención de los vientos, y que éstos no puedan quebrarlos y árboles que absorban el agua excesiva y amarren la tierra, que sean péñinos árboles para maderera y leña, para que no puedan ser robados. Doy una lista: Palo de Hule (*Picus indicas*), Tiguilote (*Cordia dentata*), Nispero (*Manicara sapota*), Mamón (*Melicacea bijugatus*), Ceiba (*Ceiba pentandra*).

- 3) Para obtención de agua a largo plazo se recomienda: sembrar una baja de árboles de 1 km de ancho a lo largo de la faja del Pacífico. El viento que sopla del mar del Oeste trayendo aire húmedo logrará enfriarse adiabáticamente cuando pase por esta malla vegetal. Cuando la temperatura del aire alcance la temperatura del punto de rocío, el vapor de agua del aire se condensará (se convertirá en agua). Este mismo sistema se puede emplear en el polígono seco Segoviano, sembrando de árboles, al menos la ladera de barlovento (el lado donde golpea el viento).

VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Braham, R.T. 1949. The Thunderstorm- U.S. Department of Commerce- Washington. 350 pp.
- Byers., H. R. 1959. General Meteorology. Third edition. Washington, D.C. Mac-Graw-Hill Book Company. 540 pp.
- Castellón, Z. 1979. Revisión de mapas climatológicos de Nicaragua. Servicio Meteorológico Nacional de Nicaragua. 200 pp.
- Castellón, Z. 2001. Revisión de Estadística Climatológica (actualizada) de Nicaragua y el Caribe. 400 pp.
- Colon, J.A. 1977. A study for hurricane tracks for Forecasting purposes. Scientific Article. Monthly Weather Review. pp 53-56.
- Cry, G. W. 1962. Tropical Cyclones of the North Atlantic Ocean, 1901-1960. Monthly Weather Review. Vol. 90, No. 8. pp 341-349.
- Fassig, O.L. 1913. "Hurricane of West Indies". US-weather Bureau, Bulletin X, Washington, D.C. 28 pp.
- Flohn, H. 1968. Clima y Tiempo. Ediciones Guadarrama, S. A. Madrid, España. 260 pp.
- Glantz, M. H. 1998. Corrientes de Cambio: El impacto de "El Niño" sobre el -Clima y la Sociedad. Publicado por UNESCO. Primera Edición en Español. 141 p.
- Gutierrez, C. 1997. Impacto de El Niño en Nicaragua y América Latina. El Observador Económico. Ediciones Fideg, Managua. Revista de información Económica. 49 pp.
- INETER, 1998. Datos Climatológicos de Nicaragua. Editora INETER, Managua. 60 pp.

- INETER, 1989. Las lluvias del siglo. Editora INETER, Managua. 140 pp.
- ISA, 1980. Publicaciones de datos pluviométricos 1901-1978. Estación Pluviométrica del Ingenio San Antonio (ISA), Chichigalpa. 8 pp.
- Köppen, W. 1923. Die Klima der Erde. Berlín: Walter de Grytor and Co. 250 pp.
- Magaña, R. V. 1998. Que es el Niño?. Editora UNAM, Ciudad Universitaria, México, D. F. 60 pp.
- Miller, A. 1966. Climatología. 3ra. Edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 380 pp.
- NOAA, 1978. Stormfury Proyect. Ed. National Oceanic Atmospheric Administration. Washington, D.C. 20 pp.
- OMM, 1969. La Meteorología Aeronáutica en América Llatina. Organización meteorológica Mundial de las Naciones Unidas (OMM) Primera Edición, Ginebra Suiza. 400 pp.
- PHCA, 1978. El Huracán "Fifi" en Honduras. Publicación Investigativa del PHCA (Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano en Honduras. 120 pp.
- Ramírez, R. W. 1932. Los Huracanes en Puerto Rico. Editorial Universitaria de Río Piedra, San Juan Puerto Rico. Boletín Primera Edición. 74 p.
- Riehl, H. 1954. Tropical Meteorology. Edit. MacGraw-Hill Book Company. University, Chicago. 392 pp.
- Riehl, H. 1965. Intruduction to the Atmosphere. Edit. MacGraw-Hill Book Company. University, Chicago 365 pp.

- SMN, 1976. Mapas Meteorológicos de Superficie (periodo 10-30 sep 1974). Periodo del Huracán "Fifi" en Centro América. Laboratorios del Servicio meteorológico de Nicaragua (actual INETER). 80 pp.
- SMN, 1970. Datos de huracanes en Mapas Meteorológicos de Laboratorios del Servicio meteorológico de Nicaragua (actual INETER). 90 pp.
- Taylor. G. F: 1955. Elementary Meteorology. New York USA. 366 pp.
- Thompson & O' Briem, 1966. Fenómenos Atmosféricos. Editorial Life. Mejico. Edición No. 48. 200 pp.
- Weather, B. 1959. Hurricane Forecasting, Forecast Guide, No. 8. Washington, D. C. 108 pp.
- Vila, R., C. 1977. Atlas de Meteorología. Ediciones Jover, Barcelona España. 30 pp.
- Yanai, M. 1964. Formation of Tropical Cyclones, Review of Geophysics. Vol 2, No. 2. Government Printing Office. Washington, D. C. pp 367- 414.