

EL TIEMPO REINANTE EN COLOMBIA

sus características y su desarrollo)

por

Hans Trojer

VOLUMEN II

1.954

NUMERO 13

OLETIN TECNICO

IA PARTE

Estudios básicos para una
climatología dinámica de Colom-
bia.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
Centro Nal. de Investigaciones de Café - Chinchiná

EL TIEMPO REINANTE EN COLOMBIA

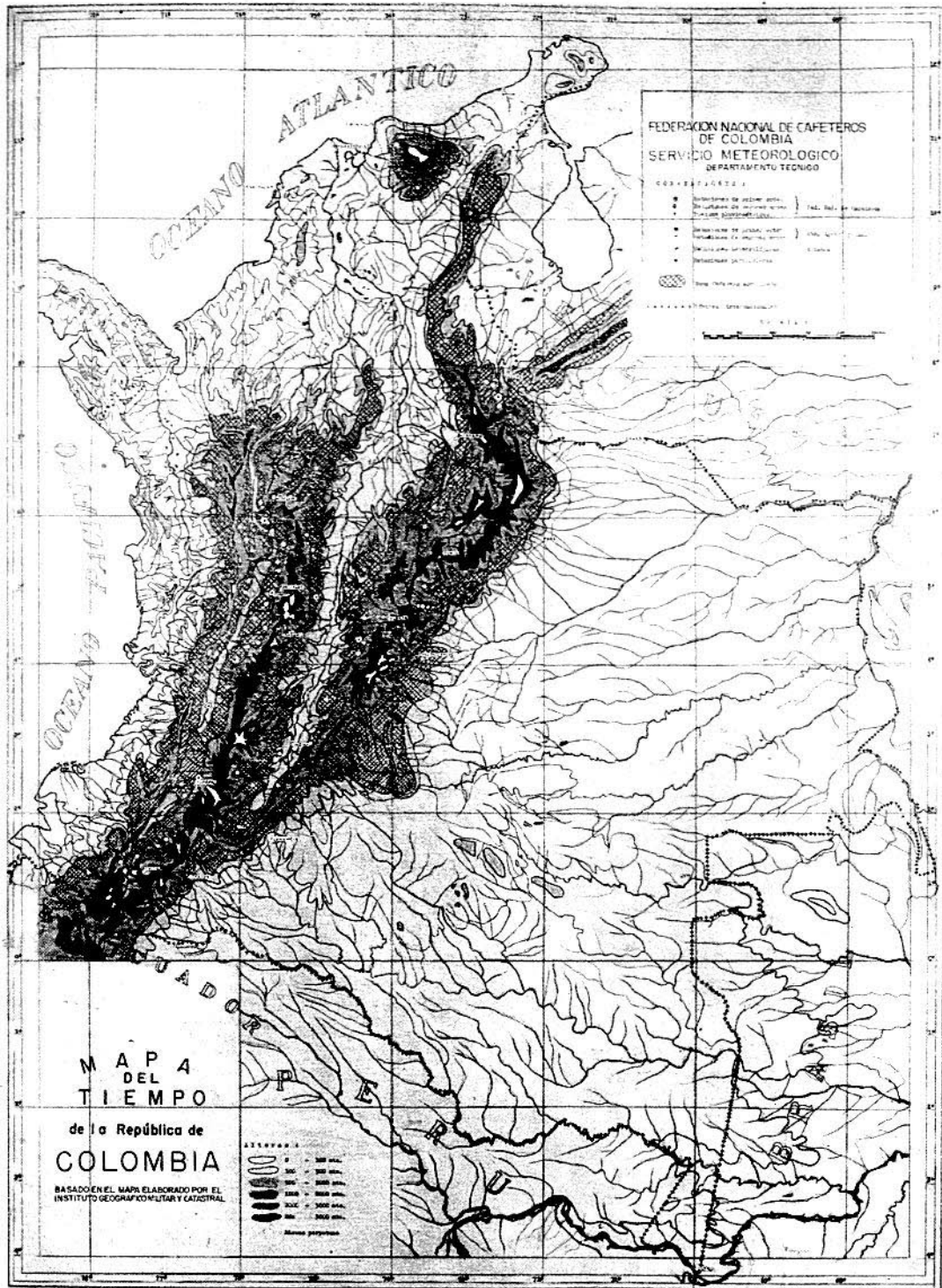
(sus características y su desarrollo)

PRIMERA PARTE : Estudios básicos para una climatología dinámica de Colombia
POR

Hans Trojer

Sección de Meteorología

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
Centro Nal. de Investigaciones de Café - Chinchiná



FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS
DE COLOMBIA
SERVICIO METEOROLOGICO
DEPARTAMENTO TECNICO

CONDICIONES:

- Observatorio de la ciudad de Bogotá
- Observatorio de la ciudad de Medellín
- Observatorio de la ciudad de Cali
- Observatorio de la ciudad de Bucaramanga
- Observatorio de la ciudad de Barranquilla
- Observatorio de la ciudad de Bogotá
- Observatorio de la ciudad de Bogotá

1:100,000

MAPA
DEL
TIEMPO

de la República de
COLOMBIA

BASADO EN EL MAPA ELABORADO POR EL
INSTITUTO GEOGRAFICO CONSULTIVO Y CATASTRAL

- ALTURAS
- 0 - 500 mts.
 - 500 - 1000 mts.
 - 1000 - 2000 mts.
 - 2000 - 3000 mts.
 - 3000 - 4000 mts.
 - 4000 mts.
- Almas por metros

EL TIEMPO REINANTE EN COLOMBIA

PRIMERA PARTE : Estudios básicos para una climatología dinámica de Colombia.

I n t r o d u c c i ó n :

El gran interés por el clima de la zona tropical, todavía poco estudiado y especialmente el interés por la circulación inter-tropical, fueron los móviles para analizar el clima de Colombia desde el punto de vista dinámico.- Además de la distribución media de los elementos climatológicos individuales, hoy en día se toma también en cuenta, en todos los campos de la meteorología, el aspecto dinámico de los mismos, cuya representación refleja mejor la coordinación de los diferentes factores meteorológicos.-

En el proceso dinámico del desarrollo del tiempo se distinguen los siguientes conceptos: Tiempo o Tiempo local, Tiempo reinante, Macro-tiempo o tiempo general.-

Con el concepto de Tiempo o Tiempo local se entiende el estado de la atmósfera y de sus características sucesivas durante un cierto lapso de algunas horas o de un día.-

El tiempo reinante se compone de varios tiempos locales a través de algunos días.- Tanto el tiempo local como el tiempo reinante se limitan por lo general a una región determinada.-

El macro-tiempo o tiempo general abarca varias y diferentes manifestaciones del tiempo reinante, unidas entre sí por su desarrollo como consecuencia del desplazamiento de los centros de acción respectivos.-

La situación del macro-tiempo rige la forma y el orden del desarrollo del tiempo reinante, siendo estable generalmente por un periodo, lo cual hace posible la determinación de sus características según una clasificación adecuada.-

El aspecto general de los componentes típicos del tiempo en cada momento (la variación de la presión atmosférica, la situación y el cambio de la temperatura, el movimiento atmosférico predominante, la nubosidad, la precipitación, etc.) determina la situación del macro-tiempo según el desenvolvimiento y proceso de sus diferentes tipos.-

Estudiando estadísticamente las diferentes situaciones del macro tiempo se encontrarán las características básicas, la frecuencia, la sucesión y las manifestaciones locales de ellas (Trojer), describiendo así, en forma más completa y detallada el clima de una región en su conjunto, es decir, en todos sus componentes meteorológicos, de acuerdo con la moderna climatología, que es una climatología dinámica.- En la zona tropical, donde los más importantes elementos meteorológicos para un lugar en sus valores medios, como la presión atmosférica y la temperatura, se muestran apenas por diferencias mínimas, la climatología dinámica permitirá por su método, sacar más fácilmente conclusiones sobre las relaciones entre los distintos factores atmosféricos en los diferentes sistemas de circulación.-

Los datos aerológicos y las investigaciones climatológicas, afortunadamente cada vez más numerosas en los territorios tropicales y subtropicales, comprueban claramente que dentro del área del sistema de la circulación tropical, la diferencia de la temperatura en extensión horizontal es mínima y no resulta suficiente para explicar el sistema de circulación tan extenso de los alisios contra-alisios, según Bjerknes.- Esta circulación atmosférica sólo sería posible en forma de sutiles fajas de rotación alrededor de centros de alta presión atmosférica que funcionan en sentido dinámico como centros de acción. También en otros trabajos recientes se expresaron dudas respecto al concepto clásico sobre la circulación inter-tropical de los alisios en la forma descrita por Halley, Ferrel y Helmholtz, concepción ésta que predomina aún en los libros de estudio.- Pero H. Flohn dice: "La idea clásica de una circulación vertical que gira alrededor de un eje horizontal en dirección de norte a sur y que por efecto de la fuerza de Coriolis se desvía en una circulación con dirección Este-Oeste, tiene que ser corregida".- También el movimiento circular vertical es tá formado solo por una delgada capa de corriente a ras del suelo, mientras que las corrientes de las capas medias y superiores se distinguen por una gran variabilidad que corresponde a la distribución de la presión atmosférica de acuerdo con el respectivo macro-tiempo.-

Los tipos principales del estado del macro-tiempo son: los ciclones y anticiclones, que se distinguen además de sus elementos principales por las diferentes manifestaciones del tiempo reinante.- La situación de los macro-tiempos ciclónicos, está caracterizada por la influencia advectiva, en tanto que los anti-ciclónicos dependen más de las influencias y diferencias locales.- Debido a la falta de mapas sinópticos en Colombia y a los aún escasos datos aerológicos, la diferenciación de la situación de los macro-tiempos, tiene que hacerse por observaciones de la aerología indirecta, es decir, por las observaciones de nubosidad en su forma, desarrollo y dirección del movimiento.- Con este fin, se anotaron durante un año el mayor número posible de datos sobre el desarrollo del tiempo en el observatorio meteorológico

de Chinchiná, datos complementados con observaciones ocasionales, realizadas en viajes oficiales a través de diversas regiones del país.-

En tal forma se busca una posibilidad para incorporar las diferentes descripciones sobre el clima de Colombia en un sistema general que concuerde con el sistema de la circulación intertropical y que en su descripción sobre el desarrollo del tiempo, llene las exigencias de una climatología dinámica.- Con la distribución y clasificación de los tipos de macro-tiempo queda estrechamente unido el transcurso medio de los diferentes elementos meteorológicos.- Hechos que se manifiestan especialmente en la zona tropical, donde se diferencian claramente perturbaciones en el ciclo periódico de cada uno de los elementos atmosféricos.-

Todos los elementos meteorológicos están unidos entre sí por leyes físicas y por ésto se denomina también la meteorología "física de la atmósfera".- La interpretación de los valores estadísticos llega a sus límites cuando las oscilaciones medias casi desaparecen, ocurrencia que dificulta grandemente esta labor, o cuando éstas caben dentro del error de observación.- Este caso podría ocurrir aquí respecto a unos de los datos registrados.- Aún más grandes son las dificultades de la interpretación de los datos, debido a las distintas horas de observación empleadas en los varios servicios meteorológicos del país que en parte coinciden con los momentos de fuertes cambios en los elementos (7h - 13h y 17h).- Así por ejemplo, las instrucciones más usadas aquí para tomar la lectura de las observaciones, permiten ejecutar éstas entre 7 y 8 a.m. y 13 y 14 horas, dando así un margen grande de variabilidad, digamos, en el promedio diario de la temperatura, que en algunos casos puede llegar hasta unos 3°C comparándolo con el verdadero promedio diario sacado de valores registrados en gráficas para 24 horas.- Por esto en la meteorología tropical se deberán emplear los métodos más exactos de observaciones para que se encuentren aún entre esas pequeñas variaciones, las diferencias reales.-

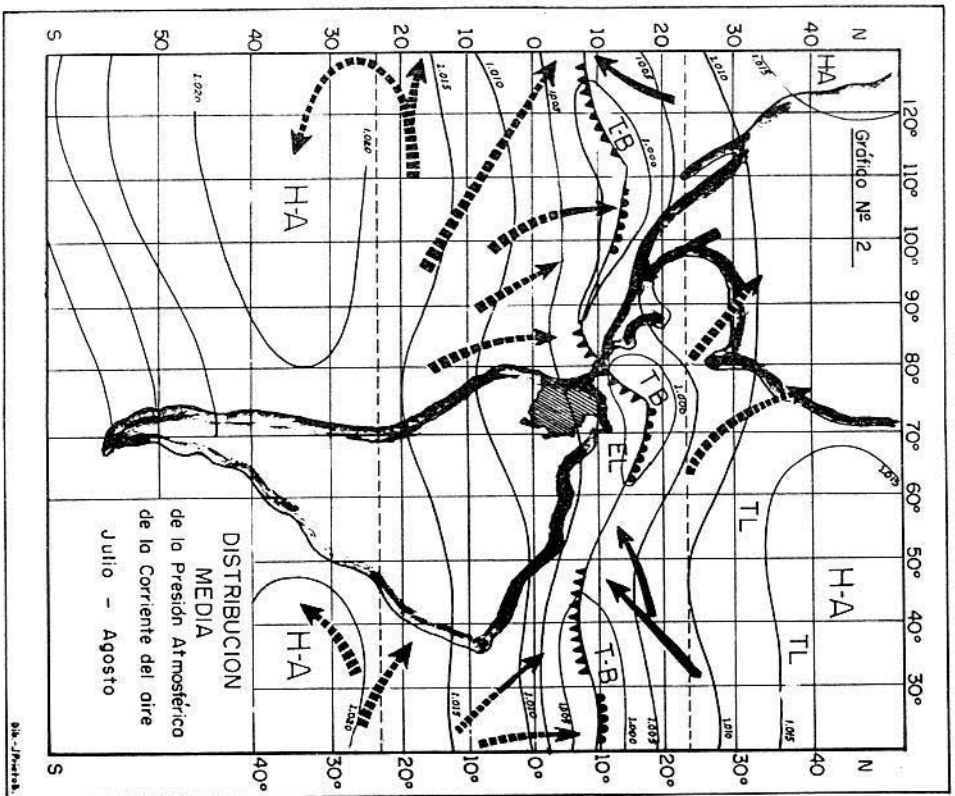
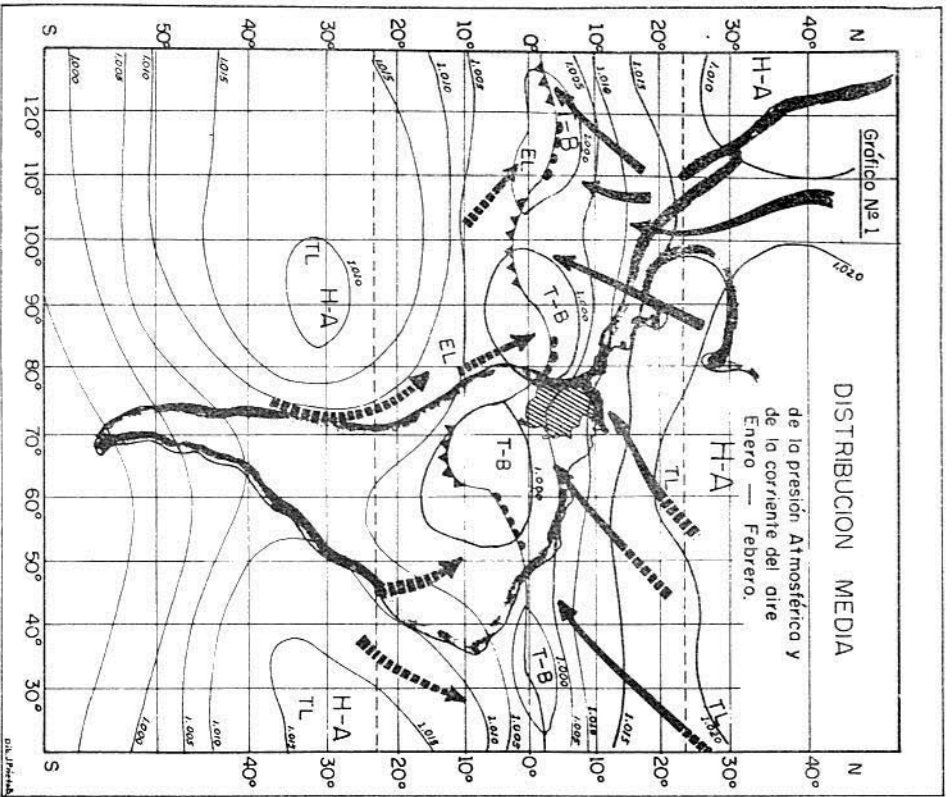
Por medio de una apropiada distribución de estaciones meteorológicas que deberán instalarse de acuerdo con la particularidad de la orografía, se lograrán mediante un fácil control y cotejo, datos fieles que abarcarán a grandes rasgos, las diferencias temporales y espaciales en el decurso del macro-tiempo.- Para determinar las características locales se necesitarán redes meteorológicas especiales.- En éstas se efectuarán observaciones sólo durante ciertos períodos que permitirán conocer claramente la relación entre el tiempo reinante, observado en las estaciones permanentes más cercanas y en la densa red de estaciones locales.- En esta forma se obtendrán las características locales durante los diferentes tipos del macro-tiempo así como su ubicación y periodicidad respectivas, todo lo cual permitirá reconocer la regularidad en el desarrollo del proceso del clima: fines importantes para la climatología aplicada.-

DISTRIBUCION GENERAL DE LA PRESION ATMOSFERICA Y DE LAS CORRIENTES DE AIRE SOBRE COLOMBIA

Son características de la situación de los macro-tiempos de la parte septentrional de Sur-América, la franja ecuatorial de baja presión y los dos cinturones sub-tropicales de alta presión atmosférica. Mientras que durante el mes de Enero reina sobre el continente suramericano una presión baja, que interrumpe el cinturón meridional de alta presión (Gráfico N° 1), la franja ecuatorial de baja presión se desplaza hacia el norte, de acuerdo con la posición cenital del sol.- Debido a este cambio de las masas de aire, se cierra el cinturón de alta presión, disuelto anteriormente en células y se extiende a través del Ecuador hacia el Norte.- A esta distribución general de la presión atmosférica con sólo débiles gradientes, corresponde la distribución promedio de la corriente de aire, tal como se describe en el "sentido clásico" de la corriente de los alisios.- Aquí solamente se puede dar una muy somera explicación de la situación de las corrientes y ésta es ilustrada por el hecho de que ni siquiera la conocida corriente de direcciones predominantes del Oeste de las latitudes medias dejó reconocer la existencia de zonas frontales.- Estas fueron descubiertas y localizadas después de analizarlas detenidamente en los mapas sinópticos, lo cual fue de gran importancia para la climatología sinóptica y para el pronóstico del tiempo.- Pero aún menos se puede encontrar aquellas zonas en los trópicos donde, debido a las actividades isóbaras e isotérmicas de la atmósfera, casi desaparecen en la mencionada igualdad de los elementos meteorológicos y por esto no aparecen en los mapas climatológicos respectivos.-

Si se toma como punto de partida el aspecto (obtenido de la estadística) de la distribución media de la presión atmosférica en la zona ecuatorial, exceptuando una corriente a ras del suelo influida por la cordillera, resulta para Colombia en el mes de Enero, una corriente de aire con dirección del Sur hacia el centro de la zona continental de baja presión atmosférica, sobre la cual se fusiona.- Desde la superficie de la tierra es muy difícil interpretar las características de los vientos superiores en los trópicos, muy en contraste con los de las latitudes más septentrionales (H. Flohn).- Los sistemas de vientos locales entre montaña y valle y entre tierra y mar, no dejan aparentar las direcciones principales en la altura.- Los vientos de la montaña y del valle se imponen frecuentemente sobre la dirección general de la corriente de las capas bajas y se hace muy difícil la determinación de la dirección de los vientos superiores por medio del movimiento de las nubes, debido a la poca velocidad y a la fuerte circulación vertical en nubes de forma de cúmulos.- Esto es válido especialmente para las capas medias y altas, que por lo general se trasladan tan lentamente, que su determinación solo es posible por una observación muy minuciosa.-

Debido a las más recientes investigaciones existen dudas respecto a la existencia de los alisios y contra-alisios, tal como han sido explicados hasta hoy en su concepción de una circulación meridional y vertical, pues es de suponer que los sistemas de corrientes generales



tanto en su componente horizontal como vertical se parten en diversos solenoides (regiones de alta y baja presión), tal como se les conoce en el análisis tridimensional del tiempo en las latitudes medias.- En Colombia, como en los Alpes, estos sistemas son deformados por las cordilleras, pero aquí, debido a la gran inestabilidad de las masas de aire, se forman éstos aún más complicados.- Sin embargo, se pueden reconocer las zonas frontales, si se toma el concepto "frente meteorológico" en un sentido un poco menos estricto y se consideran especialmente como características principales: convergencia de corriente, manifestaciones del tiempo, formas de nubes y su desarrollo.-

Para la línea de convergencia, ubicada en la franja ecuatorial de baja presión atmosférica, "Línea intertropical de convergencia" (ITC), se impone por sus manifestaciones características la denominación "frente meteorológico" (H. Flohn).- Esta línea de convergencia de diferentes corrientes de aire se extiende en promedio durante el mes de Febrero entre 0° y 2° de latitud norte y durante el mes de Agosto entre 12° y 14° de latitud Norte.- Representa una línea divisoria de dos corrientes diversas, con pocas diferencias entre las propiedades características de sus masas de aire (sólo pequeña diferencia en temperatura y humedad, pero de gran variabilidad en sus condiciones de inestabilidad).-

Esta ITC solamente puede existir en forma de ondas (teoría de clones) es decir, en forma de solenoides horizontales independientes, los cuales se deforman por la influencia orográfica de las altas cordilleras.- La cordillera central, con alturas superiores a 5000 metros, divide la parte de la respectiva franja de baja presión atmosférica sobre Colombia, en dos sub-regiones de bajas presiones, ubicadas la una al Oriente y la otra al Occidente de la cordillera central.- Sin embargo, parece que ambas son enrumadas por un centro único de baja presión, ubicado en alturas superiores.- Hasta la fecha no ha sido posible determinar hasta qué punto la alta cordillera causa dinámicamente, lomos de alta presión o vaguadas de baja presión atmosférica que influyen sobre la situación de las corrientes superiores.-

La situación de algunos macro-tiempos estudiados por la red de estaciones de la Federación Nacional de Cafeteros, todavía muy dispersas, dejan, no obstante, suponer una translación de éstos en la primera mitad del año, desde el Ecuador hacia los sub-trópicos (SE-NW) que ejercen en los meses de Julio y Agosto una influencia significativa en la parte occidental del mar caribe como centro de acción (Gráfico N°2) Por otra parte, parece que durante el verano del hemisferio Norte, corrientes septentrionales influyen sobre el aspecto general del tiempo en Colombia.- Luégo siguiendo el regreso y la repetición de la posición cenital del sol, se forma de nuevo, favorecido por la influencia predominante de la alta presión que se retira hacia el Sur, el centro continental de baja presión atmosférica, que retrocede paulatinamente de NE hacia el Sur y lleva involucrada la ITC.-

Características generales del movimiento del aire.-

Sobre las condiciones y las características de los vientos y su distribución a ras del suelo, se ha publicado muy escasa literatura y además existen pocos datos sobre vientos superiores.-

Apesar de que las condiciones de los vientos aparezcan tan sencillas (dirección casi constante y escasa velocidad, con raras excep-

ciones durante tempestades), son más complejas y su incorporación a los sistemas del macro-tiempo solamente a base de los valores promedios ofrece ciertas dificultades.- En las regiones de las costas y en las de las cordilleras, las corrientes de compensación térmica (vientos de tierra y mar, de montañas y valles), se sobreponen a las corrientes de aire que deberían esperarse según las leyes béricas de vientos, razón por la cual los valores promedios obtenidos de observaciones meteorológicas, reflejan principalmente esta situación local.- Las excepciones observadas se deben probablemente a perturbaciones ciclónicas.-

En las condiciones de los vientos se destaca muy claro el ciclo diario.- Por ejemplo, la hora en que se inicia el cambio repentino de su dirección en determinadas condiciones del macro-tiempo, es bastante constante, mientras que la fuerza del viento cambia más, pero raras veces pasa de 5 a 7 kilómetros por hora.- Solamente durante tempestades se observan ráfagas que alcanzan más de 50 kilómetros por hora.-

La mayor parte de las observaciones sobre los vientos por medio de globos pilotos, se realizaron en Colombia para fines de la aviación, pero infortunadamente disminuyó muy rápido el interés a causa de la escasa variabilidad de la dirección y de las fuerzas relativamente débiles de los vientos.- Las observaciones con los globos pilotos se abandonaron y fue frecuente la anotación: "El globo desapareció en las nubes"; estos ascensos, raramente pasaron de los 2000 a 3000 metros de altura.- Sin embargo, únicamente observaciones exactas y continuas y un estudio cuidadoso permitirán, como en el caso de otros elementos meteorológicos, encontrar las regularidades naturales.-

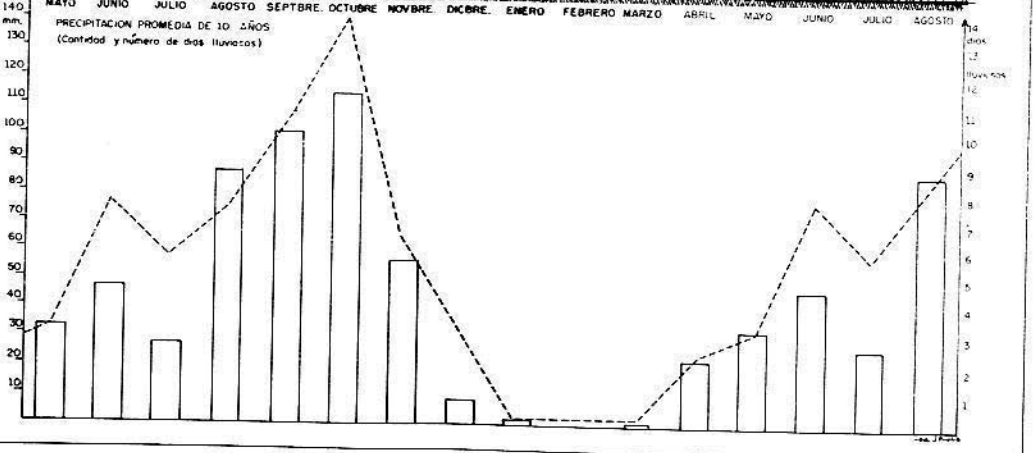
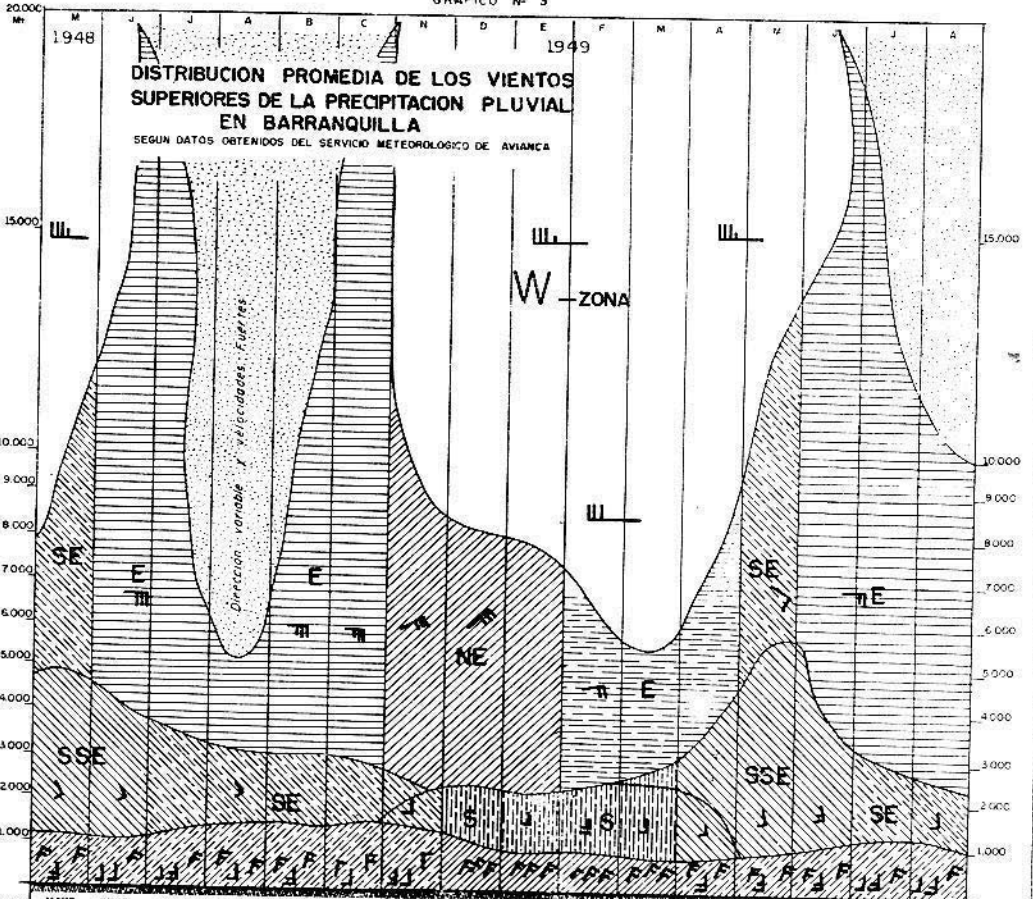
De gran interés son las ascensiones realizadas en Barranquilla, pero tampoco éstas tuvieron continuidad, durante algunos meses no se realizaron más que diez ascensiones y otras se interrumpieron en alturas de 5 a 6000 metros sobre el nivel del mar.- Por estas razones, los valores promedios así obtenidos, requieren una interpretación cuidadosa ya que los resultados obtenidos fueron generales, aunque suficientes para la meteorología de aviación, fin para el cual se realizaron.

La evaluación de la situación media de la atmósfera dió en casi todas las capas direcciones de componente Este, pero valores individuales mostraban también direcciones opuestas con rotación regular del viento a medida que aumentó su altura.- Cuando las oscilaciones en el curso de algunos meses alcanzaron muchas veces más o menos 120 grados, el valor promedio no pudo indicar la corriente que ha debido expresar. Por el contrario, esto demuestra más el cambio de las corrientes superiores, tal como se las conoce en las zonas templadas.-

Si estos resultados se representan gráficamente (Gráfico N°3), pueden distinguirse cuatro capas de altura :

- 1°- Capa del suelo o corriente a ras del mismo, hasta unos 1200 a 1500 metros sobre el nivel del mar.-
- 2°- Capa con una oscilación estacional anual, hasta unos 3000 a 4000 metros.-
- 3°- Capa con dirección predominante Este, cuyo límite superior muestra una dependencia aún más fuerte de las oscilaciones

GRAFICO Nº 3



estacionales anuales (durante la época de lluvia: desde los 4000 metros hasta la altura de 12 a 14000 metros alcanzada por las ascensiones).-

4°- Capa de vientos occidentales, que baja durante la época seca hasta unos 6000 metros.-

1°- Corriente a ras del suelo: Esta corriente que se extiende hasta unos 1200 a 1500 metros, ofrece dos tipos diferentes de circulación: el uno corresponde a la época seca de Noviembre hasta Marzo y el otro a la época de lluvias de Abril a Octubre.- Durante la última, el viento diurno y nocturno cambia su dirección en unos 180°; mientras que, durante la primera, (época seca) el viento muestra una dirección constante durante todo el día; característica que depende de la circulación de esta región (costa).-

2°- Por encima de la corriente a ras del suelo se encuentra intercalada una angosta capa con débil movimiento sobre la cual se coloca la corriente térmica de compensación.- Esta corriente abarca entre 1500 y 3000 metros aproximadamente, como se encuentra claramente durante los meses de Noviembre y Marzo (Barranquilla).- También en el interior del país se observa esta corriente térmica de regreso. En Chinchiná, por ejemplo, el viento del valle sopla con dirección NW-N, y los cúmulus congestos (también las tempestades) se mueven durante el día con frecuencia del SE - W.-

3°- En la capa con altura superior a 3000 metros predominan las corrientes de aire de dirección SE, pero con grandes oscilaciones alrededor del valor promedio (90° a 120°).- La dirección media Sur - Este, observada en estas alturas, puede suponerse durante todo el año, a pesar de la influencia que ejerce el centro continental de baja presión o el sub-trópico de alta presión, respectivamente.-

4°- La capa con vientos occidentales, encontrada por varios autorres (Sarasola, Flohn), se destaca bien en las ascensiones verificadas en Barranquilla.- Se observó hasta en los niveles superiores de la estratósfera (20000 metros) durante los meses de Noviembre e a Mayo; baja más durante el mes de Marzo hasta unos 6000 metros.-

En la época lluviosa de Junio a Octubre se observó en Barranquilla, en alturas superiores a 5000 metros, una capa con fuertes vientos (más de 50 Km/h.) y con direcciones variables, aunque sin constancia mayor de pocos días, si bien se repiten; hecho que parece estar relacionado con la existencia de sistemas móviles de depresiones superiores.-

También Riehl relaciona estrechamente la gran variabilidad de estos vientos de altura, con las depresiones superiores de aire frío que se encuentran en las altas latitudes.- Así que esta variación de los vientos de altura, contradice la conocida y sencilla descripción de la circulación ecuatorial en forma de alisios y contra-alisios.-

Si el sistema de los alisios, de acuerdo con la descripción clásica, estuviera originando primordialmente el transcurso del tiempo en los trópicos, el proceso de tales manifestaciones tendría que ser también, aquí en Colombia, más sencillo y regular.- Igualmente en la zona montañosa de este país, el cambio del tiempo dentro de la división general de épocas lluviosas y secas, no solamente debería ser más

regular, sino que igualmente tendrían que ser más uniformes las iniciaciones de esas épocas. - Pero las diferencias de año en año muestran grandes variaciones, como lo indica la siguiente tabla de precipitación en Chinchiná (Tabla N° 1).

TABLA N° 1

DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE CHINCHINÁ CALDAS :

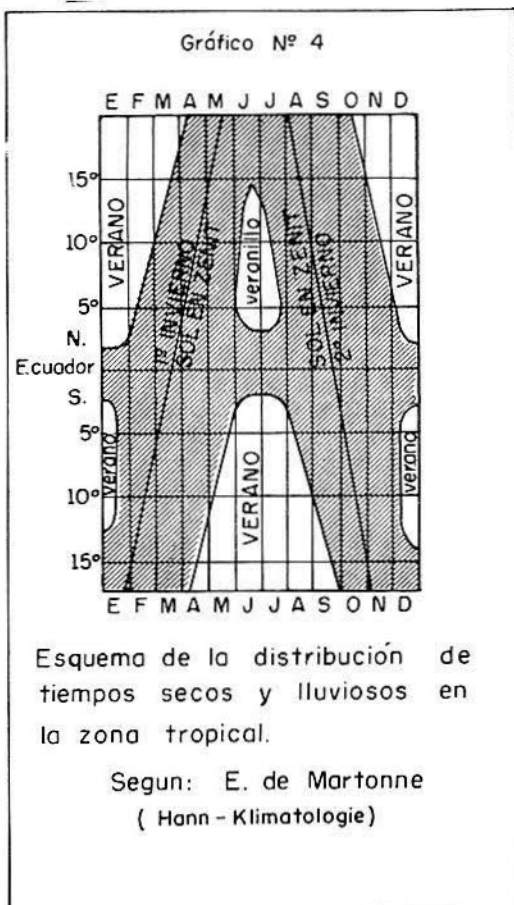
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agto.	Sept.	Octbre.	Nvbre.	Dobre.	Sum. anua.
1942	34.7	102.7	233.7	230.2	311.7	253.3	82.7	113.4	188.1	375.2	373.6	302.0	2601.3
1943	281.2	227.6	241.5	325.0	310.3	193.9	79.9	146.0	117.9	273.2	250.9	173.8	2621.2
1944	156.6	216.7	214.8	217.9	362.7	333.5	237.1	149.5	236.9	514.1	243.6	165.3	3049.0
1945	138.1	170.3	151.5	321.7	338.7	118.9	108.7	191.7	142.1	328.6	368.3	198.5	2647.0
1946	245.8	212.9	155.7	330.3	319.9	56.5	123.6	27.0	88.6	199.7	307.8	100.7	2168.5
1947	133.1	102.8	146.0	189.9	232.2	175.6	183.7	124.4	184.2	359.3	181.6	73.2	2086.0
1948	77.1	76.9	204.3	336.7	417.6	216.0	132.7	90.8	261.7	258.8	313.1	221.8	2607.5
1949	69.4	87.7	101.8	122.4	224.5	173.0	224.3	151.1	223.2	308.8	289.5	186.6	2162.3
1950	251.3	221.0	315.2	237.5	436.0	398.8	125.9	171.0	90.0	297.0	421.8	251.4	3216.9
1951	157.3	107.0	254.8	330.3	266.4	237.4	143.1	158.2	151.1	422.4	210.4	122.2	2560.6
1952	98.3	146.4	199.1	177.3	202.9	267.8	292.7	136.4	197.8	154.7	330.5	211.9	2512.8

También los demás elementos meteorológicos muestran sus variaciones proporcionales, de acuerdo con las oscilaciones de año en año. - Así, por ejemplo, R. Fletscher comprobó para Panamá la gran variación de la temperatura en relación con la actividad pluvial. -

DISTRIBUCION GENERAL DE LA PRECIPITACION PLUVIAL

El desarrollo anual de la distribución de las lluvias es conocido a grandes rasgos y hasta ahora se ha relacionado su origen con la corriente de los alisios.- Como para todas las regiones tropicales, también para Colombia es válido el esquema proyectado por E. de Martonne para las épocas lluviosas tropicales (Gráfico N° 4), del cual se puede determinar, según la latitud geográfica, la posición cenital del sol y las correspondientes épocas de lluvia y sequía.- Según él, existe

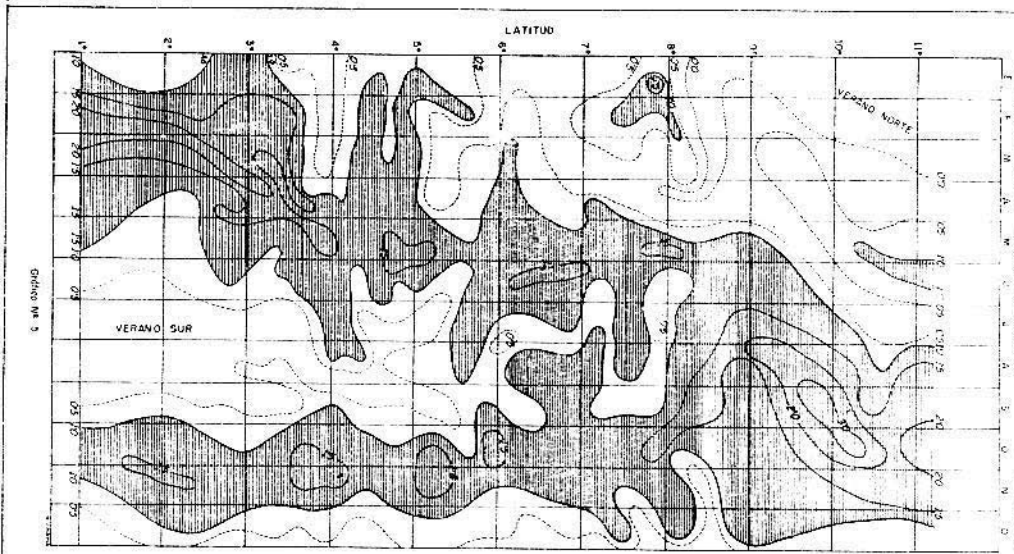
entre el Ecuador y los 14° latitud Norte, una doble época de lluvia que, con el aumento de la latitud, se convierte en una sola.- Hoy en día se relaciona la distribución de las lluvias con el desplazamiento de la ITC.-



A la misma conclusión llegan las siguientes observaciones sobre la distribución pluvial en Colombia: tanto el coeficiente pluviométrico, según Angot, como el número de días lluviosos, calculados en tanto por mil, muestran dos resultados bastante parecidos (Gráficos Nos. 5-6).- La línea 1.0 del coeficiente y la que indica el 80 por mil de días lluviosos por mes, separa las épocas relativamente secas y lluviosas.- Estos gráficos representan la distribución pluvial durante los meses indicados a través de todos los grados de latitud, con base en datos pluviométricos del año de 1950, de estaciones distribuidas a través de todo el país, sin considerar su longitud geográfica.- Para los dos periodos principales esta descripción coincide; solo en el principio y el fin de las mis

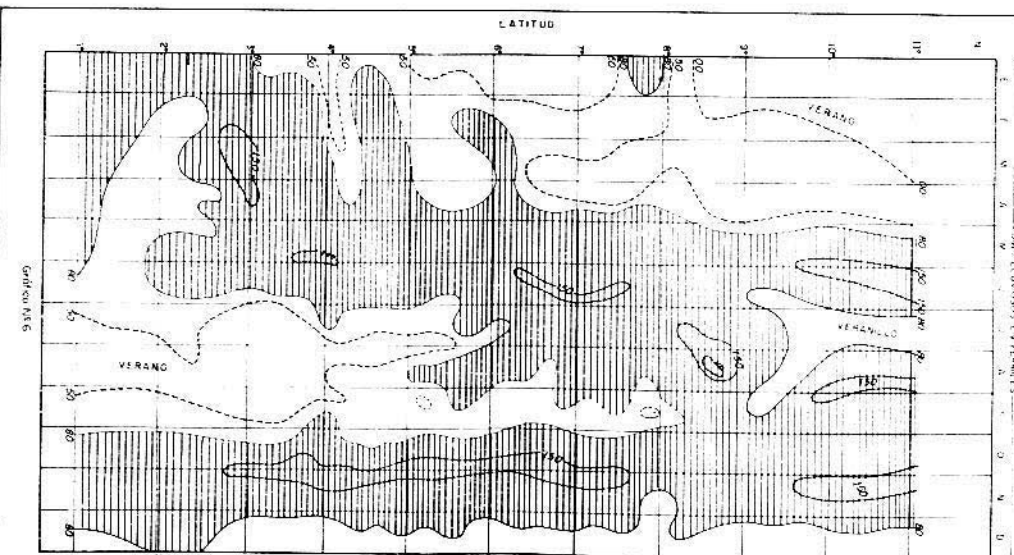
mas, y según la influencia que ejercen los centros anticiclónicos subtropicales, se pueden observar variaciones, lo que quiere decir que, en el desarrollo pleno de los periodos de lluvia, coinciden las cantidades relativamente grandes con el número de días lluviosos.- Su desplazamiento estacional anual se puede relacionar claramente con el avance de la ITC.-

DISTRIBUCION ANUAL DE LA PRECIPITACION PLUVIAL
 CON LA LATITUD (COLOMBIA)
 COLUMBIAN PLUVEMETERS



Grid No. 13

DISTRIBUCION ANUAL DE LA PRECIPITACION PLUVIAL
 CON LA LATITUD (COLOMBIA)
 ANNUAL PRECIPITATION BY LATITUDE



Grid No. 13.6

La época lluviosa empieza a principios del año en el Sur del país y a medida que corre el año avanza hacia el Norte, donde impera hasta Marzo y Abril la época seca.- La lluviosa región del Chocó es una excepción por causa de su situación orográfica que se explicará más adelante.- Después de la primera época lluviosa, con duración de dos a tres meses, avanza igualmente de Sur a Norte y hasta aproximadamente 8° N. un período seco (avance que sigue detrás de la ITC del cinturón sub-tropical de alta presión atmosférica).-

Desde Septiembre-Octubre, empieza un rápido retorno de las lluvias desde el Norte hacia el Sur, a través de todo Colombia.- Tanto la intensidad como las cantidades y número de días lluviosos alcanzan valores muy altos.-

DESPLAZAMIENTO DE LAS MASAS DE AIRE Y EL MACROTIEMPO

En la zona ecuatorial son principalmente las siguientes masas de aire las que determinan el tiempo reinante: el aire ecuatorial (EA) que corre desde el Ecuador hacia los sub-trópicos y el aire tropical (TA) que se desplaza de los sub-trópicos hacia el Ecuador.- Se debe distinguir, según la región de su origen y el camino que recorren, entre las masas continentales y las marítimas.- Masas de aire que permanecen durante algún tiempo sobre una región determinada, adoptan las características del ambiente medio de la atmósfera de esa región.- Las diferencias del ambiente medio entre el Ecuador y los sub-trópicos, son mas bien pequeñas y por lo mismo se distinguen poco entre sí estas dos clases principales de masas de aire.-

Aunque hasta la fecha no se pueden precisar datos característicos sobre las masas de aire que participan en el desarrollo del macro tiempo, es posible, sin embargo, indicar las condiciones originales (situación de la presión atmosférica, de la temperatura, humedad y corriente del aire) en sus principales diferencias.-

1-a.- Aire tropical marítimo (mTA): Desde su región de origen, el cinturón septentrional sub-tropical de alta presión atmosférica, corre hacia el Ecuador y se calienta a medida que avanza hacia el Sur.- A causa de su recorrido sobre el mar, las capas inferiores de estas masas de aire son húmedo-inestables, y dentro de ellas se forman sólo ligeras precipitaciones según su propio carácter de actividad pluvial.- Las capas superiores son desecadas a causa de fuerte subsidencia dinámica.-

1-b.- Aire tropi-continental (cTA): Es conducido por vientos septentrionales y es frío y seco.- Su región de origen es el centro meridional de alta presión, durante el invierno, en la parte Sur del Continente norteamericano.-

2-a.- Masas de aire marítimo ecuatorial (mEA): Tiene su origen en el cinturón meridional de alta presión (Océano Pacífico) y cruzan el Ecuador.- Están fuertemente saturadas de vapor de agua y sobre la cálida superficie terrestre aumentan la temperatura de sus capas inferiores, lo cual provoca la fuerte inestabilidad aerológica de estas masas de aire.-

2-b.- Aire ecuatorial continental (cEA): Se originan en el cintu

50°

60°

70°

80°

Grafico Nº 7

400 mb

TETAGRAMAS

de la temperatura potencial equivalente
de las ascensiones de radios ondas
efectuadas en Barranquilla.

5.000 m

500

4.000 m

600

3.000 m

700

2.000 m

800

1.000 m

900

1.000

1.000

- — — — 24 Enero/45 - a las 11 hs.
- — — — 24 " " - a las 23h
- — — — 25 " " - a las 23h.
- — — — 26 " " - a las 11h.
- — — — 5 Octubre/44 a las 11 h.
- — — — 6 " " - a las 23h.
- — — — 7 " " - a las 23h.
- — — — 8 " " - a las 23h.

600

700

800

900

50°

60°

70°

80°

Dib. J. Ariza.

rón meridional de alta presión, que se mueve durante el verano del hemisferio Norte sobre el continente suramericano y se extiende a través del Ecuador hacia el Norte.- Por lo general, el aire ecuatorial continental es caliente y seco.- Una vez que ha atravesado la cuenca amazónica puede adquirir en sus capas inferiores propiedades cálidas y húmedas (ésta puede ser la explicación de las ligeras precipitaciones de estancamiento, llamadas "paramitos" en la cordillera Oriental).-

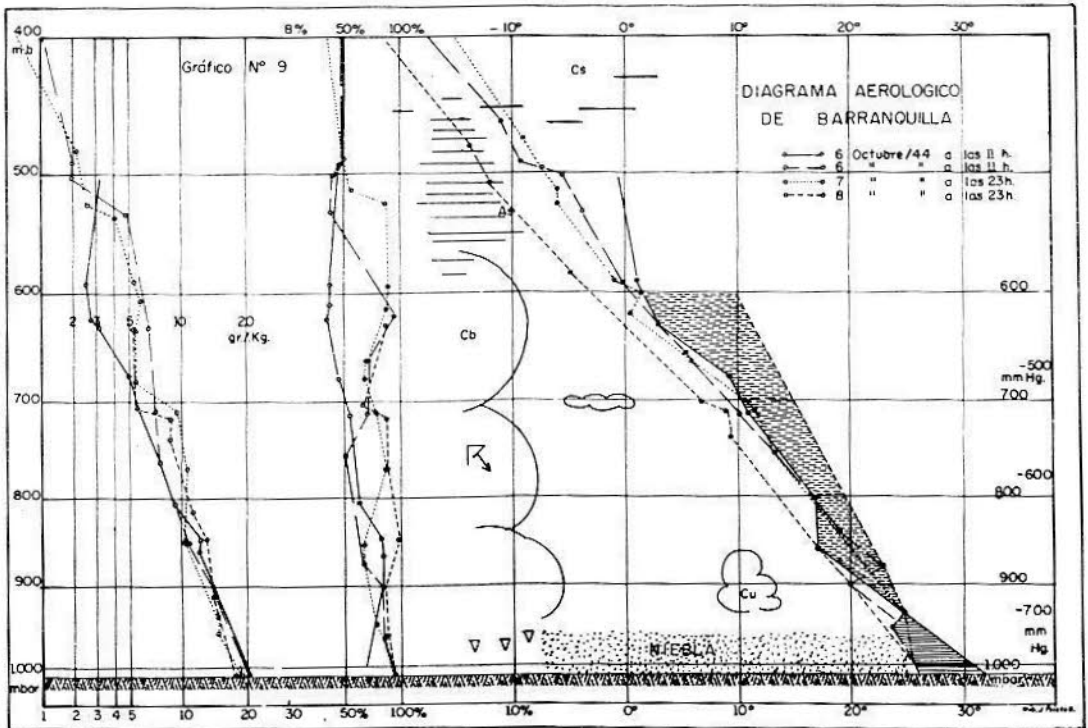
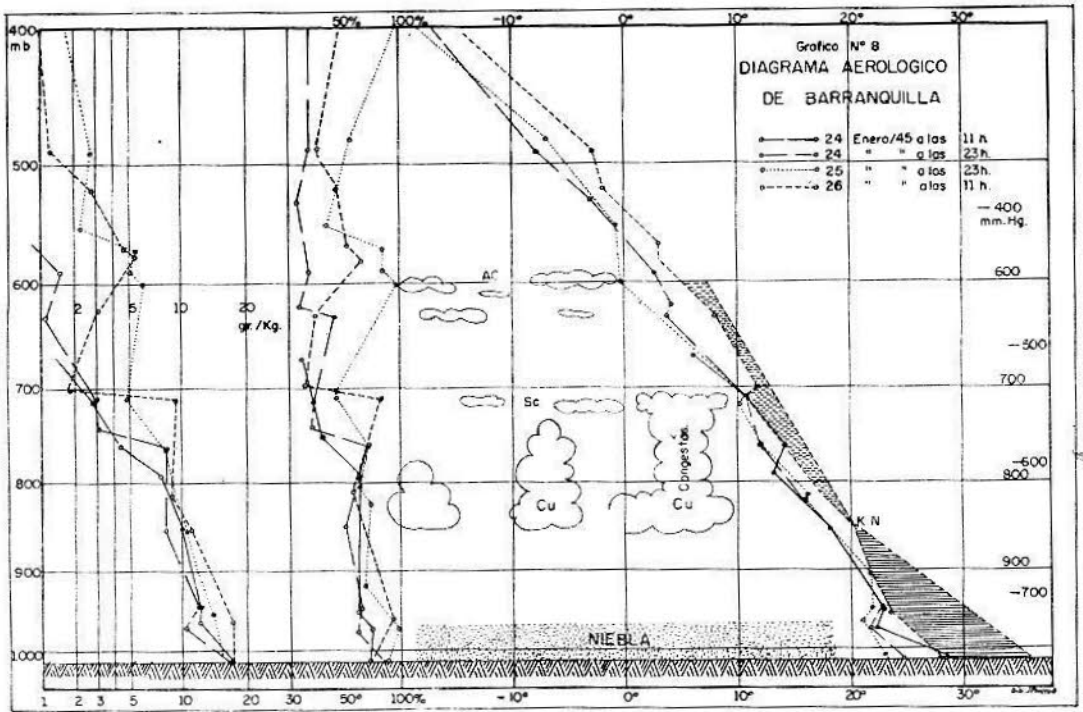
A base de esta división generalizada de las masas de aire y de la distribución predominante de las corrientes atmosféricas, se pueden interpretar muy bien los fenómenos del tiempo, no obstante su gran variabilidad, teniendo en cuenta además la estructura vertical de las masas de aire que han llegado de diferentes direcciones.- Algunos resultados obtenidos por medio de ascensiones de radio-sondas efectuadas en Barranquilla, pueden explicar más fácilmente el aspecto aerológico del tiempo y sus causas meteorológicas.- El "tetagrama" termodinámico de la temperatura potencial equivalente (" θ "), que representa el contenido de calor de las masas de aire -diferentes entre sí- muestra la estratificación vertical y la constitución de la atmósfera durante dos cortas épocas de observaciones: la una del 24 al 26 de Enero de 1945 y la otra del 6 al 8 de Octubre de 1944 (Gráfico N° 7).- Se trató de abarcar para Barranquilla las dos grandes épocas del tiempo reinante: la seca y la lluviosa, en su estructura aerológica.-

Hasta unos 3000 metros de altura se distinguen aparentemente entre sí, estas dos series de observaciones en sus valores " θ ", mientras que las capas de 3000 a 5000 metros muestran en su contenido de calor condiciones parecidas; así pues, ambas series emanan de temperaturas " θ " bastante diferentes en sus capas inferiores, por lo cual, la serie de la época seca representa la estructura estable, mientras que la época de lluvias se muestra en forma de estratificación inestable, en la cual sobre las capas cálidas inferiores se depositan masas de aire relativamente frías.- El "cuantum" de aire calentado sobre el suelo una vez iniciado el movimiento vertical, se conserva durante este proceso más cálido que el aire que lo rodea, permitiendo así la formación de nubes de fuerte desarrollo vertical (Cb -cúmulonimbus- nubes de tempestad).-

En la estructura vertical térmica de la atmósfera se encuentran también las capas ya conocidas de la distribución de las corrientes de aire.- Desde el suelo hasta una altura de 700 a 800 metros sobre el nivel del mar, se extiende la inversión a ras del suelo.- Encima de ésta se encuentra, a unos 1500 mts., otra inversión térmica (capa de interrupción en el descenso de la temperatura).- Pero la inversión más definida (inversión de subsidencia), se encuentra a unos 3000 mts; y a 4000 mts., se observa otra vez una capa térmica de transición.- De alturas superiores no existen datos, por lo cual no se pudo investigar la mitad superior de la tropósfera.-

Los pocos ascensos interpretados, permiten reconocer claramente las dos principales masas de aire: La TA y la EA; pero solo con cautela se puede hacer una sub-división detallada de esas masas.-

Los dos diagramas aerológicos (Gráficos Nos. 8 y 9) muestran la distribución de la temperatura y la humedad de acuerdo con la altura. La presentación esquemática del aspecto de la nubosidad, en concordancia con la distribución anterior, trata de interpretar la estructura de la tropósfera, durante las dos principales épocas anuales del tiempo.



po.- Durante la época seca (Barranquilla: Noviembre-Marzo), con la corriente predominante NE a ras del suelo (alcanza hasta cerca de 1200 metros) llega aire tropical-marítimo; en ella se forman frecuentemente, por causa de la irradiación nocturna, nieblas rastreras y nieblas con techo bajo de pocos metros de altura (Avianca), que según la inversión del suelo llegan hasta unos 700 metros en su parte superior y que se disuelven en las primeras horas de la mañana para convertirse en nubes de forma cumuloide.- La energía de disolución (potencia de estabilidad o inestabilidad de la masa de aire) es grande en la época de sequía (parte rayada entre la adiabata seca y la curva del estado momentáneo de temperatura) y tiene sobre el suelo una diferencia térmica de 8°C.- Debido a esta causa solo es posible una lenta formación de nubes del tipo cúmulus, cuyo nivel de condensación (nivel de saturación del vapor de aire) se encuentra aproximadamente entre 1200 y 1500 metros de altura.- Encima de éstas solo se observa poca inestabilidad, disminuida aún por débiles capas de discontinuidad térmica.- La energía de inestabilidad (espacio con rayas interrumpidas entre la adiabata húmeda y la curva del estado temporal térmico) alcanza a la altura de 600 milibares, solamente unos dos a tres grados centígrados.- Así se forman las nubes de la clasificación CL2 (cúmulus congestus), que se extienden a nivel del piso de la inversión a una altura de unos 2500 a 3000 metros y forman las nubes clasificadas CM6 o altocúmulos cumulogénitos.-

En las capas de 1500 a 3000 metros se anotaron vientos del Sur, que a juzgar por su contenido de calor, deben considerarse como una corriente de compensación térmica, de dirección opuesta a la del suelo (de tierra hacia el mar).- Además se encontró entre los valores medios de la distribución de las corrientes, una capa con vientos Orientales que llegaron con las masas de aire seco y caliente, las cuales se pueden calificar como masas de aire ecuatorial continental (CEA). En ellas se forman a una altura de unos 4000 metros, campos de altocúmulos dispersos (altocúmulos floccus ondulados).-

Probablemente las masas de aire de la tropósfera superior (zona de vientos occidentales) son frías y secas y hacen que las capas inferiores se enjuten.-

A partir de Agosto la actividad ciclónica alcanza su punto culminante, lo cual se muestra por aumento de los fuertes vientos superiores y por una gran variabilidad en sus direcciones, en primer lugar, y en segundo lugar, por los rápidos cambios de las masas de aire.- Estas manifestaciones están relacionadas con el paso de débiles depresiones barométricas de la ITC.- Los centros superiores de baja presión casi estacionarios, bajan con sus corrientes hasta unos 5000 metros y arrastran masas de aire frío y húmedo, condición que aumenta la inestabilidad de las capas más altas.- Por ejemplo, la ascensión del 8 de Octubre de 1944 mostró un enfriamiento general en todas las alturas, hasta la de 400 milibares, aumentando la humedad relativa en toda la masa.-

La inestabilidad en las épocas lluviosas es cinco veces superior a la que se encontró durante los ascensos en el mes de Enero, mientras que la energía de disolución es considerablemente inferior.- El aspecto esquemático de la nubosidad típica revela formas de cumulonimbos a partir de unos 600 metros hasta grandes alturas, que forman durante su desarrollo en los lugares de las débiles inversiones, capas extendidas a través de éstas, tanto en los niveles bajos como en los medios.

También las frecuentes tempestades térmicas durante día y noche de la época lluviosa (Agosto, Septiembre y Octubre), afirman esta estructura aerológica sobre Barranquilla.-

En la época de transición (Abril a Junio), la corriente del Sureste aumenta su fuerza a partir de 1200 metros hacia arriba y alcanza el suelo después de iniciar la convección térmica.- Con esta corriente probablemente se trasladan del Sureste hasta más allá de la costa del Caribe, perturbaciones atmosféricas con carácter de oclusión, que se encuentran alrededor del principal centro continental de baja presión atmosférica y que provocan con su movimiento hacia el norte, las fuertes lluvias después de la sequía en la parte septentrional de Colombia.-

CICLO DIARIO DE LOS ELEMENTOS METEOROLOGICOS

En los trópicos el ciclo diario es un factor de gran importancia. Debido a su desarrollo claro y regular ya se conoce para la mayoría de los factores meteorológicos, sus características esenciales; por ejemplo, la onda doble de la presión atmosférica, el ciclo bien definido de la temperatura del aire, de la humedad relativa etc.; este ciclo diario es semejante al curso de los elementos durante el tiempo de verano en las latitudes medias (Alpes), donde igualmente la actividad propia de las masas de aire con sus fuertes manifestaciones locales, es determinante para el carácter del tiempo.-

Analizando algo más detenidamente el ciclo diario de los elementos meteorológicos y sus relaciones mutuas, se observan algunas características regulares, como se puede ver en las evaluaciones horarias de las gráficas registradas en el Observatorio del Servicio Meteorológico de la Federación, en Chinchiná (altura 1360 metros, latitud $4^{\circ} 58'$, longitud $75^{\circ} 37'$ W. Gr.).- Analizando los valores progresivos de los registros correspondientes al año de 1952 (Gráfico N° 10), según la fórmula $(a + 2b + c : 4)$ se observa mejor el desarrollo general de estos elementos, facilitándose en esta forma la investigación del conjunto de los factores climáticos más importantes, para el curso de un año.-

Fuera del bien conocido ciclo diario (periódico) de la presión atmosférica, aparece también en los trópicos, aunque mucho menos notable, un ciclo no periódico.- Este puede aquí, lo mismo que en las latitudes medias, debilitar o tratar de sobreponerse al ciclo diario de la presión atmosférica durante días de tiempo ciclónico (naturalmente este efecto no se observa en todas las estaciones al mismo tiempo).-

Además de una variación en la hora de la iniciación, sucede también un cambio en la oscilación promedia diaria, durante los diferentes meses y por consiguiente resulta una variación de las diferencias barométricas de hora a hora.-

Las desviaciones promedias del máximo principal (10 a.m.) y del mínimo principal (16 a 17 horas) del promedio mensual a través de los diferentes meses, y aún más claramente, el promedio diario, muestra a lo largo del año una onda doble.-

CURSO PROMEDIAL DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS METEOROLOGICOS

SEGUN EVALUACION HORARIA REGISTRADOS EN CHINCHINA-1952

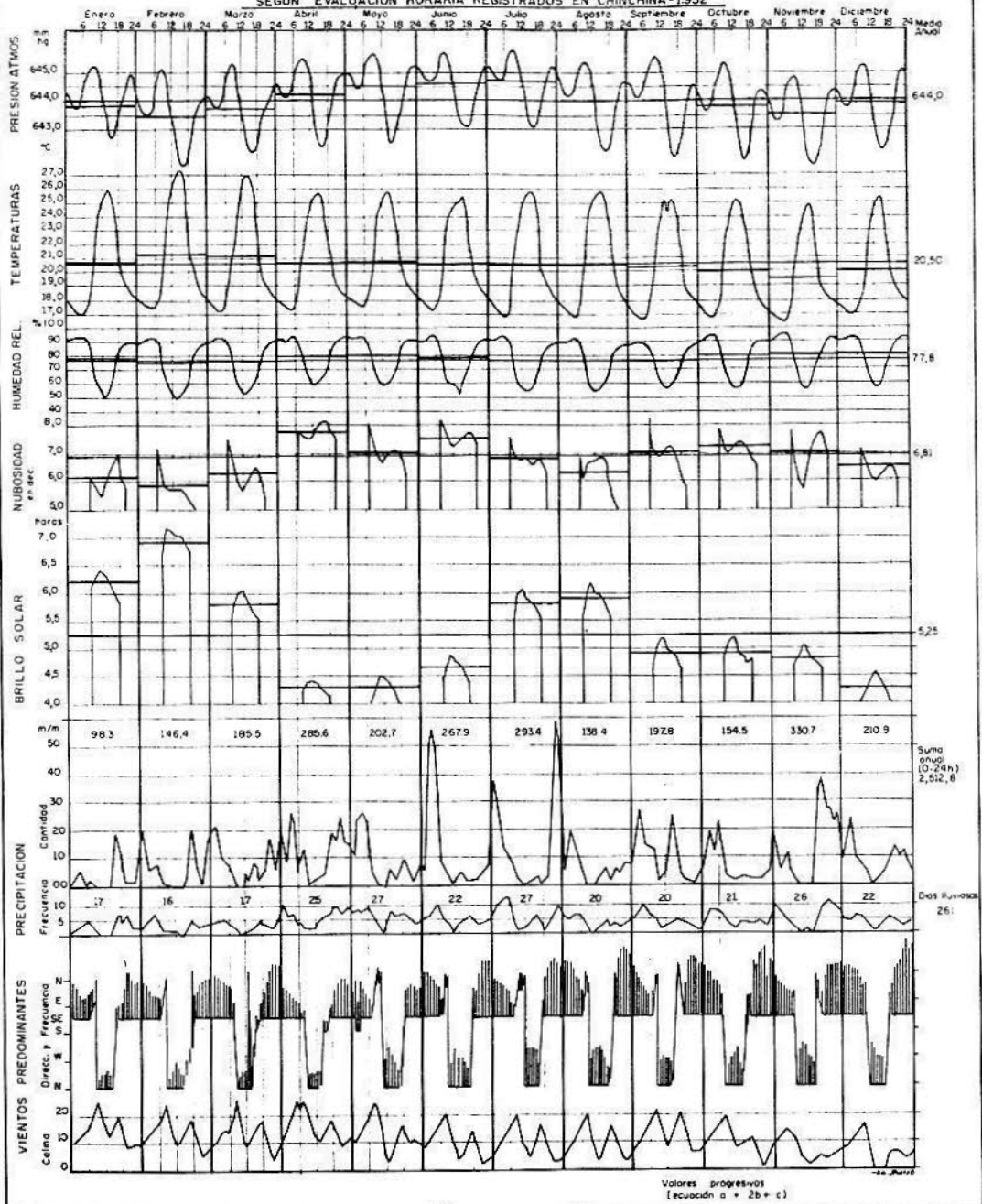


TABLA N° 2

DESVIACION DE LOS PROMEDIOS PROGRESIVOS DE LA PRESION ATMOSFERICA
DEL PROMEDIO MENSUAL (Chinchiná 1952) en mm. Hg.-

	<u>Enero</u>	<u>Febr.</u>	<u>Marz.</u>	<u>Abr.</u>	<u>Mayo</u>	<u>Junio</u>	<u>Julio</u>	<u>Agost.</u>	<u>Sepbr.</u>	<u>Oct.</u>	<u>Nbre.</u>	<u>Dbre.</u>
Max.	1.4	1.7	1.6	1.3	1.2	1.1	1.2	1.4	1.6	1.6	1.4	1.4
Min.	-1.6	-1.8	-1.6	-1.9	-2.0	-1.6	-1.6	-1.8	-2.0	-1.9	-1.8	-1.8
Osc.	3.0	3.5	3.2	3.2	3.2	2.7	2.8	3.2	3.6	3.5	3.2	3.2

Las desviaciones de las máximas sobrepasan el promedio diario en menor grado que las mínimas que están por debajo del mismo.- Al final de las dos épocas secas, la oscilación diaria alcanza su valor máximo (Febrero 3.5, Septiembre 3.6 mm. Hg.), marcando el máximo de la mañana 1.7 y 1.6 y el mínimo de la tarde -1.8 y -2.0 respectivamente.-Las oscilaciones más pequeñas se observan durante los meses de Enero y Junio en los cuáles sobrepasan el valor promedio diario solo en 1.4 y 1.1 o se registran por debajo en 1.6 respectivamente.-

Debido a la pequeña variación de la presión atmosférica con los trópicos, basta un año para mostrar el desarrollo típico de este factor, y según Hann Süring, quedan relativamente proporcionales las desviaciones medias mensuales para 17° Norte en relación al promedio de varios años; apesar del aumento general de éstas desde el Ecuador hacia las latitudes medias.-

TABLA N° 3

DESVIACION DEL PROMEDIO MENSUAL DE LA PRESION ATMOSFERICA
DEL PROMEDIO ANUAL (Chinchiná 1952)

	<u>Enero</u>	<u>Febr.</u>	<u>Marz.</u>	<u>Abr.</u>	<u>Mayo</u>	<u>Junio</u>	<u>Julio</u>	<u>Agost.</u>	<u>Sepbr.</u>	<u>Oct.</u>	<u>Nbre.</u>	<u>Dbre.</u>
Chinchiná	-0.2	-0.6	-0.3	0.2	0.5	0.6	0.7	0.0	0.0	-0.2	-0.5	-0.5
17° Lat. N. (Hann)	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5

Los promedios mensuales de la presión atmosférica de los barogramas de Chinchiná, alcanzan dos mínimos (Febrero 643.4 y Noviembre 643.5 mm. Hg.), y dos máximos (Junio 644.7 y Diciembre 643.9 mm. Hg.).- La presión baja de Febrero es consecuencia de la influencia térmica, lo cual comprueba el ciclo diario de la temperatura, nubosidad e insolación, mientras que la de Noviembre tiene su causa en el cambio no periódico de la presión (influencias ciclónicas).-

El ciclo diario de la temperatura se caracteriza en los trópicos por una onda sencilla, con un mínimo poco antes de la salida del sol y un máximo en las primeras horas de la tarde.- El tamaño de la amplitud, así como las horas en que se presentan, dependen de las respectivas condiciones del tiempo reinante y su nubosidad, que en determinados casos pueden provocar considerables desviaciones del ciclo normal.

Esto se reconoce también en los valores progresivos de los meses de Mayo, Junio, Septiembre y Octubre.- Especialmente las máximas muestran durante estos meses, debido a las diferentes horas de su iniciación, considerables anomalías (máxima antes del medio día); pero también las mínimas nocturnas se desplazan hasta cerca de la media noche (1 a 2 a.m.).-

Las interpretaciones de las observaciones horarias de los termogramas de Chinchiná, muestran una desviación positiva del promedio mensual durante el primer semestre del año y una negativa durante la segunda mitad de éste.-

TABLA N° 4

DESVIACION DEL PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA

DEL PROMEDIO ANUAL. (Chinchiná 1952)

Ener.	Febr.	Marz.	Abr.	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sepbr.	Oct.	Nbre.	Dbre
0.1	0.7	0.8	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	- 0.1	-0.4	-0.9	-0.4

Esto se explica debido a la mayor actividad ciclónica en la segunda mitad del año, y el consecuente aumento de nubosidad con un mayor número de días lluviosos.-

Un aspecto semejante muestran también las oscilaciones del desarrollo medio diario del ciclo térmico, la temperatura con sus valores altos en los meses de Enero, Febrero, Marzo y Agosto, con una oscilación diaria promedio superior a 9°C mientras que los valores de meses restantes son inferiores a estas cifras.-

TABLA N° 5

DESVIACION DE LOS PROMEDIOS PROGRESIVOS DE LAS TEMPERATURAS EXTREMAS

EN RELACION A LOS PROMEDIOS MENSUALES. (Chinchiná 1952).

	Enero	Febr.	Marz.	Abr.	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sepbr.	Oct.	Nbre.	Dbre.
Max.	6.8	6.1	5.8	4.9	5.0	4.7	5.1	5.2	4.8	5.0	5.4	5.1
Min.	-3.8	-3.8	-4.0	-3.4	-3.3	-3.4	-3.8	-3.9	-3.7	-3.6	-3.2	-3.1
Osc.	10.0	9.9	9.8	8.3	8.3	8.1	8.9	9.1	8.5	8.6	8.6	8.2

La hora de iniciación de las temperaturas mínimas se observa entre las 4 y 7 a.m. y las máximas entre las 14 y 16 horas.- Pueden ocurrir variaciones durante las estaciones del año en la amplitud de las oscilaciones y en la hora de iniciación de los valores extremos.- Las oscilaciones más grandes corresponden a las dos épocas secas (Enero y Agosto), mientras que las más pequeñas se observan al final de las épocas lluviosas.-

La humedad relativa muestra un ciclo diario y un desarrollo seme

jante al de la temperatura, pero a la inversa.- En días despejados el ciclo diario está mejor destacado que en días nublados; de modo que la oscilación promedia diaria de la humedad indica el predominio de días claros o nublados, lo cual complementa la descripción del desarrollo anual del tiempo.-

TABLA N° 6

DESVIACION DEL PROMEDIO PROGRESIVO DE LA HUMEDAD RELATIVA DE LOS VALORES PROMEDIOS MENSUALES. (Chinchiná 1952).

	<u>Enero</u>	<u>Febr.</u>	<u>Marz.</u>	<u>Abr.</u>	<u>Mayo</u>	<u>Junio</u>	<u>Julio</u>	<u>Agost.</u>	<u>Sepbr.</u>	<u>Oct.</u>	<u>Nbre.</u>	<u>Dbre.</u>
Max.	15	18	16	14	14	16	16	17	15	15	13	12
Min.	-31	-24	-23	-21	-20	-26	-23	-21	-20	-23	-24	-24
Osc.	46	42	39	35	35	42	39	38	35	38	37	36
Med.	70	68	65	68	73	71	70	70	71	70	76	73

La oscilación diaria de la humedad relativa alcanza su máximo con más de 40%, durante el período de la influencia del centro tropical meridional de alta presión, en los meses de Enero y Febrero.- También durante el mes de transición de Junio, alcanza valores de más de 40%, lo cual subraya el carácter variable del tiempo reinante durante ese mes, mientras que en los meses de lluvia muestra únicamente una oscilación diaria de la humedad relativa entre 35 y 38%. - Los valores promedios mensuales de la humedad relativa se presentan de acuerdo con el ciclo térmico, con cifras bajas durante la primera mitad del año; mientras que la segunda es generalmente más húmeda con su máximo de un 76% en el mes de Noviembre.- La iniciación de los valores máximos se registra entre las 4 y las 6 a.m. (semejante a la mínima de la temperatura) y entre las 12 y 15 horas, es decir, antes del principio del máximo térmico.- También la amplitud de la humedad relativa depende en alto grado, así como la iniciación de los extremos, de las condiciones predominantes del tiempo reinante.-

El ciclo diario de la nubosidad y el del brillo solar en las partes montañosas de los trópicos, no son procesos perfectamente recíprocos.- La formación local y la frecuencia de las nubes del tipo cúmulos (Cu. Cb.) con sus capas de extensión (Ac. cúmulus génitus), a través de las inversiones térmicas que avanzan con la corriente superior, (de la montaña hacia el valle) disminuyen considerablemente la duración del brillo solar en las vertientes.- De manera que si se observa en forma simultánea la nubosidad y el brillo solar, pueden ocurrir diferencias motivadas por la ubicación de las nubes en relación con la posición del sol, hecho que ocurre frecuentemente en ciertas condiciones del tiempo reinante.- Por esto, aquellos dos datos se complementan y no pueden ser reemplazados el uno por el otro en una completa descripción del tiempo. (Gráfico N° 10).-

Durante casi todos los meses se observa, de 9 a 11 a.m. una disminución promedia de la nubosidad.- Hacia el centro del valle la inso