

40 Años de Investigación en Cenicafé

Volumen 2 **CLIMA** 1983



FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

**FEDERACION NACIONAL DE
CAFETEROS DE COLOMBIA**
GERENCIA TECNICA

**40 AÑOS
DE INVESTIGACION
EN CENICAFE**

Volumen 2

CLIMA

Centro Nacional de Investigaciones de Café

Cenicafé

Chinchiná, Caldas - 1983

La compilación que se presenta en este texto fue realizada por los I. A. Lucía Gómez Gómez y Alvaro Duarte Gil, con la colaboración del ingeniero Agrónomo Alvaro Jaramillo Robledo. La edición del mismo estuvo a cargo de los Ingenieros Agrónomos José Vélez Marulanda y Silvio Echeverri Echeverri, Jefe de la Sección de Divulgación Científica y Director de Cenicafé, respectivamente.

Carátula: Gonzalo Hoyos Salazar
Composer: Edith Vera de Marín
Diagramación: María Helena Estrada Gómez

CONTENIDO

	Página
SERVICIO METEOROLOGICO	1
FACTORES QUE DETERMINAN EL CLIMA	1
La circulación atmosférica en Colombia	1
Influencia de la latitud	2
Circulación intertropical	2
Influencia del relieve	6
Distribución de la temperatura en Colombia	8
Mapas de lluvias	8
Mapas climatológicos para Colombia y Costa Rica	8
VARIACION DE LOS ELEMENTOS METEOROLOGICOS	8
Series cronológicas	8
Precipitaciones máximas en la zona cafetera	10
Temperaturas del suelo a diferentes profundidades	11
Comparación entre la evaporación registrada en tanque y la calculada por medio de fórmulas	15
Balance hídrico de la zona cafetera	16
CLIMAS REGIONALES	16
Clasificación climática para una zona central colombiana	16
Estudio climatológico de la vertiente del Pacífico colombiano	21
Clima del Quindío	22
El clima en la zona de Cerritos-Pereira	23
Aspectos climáticos del valle del Risaralda	23
Clima de la zona cafetera sur del departamento del Huila	25
Influencia del relieve en las características de los vientos y su relación con la temperatura y la precipitación en Albán, departamento del Valle, Colombia	26

RELACIONES ENTRE EL CLIMA Y EL CAFETO	26
Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad de crecimiento del caféto	26
Los elementos climáticos y el desarrollo de <i>Coffea arabica</i> L., en Chinchiná, Colombia	31
Observaciones sobre la relación del crecimiento del caféto y la temperatura en condiciones de campo	32
Influencia de la precipitación en el crecimiento y pérdidas del fruto del café	34
El Ecuador fenológico del caféto	34
 MICROCLIMA	35
Cafetal al sol	35
Balance de radiación solar en <i>Coffea arabica</i> L., variedades Catuaí y Borbón amarillo	39
Balances de radiación y energía en <i>Coffea arabica</i> L.	43
Cafetales Bajo Sombrío	46
Distribución de la luz y el viento en un cafetal bajo sombra	46
Distribución y características de la precipitación en un cafetal bajo sombrío	46
Distribución horizontal de la luminosidad en cafetales	47
Condiciones micrometeorológicas en un cafetal bajo sombra	47
 RELACION ENTRE EL CLIMA Y LAS ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL CAFETO	49
Zonas cafeteras colombianas susceptibles por sus condiciones climáticas a un ataque de la broca (<i>Hypotenemus hampei</i>) Ferr-1867	49
Determinación de épocas probables para el control químico de la roya del caféto (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk y Br.)	49
 LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS CITADAS EN ESTE TRABAJO	52
 BIBLIOGRAFIA	54

INTRODUCCION

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, conciente de la importancia del conocimiento de la meteorología para el desarrollo del cultivo del café, instaló en 1941 una estación en el Centro Nacional de Investigaciones de Café, supervisada por la Sección de Pedología, en colaboración con la Sección de Meteorología y Aforos del Ministerio de la Economía Nacional.

En 1945 los delegados al Congreso Nacional Cafetero, aprobaron el Acuerdo número seis del mismo año, por el cual se ordena la creación de un servicio propio de la Federación Nacional de Cafeteros, para estudiar y determinar el clima de las regiones cafeteras más importantes, en colaboración estrecha con otros servicios meteorológicos oficiales y particulares.

El mencionado Acuerdo establece la creación de un observatorio meteorológico, cuatro estaciones de primer orden y algunos puestos de segundo orden. Fue así, como en 1949 se amplió la estación de Cenicafé con nuevos equipos, funcionando como observatorio meteorológico. Las cuatro estaciones de primer orden se instalaron en las granjas cafeteras de "Esteban Jaramillo" (Antioquia), "La Florida" (Cauca), "Blonay" (Norte de Santander) y "Libano" (Tolima); un puesto de segundo orden se estableció en la "La Bella" (Quindío).

En 1949 se inició en forma más activa la organización de la Campaña de Meteorología, a cargo del Dr. R. Shroeder. Se establecieron contactos con el Departamento de Meteorología de Avianca y con la Sección de Meteorología del Ministerio de la Economía Nacional. Las primeras estadísticas de observaciones se publicaron en el Anuario Meteorológico 1950.

Con esta primera información meteorológica básica, se realizaron estudios de climatología general del país, y en especial de la zona cafetera. Al mismo tiempo se iniciaron medidas de elementos meteorológicos dentro de los cafetales, obteniéndose las primeras bases para conocer las variaciones del clima ocasionadas por la presencia de las plantas.

En 1951, bajo la dirección del Dr. Hans Trojer se inició el funcionamiento de la red en forma estable y continua. Se amplió el servicio a 53 puestos de observación. Se continuó la publicación del Anuario Meteorológico que en forma ininterrumpida se ha hecho desde 1950 hasta la fecha; se inició la publicación mensual de un "Resumen del Tiempo", en el Boletín Informativo de Cenicafé.

Estas ampliaciones importantes del Servicio Meteorológico, contaron con la colaboración activa y entusiasta de los Comités Departamentales de Cafeteros, quienes se interesaron por el buen cubrimiento de la zona cafetera en aspectos de la meteorología.

Conociendo las variaciones de los elementos meteorológicos en varios sitios del país, a través de las mediciones efectuadas en las estaciones del servicio, complementadas con las de otros servicios nacionales, se hicieron estudios climáticos básicos muy importantes, como "El Tiempo reinante en Colombia", "Nuevos rumbos de la climatología tropical y su importancia para la ciencia del suelo", "Fundamentos para una zonificación meteorológica y climatológica en el trópico y especialmente en Colombia".

Se participó en eventos internacionales, como el Simposio de zonas húmedas tropicales, organizado por la Unesco en 1958, con el trabajo "Meteorología y Climatología de la vertiente del Pacífico"; en el aspecto meteorológico del Plan Lilienthal (1956), a través de la Corporación del Valle del Cauca; en un curso sobre tecnología del cultivo del café, organizado por el IICA en Turrialba en 1957, con la conferencia "El Clima y el Café".

En 1965, bajo la dirección de la I. A. Lucía Gómez Gómez, el servicio meteorológico fue reorganizado y ampliado notablemente, hasta contar con 200 puestos de observación, actualmente.

Los trabajos más recientes, se basaron en series históricas de datos meteorológicos de más de 20 años, que han permitido caracterizar los climas regionales, con una buena precisión y aplicando procesos estadísticos más confiables. La información histórica se encuentra archivada en cintas magnéticas.

Por otra parte, se han medido condiciones micrometeorológicas, dentro de cafetales en diferentes climas o modalidades de cultivo, haciendo uso de aparatos más precisos, en ocasiones de funcionamiento electrónico.

Otros profesionales que han colaborado en la Sección son: Edgar Herrera, Euclides Bonilla, José Suárez y Alvaro Jaramillo. Cabe destacar que desde casi el inicio de la red meteorológica, han colaborado los señores José R. Llano y Silvio Salazar.

Anexo a la Sección, funciona una estación Sismológica establecida en el mismo Acuerdo N° 6 del Congreso Cafetero de 1945, en su artículo 4º, en colaboración con el Instituto Geofísico de Los Andes Colombianos. Fue así como en 1949 se instaló la estación sismológica en el observatorio meteorológico de Cenicafé. Esta estación ha prestado valiosos servicios, que fueron reconocidos en agosto de 1973 por el Centro Regional de sismología para América del Sur, con sede en Lima, en una resolución aprobada por unanimidad y con motivo de 25 años consecutivos de labores en la estación; los miembros de la Comisión Internacional de estudio de los terremotos del 23 de noviembre y 12 de diciembre de 1979, aprobaron un reconocimiento especial a la Federación Nacional de Cafeteros, por su colaboración en la estación de Cenicafé, en el progreso de los estudios de la comisión.

En este volumen se resumen los resultados obtenidos en el área de la climatología desde la creación del Centro Nacional de Investigaciones de Café.

SERVICIO METEOROLOGICO

La Federación Nacional de Cafeteros posee una red meteorológica, con puestos de observación distribuidos en toda la zona cafetera colombiana, de donde se obtiene la información básica para los estudios de clima.

Actualmente cuenta con 42 estaciones, 5 puestos pluviográficos y más de 100 puestos pluviométricos, distribuidos en 19 departamentos cafeteros del país.

Los datos se han publicado en forma continua, desde 1950, en los Anuarios Meteorológicos, y en los Anexos al Anuario Meteorológico de 1965, 1970 y 1975; estos últimos constituyen un resumen histórico de las observaciones hechas en las distintas localidades cafeteras.

Los datos se encuentran archivados en cintas magnéticas, para facilitar su utilización.

FACTORES QUE DETERMINAN EL CLIMA.

Se ha establecido, cómo los factores de latitud, relieve, circulaciones atmosféricas generales y locales, proximidad al mar, etc., determinan el clima en Colombia.

La circulación atmosférica en Colombia.

Latitudinalmente, Colombia pertenece en toda su extensión a la zona climática tropical. La mayor parte del territorio está ubicado en la zona montañosa ecuatorial.

En la costa del Pacífico y durante el verano norte, entra el Alisio del sur que se descompone y forma un viento suroeste de carácter monzónico, que causa fuerte precipitación.

El Alisio norte de la costa del Caribe, influye en el clima de la zona cafetera de la Sierra Nevada de Santa Marta, con un influjo aparente en la zona cafetera de la región de Cúcuta.

En la vertiente oriental de la cordillera Occidental, se debe tener en cuenta un sistema propio de circulación local; también en llanos del Tolima y del Huila se establece una circulación valle y montaña.

Las principales zonas cafeteras tienen un clima determinado bajo la influencia de los vientos alisios, provenientes del noreste y del sureste.

Influencia de la latitud.

Circulación intertropical.

El transcurso estacional de los diferentes macrotiempos, depende de la variabilidad periódica de la radiación y se identifica en el trópico según la posición del sistema de circulación intertropical.

Existen dos centros de alta presión que se forman en los subtrópicos (aproximadamente a 28° de latitud norte y sur). El encuentro de estas dos masas de aire caliente origina una franja de baja presión o línea intertropical de convergencia (ITC) con características de tiempo lluvioso. Esta línea se desplaza latitudinalmente durante el año por el ciclo solar.

A principios del año, el sistema de circulación intertropical se encuentra en su parte extrema meridional de Colombia, ocasionando tiempo lluvioso al sur del país (Figura 1). Avanza paulatinamente la ITC de sur a norte, alcanzando los 4 a 6 grados de latitud a fines de abril y principios de mayo, ocasionando tiempo lluvioso al sur y centro del país.

En la otra posición extrema del sistema de circulación intertropical, que se presenta en los meses de julio y agosto, se encuentra el país bajo la influencia del centro de alta presión sur (tiempo seco), mientras que la ITC, con sus perturbaciones, está activa entre las latitudes norte de 10 a 20 grados (Figura 2). Se inicia el desplazamiento de la ITC de nor-

te a sur, de octubre a noviembre, con características de tiempo lluvioso en todo el país.

Cabe anotar que estos esquemas de desplazamiento de la ITC hechos por Trojer en 1959, son válidos. Sin embargo, el origen de la ITC parece ser solamente dinámico.

En consecuencia, en la zona extrema sur del país el período más lluvioso se registra de octubre a mayo y el más seco de junio a septiembre. La zona central está influenciada dos veces durante el año por la ITC, de abril a mayo y de octubre a noviembre; así, el transcurso anual de las lluvias es en onda doble: dos períodos secos y dos lluviosos. En cuanto al norte, el período seco más importante se registra de diciembre a marzo y el más lluvioso de septiembre a noviembre.

En la Figura 3, se aprecian las diferencias en la distribución de las lluvias durante el año, de acuerdo con la latitud. Se destacan el verano del norte a principios del año y el verano del sur a mediados del año. A manera de ejemplo, se indica en la Figura 4 el transcurso anual de la lluvia, en tres localidades con diferente latitud norte: $10^{\circ}22'$, $4^{\circ}59'$ y $1^{\circ}16'$.

Se debe tener en cuenta, que la transformación de una situación a otra ocurre paulatinamente, con oscilaciones alrededor de una zona de predominio. Además, de año a año pueden presentarse modificaciones en duración e intensidad de esta distribución regular de las lluvias, según las variaciones de posición de todo el sistema de circulación intertropical. Así, si durante gran parte del año, el sistema se encuentra en posición septentrional extrema, el período lluvioso se presenta más corto y de menor intensidad, debido a la influencia que ejerce la zona de alta presión en casi todo el territorio colombiano. En consecuencia, el año se presenta con características de seco.

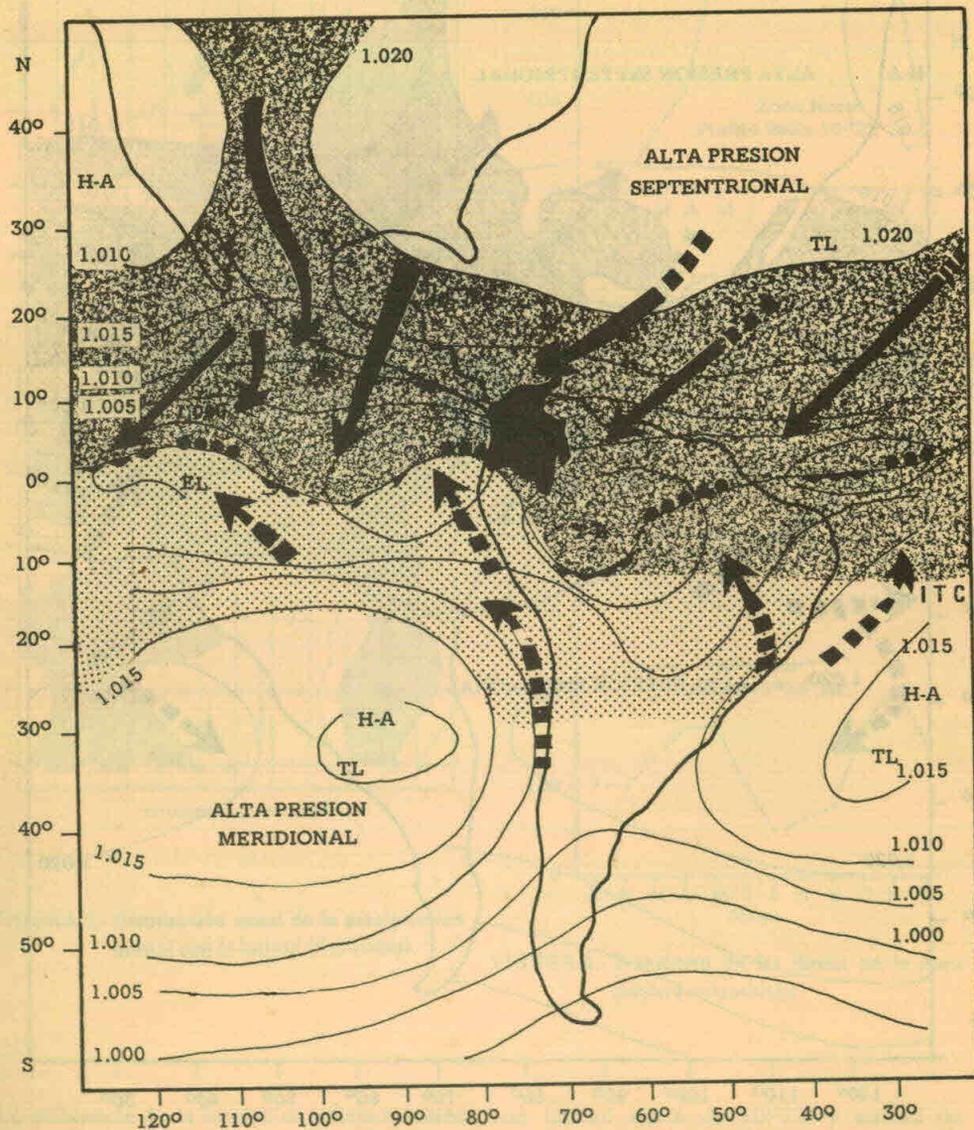


FIGURA 1.- Posición meridional del sistema tropical. Febrero.

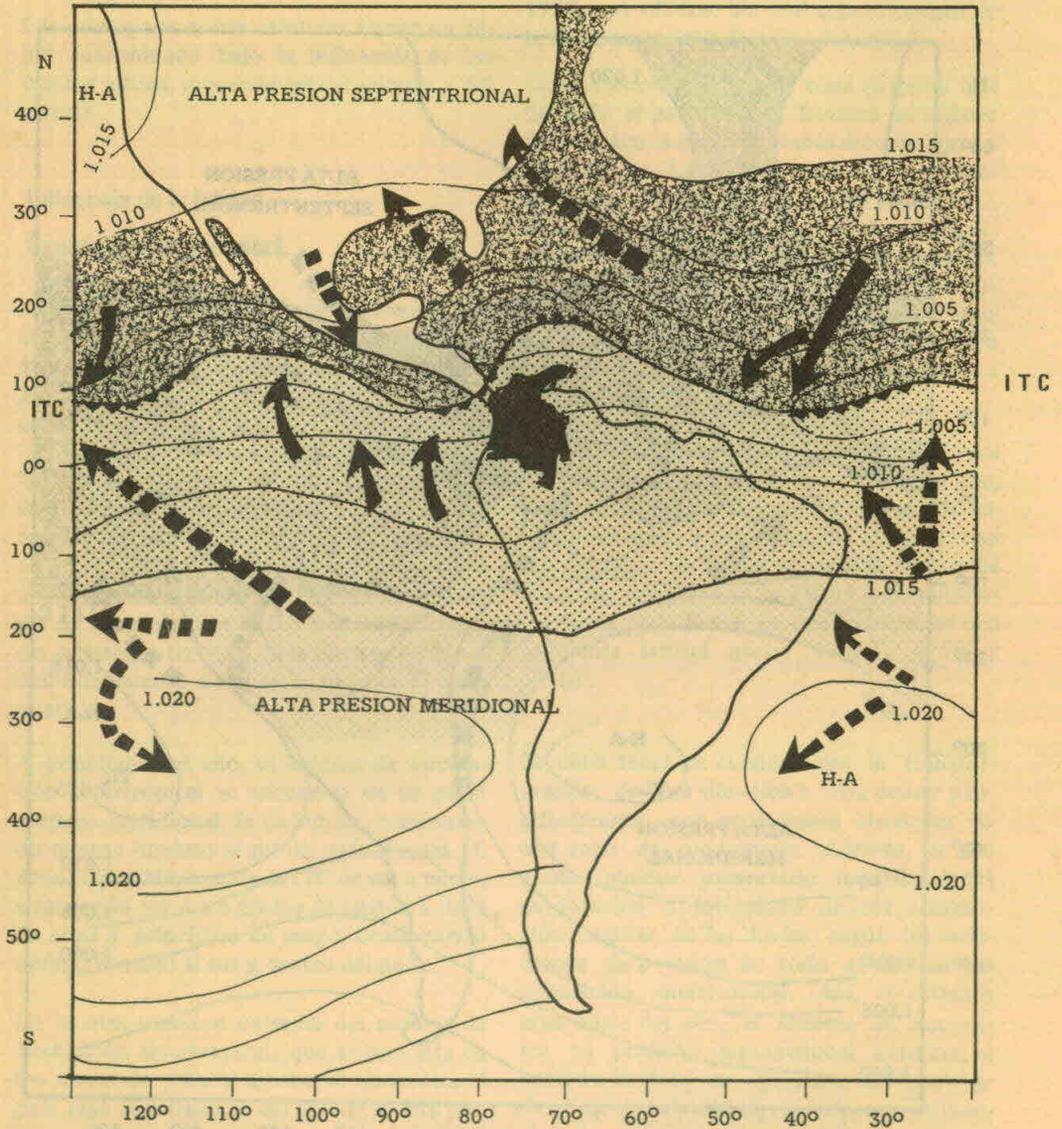


FIGURA 2.- Posición septentrional del sistema tropical. Julio-Agosto.

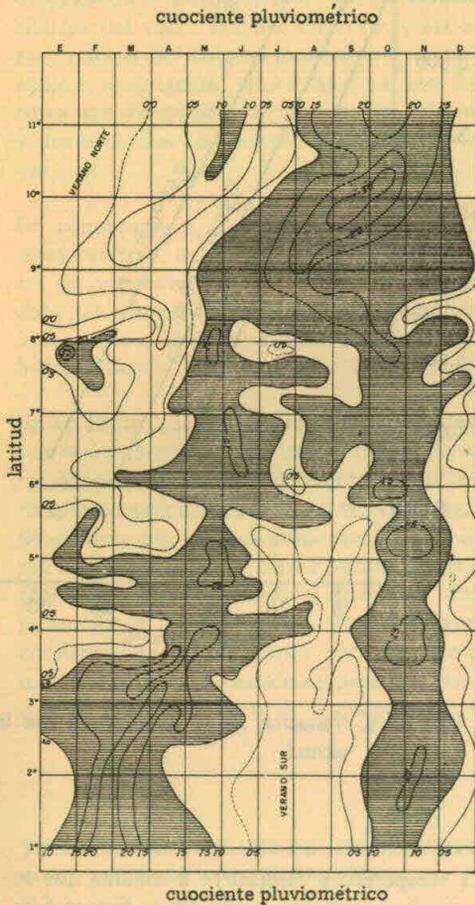


FIGURA 3.- Distribución anual de la precipitación pluvial con la latitud (Colombia).

La influencia de la latitud se refleja también en la temperatura; ésta disminuye del ecuador hacia los trópicos. En consecuencia, la zona cafetera colombiana tiende a estar localizada en mayores altitudes en el sur y más bajas en el norte. Así, en Pueblo Bello,

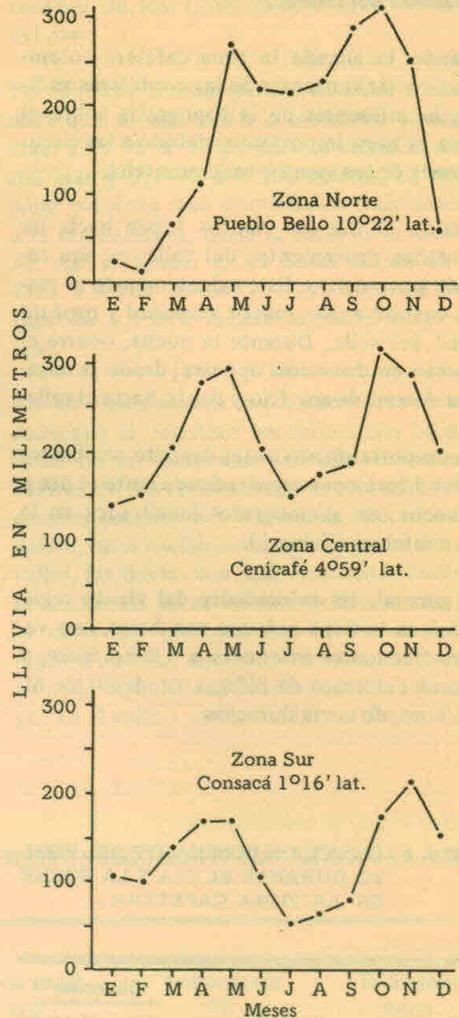


FIGURA 4.- Transcurso de las lluvias en la zona cafetera colombiana.

con latitud norte de 10°22' y altitud de 1.000 metros, la temperatura media anual es de 20,7 °C; en Santágueda a 5°05' de latitud y 1.010 metros de altura sobre el nivel del mar, la temperatura media anual es de 22,5 °C.

Influencia del relieve.

Estando localizada la zona cafetera colombiana en las vertientes de las cordilleras andinas, la influencia de la topografía sobre el clima es muy importante, debido a las circulaciones de los vientos valle-montaña.

Durante el día los vientos suben hacia las montañas provenientes del valle; es aire caliente poco denso. Este calentamiento es mayor cuando existe mayor amplitud y profundidad del valle. Durante la noche, ocurre el proceso en dirección opuesta; desde la montaña descende aire frío y denso hacia el valle.

El comportamiento antes descrito se observa en las direcciones registradas durante el día y la noche, en anemógrafos localizados en la zona cafetera (Tabla 1).

En general, las velocidades del viento registradas en la zona cafetera son bajas, con valores frecuentes inferiores a 5,0 km/hora, y valores extremos de ráfagas alrededor de 60 km/hora, de corta duración.

TABLA 1.- DIRECCION DOMINANTE DEL VIENTO DURANTE EL DIA Y LA NOCHE EN LA ZONA CAFETERA.

Estación	Departamento	Dirección	
		Día	Noche
Rosario	Antioquia	NW	SE
Naranjal	Caldas	NW	SE
Cenicafé	Caldas	NW	SE
Agronomía	Caldas	NW	SE
La Florida	Cauca	NW	SE
Pueblo Bello	Cesar	NE	SW
Tibacuy	Cundinamarca	SE	NW
Consacá	Nariño	NW	SE
Blonay	N. de Santander	NW	Calma
Paraguaicito	Quindío	NW	SE
Libano	Tolima	SE	Calma
Albán	Valle	NE	SE

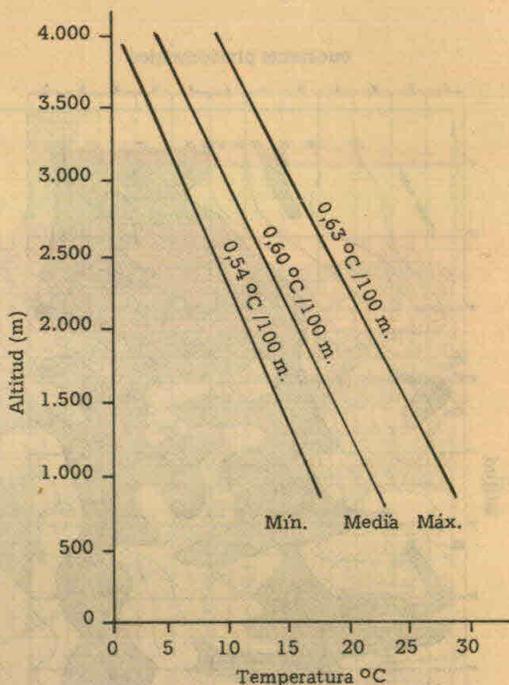


FIGURA 5.- Variación de la temperatura con la altitud.

La temperatura disminuye a medida que se asciende por la montaña. En la Figura 5 se aprecia la variación de la temperatura, con la altitud, para la zona cafetera del país en general. Los gradientes térmicos son de 0,54 °C de disminución de la temperatura mínima por un aumento de 100 metros sobre el nivel del mar. Esta variación es de 0,60 °C para la temperatura media y de 0,63 °C para la temperatura máxima. Estos gradientes son válidos para altitudes superiores a 800 metros sobre el nivel del mar. Por condiciones locales, se registran desviaciones de los gradientes antes citados.

Las circulaciones atmosféricas pueden ser modificadas notablemente por los accidentes

orográficos e hidrográficos. Así, las características del valle: amplio, estrecho, y las características del sistema montañoso: su inclinación, orientación, altura máxima, son factores que determinan la circulación del aire, y por ende sus condiciones térmicas e hídricas.

En consecuencia, el análisis climático de la zona cafetera, la cual se encuentra localizada en las vertientes de las cordilleras andinas, debe realizarse para cada sistema orográfico-hidrográfico, es decir, a nivel de una cuenca hidrográfica.

En la Tabla 2, se indican las variaciones de la temperatura del aire, las lluvias y el brillo solar, en seis localidades a diferente altitud, correspondientes a la cuenca del río Chinchiná. Se observa que la lluvia aumenta del valle hacia la montaña hasta cierto punto, desde el cual empieza nuevamente a disminuir. Este punto de la ladera donde ocurre la máxima condensación y por tanto caen las lluvias más abundantes, no está muy precisado en la cuenca estudiada, pero debe encontrarse al-

rededor de los 1.500 metros sobre el nivel del mar.

En cuanto a la temperatura, disminuye a medida que se asciende a la montaña: se registran 22,5 °C a 1.010 metros sobre el nivel del mar y 3,1 °C a 4.200 metros. El brillo solar presenta una disminución muy similar a la temperatura, hacia la cima de la montaña. Así se tienen 1.109 horas de sol en El Ruiz a 4.200 metros y 2.153 horas en Santágueda a 1.010 metros sobre el nivel del mar.

En los ciclos diarios de los elementos meteorológicos se registran las influencias orográficas. En las estaciones del valle se observan valores de los elementos meteorológicos con grandes oscilaciones diarias; en estaciones de ladera, estas oscilaciones son menores. En los valles, las lluvias son más frecuentes durante la noche, en las estaciones de ladera cerca a la cima de la montaña, la lluvia diurna registra valores muy importantes. La oscilación de la humedad relativa es también mayor en el valle y menor en las vertientes.

TABLA 2.- VARIACIONES DE LOS ELEMENTOS METEOROLOGICOS SEGUN LA ALTURA. CUENCA DEL RIO CHINCHINA.

Localidad	Altura sobre el nivel del mar metros	Lluvia anual mm	Temperatura °C	Brillo solar horas
El Ruiz	4.200	1.021	3,1	1.109
La Esperanza	3.250	1.252	8,6	1.669
Tesorito	2.300	1.784		
Manizales	2.150	1.970	16,4	1.788
Zona de mayor pluviosidad ?				
Cenicafé	1.310	2.534	20,7	1.963
Santágueda	1.010	2.378	22,5	2.153

Distribución de la temperatura en Colombia

Se elaboró un mapa de temperaturas para Colombia, agrupando las zonas con iguales temperaturas medias anuales, desde 11 °C hasta 31 °C; como valores extremos están las zonas frías de las cordilleras Central y Oriental y la Sierra Nevada de Santa Marta. En la cordillera Occidental, generalmente las temperaturas no alcanzan los puntos extremos de las otras zonas orográficas.

La costa del Pacífico es más fría que la costa del Caribe. En cuanto a zonas con alta temperatura se encuentra el Magdalena Medio (por la influencia de la Sierra Nevada de Santa Marta, que forma un obstáculo de 6.000 metros) y la Guajira. La parte más caliente es Girardot, Cundinamarca, con 31,8 °C de promedio anual.

Se concluye que la distribución de la temperatura, no es función únicamente de la altura sobre el nivel del mar; las líneas isotérmicas pueden explicarse por otros factores como la circulación general del aire, la orografía, la distribución local y temporal de la precipitación.

Mapas de lluvias

Aplicando los mismos principios generales de la interpretación dinámica de la atmósfera, se elaboraron los mapas de lluvias para Colombia y el departamento de Caldas.

Los fundamentos de estos mapas, están suficientemente sostenidos por varios estudios regionales de Caldas, Valle, Costa Pacífica, Sabana de Bogotá y Cuenca de Medellín.

Se demuestra que hoyas hidrográficas de pequeñas extensiones, poseen las características de circulaciones locales, dentro del siste-

ma de las circulaciones generales de las grandes cuencas de los ríos principales.

En efecto, según las formas fisiográficas que se presentan en los sistemas montañosos, evolucionan microcirculaciones locales, cuya existencia se verifica a través de las medidas de elementos meteorológicos, expresados en valores mensuales y anuales.

Mapas climatológicos para Colombia y Costa Rica

A los datos meteorológicos de Colombia y Costa Rica, se les aplicaron las clasificaciones de Caldas y el factor de Lang, en una forma conjunta, y se elaboraron mapas climatológicos de los dos países.

De acuerdo con las clasificaciones de Francisco José de Caldas, en pisos térmicos según la altura sobre el nivel del mar, se originan los climas: caliente, templado, frío, páramo y helado.

Se establece para cada uno de estos climas una subdivisión, según las condiciones de humedad; éstas se expresan en el factor de Lang, que es una relación de la precipitación anual sobre la temperatura medio del mismo período.

Las subdivisiones de la humedad son: árido, semi-árido, semi-húmedo, húmedo y super-húmedo, según los diferentes valores calculados del factor Lang.

A manera de ejemplo, Bogotá se determinó como una zona fría semi-húmeda, por tener una temperatura media anual de 14,5 °C y un factor de Lang de 67.