

Características Climáticas de la Zona Cafetera

Alvaro Jaramillo R. *

INTRODUCCION

La producción agrícola y pecuaria depende de la integración de muchos factores entre los cuales se pueden citar: **El potencial genético**: Variedades de alta producción; Resistencia a plagas y enfermedades; **El suelo**: con sus propiedades físicas y químicas; **El hombre** con sus conocimientos y recursos económicos disponibles y **El clima** con las características de cada uno de los elementos que lo integran: radiación, lluvia, evaporación, temperatura, vientos (Figura 1).

El clima de una región está constituido por la sucesión de los estados atmosféricos los cuales se caracterizan mediante los valores medios de los diferentes elementos, por la amplitud de sus variaciones y por la presencia de los valores extremos que se producen en un período determinado.

Dependiendo de los objetivos, los estudios del clima se pueden realizar en diferentes escalas en el espacio. Una gran mayoría de autores están de acuerdo en tres aproximaciones, así:

- a. Escala macroclimática: El clima se estudia en grandes áreas, está determinado por factores tales como la latitud, las corrientes marinas, la altitud, el relieve, distancia desde el océano, grandes movimientos de masas de aire, y otros.
- b. Escala mesoclimática (Topoclimática): en la cual el clima está modificado por las condiciones fisiográficas de la región, por ejemplo por la altura sobre el nivel del mar, la proximidad a los valles o la montaña, por la orientación de las vertientes con respecto a la exposición solar o a la dirección de los vientos.
- c. Escala microclimática: se refiere al clima de pequeñas áreas y está condicionado principalmente por la cobertura del terreno, distancias de siembra, arquitectura de la planta, sombrero. Este clima ejerce gran influencia sobre los organismos vivos que habitan en los cultivos.

* Asistente Sección Agroclimatología Centro Nacional de Investigación de Café "Cenicafé" Chinchiná, Caldas, Colombia.

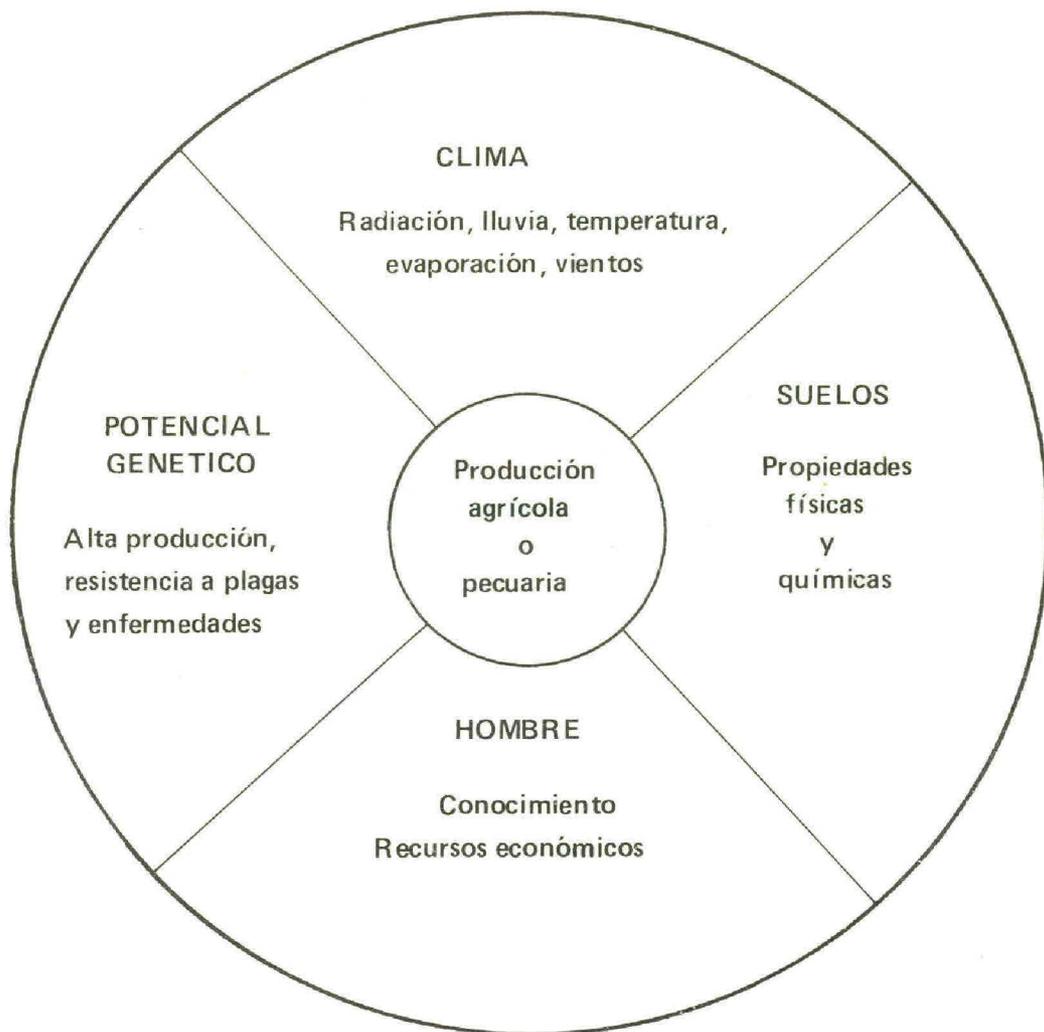


Figura 1. Algunos factores que influyen en la producción agrícola o pecuaria.

LOCALIZACION DE LA ZONA CAFETERA

La zona cafetera colombiana se encuentra localizada en las laderas de las cordilleras que atraviesan el país de sur a norte; cubre desde 1° a 10° de latitud norte, y dentro de la faja altitudinal de 1.000 a 2.000 metros sobre el nivel del mar. En general la mejor zona para el cultivo está entre 1.200 y 1.800 metros de altura. En la Figura 2 se aprecian las zonas cultivadas con café en el país.

En la Tabla 1 se presentan las estaciones climáticas de la zona cafetera. La situación geográfica y el área tan grande que constituye la zona cafetera (aproximadamente 1.000.000 de hectáreas), hace que se presenten condiciones climáticas muy variadas.

Tabla 1. Localización de las estaciones climáticas.

Municipio	Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud m.
CESAR				
Pueblo Bello	Pueblo Bello	10°22'	73.°38'	1.000
NORTE DE SANTANDER				
Salazar	Francisco Romero	7°46'	72°48'	1.000
Chinácota	Blonay	7°35'	72°36'	1.235
BOYACA				
Moniquirá	Bertha	5°52'	73°24'	1.700
CUNDINAMARCA				
Yacopi	Montelíbano	5°28'	74°22'	1.340
Cachipay	Mesitas de Santa Inés	4°40'	74°28'	1.250
Tibacuy	Granja	4°21'	74°25'	1.550
CALDAS				
Manzanares	Llanadas	5°15'	75°08'	1.420
Manizales	Agronomía	5°04'	75°31'	2.150
Palestina	Santa Ana	5°01'	75°40'	1.250
Palestina	Santagueda	5°04'	75°41'	1.010
Palestina	Luker	5°05'	74°41'	1.020
Chinchiná	Cenicafé	4°59'	75.35'	1.310
Chinchiná	Naranja!	4°58'	75°36'	1.370
Supía	Rafael Escobar	5°28'	75°39'	1.320
ANTIOQUIA				
Yolombó	El Delirio	6°36'	75°00'	1.500
Venecia	El Rosario	5°58'	75°44'	1.600
Fredonia	Piamonte	5°54'	75°38'	1.330
Jardín	Miguel Valencia	5°32'	75°51'	1.570
TOLIMA				
Villarrica	Luis Bustamante	3°56'	74°36'	1.610
Dolores	La Montaña	3°33'	74°54'	1.260
Ibagué	Chapetón	4°27'	75°16'	1.300
Chaparral	Limón	3°43'	75°38'	990
Líbano	Granja	4°56'	75°04'	1.520

Continúa

Municipio	Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud m.
RISARALDA				
Santa Rosa de Cabal	El Jazmín	4°53'	75°36'	1.600
Pereira	Planta de Tratamiento	4°48'	75°40'	1.450
Pereira	El Cedral	4°47'	75°32'	2.120
HUILA				
Gigante	Jorge Villamil	2°22'	75°33'	1.500
QUINDIO				
Circasia	Bremen	4°40'	75°37'	2.040
Armenia	Sena	4°33'	75°40'	1.550
Calarcá	La Bella	4°30'	75°38'	1.450
Buenavista	Paraguaicito	4°24'	75°43'	1.250
VALLE				
Argelia	Santiago Gutiérrez	4°43'	76°10'	1.550
Alcalá	Arturo Gómez	4°40'	75°48'	1.320
Sevilla	Heraclio Uribe	4°16'	75°55'	1.540
Trujillo	Manuel Mallarino	4°10'	76°21'	1.380
Restrepo	Julio Fernández	3°49'	76°31'	1.360
CAUCA				
Popayán	La Florida	2°27'	76°35'	1.850
Tambo	Manuel Mejía	2°42'	76°48'	1.700
NARIÑO				
Consacá	Ospina Pérez	1°16'	77°28'	1.700
La Unión	La Unión	1°37'	77°09'	1.900

RADIACION SOLAR

En la parte superior de la atmósfera llega una cantidad aproximadamente constante de energía con un valor cercano a 2.0 calorías/cm², minuto, denominado constante solar.

Por encontrarse Colombia cerca de la zona ecuatorial recibe abundante radiación solar durante todo el año. Los valores máximos se presentan en marzo y septiembre, y estos están próximos a 850 calorías por centímetro cuadrado y por día (Figura 3).

La cantidad de radiación recibida en la superficie de la tierra, sufre modificaciones de acuerdo a la nubosidad y la orientación de las laderas: por efectos del relieve hay regiones más expuestas a los rayos del sol que otras.

Los valores de radiación observada en varios sitios de la zona cafetera se presenta en la Tabla 2.

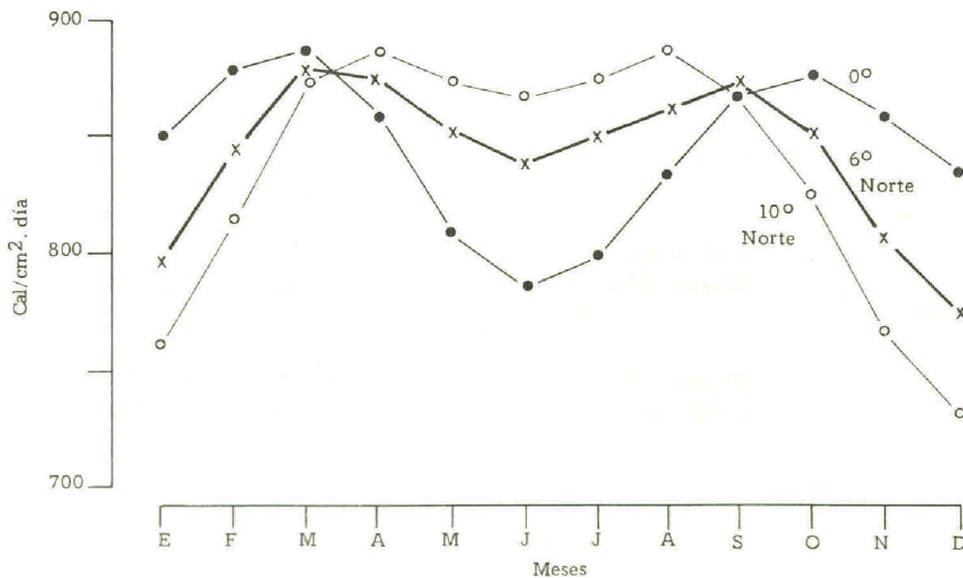


Figura 3. Radiación astronómica posible entre los 0° y los 10° de latitud norte.

Para cada mes se presenta la radiación astronómicamente posible en cada localidad, la cual depende de la situación latitudinal y de la época del año. Además se presenta la relación de la radiación posible; este coeficiente estaría indicando que, a mayor valor de radiación, menor nubosidad diurna debe estar actuando en la localidad.

Como se observa en la tabla 2, la estación Ospina Pérez de Nariño, a $1^{\circ} 16'$ norte es la localidad con mayor radiación con 304 cal/cm² día como promedio mensual; continúan en orden descendente Cenicafé (375), Chapetón (388), Florida (258) y Líbano (247). La relación entre la radiación observada y la posible conserva el mismo orden descendente por localidad con los siguientes valores: 0.47, 0.44, 0.42, 0.38, 0.34, 0.30 y 0.29. No se observa relación alguna entre la radiación medida y la altitud aunque a nivel de la ladera debe existir esta relación condicionada a la circulación de la nubosidad durante el día en cada localidad.

El transcurso mensual de la radiación solar en tres localidades de la zona cafetera se presenta en la Figura 4.

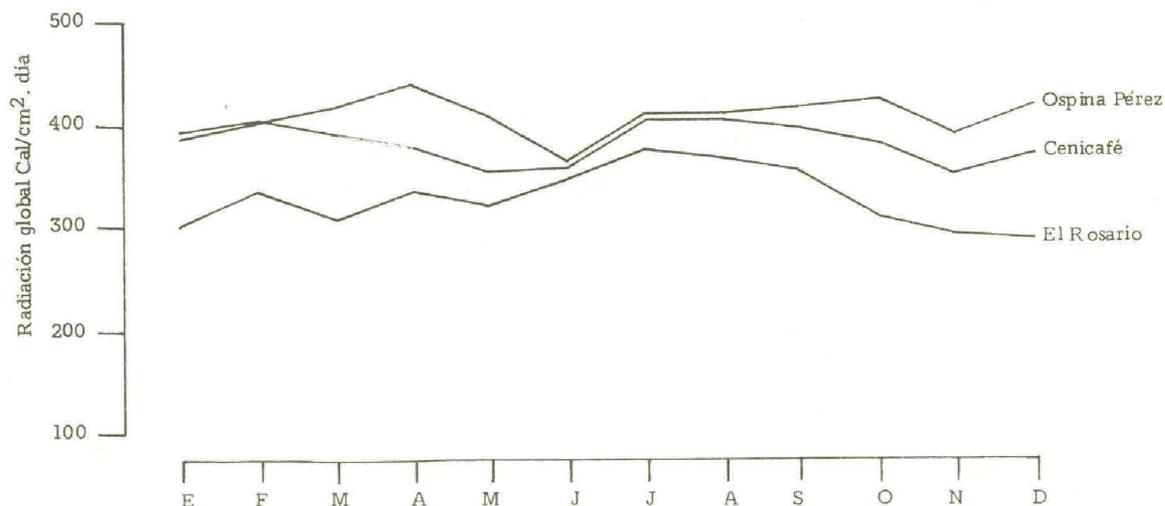


Figura 4. Transcurso mensual de la radiación en tres localidades de la zona cafetera.

Tabla 2. Radiación global registrada en algunas estaciones de la zona cafetera (Cal/cm2. día).

Estación: Cenicafé-Caldas — 14 años de observación.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Med.
R. Observada	390	403	390	372	349	347	389	392	388	371	344	361	375
R. Posible	804	853	889	885	853	839	839	866	878	861	815	788	848
R. Obs/R. Posible	0.49	0.47	0.44	0.42	0.41	0.41	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42	0.46	0.44

Estación: Naranjal-Caldas — 11 años de observación

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Med.
R. Obs.	312	334	347	342	307	311	341	338	337	312	283	280	320
R. Obs/R. Posible	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.37	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.36	0.38

Estación: Rosario-Antioquia — 12 años de observación

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Med.
R. Obs.	296	329	301	329	313	388	363	353	340	295	273	269	317
R. Obs/R. Posible	0.37	0.39	0.34	0.37	0.37	0.41	0.43	0.41	0.39	0.34	0.33	0.34	0.37

Estación: Chapetón-Tolima — 11 años de observación

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Med.
R. Obs.	270	278	284	296	298	301	311	305	316	289	255	251	288
R. Obs/R. Posible	0.34	0.33	0.32	0.33	0.35	0.36	0.37	0.35	0.36	0.34	0.31	0.32	0.34

Estación: Líbano-Tolima — 5 años de observación.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Med.
R. Obs.	223	234	248	256	260	254	284	281	271	233	210	204	247
R. Obs/R. Posible	0.28	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.34	0.32	0.31	0.27	0.26	0.26	0.29

Estación Paraguaquito — 8 años de observación

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Med.
R. Obs.	357	375	349	351	343	343	378	360	357	345	346	346	354
R. Obs/R. Posible	0.44	0.44	0.39	0.40	0.40	0.41	0.45	0.42	0.41	0.40	0.42	0.44	0.42

Estación: La Florida - Cauca — 6 años de observación.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Med.
R. Obs.	272	271	292	278	241	239	254	254	270	265	232	233	258
R. Posible	830	869	892	879	837	811	820	856	882	874	838	816	850
R. Obs/R. Posible	0.33	0.31	0.33	0.32	0.29	0.29	0.31	0.30	0.31	0.30	0.29	0.29	0.30

Estación: Ospina Pérez - 4 años de observación

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Med.
R. Obs.	308	401	414	430	406	360	403	404	408	418	391	408	403
R. Posible	855	885	895	873	821	790	800	846	885	886	860	843	853
R. Obs/R. Posible	0.45	0.45	0.46	0.49	0.49	0.46	0.50	0.48	0.46	0.47	0.45	0.48	0.47

BRILLO SOLAR

Se expresa como el número de horas en las cuales el sol brilla en un período dado.

El transcurso anual del brillo solar en la zona cafetera presenta una doble onda que resulta del movimiento de la zona de convergencia Intertropical, la cual determina los ciclos de lluvias; la magnitud de esta onda está modificada por las condiciones de nubosidad de las vertientes.

Con un cielo totalmente despejado se podría obtener como máximo entre 11.5 y 12.0 horas diarias de brillo solar; este valor se reduce por las condiciones de nubosidad, la exposición de las laderas y la amplitud del horizonte. (Figura 5).

Los valores extremos de brillo solar observados se encuentran entre 2.470 horas en Pueblo Bello-Cesar y 1.200 horas en Villarrica-Tolima; un valor entre 1.600 a 2.000 horas de brillo solar es frecuente para la zona cafetera (Tabla 3).

Los valores de brillo solar observado sobre el brillo solar posible se encuentra entre 0.27 (Villarrica-Tolima) y 0.56 (Pueblo Bello-Cesar) con un valor promedio para la zona cafetera de 0.40.

En la Figura 6 se observa el comportamiento del brillo solar a través del año en tres regiones de la zona cafetera.

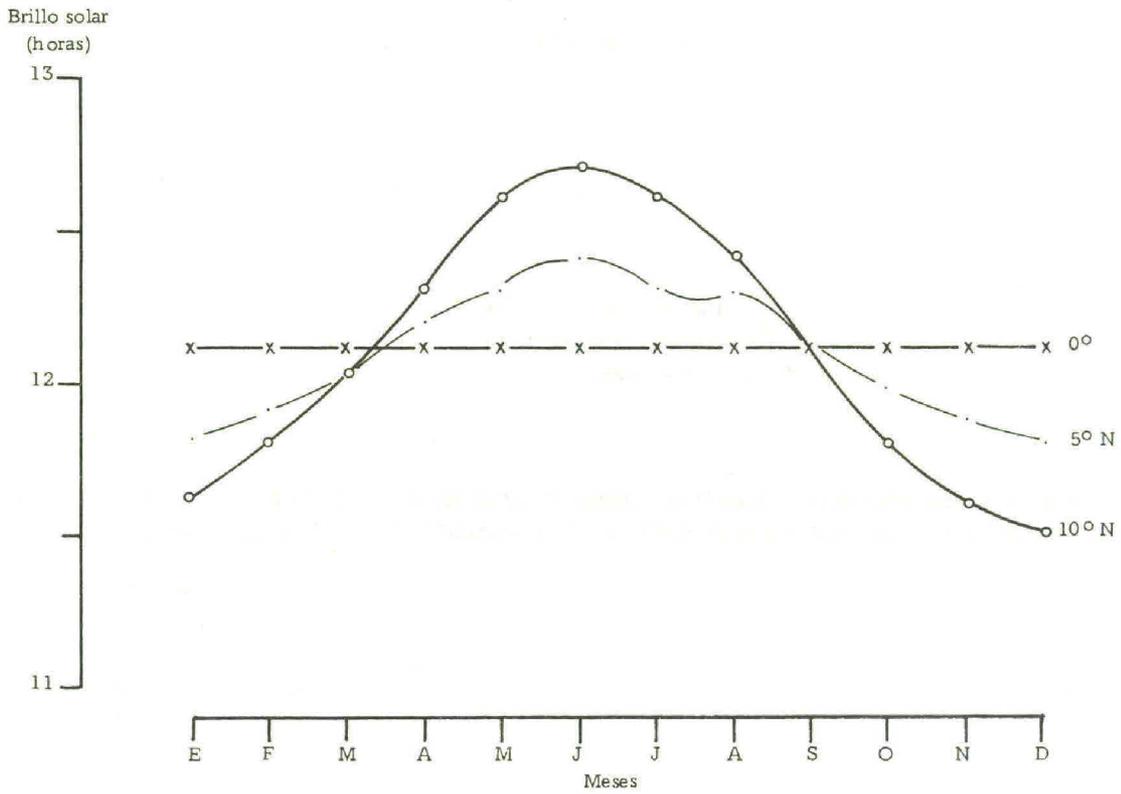


Figura 5. Brillo solar astronómicamente posible entre los 0° y los 10° de latitud Norte.

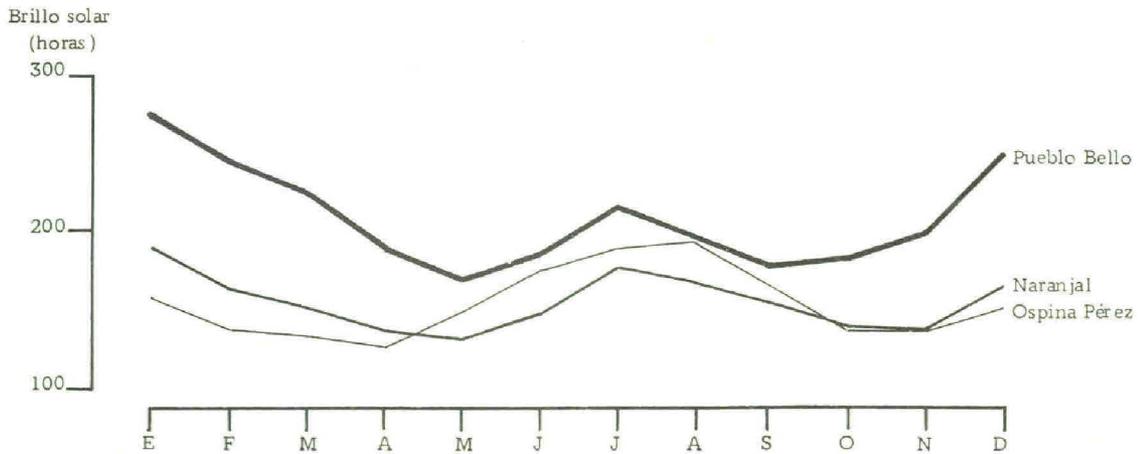


Figura 6. Transcurso mensual del brillo solar en tres localidades de la zona cafetera.

Tabla 3. Brillo solar anual (horas) para algunas localidades de la zona cafetera.

ESTACION	Brillo solar (Horas)	Brillo solar observado		ESTACION	Brillo solar (horas)	Brillo solar observado	
		-----	-----			-----	-----
		-----	-----			-----	-----
		Brillo solar posible	Brillo solar posible			Brillo solar posible	Brillo solar posible
Pueblo Bello	2.471	0.56	0.38	Limón	1.680	0.38	0.38
Francisco Romero	1.723	0.39	0.41	Líbano	1.796	0.41	0.41
Blonay	1.643	0.37	0.39	Jazmín	1.704	0.39	0.39
Bertha	1.888	0.43	0.31	Gigante	1.373	0.31	0.31
Montelíbano	1.952	0.44	0.34	Sena	1.485	0.34	0.34
Tibacuy	1.797	0.41	0.30	La Bella	1.310	0.30	0.30
Llanadas	1.635	0.37	0.43	Paraguacito	1.918	0.43	0.43
Agronomía	1.788	0.41	0.41	Arturo Gómez	1.891	0.41	0.41
Santágueda	2.153	0.49	0.42	Julio Fernández	1.866	0.42	0.42
Cenicafé	1.963	0.45	0.33	Heracio Uribe	1.455	0.33	0.33
Naranjal	1.863	0.42	0.39	Manuel Mallarino	1.731	0.39	0.39
Rosario	2.176	0.49	0.39	La Florida	1.703	0.39	0.39
Piamonte	1.795	0.41	0.40	Manuel Mejía	1.770	0.40	0.40
Miguel Valencia	1.833	0.42	0.41	Ospina Pérez	1.828	0.41	0.41
Villarrica	1.199	0.27	0.44	La Montaña	1.919	0.44	0.44
Chapetón	1.801	0.41					

TEMPERATURA

La zona cafetera colombiana por su localización tropical presenta una temperatura media muy uniforme a través del año para una misma región; la temperatura del mes más frío difiere muy poco del mes más caliente. En la Figura 7 se presenta el comportamiento de la temperatura media en tres localidades.

En la tabla 4 se presentan algunos valores de temperatura media, máxima, mínima para algunas localidades de la zona cafetera.

Otro comportamiento térmico importante es la gran diferencia entre la temperatura máxima y mínima que se registra en un solo día: para la zona cafetera estas diferencias diarias pueden ser hasta de 15 °C.

La temperatura media disminuye con la altitud a razón de 0.60 °C por cada 100 m; 0.63% °C/100 m para la temperatura máxima y 0.54 °C/100 m para la temperatura mínima, siendo más calientes los valles y más frías las cimas de las montañas (Figura 8). Esta variación de la temperatura con la altitud varía de una vertiente a otra.

La temperatura media también disminuye a medida que aumenta la latitud desde el Ecuador hasta los polos; aproximadamente se registran de 1 ° a 2 °C menos de temperatura, por cada grado de latitud, por ejemplo, dos localidades con la misma altura (1.000 metros) presentan diferente temperatura media por latitud, así Pueblo Bello a 10° Norte tiene una temperatura media de 20.6 °C y Santágueda a 4° Norte, tiene una temperatura media de 22.5 °C.

Otro factor que influye en la temperatura, es la orientación de la vertiente de la montaña. En Colombia las laderas expuestas hacia las grandes llanuras (Llanos Orientales, Llanura Pacífica y Llanura Atlántica) presentan temperaturas más altas, en aproximadamente 2 °C para una misma latitud en comparación con las laderas encerradas dentro del sistema montañoso.

En la Tabla 5, se observa que para una misma ladera, la amplitud de la temperatura disminuye con la altitud: así para Santágueda-Caldas, a 1.010 metros, la oscilación es de 12.1 °C, mientras que para la Esperanza a 2.700 m esta variación es de solamente 7.1 °C.

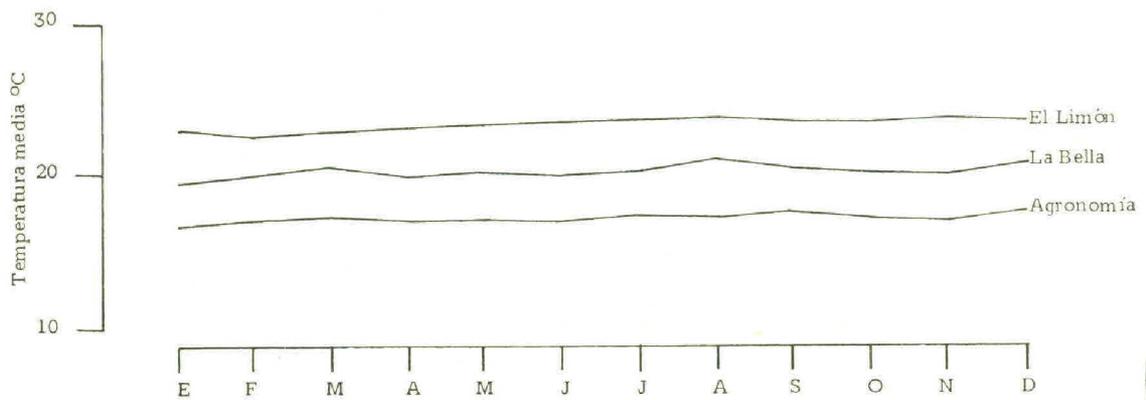


Figura 7. Transcurso mensual de la temperatura media en tres localidades de la zona cafetera.

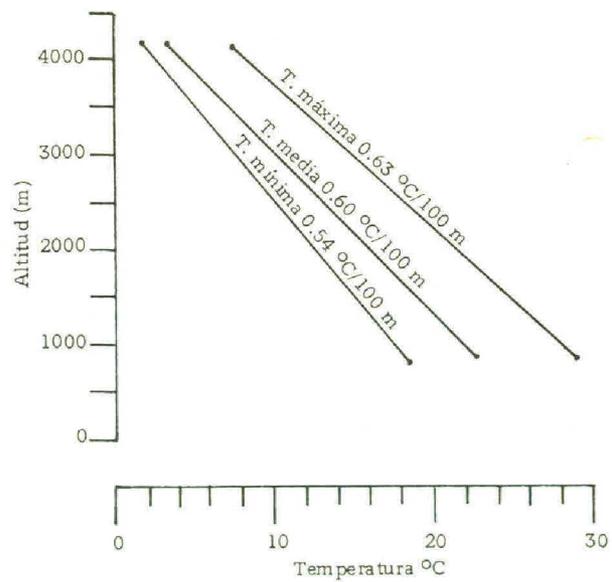


Figura 8. Variación de la temperatura con la altitud.

Tabla 4. Valores de temperatura media, máxima, mínima, y amplitud térmica para algunas localidades de la zona cafetera.

Estación	Temperatura °C			Amplitud Térmica
	Media	Máxima	Mínima	
Pueblo Bello	20.7	27.1	15.4	11.7
Francisco Romero	21.7	27.6	17.4	10.2
Blonay	19.7	26.0	15.4	10.6
Bertha	18.1	25.7	12.6	14.9
Montelíbano	19.9	24.5	16.4	8.1
Tibacuy	19.2	23.7	15.5	8.2
Llanadas	19.7	25.7	15.6	10.1
Agronomía	16.4	21.3	13.0	8.3
Santágueda	22.5	29.7	17.6	12.2
Cenicafé	20.7	27.4	16.5	10.9
Naranjal	20.6	26.8	16.2	10.6
Rosario	19.7	24.4	15.9	8.5
Piamonte	20.4	25.7	15.7	10.0
Miguel Valencia	18.8	25.4	14.6	10.8
Villarrica	18.4	22.4	15.1	7.3
La Montaña	20.8	24.9	17.2	7.7
Chapetón	20.0	25.4	15.8	9.6
Limón	22.4	29.2	18.3	10.9
Libano	19.0	23.4	15.0	8.4
Gigante	19.4	23.8	16.1	7.7
Sena	18.5	24.0	14.2	9.8
La Bella	19.6	26.4	15.1	11.3
Paraguaicito	21.3	28.0	16.6	11.4
Arturo Gómez	20.6	27.0	16.2	10.8
Julio Fernández	19.6	25.5	15.9	9.6
Heraclio Uribe	19.2	23.8	15.8	8.0
Manuel Mallarino	20.6	25.9	16.6	9.3
La Florida	17.5	24.3	12.9	11.4
Manuel Mejía	18.1	24.0	14.1	9.9
Ospina Pérez	18.9	24.6	15.0	9.6

Tabla 5. Variación de la temperatura con la altitud.

Estación	Altitud m.m.	Temperatura		Amplitud Térmica
		Máx. °C	Mín. °C	
La Esperanza	2.700	17.3	10.2	7.1
Agronomía	2.150	21.3	13.0	8.3
Naranjal	1.400	26.8	16.2	10.6
Cenicafé	1.310	27.4	16.5	10.9
Santágueda	1.010	29.7	17.6	12.1

LLUVIA

La tendencia general en la zona cafetera colombiana es la de presentar dos períodos secos y dos lluviosos en el año; los meses de mayor lluvia son abril, mayo, octubre y noviembre, determinados por el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual condiciona tiempo con alta nubosidad y gran cantidad de lluvia.

Además, las lluvias de la zona cafetera están influenciadas por las condiciones topográficas y por el movimiento de los vientos valle-montaña.

En las tablas 6 y 7 se presentan las cantidades de lluvia probable y el número de días con lluvia.

La región norte presenta una estación seca pronunciada de diciembre a marzo o (abril), y una estación lluviosa de mayo a noviembre (ejemplo): Pueblo Bello-Cesar.

La región central presenta dos períodos lluviosos: abril-junio y octubre-diciembre y dos períodos menos lluviosos: enero-marzo y julio-septiembre (ejemplo) Chapetón-Tolima.

La región sur presenta una estación marcadamente seca: julio-septiembre y una estación lluviosa: octubre-junio (ejemplo) La Florida-Cauca.

En la región cafetera central los valores anuales de precipitación son superiores a los 2.000 mm. Respecto a la cantidad de agua caída se observa que en la región norte en el primer semestre cae el 35% del total anual y en el segundo semestre cae el 65% del total, como sucede en la estación de Pueblo Bello-Cesar. Entre los 6° y los 1° de latitud norte, los valores caídos en el primer y segundo semestre son aproximadamente, del 50%. En las estaciones de La Florida y Tambo-Cauca, los volúmenes son 40% para el primer semestre y 60% para el segundo. La variabilidad puede explicarse por la circulación general y por efectos de altitud y exposición de la ladera.

En cuanto al número de días con lluvia anual igual o superior a 1.0 mm. (Tabla 7) los valores mínimos ocurren en Tibacuy-Cundinamarca (125 días) y Pueblo Bello-Cesar (129 días); los valores máximos se presentan en Miguel Valencia-Antioquia (224 días) y en Jazmín-Risaralda (209 días). El 74% de las estaciones estudiadas presentan más de 160 días lluviosos al año.

Las lluvias registradas en la zona cafetera aumentan con la altitud hasta un nivel máximo que varía de acuerdo a la vertiente y por lo general se presentan entre los 1.300 y los 1.500 m.s.n.m., a partir de este punto comienza a disminuir la cantidad de lluvia hacia la cima de la montaña, como se observa claramente en la cuenca del río Chinchiná (Fig. 9).

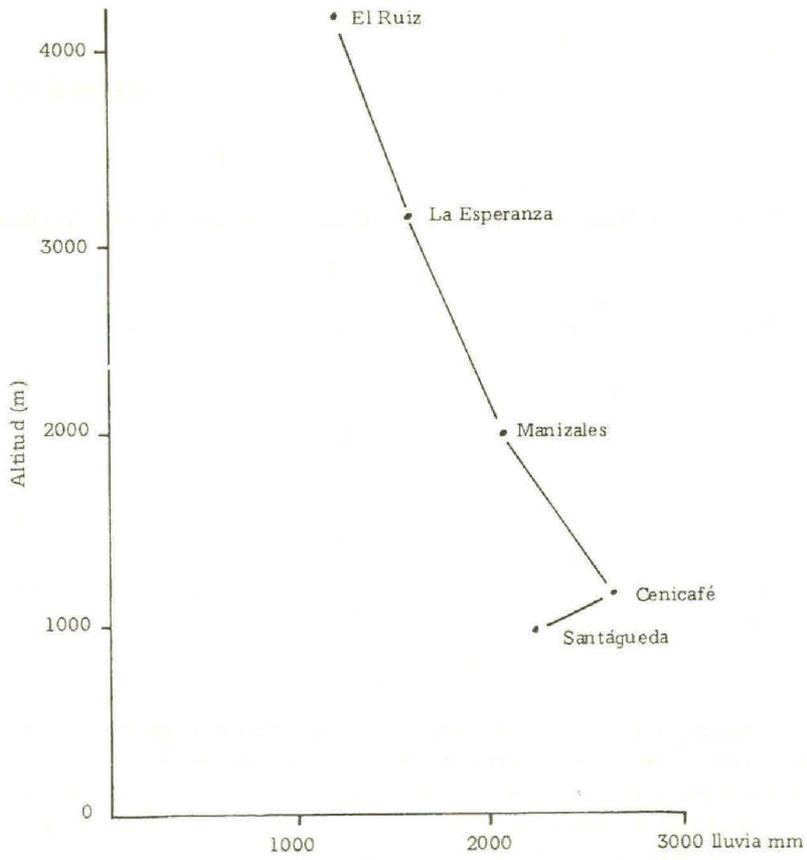


Figura 9. Variación de la cantidad de lluvia con la altitud.

Tabla 6. Precipitación mensual (mm) con 80% de probabilidad.

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Pueblo Bello	10	11	19	69	168	129	82	124	216	250	138	16	1.596
Francisco Romero	54	66	55	147	143	38	34	63	116	322	306	102	2.275
Blonay	14	16	19	84	86	61	50	56	78	126	124	25	1.311
Bertha	19	18	112	197	195	129	82	117	139	196	132	42	1.867
Montelíbano	109	86	167	268	252	137	84	120	159	251	208	112	2.307
Mesitas de Sta. Inés	37	33	65	125	94	59	15	23	75	169	166	47	1.436
Tibacuy	22	29	46	83	67	32	17	19	31	109	118	42	872
Anoalima	33	55	55	100	73	30	26	36	47	141	78	75	1.100
Llanadas	91	143	207	248	218	96	28	104	166	281	251	147	2.527
Agronomía	37	59	104	169	133	74	36	60	98	211	175	87	1.730
Santagueda-Fac.	53	60	101	178	229	159	84	130	131	196	162	90	2.129
Cenicafé	76	70	136	208	207	142	92	97	125	251	202	132	2.287
Naranjal	92	81	148	243	242	164	116	114	150	218	211	119	2.370
El Rubí	17	33	82	174	187	159	160	215	215	252	177	57	2.100
El Rosario	49	46	83	196	256	203	88	144	196	263	193	66	2.202
Piamonte	23	33	70	142	177	119	46	119	116	194	195	75	1.828
Miguel Valencia	48	3	112	190	191	146	91	133	160	196	142	95	1.932

Continúa

Tabla 6. Continuación

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Luis Bustamante	19	58	127	176	144	79	45	53	85	194	203	74	1.996
La Montaña	34	38	96	145	89	43	25	19	40	182	254	130	1.584
Chapetón	58	64	115	165	150	79	49	63	94	152	153	87	1.660
Limón	77	86	187	239	194	54	20	38	118	251	279	135	2.381
Granja Libano	41	67	134	200	169	5	52	82	145	233	169	91	2.007
El Jazmín	60	108	148	232	186	154	4	110	141	237	239	107	2.320
Jorge Villamil	24	38	76	114	101	83	65	54	58	103	97	67	1.168
Sena	70	48	130	245	136	79	16	28	110	223	226	166	2.164
La Bella	56	56	102	196	137	79	22	42	85	219	245	123	1.891
Paraguaicito	49	54	112	194	164	62	35	63	100	224	219	94	1.827
Arturo Gómez	42	61	96	164	170	128	52	65	107	168	172	72	1.624
Heracio Uribe	47	53	93	177	147	97	40	52	98	190	169	96	1.720
Manuel Mallarino	26	47	87	132	153	98	18	77	105	174	134	79	1.488
Julio Fernández	16	25	56	92	79	50	28	34	40	107	79	35	887
La Florida	72	90	112	129	99	46	11	12	61	210	217	196	1.818
Manuel Mejía	82	67	80	127	89	65	19	13	77	215	267	171	1.723
Ospina Pérez	51	53	88	110	97	47	21	27	31	114	145	93	1.219

Tabla 7. Número de días con lluvia (mayor o igual a 1.0 mm). registrados en algunas localidades de la zona cafetera.

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Pueblo Bello	3	3	5	9	17	13	11	13	17	20	14	4	129
Francisco Romero	9	8	9	13	14	10	8	11	13	19	21	15	150
Blonay	7	6	8	12	13	13	12	12	13	16	16	10	138
Bertha	9	9	15	21	22	20	17	18	18	20	18	11	198
Montelibano	11	12	17	21	22	17	15	16	18	21	20	13	203
Mesitas de Sta. Inés	8	10	12	14	12	11	8	9	12	16	17	10	128
Tibacuy	7	8	10	13	13	10	8	7	8	16	15	10	125
Anolaima	8	8	10	15	14	11	8	9	10	17	13	11	134
Llanadas	14	14	18	19	20	13	10	12	16	22	21	18	197
Agronomía	11	12	15	18	19	16	12	14	17	22	20	14	190
Santagueda-Fac.	11	11	12	17	19	17	12	16	16	18	19	12	180
Cenicafé	12	12	16	19	20	17	14	15	16	22	19	15	197
Naranjal	13	12	16	20	20	17	15	15	17	21	20	16	202
El Rubí	4	8	12	17	19	15	16	17	18	20	18	13	177
El Rosario	10	11	15	18	21	18	14	19	20	23	19	14	202
Piamonte	9	10	13	14	19	15	12	18	18	20	19	13	180
Miguel Valencia	12	12	17	21	23	20	18	20	21	24	20	16	224

Continúa

Tabla 7. Continuación.

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Luis Bustamante	9	11	16	19	21	18	16	17	16	22	23	15	203
La Montaña	9	9	12	16	14	12	8	8	8	17	19	15	147
Chapetón	11	11	16	18	17	13	11	11	13	18	17	14	170
Limón	12	13	16	17	17	12	9	9	14	19	22	16	176
Libano	11	10	14	17	16	12	10	11	14	20	17	14	166
El Jazmín	13	14	17	20	19	19	15	15	18	22	21	15	209
Jorge Villamil	10	11	15	17	18	17	17	14	13	18	18	13	181
Sena	12	14	16	18	16	13	9	11	13	19	22	16	179
La Bella	10	11	13	17	16	12	9	8	11	20	20	15	162
Paraguaicito	10	10	13	16	15	12	9	9	13	19	20	13	159
Arturo Gómez	10	11	15	16	18	17	12	14	15	19	19	14	180
Heracio Uribe	10	11	13	18	17	14	10	9	13	20	10	14	168
Manuel Mallarino	10	11	13	14	16	12	8	13	14	18	19	14	162
Julio Fernández	8	8	11	15	15	13	10	10	11	17	16	11	145
La Florida	13	14	15	16	16	12	7	7	11	20	21	19	171
Manuel Mejía	14	13	13	16	15	11	7	7	10	20	23	20	169
Ospina Pérez	14	12	14	16	15	12	7	6	9	19	20	18	162

LLUVIA DIURNA Y NOCTURNA

En general se puede afirmar que la lluvia en la zona cafetera a través del año se presenta con mayor frecuencia durante la noche, tal comportamiento se puede observar en la Figura 10.

Para altitudes superiores a los 2.000 m la máxima frecuencia de lluvia ocurre durante el día.

DISTRIBUCION DE LA LLUVIA

En la figura 11 se presentan las probabilidades de ocurrencia de una década húmeda y la probabilidad de que sucedan tres décadas continuas húmedas. Estas curvas permiten determinar el comienzo de la época de lluvia en cada una de las localidades con una seguridad del 75%, así como la duración de dicho período. Se considera década húmeda aquella en la cual la lluvia es mayor que la evaporación de la zona y para el mismo período.

OTRAS CARACTERISTICAS DE LA LLUVIA EN LA ZONA CAFETERA.

Algunas características de la lluvia de la zona cafetera se presentan en la Tabla 8.

— Número de aguaceros al año.

El valor medio del número de aguaceros al año es de 498, con valores extremos de 728 aguaceros en Jardín-Antioquia y 353 aguaceros en Manaure-Cesar.

— Número de horas de lluvia al año.

El número de horas de lluvia presenta una media de 598 horas con valores extremos en Jardín-Antioquia- y 353 horas en Manaure-Cesar.

— Intensidades máximas

Las intensidades máximas de lluvia presentan valores poco variables para un mismo intervalo de tiempo.

La intensidad máxima en 5 minutos con un 80% de probabilidad presenta un valor medio de 7.0 mm con valores extremos de 8.3 mm y 6 mm.

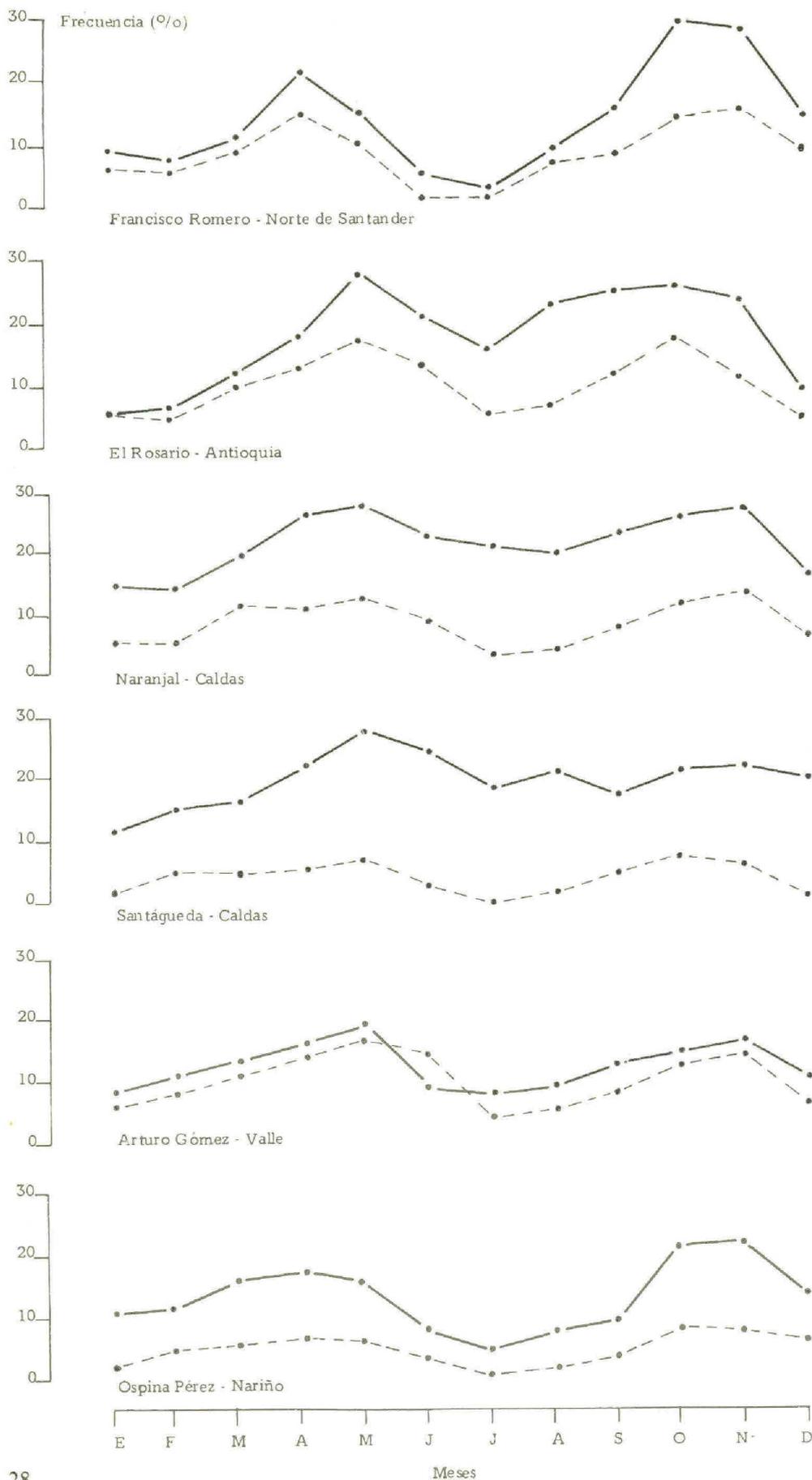


Figura 10. Frecuencia de lluvia diurna (— —) y nocturna (.....) superior a 7.0 mm para algunas localidades de la zona cafetera. 1971-1980.

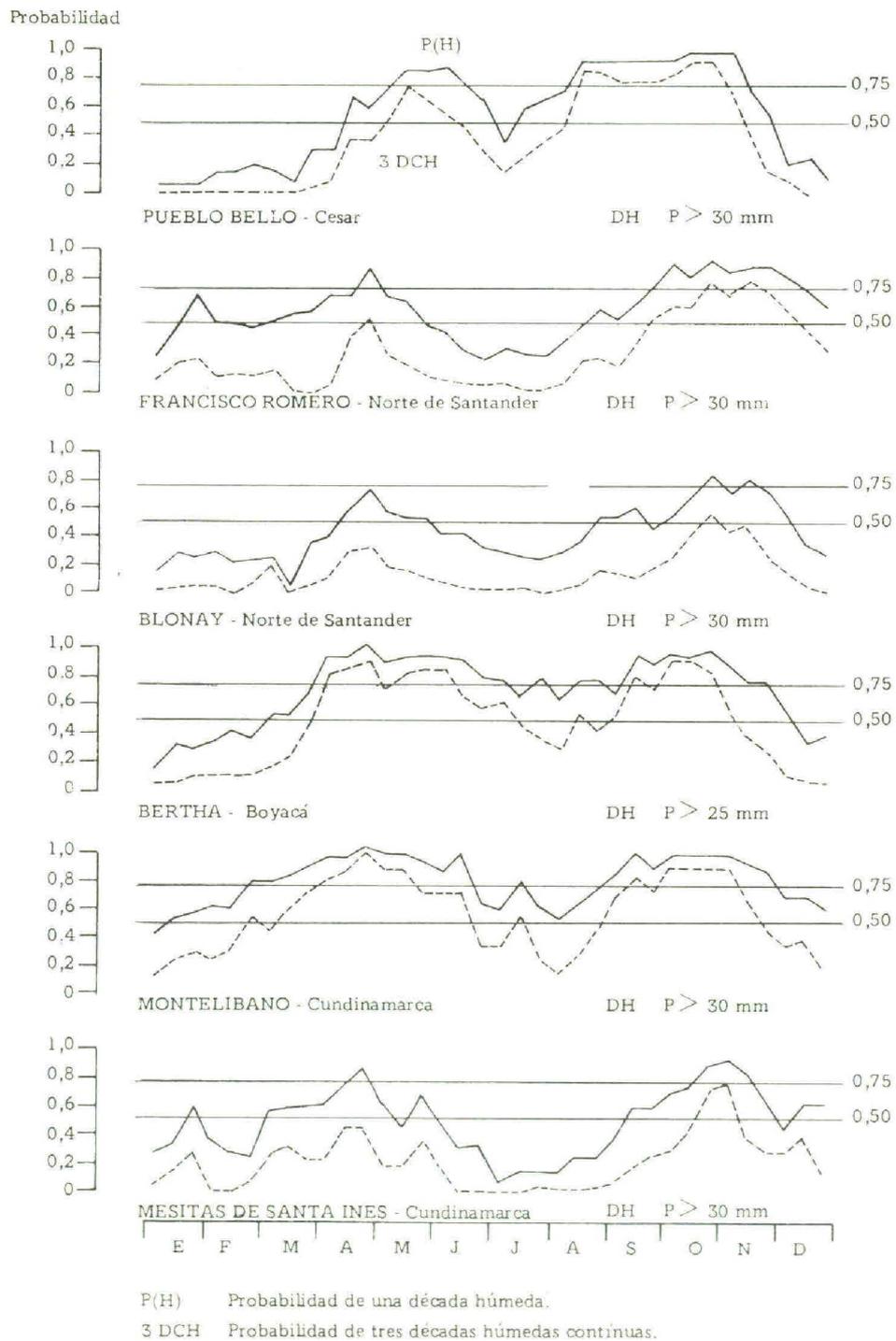
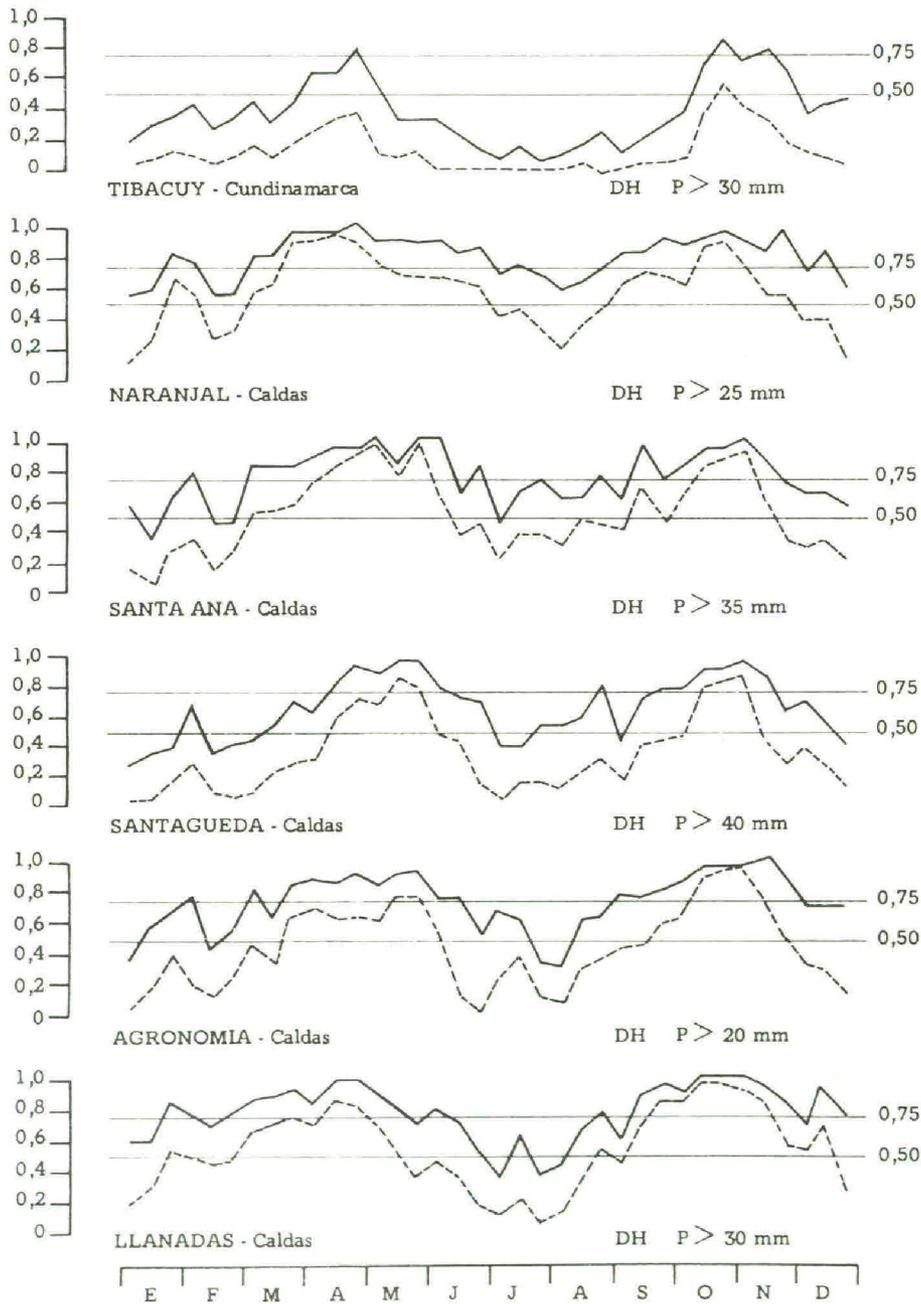


Figura 11. Probabilidad de ocurrencia de una década húmeda y tres décadas continuas húmedas.

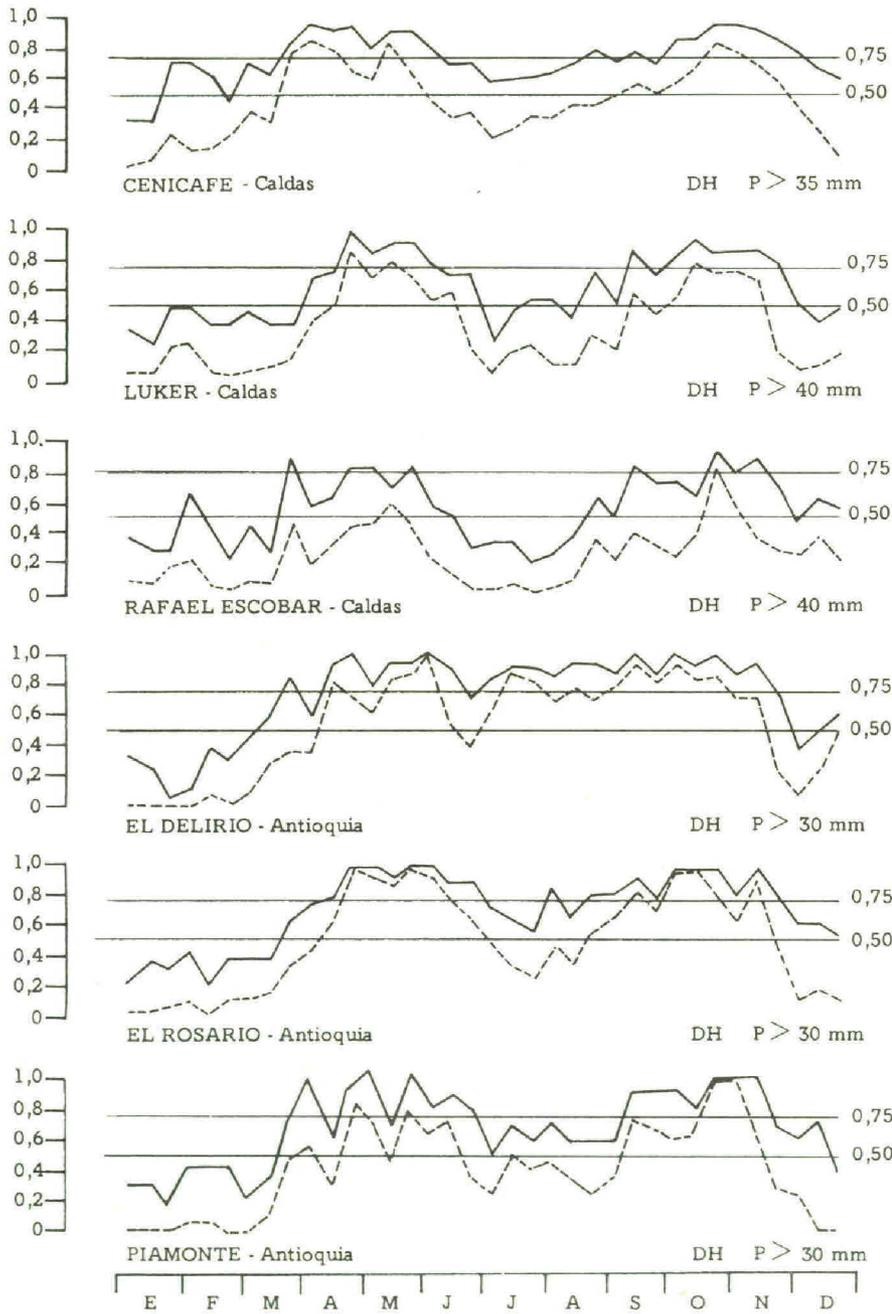
Continúa

Probabilidad



Continúa

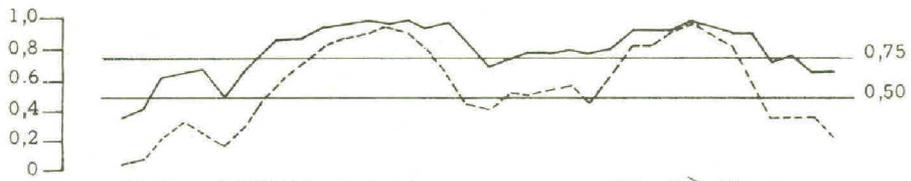
Probabilidad



Continúa

Continuación.

Probabilidad



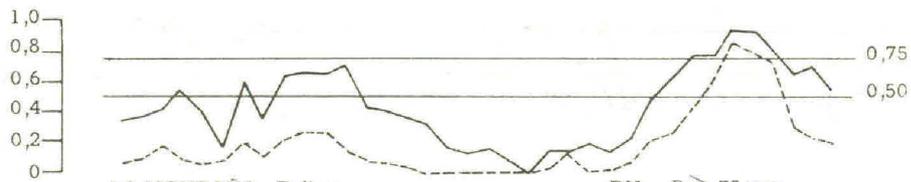
MIGUEL VALENCIA - Antioquia

DH $P > 25$ mm



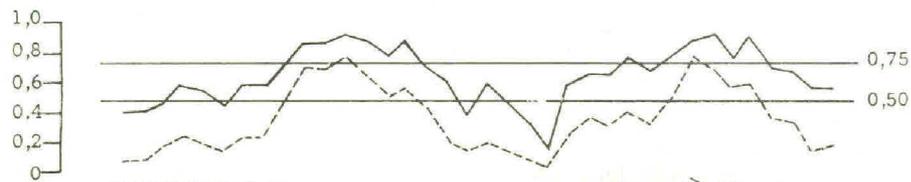
LUIS BUSTAMANTE - Tolima

DH $P > 25$ mm



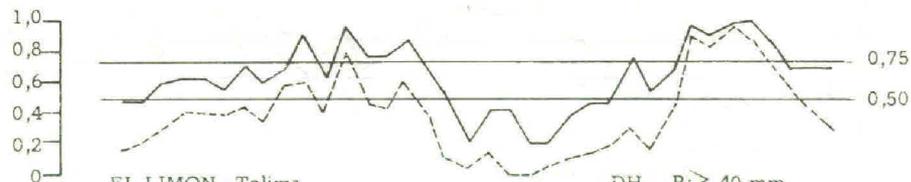
LA MONTAÑA - Tolima

DH $P > 35$ mm



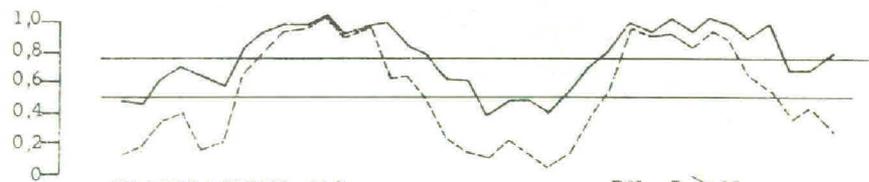
CHAPETON - Tolima

DH $P > 30$ mm



EL LIMON - Tolima

DH $P > 40$ mm



GRANJA LIBANO - Tolima

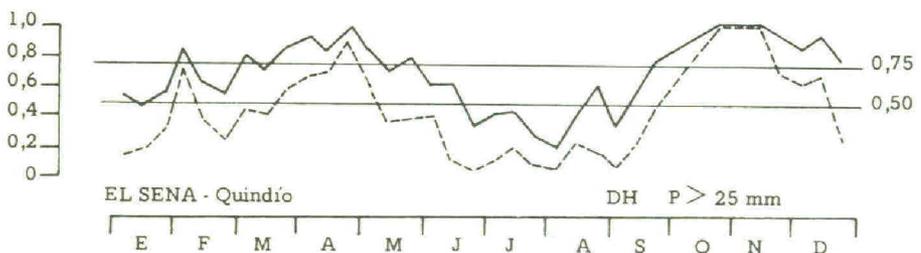
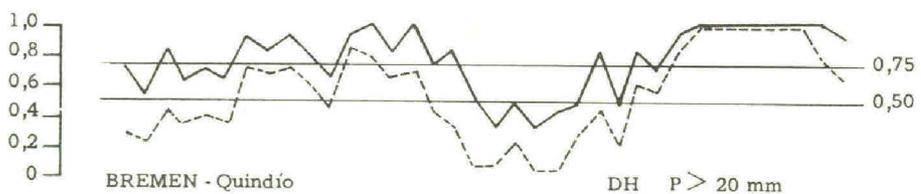
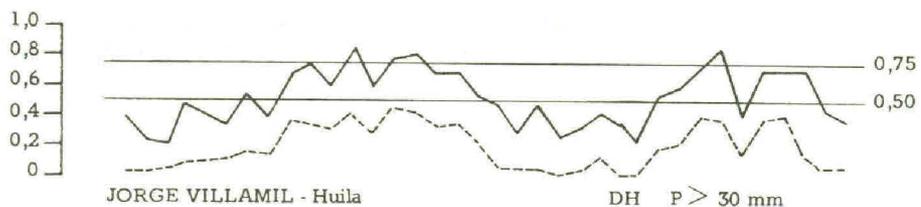
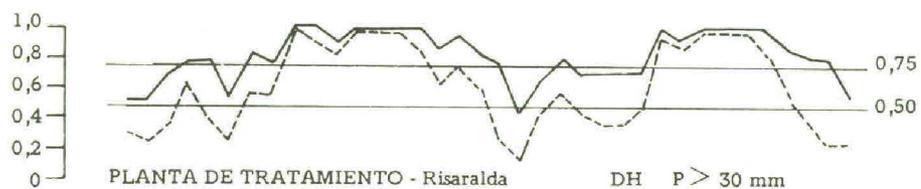
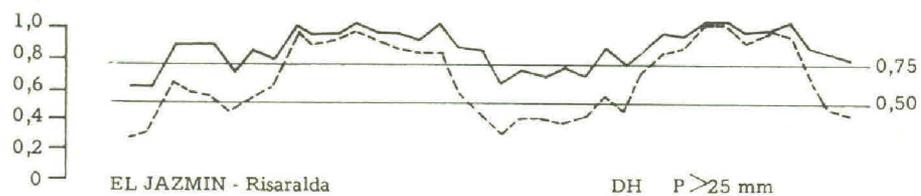
DH $P > 25$ mm

E F M A M J J A S O N D

Continúa

Continuación.

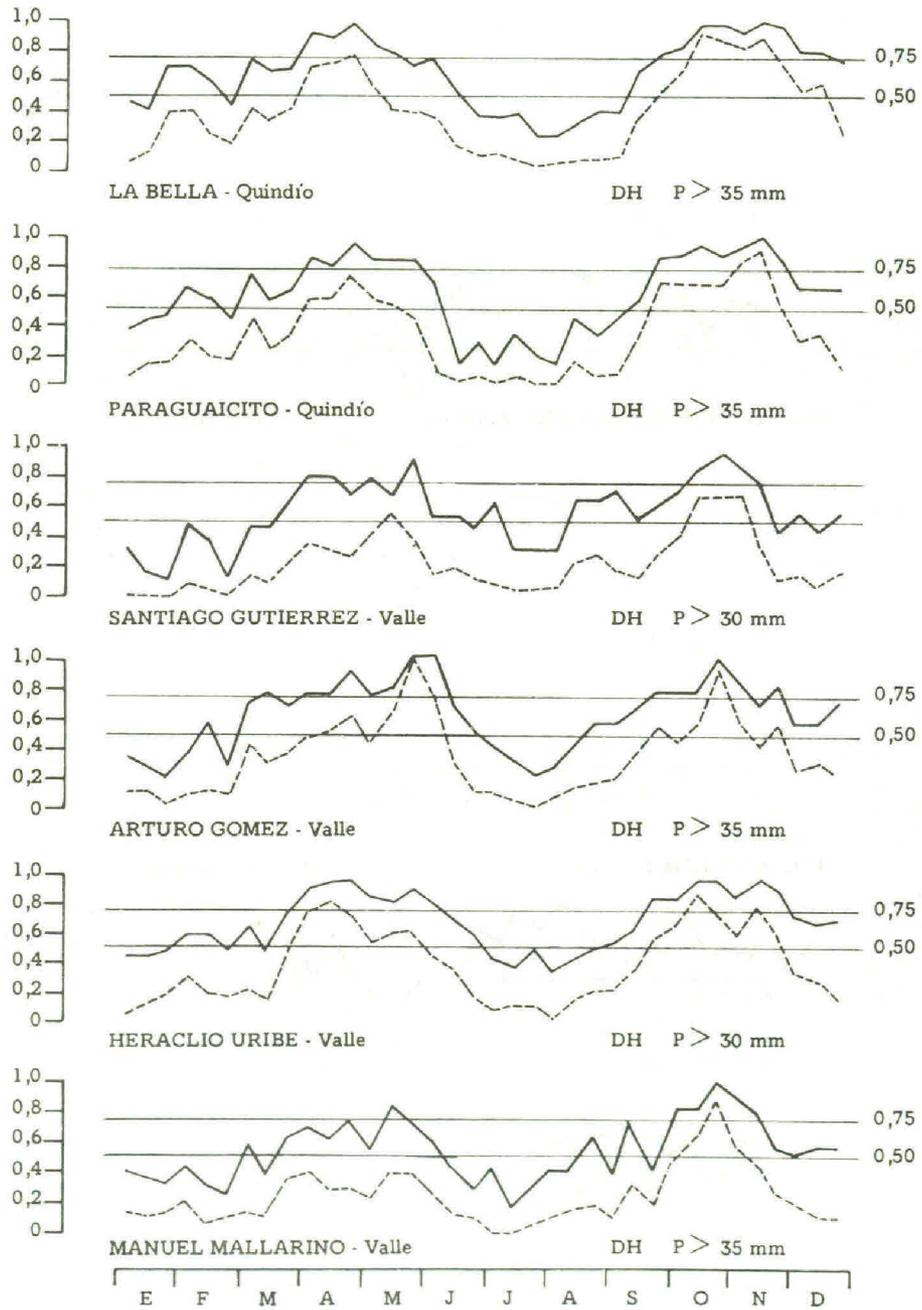
Probabilidad



Continúa.

Continuación.

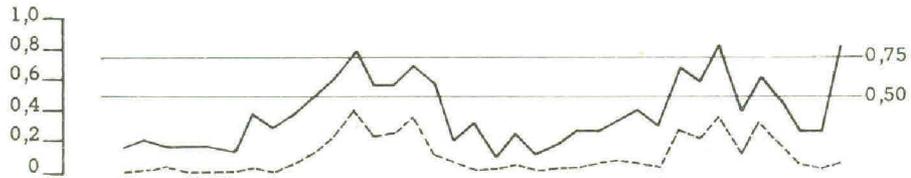
Probabilidad



Continúa

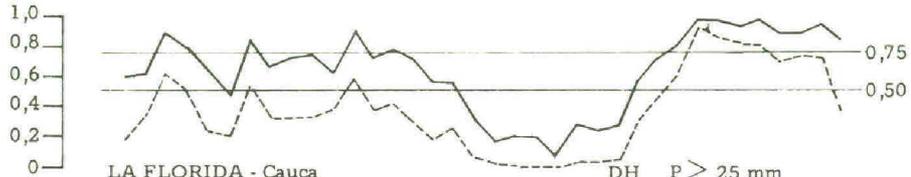
Continuación.

Probabilidad



JULIO FERNANDEZ - Valle

DH $P > 30$ mm



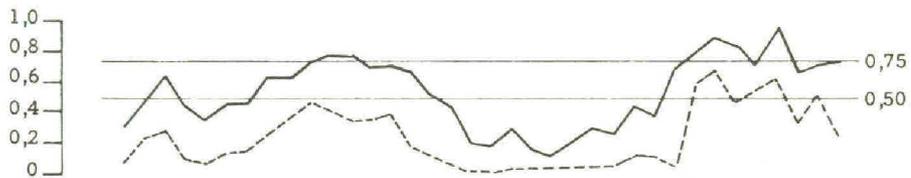
LA FLORIDA - Cauca

DH $P > 25$ mm



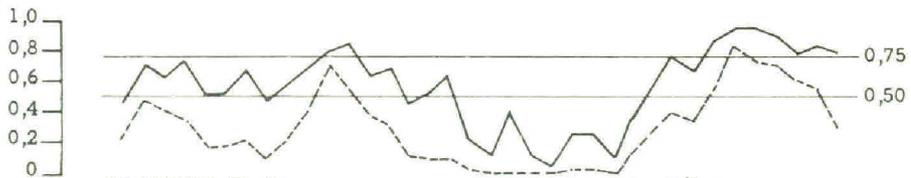
MANUEL MEJIA - Cauca

DH $P > 25$ mm



OSPINA PEREZ - Nariño

DH $P > 30$ mm



LA UNION - Nariño

DH $P > 30$ mm

E F M A M J J A S O N D

Tabla 8. Algunas características de la lluvia en la zona cafetera (Suárez 1975).

Estación	Número Aguaceros anuales	Total horas anuales de Precipitación	Intensidades máximas con 80% de Probabilidad		
			Milímetros en 5 minutos	Milímetros en 30 minutos	Milímetros en 60 minutos
Ramón Mejía	353	353	8.3	21.0	27.0
Pueblo Bello	364	436	7.5	21.0	27.0
Francisco Romero	440	599	7.5	21.0	27.0
Blonay	432	524	6.0	18.0	23.0
Bertha	579	639	6.0	18.0	20.0
Montelíbano	569	664	7.0	21.0	23.0
Tibacuy	404	456	6.0	18.0	20.0
Esteban Jaramillo	452	701	7.5	18.0	23.0
Miguel Valencia	728	854	6.0	18.0	20.0
Llanadas	548	733	7.0	18.0	20.0
Facultad de Agronomía	585	706	6.0	18.0	24.0
Cenicafé	549	688	7.0	20.0	24.0
Naranjal	545	689	6.0	18.0	24.0
El Jazmín	596	710	6.0	18.0	24.0
La Bella	536	638	6.0	18.0	24.0
Paraguaicito	445	529	7.0	21.0	26.0
Heraclio Uribe	484	591	7.0	18.0	24.0
Julio Fernández	386	395	6.0	18.0	20.0
La Unión	447	617	6.0	20.0	24.0
Chapetón	482	567	6.3	18.0	24.0
La Montaña	433	465	7.0	21.0	27.0
Jorge Villamil	569	571	6.0	18.0	20.0
La Florida	506	595	6.3	18.0	20.0
Manuel Mejía	512	636	6.3	18.0	24.0
Manuel Mejía	476	595	6.0	18.0	20.0
Ospina Pérez	521	600	6.0	18.0	20.0

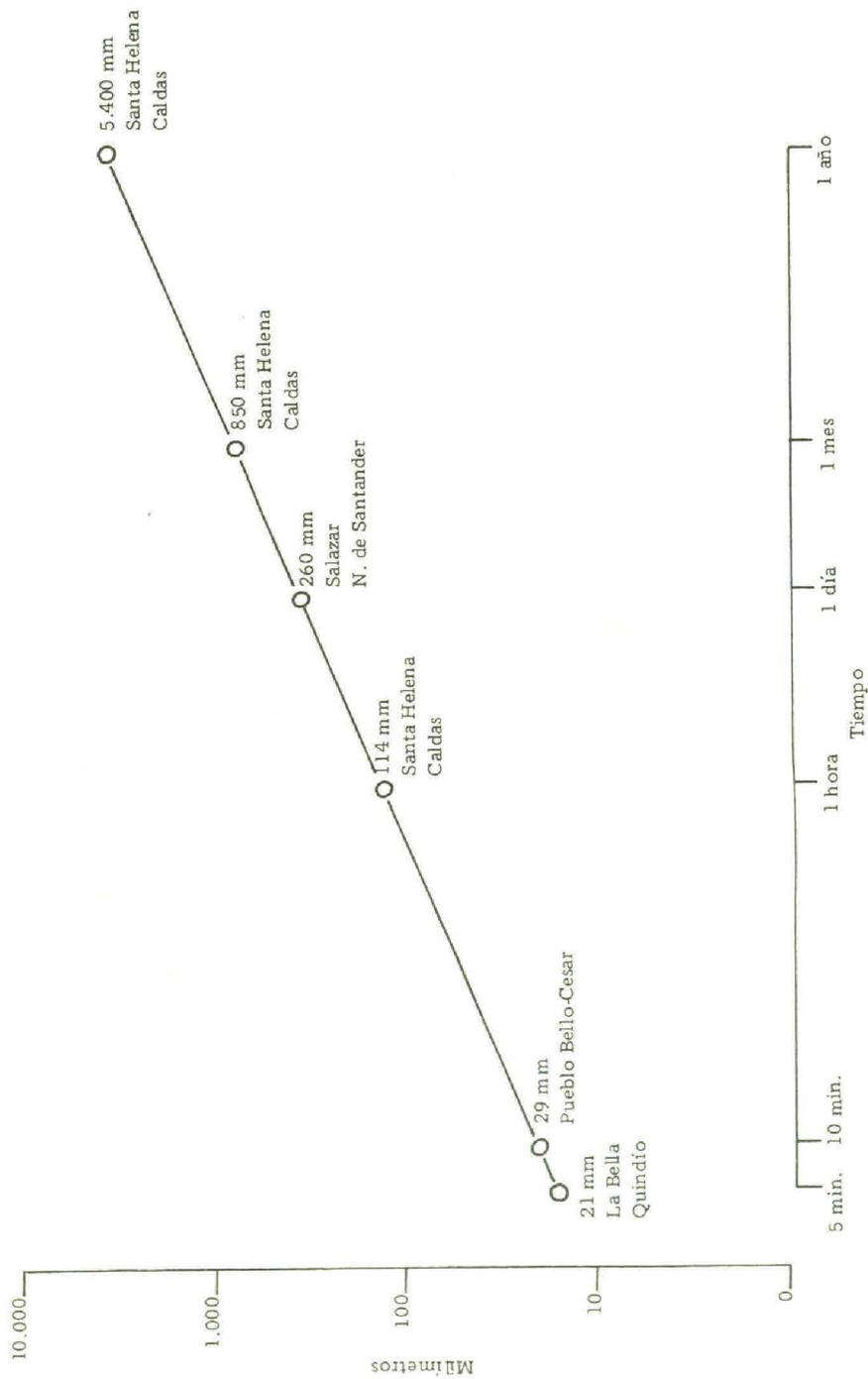


Figura 12. Valores extremos de lluvia registrados en la zona cafetera.

La intensidad máxima de 30 minutos presenta un valor medio de 19 mm. y valores extremos de 18 mm. y 21 mm.

La intensidad máxima en 60 minutos presenta un valor medio de 23 mm. con valores extremos de 27 mm. y 20 mm.

Algunos valores extremos de lluvia registrados en la zona cafetera se presentan en la Figura 12 para tiempo entre 5 minutos y un año.

Un ejemplo de curvas de intensidad duración y frecuencia se observa en la figura 13.

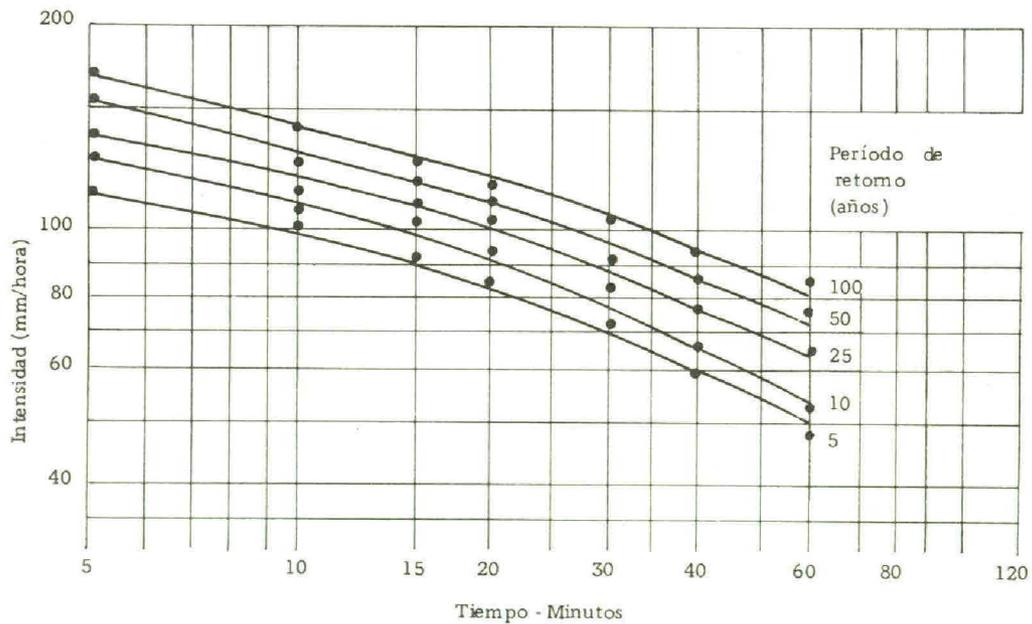


Figura 13. Curvas de intensidad - duración y frecuencia. Llanadas - Caldas.

EVAPORACION

La evaporación representa la pérdida de agua en forma de vapor. La tasa de evaporación está determinada por la radiación solar, la temperatura, la tensión de vapor y el viento. Debido a la falta de medidas directas de evaporación esta se calcula mediante fórmulas.

En la Tabla 9 se presenta la evaporación mensual y anual calculada para la zona cafetera. Los valores anuales varían entre 771 mm en Agronomía Caldas y 1.489 mm. en Santágueda-Caldas. Un 79% de las estaciones estudiadas presentan volúmenes anuales de evaporación inferiores a 1.200 mm.

Los valores mensuales de evaporación presentan pequeña variación debido a la poca variabilidad de los elementos que la controlan en la zona tropical, como son la radiación solar global, la temperatura del aire, la tensión de vapor y la velocidad del viento. (Figura 14).

Por existir una gran dependencia entre los elementos climáticos que determinan la evaporación y la altitud se puede estimar un valor aproximado de la evaporación anual y mensual mediante las siguientes expresiones:

$$EV \text{ anual} = 2.400 - 0.91 A \quad (r = 0.96^{**})$$

siendo $EV \text{ anual} =$ Evaporación anual en mm.

$A =$ Altitud en m.

Evaporación mensual $= \frac{\text{Evaporación anual}}{12 \text{ meses}}$

Tabla 9. Evaporación mensual en la zona cafetera ((mm).

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Pueblo Bello	96	101	110	101	95	92	101	95	88	84	84	88	1.135
Francisco Romero	97	95	112	102	113	106	122	124	130	112	98	101	1.312
Blonay	81	78	96	90	93	90	96	96	92	93	80	78	1.063
Bertha	81	78	85	77	80	73	74	74	76	76	80	80	934
Montelibano	84	76	84	84	87	84	103	97	84	80	81	84	1.028
Mesitas de Sta. Inés	91	75	81	80	83	80	88	91	88	70	71	84	982
Tibacuy-Granja	92	87	96	84	84	86	92	98	101	99	77	87	1.083
Anolaima	78	74	85	76	78	77	87	92	89	74	63	69	942
Llanadas	85	82	93	83	90	90	98	98	95	88	91	78	1.071
Agronomía	66	65	66	61	64	68	71	71	82	61	55	61	771
Santagueda-Fac.	133	123	136	128	124	120	128	128	119	111	116	123	1.489
Cenicafé	90	77	114	99	100	102	110	114	105	98	95	103	1.207
Naranjal	107	97	107	94	97	94	103	107	99	96	92	103	1.196
El Rubí	80	76	81	76	78	76	82	81	77	60	63	69	908
El Rosario	104	97	112	92	94	91	117	98	93	91	86	94	1.169
Piamonte	97	97	104	101	91	88	97	91	84	87	90	94	1.121
Miguel Valencia	83	78	84	79	78	82	85	80	85	70	71	80	955

Continúa

Continuación Tabla 9

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Luis Bustamante	75	71	78	74	75	76	77	75	68	77	64	70	880
La Montaña	101	98	109	88	101	131	107	121	119	98	78	91	1.242
Chapetón	88	86	96	86	91	92	101	109	105	92	82	88	1.110
Limón	114	106	114	111	114	118	129	129	117	110	107	110	1.379
Granja Libano	75	71	78	74	76	76	84	84	68	72	66	72	896
El Jazmín	87	74	80	68	68	65	85	81	74	65	67	76	890
Jorge Villamil	91	89	96	86	88	881	88	92	93	91	76	88	1.059
Sena	85	78	87	74	77	77	102	89	85	66	73	88	981
La Bella	80	78	87	74	77	77	87	93	80	76	74	74	957
Paraguacito	120	104	118	104	101	108	115	115	107	103	97	107	1.299
Arturo Gómez	103	95	107	101	94	87	107	103	97	90	91	97	1.172
Heracio Uribe	78	77	85	80	83	76	88	86	78	76	78	73	958
Manuel Mallarino	110	103	110	101	98	101	118	104	102	96	92	106	1.241
Julio Fernández	90	88	90	80	83	80	85	85	83	83	76	83	1.006
La Florida	76	71	76	71	74	76	86	96	90	76	65	67	924
Manuel Mejía	70	66	74	68	86	73	83	96	80	71	62	70	899
Ospina Pérez	80	81	84	81	84	89	98	108	99	85	74	77	1.040

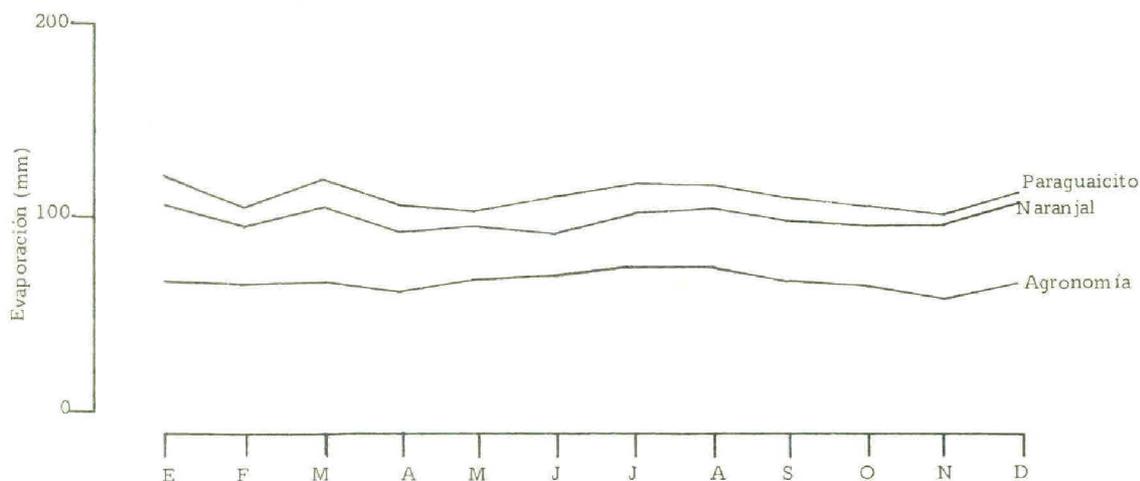


Figura 14. Transcurso mensual de la evaporación en tres localidades de la zona cafetera.

BALANCE HIDRICO

El balance hídrico contabiliza las ganancias de agua por lluvia o riego y las pérdidas por evaporación, escorrentía, drenaje profundo y la variación del almacenamiento de aguas en el suelo.

Conocer el balance hídrico de una localidad permite determinar la duración y la magnitud a nivel macroclimático de los períodos con exceso o deficiencia de agua.

Aunque la zona cafetera presenta altos valores de precipitación anual, hay regiones con limitaciones de agua en algunas épocas, debido a inadecuada distribución de las lluvias o por existir condiciones de alta evaporación, con lo cual la lluvia no es suficiente para suplir la demanda de agua.

Los balances hídricos para algunas regiones de la zona cafetera se presentan en la Figura 15.

Los faltantes hídricos anuales más extremos se observan en Tibacuy-Cundinamarca con 468 mm. Julio Fernández-Valle, 363 mm; La Montaña - Tolima 343 mm; Blonay - Norte de Santander 324 mm y Pueblo Bello - Cesar 272 mm. (Figuras 27 a 32).

En Tibacuy-Cundinamarca y Blonay-Norte de Santander, los faltantes son el acumulado de 10 meses continuos comprendidos entre diciembre y septiembre, siendo las estaciones que presentan la máxima limitación hídrica de las localidades estudiadas. El valor mensual de faltante de agua más severo se observa en Pueblo Bello-Cesar en los meses de febrero (78 mm) y marzo (86 mm).

Los mayores excesos hídricos se presentan en Montelibano-Cundinamarca (926 mm), Llanadas-Caldas (928 mm), el Rubí-Antioquia (868 mm) y Jazmín Risaralda (866 mm).

El valor más alto de exceso hídrico mensual se presenta en septiembre en Montelibano-Cundinamarca en abril con 184 mm. y en el Sena-Quindío con 213 mm en noviembre.

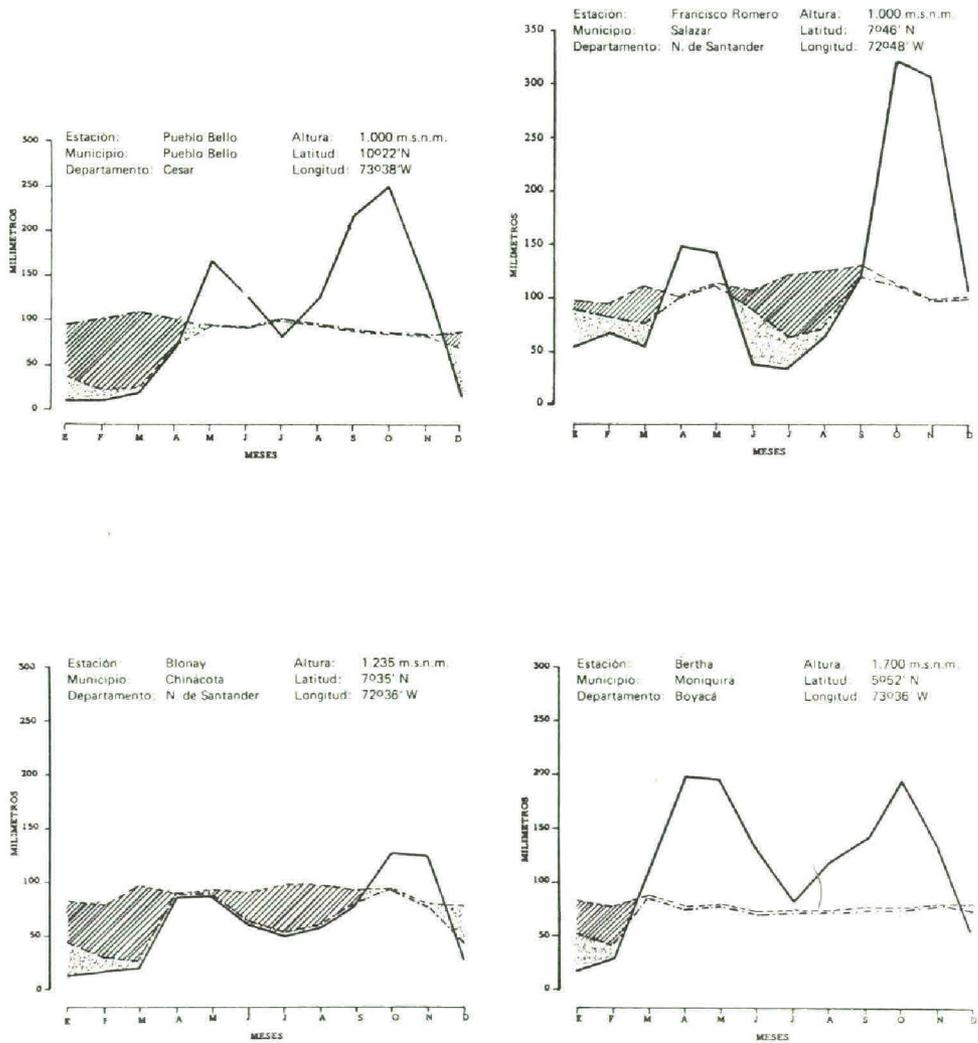
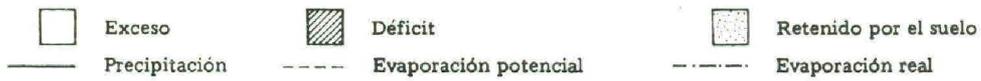
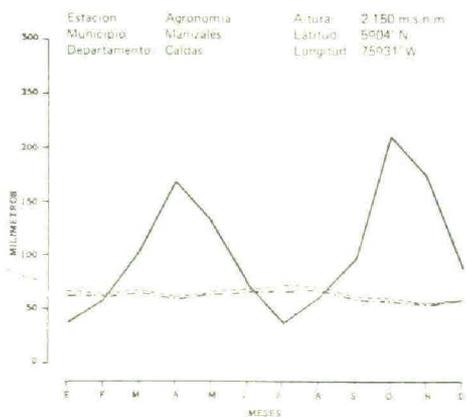
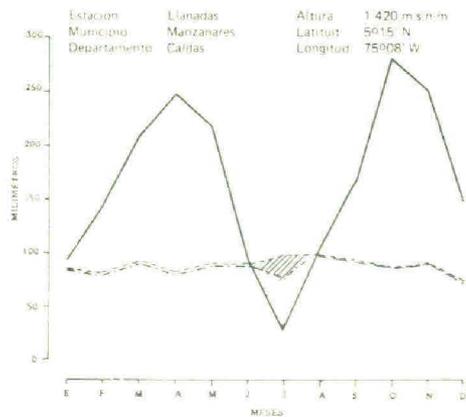
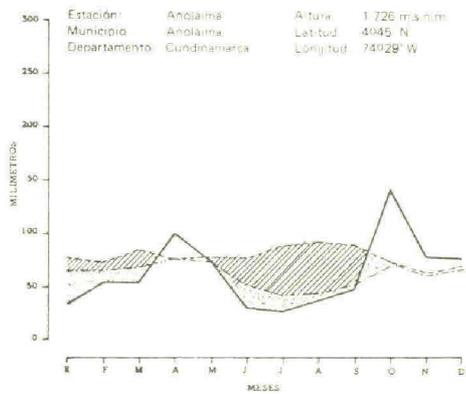
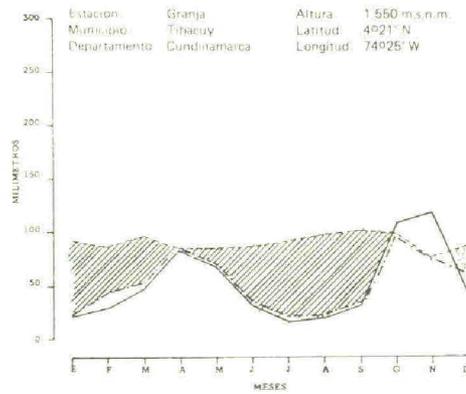
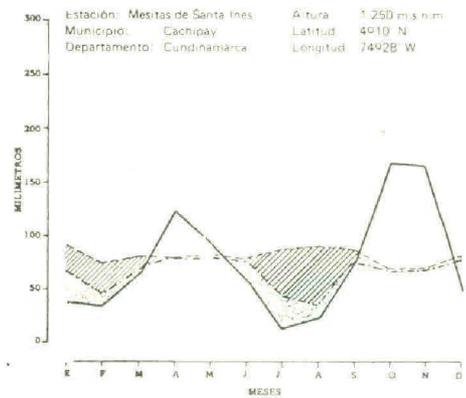
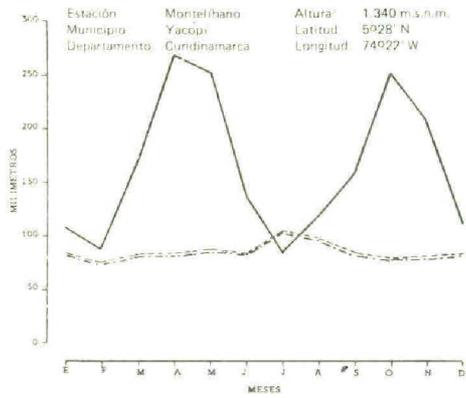
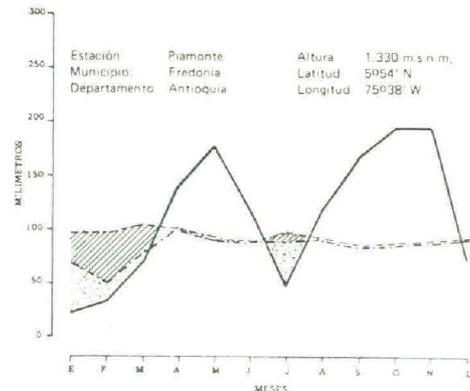
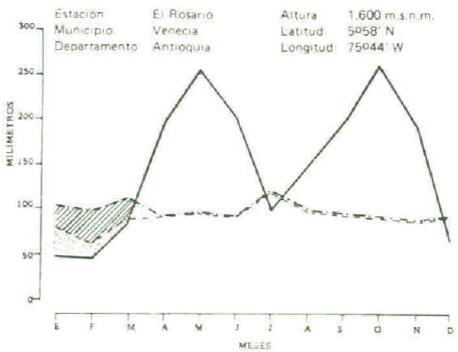
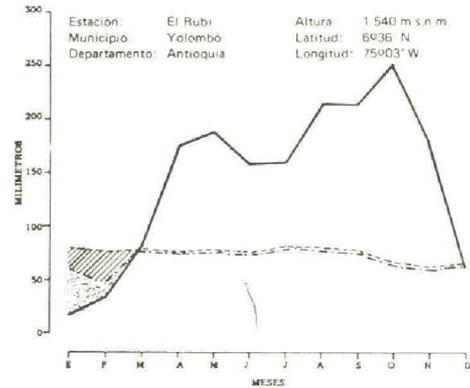
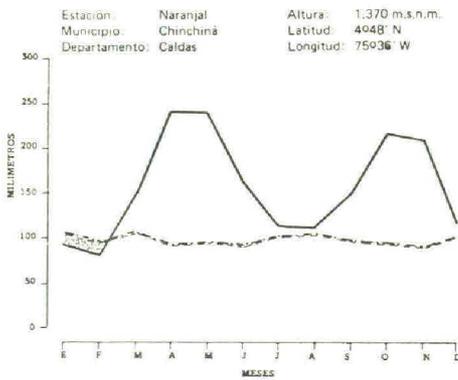
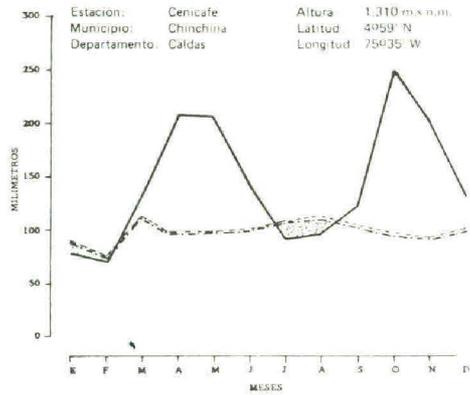
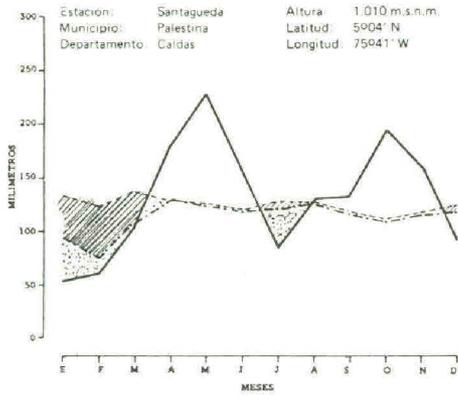


Figura 15. Balance hídrico para algunas regiones de la zona cafetera.

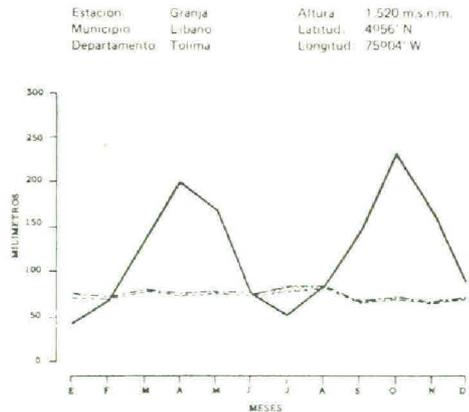
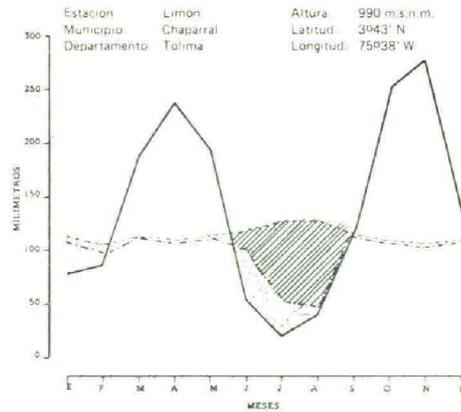
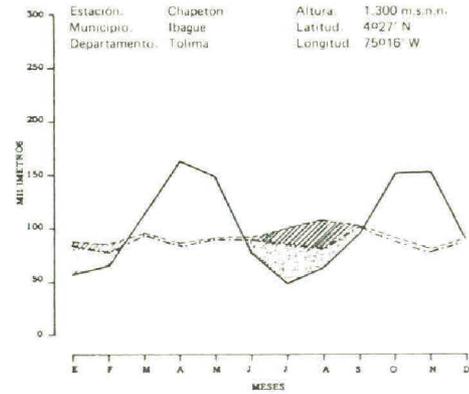
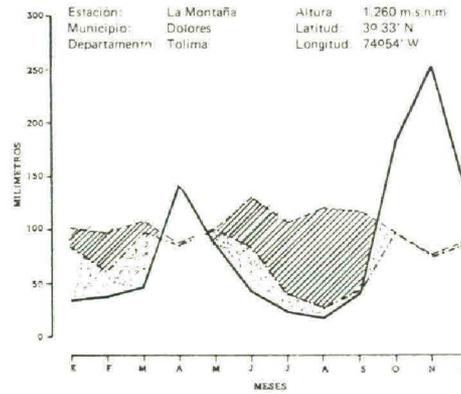
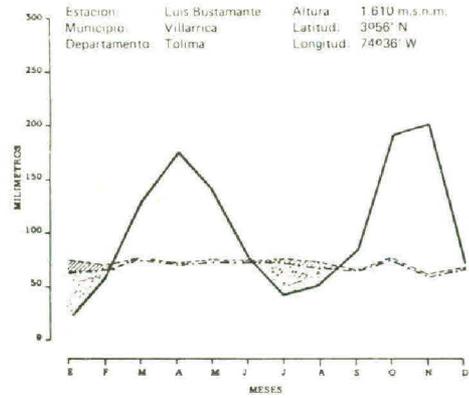
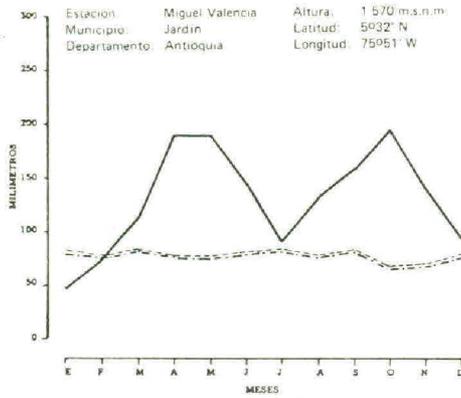
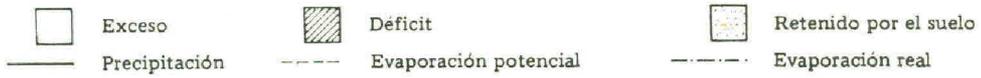
Continúa.



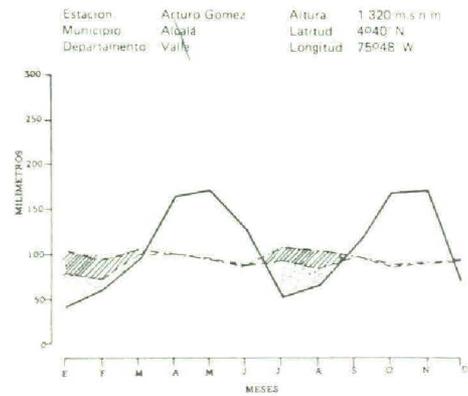
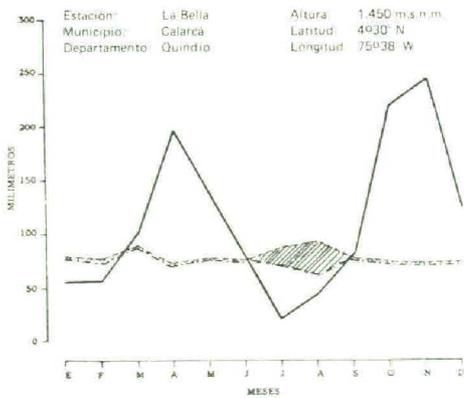
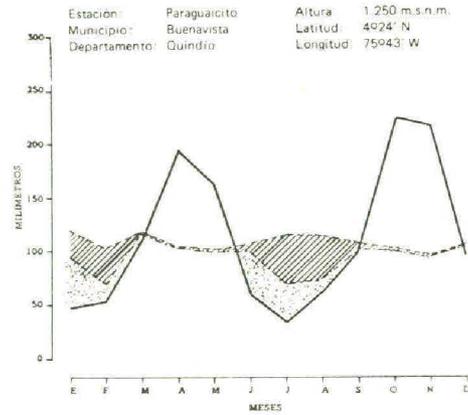
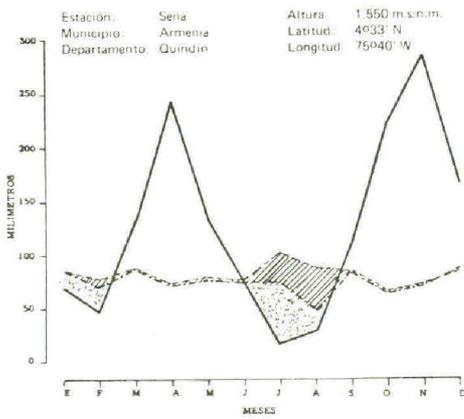
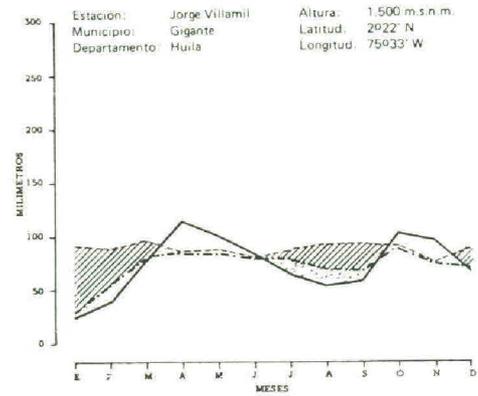
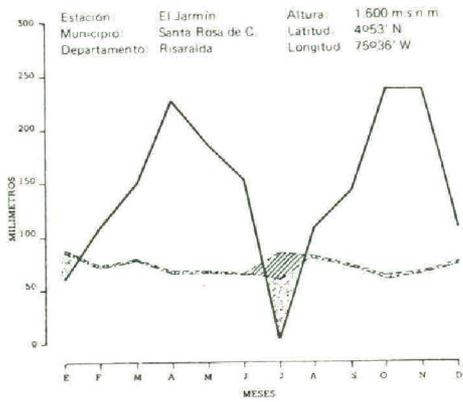
Continúa



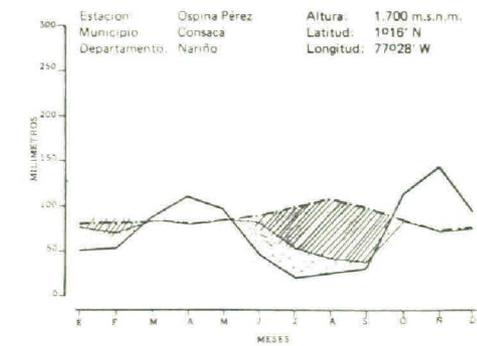
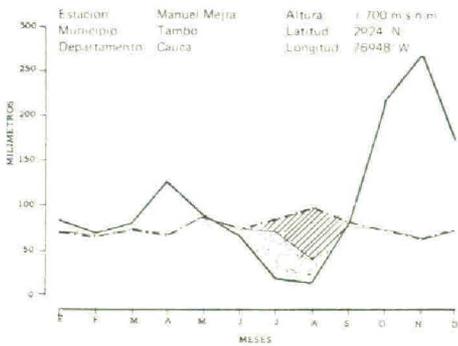
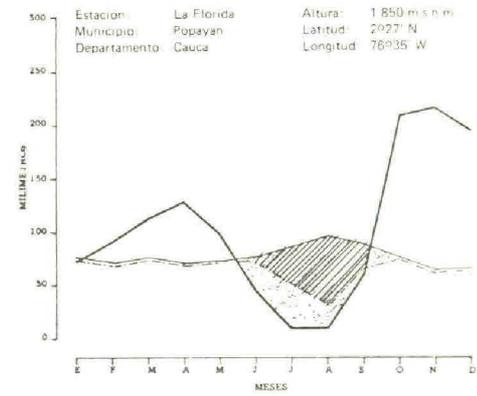
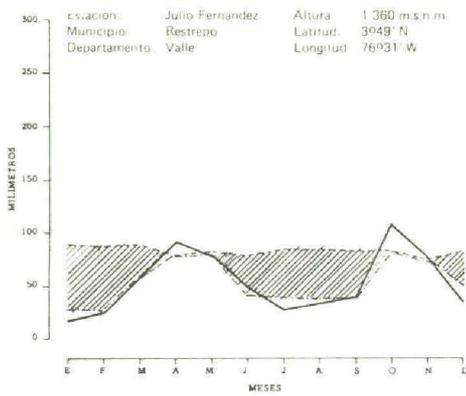
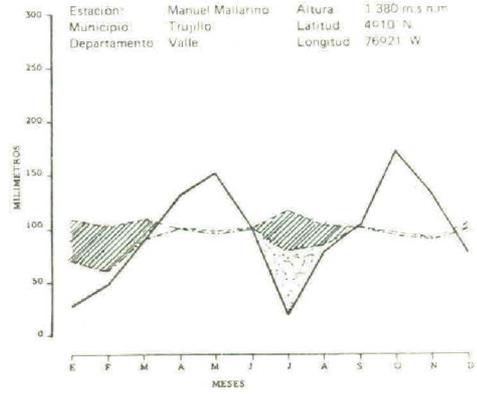
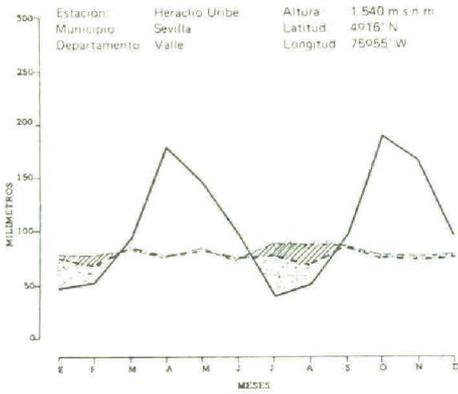
Continúa.



Continúa.



Continúa.



VIENTO

La zona cafetera está situada en las vertientes de las zonas andinas por lo cual existe una marcada influencia de la topografía sobre la circulación de los vientos de carácter local (vientos de valle - montaña).

Durante el día los vientos ascienden desde el valle hacia la montaña (vientos anabáticos) es aire caliente, poco denso. Durante la noche ocurre el proceso de circulación en dirección opuesta; desde la montaña desciende aire frío y denso hacia el valle (vientos catabáticos). El comportamiento antes descrito se observa en los registros de anemógrafos (Ver Tabla 10).

En general las velocidades del viento registradas en la zona cafetera son bajas, con valores frecuentes alrededor de 5.0 Km/hora y valores extremos de las ráfagas (impulsos cortos) de unos 60 Km/hora.

Tabla 10. Dirección dominante del viento durante el día 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	NW	SW
Tibacuy	Cundinamarca	SE	NW
Consacá	Nariño	NW	SE
Blonay	Norte de Santander	NW	Calma
Paraguaicito	Quindío	NW	SE
Líbano	Tolima	SE	Calma
Albán	Valle	NE	SE
Nw: Noroeste	Se: Sureste	Sw: Suroeste	

En la Tabla 11 se presenta el porcentaje de horas y la velocidad media en Km/hora para cada dirección de los vientos en Cenicafé y Naranjal.

Tabla 11. Porcentaje en horas de velocidad en Km/hora para cada dirección de los vientos en Cenicafé y Naranjal.

Localidad		Dirección								Total Horas con viento
		NE	E	SE	S	SE	W	NW	N	
CENICAFE										
Día	% Horas	11	6	16	12	7	9	27	12	1.841
	Velocidad	3.4	2.7	2.7	2.6	2.8	2.6	2.2	2.5	
Noche	% Horas	1	2	63	30	1	1	1	1	2.642
	Velocidad	2.5	2.3	4.3	3.9	3.6	1.8	2.1	2.6	
NARANJAL										
Día	% Horas	6	1	24	3	12	4	48	2	4.266
	Velocidad	3.7	5.0	4.7	7.3	4.5	5.2	5.2	5.4	
Noche	% Horas	6	1	83	3	3	1	2	1	4.328
	Velocidad	3.5	3.8	6.0	6.4	2.8	2.6	2.8	5.1	

TEMPERATURA DEL SUELO

La temperatura del suelo, tal como sucede con la del aire, presenta variaciones diurnas apreciables desde la superficie hasta 25 cm. de profundidad, determinadas por la radiación solar disponible, la cantidad y distribución de la lluvia, la cobertura vegetal, la pendiente del terreno y las propiedades físicas del suelo.

Las observaciones realizadas en Cenicafé en un suelo franco hasta 50 cm. de profundidad muestran que la temperatura máxima del suelo disminuye con la profundidad y la mínima aumenta (Figura 16).

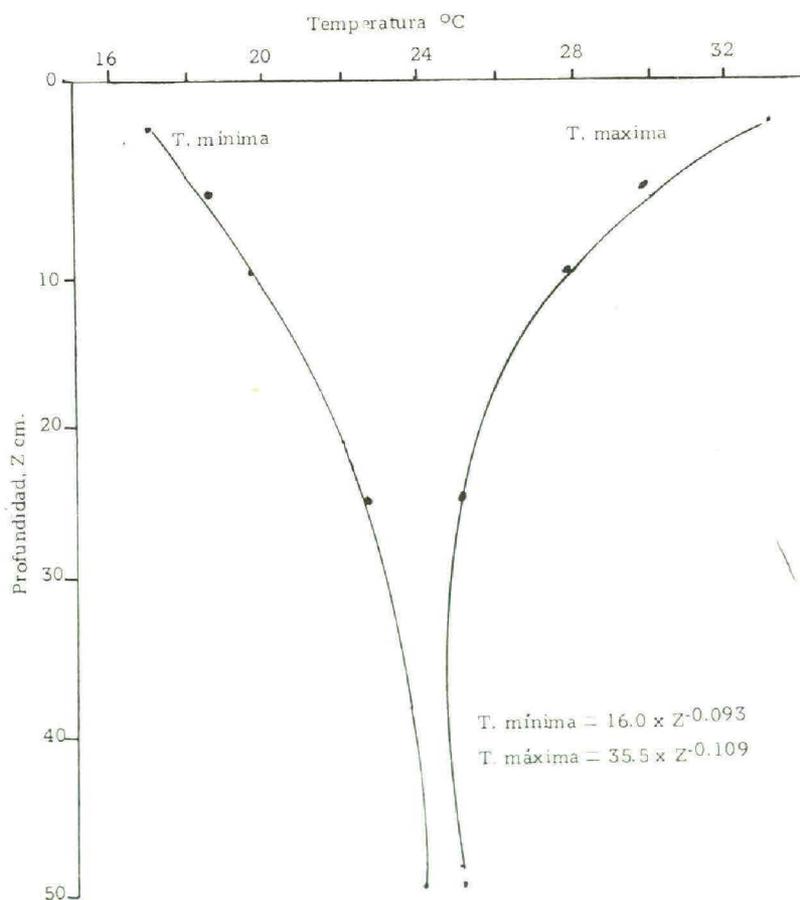


Figura 16. Variación de la temperatura máxima y mínima del suelo con la profundidad.

Se presenta una relación altamente significativa entre la temperatura del aire y la del suelo, especialmente hasta los 10 cms. de profundidad con coeficientes de correlación superiores a 0.89 ** (Tabla 12).

Tabla 12. Relación entre la temperatura media del suelo y la del aire a 2 m. de altura.

Profundidad del suelo cm.	Ecuación	r
2	TS = 1.40 Ta - 6.20	0.98**
5	TS = 1.13 Ta - 1.13	0.97**
10	TS = 0.70 Ta + 1.05	0.89**
20	TS = 1.15 Ta + 2065	0.41**

TS = Temperatura de suelo °C (suelo desnudo)

Ta = Temperatura del aire °C a 2 m de altura.

BIBLIOGRAFIA SOBRE METEOROLOGICA Y CLIMATOLOGIA PUBLICADA POR CENICAFE

- BONILLA, E. Estudio comparativo de la distribución de la luz y el viento en dos regiones cafeteras (Caldas y Antioquia). Boletín Informativo 3 (25): 29-35. 1952.
- BONILLA G.E. Estudio de la distribución vertical de la humedad relativa de la temperatura del aire y del suelo, en una plantación de café. Boletín Informativo 3 (34): 19-37. 1952.
- ESCOBAR E, B; JARAMILLO R, A. Balance de radiación solar en Coffea arabica L. Cenicafé 34 (3): 98-106. 1983.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Centro Nacional de Investigaciones del Café, Sección de Agroclimatología. ANUARIO METEOROLOGICO 1950 a 1984.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Cuarenta años de Investigación en CENICAFE. Volumen 2. Clima. 1983. 56 p.
- GOMEZ G.L.; JARAMILLO R, A. Temperaturas de árboles de café al sol. Cenicafé 25 (2): 61-62. 1974.
- GOMEZ G.L. Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad del crecimiento del cafeto. Cenicafé 28 (1): 3-17. 1977.
- GOMEZ G.L. Película de agua sobre las hojas de los cafetos. Cenicafé 35 (4): 94-101. 1984.
- GOMEZ, G.L.; OROZCO G.L. Caracterización del clima de la zona cafetera colombiana con respecto a la incidencia de la roya del cafeto. *Atmósfera* 6: 5-18. 1986.
- GUZMAN M, O. Verificación de medidas de temperatura del aire. Cenicafé 36 (3): 103-111. 1985.
- GUZMAN M. O; GOMEZ G.L. Permanencia de agua libre sobre las hojas del cafeto. 36 (4): 89-102. 1985.
- GUZMAN M, O; JARAMILLO R, A. Estudio climático de Risaralda y Quindío; Vertiente Occidental, Cordillera Central. Cenicafé 1986. 313 páginas y 36 mapas.
- HERRERA A, E. La precipitación pluvial en Chinchiná en 12 años, 1942 a 1953. Boletín Informativo 6 (64): 118-135. 1955.
- HERRERA A, E. Manejo de datos de lluvia para la determinación de su efectividad. Boletín Informativo 8 (8): 249-256. 1957.
- JARAMILLO R, A.; GOMEZ G. L. Estudio de la temperatura del suelo a diferentes profundidades. Cenicafé 25 (1): 3-18. 1974.
- JARAMILLO R. A. El perfil del viento en cafetales al sol. Cenicafé 26 (3): 142-46. 1975.
- JARAMILLO R, A.: GOMEZ G. L. Observaciones meteorológicas. Boletín Técnico N° 4. Cenicafé 1974. 40 p.
- JARAMILLO R, A. Condiciones micrometeorológicas en un cafetal bajo sombrío. Cenicafé 27 (4): 180-184. 1976.

- JARAMILLO R, A. Comparación entre la evaporación registrada en tanque y la calculada por diferentes fórmulas. *Cenicafé* 28 (2): 67-72. 1977.
- JARAMILLO R, A.; J.M. Dos SANTOS. Diseño de un piranómetro para medir el flujo de radiación de onda corta en los cultivos. *Cenicafé* 31 (2): 77-83. 1980.
- JARAMILLO R, A.; J.M. Dos SANTOS. Balance de radiación solar en Coffea arabica L, variedades Catuai y Bordon Amarillo. *Cenicafé* 31 (3): 86-104. 1980.
- JARAMILLO R, A.; VALENCIA A.G. Los elementos climáticos y el desarrollo de Coffea arabica L, en Chinchiná (Colombia). *Cenicafé* 31 (4) 127-143. 1980.
- JARAMILLO R, A. Balance hídrico de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé* 33 (1): 15-34. 1982.
- JARAMILLO R, A. Condiciones climáticas de la zona cafetera colombiana. *Fruticultura Tropical*. Federación de Cafeteros. 9-26. 1983.
- JARAMILLO R, A. Ecuaciones para diseñar obras de captación de lluvia en la zona cafetera. *Cenicafé* 34 (3): 107-112. 1983.
- JARAMILLO R, A; ESCOBAR E, B. Balance de energía en Coffea arabica L. *Cenicafé*. 34 (4): 115-126. 1984.
- JARAMILLO R, A.; GUZMAN M. O. Relación entre la temperatura y el crecimiento en Coffea arabica L. variedad caturra. *Cenicafé* 35 (3) 57-65. 1984.
- JARAMILLO R, A. Continuidad de los períodos húmedos en la zona cafetera. *Cenicafé* 36 (4): 125-138. 1985.
- JARAMILLO R, A. Potencial climático de la zona cafetera para el cultivo del caucho (Hevea brasiliensis) *Cenicafé* 36 (4): 139-144. 1965.
- ✓ LHOMME J. P.; GOMEZ G. L.; JARAMILLO R, A.. Modelo matemático del balance hídrico. Turrialba (Costa Rica) 34 (4): 503-507. 1984.
- LHOMME J. P.; GOMEZ G, L; JARAMILLO R, A. Evaluación de un modelo para caracterizar las condiciones hídricas de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé* 36 (2): 64-76. 1985.
- LLANO P, J. R. Influencia del relieve en las características de los vientos y su relación con la temperatura y la precipitación en Albán, departamento del Valle. 31(2): 58-76. 1980.
- LLANO P, J. R. Relación del viento con la topografía y características físicas de las masas de aire que cubren la región de Naranjal y Paraguaicito. *Cenicafé* 35(2): 31-39. 1984.
- OROZCO C, F. J.; JARAMILLO R. A. Comportamiento de introducciones de Coffea sometidas a condiciones de déficit de humedad en el suelo. *Cenicafé*, 29 (3): 61-93. 1978.
- OROZCO C, F. J.; JARAMILLO R. A. Efecto del déficit de humedad en el suelo sobre la temperatura del suelo y de las hojas en plantas de Coffea canephora y C arabica. *Cenicafé* 29 (4): 121-134. 1978.
- SUAREZ S. J.V.; GOMEZ G. L. Clasificación climática de una zona cafetera colombiana (Caldas, Risaralda y Quindío). *Cenicafé* 19 (1): 3-17. 1968.
- SUAREZ S. J. V. Precipitaciones máximas en la zona cafetera colombiana. *Cenicafé* 26(4): 172-186. 1975.
- SCHAULFELBERGER, P. El factor de Lang y su aplicación en Colombia. *Boletín Informativo* 6 (65): 160-169. 1955.

- SCHAULFELBERGER, P. Mapas climatológicos para Colombia y Costa Rica. Boletín Informativo 9 (3.4): 65-72. 1958.
- SCHAULFELBERGER, P. Clima y tiempo según indicaciones de Francisco José de Caldas. Cenicafé 16: 92-167 1965.
- SCHAULFELBERGER, P. Cual es el clima apropiado para el café?. Cenicafé 18 (1); 20-23. 1967.
- SCHROEDER, R. La circulación atmosférica en Colombia. Boletín Informativo 1 (4): 24-28. 1950.
- SCHROEDER, R. La Circulación atmosférica. Boletín Informativo 1 (4): 24-28. 1950.
- SCHROEDER, R. Algunos apuntes sobre el uso práctico de las observaciones climatológicas. Boletín Informativo 2 (13): 32-39. 1951.
- SCHROEDER, R. Resultados obtenidos en una investigación de microclima en un cafetal. Boletín Informativo 2 (18): 33-43. 1951.
- SCHROEDER, R. Distribución de la temperatura en una plantación de café. Boletín Informativo 2 (23): 21-30. 1951.
- SCHROEDER, R. La distribución de la temperatura del aire en Colombia. Boletín Informativo 4 (42): 32-34. 1953.
- TROJER, H. Distribución horizontal de la luminosidad de un cafetal y en almácigo. Boletín Informativo 4 (45): 20-32. 1953.
- TROJER, H. El ambiente climatológico y el cultivo del café en Colombia: problemas, conocimientos actuales y perspectivas. Boletín Informativo 5 (57): 22-37. 1954.
- TROJER, H. Distribución y características de la precipitación en un cafetal bajo sombrío. Boletín Informativo 6 (67): 256-264. 1955.
- TROJER, H. Nuevo rumbo de la climatología tropical y su importancia para la ciencia del suelo. Boletín Informativo 6 (71): 408-416. 1955.
- TROJER, H. La Investigación Agroclimatologica para el cultivo del café en Colombia. Boletín Informativo 7 (75) 78-101. 1956.
- TROJER, H. Meteorología y Climatología de la Vertiente del Pacífico Colombiano. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 10 (40): 199-219. 1958.
- TROJER, H. Fundamentos para la zonificación meteorológica y climatológica del trópico especialmente de Colombia. Cenicafé 10 (8): 289-373. 1959.
- TROJER, H. Una posibilidad para el pronóstico del tiempo a largo plazo para la agricultura tropical. Cenicafé 11 (6). 161-171. 1960.
- TROJER, H.; GOMEZ G.L. Zonas cafeteras colombianas susceptibles por sus condiciones climáticas a un ataque de broca del café. Cenicafé 16 (1-4): 12-30. 1965.
- CHINCHINA - CALDAS - COLOMBIA - 1986.