

CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA

Alvaro Jaramillo Robledo *

Los estudios climáticos pueden realizarse a diferentes escalas, la mayoría de los autores está de acuerdo en tres aproximaciones, a saber:

- a) A escala macroclimática, el clima se estudia en grandes áreas, por ejemplo: el macroclima de la zona cafetera de Colombia.
- b) A escala mesoclimática (topoclimática), en la cual el clima local está influenciado por las condiciones topográficas de la región, por ejemplo debido a la proximidad de grandes valles, o de altas montañas; por la orientación del relieve respecto a los vientos dominantes.
- c) A escala microclimática, se refiere al clima en pequeñas áreas, por ejemplo el clima que ocurre dentro de una plantación de café bajo sombrío, o a libre exposición, o en una hoja de café. Este clima ejerce su influencia sobre los organismos que habitan dentro de los cultivos.

En la tabla 1, se especifica la magnitud horizontal y vertical para cada una de las aproximaciones anteriormente citadas.

La zona cafetera colombiana está localizada entre los 1° y los 10° de latitud norte, sobre las tres cordilleras que atraviesan el país de sur a norte y en la faja altitudinal comprendida entre los 1.000 y los 2.000 m. El clima a nivel regional está fuertemente modificado por la topografía de la región andina.

A continuación se tratará el comportamiento de cada uno de los elementos que componen el clima a nivel de la zona cafetera.

* Asistente Sección Agroclimatología - CENICAFE- Chinchiná, Caldas Colombia.

Tabla 1. - Escala en la que puede ser medido el clima

Nivel de aproximación	Distancia		Ejemplo
	Horizontal	Vertical	
Macroclima	Mayor 200 km	1,0 m a 200 km	Zona cafetera de Colombia
Mesoclima (Topoclima)	10 a 200 km	1,0 m a 6 km	Zona cafetera de Chinchiná
Microclima	1 cm a 100 mm	1,0 cm a 2 m	Cafetal bajo sombrero

RADIACION SOLAR

La radiación solar suministra la energía para los procesos atmosféricos que ocurren en la tierra. La agricultura prácticamente es la explotación de esta energía solar por medio del proceso de fotosíntesis. La radiación solar se mide mediante instrumentos llamados piranómetros.

Latitudinalmente, la zona cafetera está situada dentro de la faja tropical, por lo cual la radiación astronómicamente posible presenta altos valores durante todo el año, con valores máximos en marzo y septiembre. Estos valores están próximos a $800 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$. Existe además un aumento de la radiación solar posible, a medida que se aproxima la línea ecuatorial.

La cantidad de radiación recibida en la superficie de la tierra, sufre modificaciones a nivel regional por la orientación de las laderas por existir unas más expuestas que otras. Altitudinalmente, ocurre variación en la cantidad de la radiación asociada con la frecuencia de nubosidad. El relieve del terreno influye en el tiempo de exposición, cuando una cadena de montañas suspende la radiación en algunas horas de la mañana o de la tarde.

En la tabla 2, se presentan los valores de radiación observada en varios sitios de la zona cafetera. Los registros de radiación se realizaron en actinógrafos tipo Robitcz y por tanto estos valores no son absolutos debido a las limitaciones del instrumental y solamente sirven como base de comparación.

Para cada mes se anota la radiación astronómicamente posible en cada localidad la cual depende de la situación latitudinal y es extractada de tabla; y la relación de la radiación observada/radiación posible; este coeficiente estaría indicando de que a mayor valor, menor nubosidad diurna debe de estar actuando en la localidad.

Como se observa en la tabla 2, la estación de Ospina Pérez-Nariño a $1^{\circ} 16'$ de latitud norte es la localidad con mayor radiación, presentando un valor de $403 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$ como promedio mensual; continúan en orden descendente, Cenicafé (374), Paraguaicito (354), Naranjal (320), Rosario (317), 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 ladera debe de existir esta relación condicionada a la circulación de la nubosidad durante el día observada en cada localidad.

INSOLACION (BRILLO SOLAR)

La insolación está dada por el número de horas que el sol brilla en una localidad en un período dado.

La insolación es medida mediante instrumentos llamados heliógrafos.

Los valores de brillo solar anual y la relación entre el brillo solar observado y el brillo solar posible se observan en la tabla 3. Los valores anuales varían entre 2.471 horas (Pueblo Bello-Cesar) y 1.199 horas (Villarrica-Tolima); el 74% de las estaciones presentan entre 1.600 y 2.000 horas de brillo solar.

Los valores de brillo solar observado sobre el brillo solar posible se encuentran entre 0,27 (Villarrica-Tolima) y 0,56 (Pueblo Bello-Cesar) con un valor promedio de 0,40.

Para la zona cafetera el brillo solar posible está entre 11,5 horas diarias; los valores están modificados por las condiciones de nubosidad, la exposición de la ladera y la amplitud del horizonte. El transcurso mensual del brillo solar sigue una curva opuesta a la precipitación.

TEMPERATURA

La zona cafetera de Colombia por su localización geográfica presenta un clima ecuatorial tropical isotérmico, es decir, donde prácticamente no existen variaciones estacionales de la temperatura a través del año. Por encontrarse en las laderas de las cordilleras que alcanzan alturas considerables y lejos de la costa, corresponde a un clima continental, caracterizado por una fuerte oscilación diaria de la temperatura, presentando diferencias grandes entre el día y la noche.

En la zona cafetera la temperatura disminuye con la altitud a razón de $0,54 \text{ }^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ para la temperatura mínima; $0,60 \text{ }^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ para la temperatura media y $0,63 \text{ }^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ para la temperatura máxima. En la tabla 4, se pueden apreciar los valores anuales de temperatura para algunas estaciones de la zona cafetera.

La temperatura en las laderas orientadas hacia las grandes llanuras

Tabla 2. Valores de radiación global observada en la zona cafetera (Cal cm⁻² día).

Estación Cenicafé - Caldas - Altitud 1.310 m. - 14 años de observación.

Radiación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
O	390	403	390	372	349	347	389	392	388	371	344	361	374
P	804	853	889	885	853	839	839	866	878	861	815	788	847
O/P	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 - Altitud 1.370 m. 11 años de observación.

O	312	334	347	342	307	311	341	338	337	312	283	280	320
O/P	0,39	0,39	0,39	0,39	0,36	0,37	0,41	0,39	0,38	0,36	0,35	0,36	0,38

Estación Rosario - Antioquia - Altitud 1.600 m. 12 años de observación.

O	296	329	301	329	313	338	363	353	340	295	273	269	317
O/P	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 - Altitud 1.300 m. 11 años de observación.

O	270	278	284	296	293	301	311	305	316	299	255	251	288
O/P	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

Continúa

Tabla 2. Continuación

Estación Líbano - Tolima - Altitud 1.520 m. 5 años de observación.

Radiación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media	
													Anual	

O	223	234	248	256	260	254	284	281	271	233	210	204	247	
O/P	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 Paraguaicito - Quindío - Altitud 1.250 m. 8 años de observación.

O	357	375	348	351	343	343	378	360	357	345	346	346	354	
O/P	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 Altitud 1.850 m - 6 años de observación.

O	272	271	292	278	241	239	254	254	270	265	232	233	258	
P	830	869	892	879	837	811	820	856	882	874	838	816	850	
O/P	0,33	0,31	0,33	0,32	0,29	0,29	0,31	0,30	0,31	0,30	0,28	0,29	0,30	

Estación Ospina Pérez - Nariño - Altitud 1.700 m. 4 años de observación.

O	388	401	414	430	406	360	403	404	408	418	391	408	403	
P	853	885	895	873	821	790	800	846	885	886	860	843	853	
O/P	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	

O = Radiación observada.

P = Radiación posible.

O/P = Radiación observada/radiación posible.

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

Estación	Brillo solar (horas)	<u>Brillo solar observado</u> Brillo solar posible
Pueblo Bello	2.471	0,56
Francisco Romero	1.723	0,39
Blonay	1.643	0,37
Bertha	1.888	0,43
Montelibano	1.952	0,44
Tibacuy	1.797	0,41
Llanadas	1.635	0,37
Agronomía	1.788	0,41
Santagueda	2.153	0,49
Cenicafé	1.963	0,45
Naranjal	1.863	0,42
Rosario	2.176	0,49
Piamonte	1.795	0,41
Miguel Valencia	1.833	0,42
Villarrica	1.199	0,27
La Montaña	1.919	0,44
Chapetón	1.801	0,41
Limón	1.680	0,38
Líbano	1.796	0,41
Jazmín	1.704	0,39
Gigante	1.773	0,31
Sena	1.485	0,34
La Bella	1.310	0,30
Paraguacito	1.918	0,43
Arturo Gómez	1.791	0,41
Julio Fernández	1.866	0,42
Heraclio Uribe	1.455	0,33
Manuel Mallarino	1.731	0,39
La Florida	1.703	0,39
Manuel Mejía	1.770	0,40
Ospina Pérez	1.828	0,41
Promedio	1.774	0,40
Desviación	251	0,06
Estandar $\left(\frac{+}{-}\right)$		

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

Estación	Temperatura °C			Oscilación de temperatura
	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
Santagueda	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
Líbano	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

(LLanos Orientales, LLanura Pacífica, LLanura Atlántica), presentan temperaturas más altas en aproximadamente 2 °C, para una misma altitud.

Para una misma altura sobre el nivel del mar a medida que se aleja de la línea ecuatorial, la temperatura disminuye por efecto de la latitud, aproximadamente en 1° a 2° por grado de latitud.

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

Estación	Altitud	Temp. max.	Temp. min.	Oscilación
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

En la tabla 5, se observa que para una misma ladera la oscilación de la temperatura disminuye con la altitud, así, para Santágueda-Caldas, la oscilación es de 12,1 °C, mientras para la Esperanza esta variación es de solamente 7,1 °C.

VIENTOS

La zona cafetera está situada en las vertientes de las zonas andinas, y por tanto 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 las direcciones registradas durante el día y la noche, como se observa en registros de anemógrafos en la tabla 6.

En general las velocidades del viento registradas en la zona cafetera son bajas, con valores frecuentes alrededor de 5,0 km/h y valores extremos de las ráfagas (impulsos cortos) con valores alrededor de 60 km/hora.

EVAPORACION

La evaporación representa la pérdida de agua en forma de vapor. La tasa de evaporación depende del poder evaporante del aire, el cual es determinado por la radiación, la temperatura, la tensión de vapor y el viento.

Debido a la falta de medidas directas de la evaporación, ésta se esti-

Tabla 6. 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	NE	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

ma mediante la fórmula de García López, la cual se adapta a la zona tropical y utilizada como información básica la temperatura media y la humedad relativa.

En la tabla 7, se observa la evaporación (mm) 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 poca variación de mes a mes, debido a la poca variabilidad que presentan los elementos que controlan la evaporación a nivel de zona tropical como son la radiación solar global, la temperatura del aire, la tensión del vapor y la velocidad del viento.

Por existir una gran demanda entre los elementos climáticos que controlan la evaporación con la altitud ($r = 0.79^{**}$), se puede estimar un valor aproximado de la evaporación anual, mediante la siguiente expresión:

$$E_v \text{ anual} = 1.795.0 - 0.6 A$$

Siendo:

E_v anual = Evaporación anual en milímetros

A = Altitud en metros

PRECIPITACION

Debido a la situación tropical de Colombia, el desplazamiento estacional de los períodos secos y lluviosos se puede relacionar con el avance del cinturón intertropical de convergencia (ITC) así:

La época lluviosa se localiza a principios del año en el sur del país y a medida que corre el año avanza hacia el norte donde impera hasta marzo o abril la época seca. Después de la primera época lluviosa, con duración de 2 ó 3 meses avanza de sur a norte el tiempo seco, hasta aproximadamente 8 grados de latitud norte. Después de septiembre a octubre empieza un rápido retorno de las lluvias desde el norte hacia el sur a través de todo el país.

Además de la influencia a nivel de macroescala, las lluvias de la zona cafetera están influenciadas por la orografía reinante y las circulaciones valle-montaña.

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).

Tabla 7.- Evaporación mensual (mm) calculada por la fórmula de García-López

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
Blenay	81	78	96	90	98	90	96	96	92	93	80	78	1.068
Bertha	81	73	85	77	80	73	74	74	76	76	80	80	934
Montelivano	84	75	84	84	87	84	103	97	84	80	81	84	1.029
Mesitas de Sta. Inés	91	75	81	80	83	80	88	91	88	70	71	84	982
Tibacuy Granja	82	87	96	84	84	86	92	96	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	62	61	55	61	771
Santágueda-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	69	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
Luis Bustamante	75	71	78	74	75	76	77	75	68	77	64	70	880
La Montaña	101	98	109	88	101	151	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	85	85	81	74	65	67	76	890
Jorge Villamil	91	89	96	86	88	81	88	92	93	91	76	88	1.059

Tabla 7. - (Continuación...)

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
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
Paraguaicito	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
Heraclio Uribe	78	77	85	80	83	76	88	88	86	78	76	78	973
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	809
Ospina Pérez	80	81	84	81	84	89	98	108	99	85	74	77	1.040

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

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

En la tabla 8, se presentan los valores probables de precipitación a nivel de 0,8 calculada mediante la función Gamma. Los valores anuales probables, más bajos se presentaron en Tibacuy-Cundinamarca (872 mm), Julio Fernández-Valle (887 mm), Anolaima-Cundinamarca (1.100 mm).

Los valores anuales probables más altos, ocurren en Llanadas-Caldas (2.527 mm), Limón-Tolima (2.381 mm), Naranjal-Caldas (2.370 mm) y Jazmín-Risaralda (2.320 mm). Un 70% de las estaciones presentan valores probables entre 1.500 y 2.500 mm al año.

En la región cafetera central los valores anuales de precipitación son superiores a los 2.000 mm.

Respecto a los volúmenes de agua caídos 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 las estaciones de Pueblo Bello-Cesar; Francisco Romero y Blonay-Norte de Santander. Entre los 6° de latitud norte hasta los 1° de latitud norte, los volúmenes caídos en el primer y segundo semestre son aproximadamente del 50%. En las estaciones de Florida y Tambo-Cauca, los volúmenes son 40% para el primer semestre y 60% , para el segundo. La variabilidad anual 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 9) 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 de condensación máxima que varía de acuerdo a la vertiente y por lo general se presenta entre los 1.300 y los 1.500 msnm. 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 (tabla 10).

Las lluvias de la zona cafetera son en su mayor parte de origen convectivo, originadas por la influencia del relieve y por las circulaciones de valle-montaña.

Tabla 8. - Precipitación mensual (mm) con 80% de probabilidad de ocurrencia según función Gamma.

Estación	Años													
	Obser- vados	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Pueblo Bello	25	10	11	19	69	168	129	82	124	216	250	133	16	1.596
Francisco Romero	25	54	66	55	147	143	38	34	63	116	322	306	102	2.275
Blonay	29	14	16	19	84	86	61	50	56	78	126	124	25	1.311
Bertha	27	19	28	112	197	195	129	82	117	139	196	132	42	1.867
Montelivano	21	109	86	167	268	252	137	84	120	159	251	208	112	2.307
Mesitas de Sta. Inés	13	37	33	65	125	94	59	15	23	75	169	166	47	1.436
Tibacuy	28	22	29	46	83	67	32	17	19	31	109	118	42	872
Anolaima	10	33	55	55	100	73	30	26	36	47	141	78	75	1.100
LLanadas	28	91	143	207	248	218	96	28	104	166	281	251	147	2.527
Agronomía	24	37	59	104	169	133	74	36	60	98	211	175	87	1.730
Santágueda-Fac.	16	53	60	101	178	229	159	84	130	131	196	162	90	2.129
Cenicafé	39	76	70	136	208	207	142	92	97	125	251	202	132	2.287
Naranjal	29	92	81	148	243	242	164	116	114	150	218	211	119	2.370
El Rubí	9	17	33	82	174	187	159	160	215	215	252	177	57	2.100
El Rosario	13	49	46	83	156	256	203	88	144	196	263	193	66	2.202
Piamonte	11	23	33	70	142	177	119	46	119	166	194	195	75	1.828
Miguel Valencia	26	48	73	112	190	191	146	91	133	160	196	142	95	1.932
Luis Bustamante	16	19	58	127	176	144	79	45	53	85	194	203	74	1.986
La Montaña	25	34	38	96	145	89	43	25	19	40	182	254	130	1.584
Chapetón	25	58	64	115	165	150	79	49	63	94	152	153	87	1.660
Limón	15	77	86	187	239	194	54	20	38	118	251	279	135	2.381
Granja Libano	24	41	67	134	200	169	75	52	82	145	233	169	91	2.007
El Jazmín	19	60	108	148	232	188	154	4	110	141	237	239	107	2.320
Jorge Villamil	25	24	38	76	114	101	83	65	54	58	103	97	67	1.168

Tabla 8.- (Continuación)..

Estación	Años Observados	Años												Annual
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agó.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Sena	18	70	48	130	245	136	79	16	28	110	223	226	166	2.164
La Bella	29	56	56	102	196	137	79	22	42	85	219	245	123	1.891
Paraguaicito	17	49	54	112	194	164	62	35	63	100	224	219	94	1.827
Arturo Gómez	14	42	61	96	164	170	128	52	65	107	168	172	72	1.624
Heraclio Uribe	28	47	53	93	177	147	97	40	52	98	190	169	96	1.720
Manuel Mallarino	11	26	47	87	132	153	98	18	77	105	174	134	79	1.488
Julio Fernández	18	18	25	56	92	79	50	28	34	40	107	79	35	887
La Florida	30	72	90	112	129	99	46	11	12	61	210	217	196	1.818
Manuel Mejía	27	82	67	80	127	89	65	19	13	77	215	267	171	1.723
Ospina Pérez	28	51	53	88	110	97	47	21	27	31	114	145	93	1.219

Tabla 9.- 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
Montelíbano	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	139
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
Llenadas	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
Santágueda-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
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

Tabla 9. - (Continuación...)

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Paraguacito	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
Heraclio Uribe	10	11	13	18	17	17	10	9	13	20	19	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

Tabla 10. Variación de la precipitación anual con la altitud para la cuenca del río Chinchiná.

Estación	Altitud (m)	Precipitación (mm)
El Ruiz	4.200	1.021
La Esperanza	3.250	1.251
Agronomía	2.150	1.970
Naranjal	1.400	2.748
Cenicafé	1.310	2.534
Santágueda	1.010	2.378

BALANCE HIDRICO

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

La zona cafetera aunque presenta altos valores de precipitación anual, presenta regiones con limitaciones de agua en algunas épocas por una inadecuada distribución de las lluvias o por existir condiciones de alta evaporación en la cual el agua suministrada por la lluvia no es suficiente para suplir la demanda de agua.

Los excedentes y faltantes hídricos teniendo en cuenta la precipitación probable (0,8 probabilidad) y la evaporación calculada según García-López para 34 estaciones de la zona cafetera se presentan en la tabla 11. Los déficits hídricos anuales más severos se observan en Tibacuy-Cundinamarca 468 mm; Julio Fernández-Valle 363 mm; La Montaña-Tolima 343 mm; Blonay-Norte de Santander 324 mm y Pueblo Bello-Cesar 272 mm.

En Tibacuy-Cundinamarca y Blonay-Norte de Santander, los déficits 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 Montelíbano-Cundinamarca (926 mm), Llanadas-Caldas (928 mm); el Rubí-Antioquia (869 mm) y Jazmín-Risaralda (866 mm).

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

Tabla 11. Exceso y déficit hídricos en milímetros para un almacenamiento de 100 milímetros de agua en el suelo.

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Déficit Exces
Pueblo Bello	- 58	- 78	- 86	- 29	0	10	- 1	11	128	166	54	-20	272
Francisco Romero	- 7	- 13	- 36	0	2	- 18	-58	-52	- 12	119	208	1	196
Blonay	- 38	- 48	- 69	- 6	- 6	- 28	-44	-37	- 14	0	0	-34	324
Bertha	- 30	- 36	0	69	115	56	8	43	63	120	52	- 6	72
Montelibano	25	10	83	184	165	53	- 1	5	75	171	127	28	1
Mesitas de Sta Inés	- 25	- 29	- 12	0	0	0	-43	-55	- 11	11	95	- 5	180
Tibacuy	- 69	- 44	- 43	- 1	- 15	- 51	-70	-79	- 70	0	0	-26	468
Anolaima	- 13	- 8	- 16	0	2	- 24	-45	-47	- 38	0	0	0	193
Llanadas	6	61	114	165	128	6	-19	1	25	193	160	69	19
Agronomía	- 3	- 2	8	108	69	6	- 5	- 3	0	148	120	26	13
Santágueda	- 40	- 48	- 30	0	65	39	- 8	0	0	63	46	- 4	130
Cenicafé	- 1	- 1	3	109	107	40	- 1	- 4	0	143	107	29	7
Naranjal	- 1	- 3	14	149	145	70	13	7	51	122	119	16	4
El Rubi	- 21	- 27	0	29	109	83	78	154	138	183	114	0	48
El Rosario	- 23	- 34	- 22	23	162	112	- 1	- 29	103	172	107	- 3	83
Piamonte	- 30	- 46	- 28	0	41	31	-10	0	69	107	105	- 1	115
Miguel Valencia	- 5	- 1	0	105	113	64	6	53	75	126	71	15	6
Luis Bustamante	- 12	- 6	0	100	69	3	- 4	- 8	0	92	139	4	30
La Montaña	- 17	- 37	- 10	0	0	47	-66	-94	-75	0	160	39	343
Chapetón	- 4	- 7	0	56	59	- 1	15	-27	- 8	0	60	0	62
Límón	- 5	- 8	29	128	80	-16	-74	-81	0	49	172	25	184
Líbano	- 4	- 2	24	126	93	0	- 5	0	47	161	103	19	11
Jazmín	- 3	10	68	164	120	89	-25	0	40	172	172	31	28
Jorge Villamil	- 64	- 35	-16	0	0	0	-10	-22	-25	0	10	-17	189

Tabla 11. Continuación.

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Déficit Exce
Sena	- 1	- 7	6	171	59	2	- 27	-42	0	104	213	78	633
La Bella	- 2	- 6	0	99	60	2	- 16	30	0	78	171	49	459
Paraguaicito	- 25	-34	- 4	14	63	- 8	- 45	-41	- 6	36	122	- 1	235
Arturo Gómez	- 25	-22	- 8	0	65	41	- 12	-19	0	26	81	- 2	213
Heraclio Uribe	- 4	- 8	0	62	64	21	- 9	-17	0	66	93	18	324
Manuel Mallarino	- 40	-42	-19	0	0	0	- 38	18	0	7	42	- 3	49
Julio Fernández	- 63	-63	-34	0	0	-38	- 48	-44	-43	0	0	- 30	460
La Florida	0	15	36	58	25	- 4	- 35	-64	-26	45	152	129	129
Manuel Mejía	12	1	6	59	3	0	- 20	-55	- 3	64	205	101	451
Ospina Pérez	- 3	-10	0	0	2	7	- 42	-64	-61	0	6	16	24

Tabla 11. Continuación.

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Déficit
Sena	- 1	- 7	6	171	59	2	- 27	- 42	0	104	213	78	77
La Bella	- 2	- 6	0	99	60	2	- 16	30	0	78	171	49	54
Paraguaicito	- 25	- 34	- 4	14	63	- 8	- 45	- 41	- 6	36	122	- 1	164
Arturo Gómez	- 25	- 22	- 8	0	65	41	- 12	- 19	0	26	81	- 2	88
Heraclio Uribe	- 4	- 8	0	62	64	21	- 9	- 17	0	66	93	18	38
Manuel Mallarino	- 40	- 42	- 19	0	0	0	- 38	18	0	7	42	- 3	160
Julio Fernández	- 63	- 63	- 34	0	0	- 38	- 48	- 44	- 43	0	0	- 30	363
La Florida	0	15	36	58	25	- 4	- 35	- 64	- 26	45	152	129	129
Manuel Mejía	12	1	6	59	3	0	- 20	- 55	- 3	64	205	101	78
Ospina Pérez	- 3	- 10	0	0	2	7	- 42	- 64	- 61	0	6	16	187

TEMPERATURA DEL SUELO

La temperatura del suelo, tal como sucede con la temperatura del aire presenta variaciones diurnas apreciables desde la superficie hasta unos 25 cm de profundidad para las condiciones de la zona cafetera. La temperatura del suelo tendrá sus variaciones debido a la radiación solar disponible, a la cantidad y distribución de la lluvia, a la cobertura vegetal, a la pendiente del terreno y a las condiciones físicas del suelo.

Por observaciones de temperatura del suelo realizadas en Cenicafé en un suelo franco hasta 50 cm de profundidad se han obtenido los siguientes resultados:

La temperatura máxima del suelo disminuye con la profundidad; la temperatura mínima aumenta.

La mayor variación diurna de temperatura ocurre en las capas superficiales del suelo. La temperatura del suelo varió entre 32,9 °C y 17,1 °C a 2 cm de profundidad con valores extremos de 34,8 °C en enero y febrero y 16,1 °C en mayo; a 50 cm de profundidad varió entre 24,3 y 23,5 °C con valores extremos de 24,9 °C en marzo y 22,9 °C en diciembre (ver tablas 12 y 13).

Se presenta una relación altamente significativa entre la temperatura del aire a 2 m de altura y la temperatura del suelo a 2 cm de profundidad, con coeficientes de correlación que variaron entre 0,98** y 0,41** (ver tabla 14).

Tabla 12. - Temperatura máxima del suelo, media mensual en °C, Cenicafé, 1965-1969.

Mes	Profundidad (cm)					
	2	5	20	20	25	50
Enero	34,8	30,6	27,8	25,6	24,7	24,5
Febrero	34,8	30,7	29,7	26,2	25,2	24,5
Marzo	34,3	30,3	28,3	26,2	25,3	24,9
Abril	32,4	29,1	26,9	25,2	24,5	24,4
Mayo	31,2	28,7	26,4	24,9	24,0	24,1
Junio	31,5	28,7	26,7	25,0	24,0	24,1
Julio	34,0	31,2	28,5	26,4	25,1	24,8
Agosto	32,8	30,2	27,9	26,0	24,9	24,4
Septiembre	32,8	30,2	27,6	25,8	24,6	24,5
Octubre	31,3	28,5	26,0	24,9	23,8	23,9
Noviembre	31,7	28,7	26,1	25,1	24,0	23,7
Diciembre	33,1	29,8	27,3	25,5	24,5	24,1
Promedio	32,9	29,7	27,4	25,6	24,6	24,3

Tabla 13. - Temperatura mínima del suelo, media mensual en °C. Cenicafé 1965-1969.

Mes	Profundidad (cm)					
	2	5	10	20	25	50
Enero	17,3	18,5	19,3	21,3	22,4	23,5
Febrero	17,8	18,9	20,2	21,5	23,3	23,8
Marzo	18,3	19,6	20,3	21,2	23,1	24,1
Abril	17,3	18,6	19,5	20,8	22,4	23,7
Mayo	17,0	18,3	18,9	20,9	22,0	23,3
Junio	17,3	18,6	19,2	21,4	22,0	23,3
Julio	17,5	19,3	20,1	21,8	22,8	23,9
Agosto	16,3	18,7	19,4	21,2	22,8	23,9
Septiembre	16,4	18,2	19,0	21,1	21,8	23,4
Octubre	16,1	17,6	18,6	20,3	22,0	23,8
Noviembre	17,0	18,0	18,7	20,4	21,5	22,8
Diciembre	17,2	18,3	18,9	20,6	21,6	22,9
Promedio	17,1	18,6	19,3	21,0	22,3	23,5

Tabla 14. - Relación entre la temperatura media del suelo y la del aire a 2 m de altura.

Profundidad de suelo (cm)	Ecuación	r
2	$T_s = 1,40 T_a - 6,20$	0,98**
5	$T_s = 1,13 T_a - 1,13$	0,97**
10	$T_s = 0,70 T_a + 1,05$	0,89**
20	$T_s = 1,15 T_a + 20,65$	0,41**

T_s = Temperatura del suelo °C. (suelo desnudo)

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

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Informes anuales y archivos de la Sección de Agroclimatología de Cenicafé.
- FRERE, M; RIJKS J.Q.; REA J. Estudio Agroclimatológico de la zona andina. O.M.M. Nota Técnica N°161. 1978. 297 p.
- JARAMILLO R., A. Cálculo del balance hídrico de la zona cafetera de Colombia. Sección de Agroclimatología. Informe final N° -3582, 1980. 102 p.
- JARAMILLO R, A.; GOMEZ G., L. Estudio de la temperatura del suelo a diferentes profundidades. Cenicafé (Colombia) 25(1):3-18. 1974.
- OSTER, R. Las precipitaciones en Colombia. Colombia Geográfica, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" 6(2):5-147. 1979.
- STANESCU, S; DIAZ, J.R. Estudio preliminar de la temperatura del aire en Colombia. Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología. Publicación aperiódica N°26. 1971. 90 p.
- SUAREZ S., J.V. Regimen de las lluvias en la zona cafetera colombiana. Avances Técnicos - Cenicafé (Colombia) N°34. 1974.

Cenicafé, abril de 1982

LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES ANALIZADAS.

Municipio	Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altura m.s.n.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				
Yacopí	Montelibano	5°28'	74°22'	1.340
Cachipay	Mesitas de Santa Inés	5°40'	74°28'	1.250
Tibacuy	Granja	4°21'	74°25'	1.550
Anolaima	Anolaima	4°45'	74°29'	1.726
CALDAS				
Manzanares	Llanadas	5°15'	75°08'	1.420
Manizales	Agronomía	5°04'	75°31'	2.150
Palastina	Santágueda	5°04'	75°41'	1.010
Chinchiná	Cenicafé	4°59'	75°35'	1.310
Chinchiná	Naranjal	4°58'	75°36'	1.370
ANTIOQUIA				
Yolombó	El Rubí	6°36'	75°03'	1.540
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
RISARALDA				
Santa Rosa de Cabal	Jazmín	4°53'	75°36'	1.600
HÚILA				
Gigante	Jorge Villamil	2°22'	75°33'	1.500
QUINDIO				
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				
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
Fambo	Manuel Mejía	2°24'	76°48'	1.700
ARIARIÑO				
Consacá	Ospina Pérez	2°24'	76°48'	1.700