

CLIMA Y TIEMPO SEGUN LAS INDICACIONES  
DE FRANCISCO JOSE DE CALDAS

8850

P. Schaufelberger\*

INTRODUCCION

Sin duda alguna el objeto de la climatología es el estudio del clima. Pero qué es el clima? Para unos autores el clima es el estado medio de la atmósfera en determinado lugar, mientras para otros es el cambio del estado atmosférico durante el año. Aunque la geografía representa en sus mapas la distribución mundial de los climas y menciona zonas, regiones, áreas y provincias climáticas, no dispone de un criterio uniforme para definir estos conceptos. Actualmente no existe un sistema climatológico que satisfaga las necesidades de ciencias como la física, la botánica, la agronomía, la selvicultura, la geografía, la meteorología, etc.

El meteorólogo alemán F. Flohn define: *la Meteorología es como la física de la atmósfera en tanto que la climatología es la estadística meteorológica.*

Si aceptamos estas definiciones como hipótesis (no como hecho) entonces la meteorología estudiaría los fenómenos físicos de la atmósfera, es decir los cambios de temperatura, vientos, presión, humedad atmosférica, precipitación, brillo solar, nubosidad, evaporación etc. Es decir la meteorología obtendría datos a base de las observaciones de los fenómenos físicos. Las cifras dadas por los diferentes instrumentos o la observación son los *elementos meteorológicos.*

Por otra parte, la climatología como estadística meteorológica buscaría una manera matemática para interpretar el estado promedio de la atmósfera por medio de elementos meteorológicos o funciones de ellos. La atmósfera es, en el sentido físico, un cuerpo gaseoso. Ahora bien, los cuerpos só-

\* Ex-Jefe del Instituto de Pedología del Centro Nacional de Investigaciones de Café. Chinchiná, Colombia.

lidos de la naturaleza son estudiados por la mineralogía en el sentido general y se les llama rocas y minerales. Pero esto incluye también minerales y rocas líquidos como el mercurio, agua, petróleo etc. En consecuencia, la atmósfera sería una roca gaseosa y sus propiedades físicas y químicas debe estudiar la petrografía. Es decir, la climatología debe seleccionar las propiedades físicas de la atmósfera de acuerdo con los métodos de la petrografía para describir las propiedades físicas.

Los geólogos Keyser, Walter, Rankana y Sahama etc. ven en la atmósfera la capa gaseosa que envuelve el globo terrestre. Se distinguen, desde el exterior hasta la tierra, las siguientes capas: la ionosfera, la estratosfera, y troposfera. En esta última se verifican los fenómenos meteorológicos y el clima caracteriza la parte más inferior de la troposfera en contacto con la litosfera e hidrosfera.

Muy poco variable es la composición química de la parte baja de la troposfera:

Componente	% del aire seco
Nitrógeno	75,51
Oxígeno	23,15
Argón	1,23
Vapor de agua	variable
Dióxido de carbono	0,046
Neón	0,001 25
Kriptón	0,000 29
Helio	0,000 072
Xenón	0,000 036
Hidrógeno	0,000 003
Ozono	0,000 002
Radón	$4,52 \cdot 10^{-17}$

En los siguientes datos analíticos se observa la variabilidad del contenido del vapor de agua en la atmósfera, según la latitud:

Latitud	N %	O %	A <sup>r</sup> %	H <sub>2</sub> O %	CO <sub>2</sub> %
Ecuador	75,99	20,44	0,92	2,63	0,02
50° N	77,32	20,80	0,94	0,92	0,02
70° N	77,87	20,94	0,94	0,22	0,03

La cantidad de vapor de agua contenido en el aire se le determina de diferentes maneras: a) por un análisis químico, b) por la humedad absoluta



o relativa de la atmósfera, c) por la precipitación que indica el exceso y, finalmente, d) por la evaporación que depende del déficit de vapor de agua en la atmósfera. Cualquier método usado tiene el mismo efecto, pues, informa sobre la variabilidad del vapor de agua en la atmósfera.

La otra variable es, con seguridad, la temperatura.

Para caracterizar el estado medio de la atmósfera en un punto determinado de la Tierra es suficiente, según el criterio de los geólogos, conocer la temperatura media, la precipitación, la humedad del aire y la evaporación de un depósito de agua (mar, lago, río etc.). Así pues, si consideramos que la atmósfera es una roca gaseosa, se puede decir que la petrografía de ella ha sido descrita por la mayoría de los geólogos.

Ahora bien, como hemos visto, existe una diferencia de criterio entre los climatólogos, porque a unos interesa más el estudio de la atmósfera, en su estado medio y a otros el cambio de ésta en el transcurso del año. Unos dan preferencia a los promedios anuales y otros a los mensuales. Con respecto a estos dos criterios dice Koeppen claramente: "*El tiempo cambia, pero el clima se mantiene constante*".

Desde el punto de vista matemático, la solución a esta disparidad de criterio es fácil de encontrar; ya que los promedios anuales que interpretan el estado medio de la atmósfera o clima en el sentido estático de Koeppen, son poco variables o prácticamente constantes mientras que la variabilidad del estado de la atmósfera de un lugar determinado lo indican los promedios que informan sobre la dinámica o el *tiempo* en el sentido de Koeppen.

Pero cuáles son ahora las propiedades físicas que caracterizan el estado medio de la atmósfera? Los filósofos griegos mencionan las siguientes características de la materia en general: 1) frío, 2) caliente, 3) seco y 4) húmedo; por lo tanto, se distinguen desde hace mucho tiempo los climas 1) frío y seco, 2) frío y húmedo, 3) caliente y seco y 4) caliente y húmedo. Sin duda alguna, la Meteorología reconoce tal clasificación y está buscando las definiciones para separar los conceptos de seco y húmedo, por una parte y frío y caliente por otra.

Si tales conceptos son independientes el uno del otro, como lo creían los griegos, entonces las matemáticas indican que existen los siguientes pares de combinaciones: 1) frío y seco, 2) frío y húmedo, 3) caliente y seco, 4) caliente y húmedo, 5) seco y húmedo, 6) frío y caliente. Naturalmente los pares seco y húmedo y frío-caliente no corresponden a climas pero indican que la clasificación en climas frío-seco, frío-húmedo y caliente-húmedo, aceptado en principio por la climatología, únicamente es posible si existen definiciones matemáticas para separar los conceptos de frío-calientes y seco-húmedos. Sin disponer de las cifras correspondientes, cualquier estadística meteorológica es imposible.



L. E. Koch propone un sistema general de la clasificación el cual consiste en colocar las cosas que se van a clasificar en el centro de un tetraedro y las reparte en sus cuatro vértices. Estas, por su parte, forman los centros de cuatro octaedros. La segunda repartición sale de estos cuatro puntos, los 6 vértices de los últimos; es decir según esta sistemática se obtiene en la primera separación 4 grupos de la primera categoría y por la siguiente, 24 de la segunda categoría.

Es decir, los filósofos griegos conocían 4 pares de climas que podemos colocar en las cuatro puntas de un cuadrado o en los 4 vértices de un tetraedro. Estos se hallan en el centro de cuatro octaedros y en la misma forma podemos encerrar los 4 puntos del cuadrado por cuatro exágonos. Pero según cuál criterio se verifica la distribución de los cuatro grupos en los 24 vértices de los octaedros o las puntas de los exágonos?

Pero podemos dar otra interpretación. La clasificación reparte los objetos en cuatro grupos. Pero para caracterizar y describir cada cosa dentro del mismo grupo se necesitan seis definiciones independientes. Es decir, para expresar matemáticamente que un clima dentro de cada uno de los cuatro climas seco-frío, seco-caliente, húmedo-frío y húmedo-caliente, se necesitan seis factores expresados en cifras. Vale decir, los seis pares matemáticos: 1) seco-frío, 2) seco-caliente, 3) húmedo-frío, 4) húmedo-caliente, 5) seco-húmedo, 6) frío-caliente insinúan seis factores U, V, W, X, Y y Z, por el momento desconocidos, que definen en forma matemática los conceptos frío-caliente y seco-húmedo, para que la estadística pueda interpretar los elementos meteorológicos observados en las diferentes regiones mundiales.

Es claro, que las matemáticas por sí solas no puedan resolver este problema. Pero sí, pueden controlar si los elementos meteorológicos están de acuerdo con la física y si las definiciones de los factores climáticos son funciones que corresponden a las leyes de la física y de las matemáticas. Hay que comprobar cuáles de las diferentes proposiciones están de acuerdo con la hipótesis de Flohn. Es decir, si se refieren al estado anual caracterizan el clima de Koeppen la estática del tiempo o al mensual y entonces interpretan el tiempo de Koeppen o dinámica del tiempo.

Sólo este control demuestra a ciencia cierta que los climas de estepa, sabana y bosque no corresponden a la hipótesis de Flohn, porque la física y, mucho menos, la matemática, disponen de definiciones para los conceptos de estepa, sabana y bosques.

Hay que separar las propuestas que están de acuerdo con la hipótesis de Flohn (las valores anuales para la estática y los valores mensuales para la dinámica) y entonces buscar un orden para cada una, con el fin de encontrar una solución lógica y natural. Si existe una hipótesis, entonces los hechos



conocidos deciden cuál de las dos interpreta mejor la naturaleza.

Es decir nuestro deseo es únicamente comprobar que la estadística puede interpretar matemáticamente algunos factores climáticos y reunirlos en una sistemática natural. Proponemos ordenar lo conocido sin formular nuevos factores ni nuevas hipótesis.

De acuerdo con los filósofos griegos y con Koch, el problema de la clasificación y definiciones del clima están representados en la figura 1.

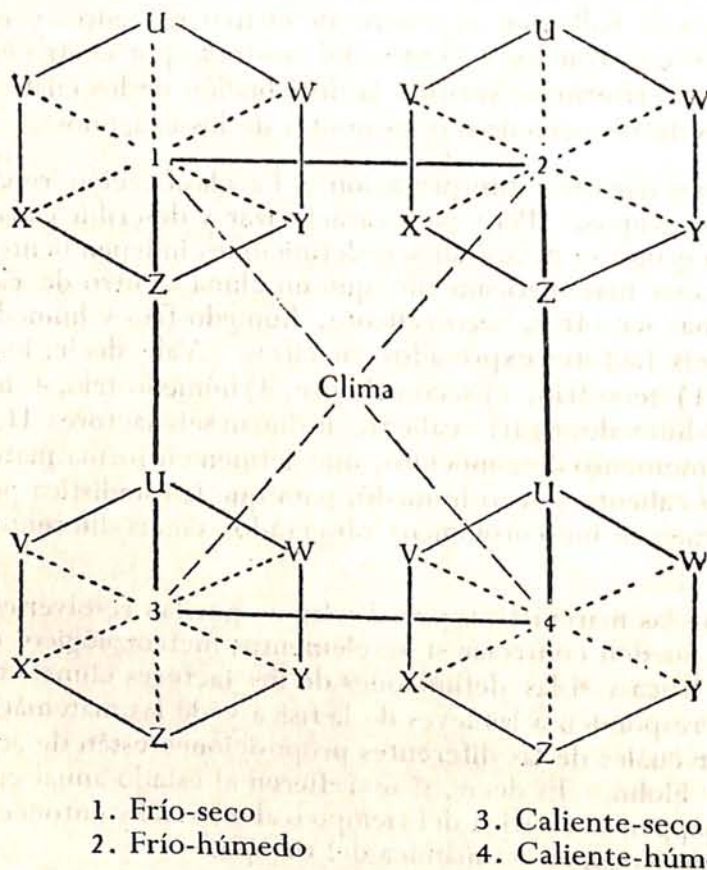


Figura 1 Clasificación y definiciones del clima

Hay que buscar las definiciones para la climatología y el tiempo que interpreten matemáticamente los conceptos frío-caliente y seco-húmedo emitidos por los diferentes autores. Sin duda alguna el primero se relaciona con la temperatura y el segundo con la precipitación y la evaporación o en otras palabras los factores climáticos de humedad y aridez. Naturalmente éstos deben estar de acuerdo con las leyes físicas y matemáticas.



LOS ELEMENTOS CLIMATOLOGICOS

“Cuando se puede medir lo que se dice, cuando se puede expresarlo en números, se sabe algo; pero cuando no es posible hacerlo, nuestro conocimiento resulta pobre y poco satisfactorio”.

Lord Kelvin

Las estaciones meteorológicas observan la temperatura, la precipitación, la evaporación directa, la humedad absoluta y relativa del aire, la presión atmosférica, la insolación, la duración del brillo solar, la nubosidad, la dirección y velocidad del viento etc. Estas observaciones constituyen la base científica para la meteorología, es decir para el estudio de los fenómenos físicos de la atmósfera, y para la climatología o la estadística meteorológica. Para ésta última tienen la mayor importancia la temperatura, la precipitación y la humedad de la atmósfera.

LA TEMPERATURA

La oscilación diaria de la temperatura alcanza su máximo en el trópico y su mínimo en las regiones polares Troll (1944), según diferentes métodos, las temperaturas medias del día se calculan, según diferentes métodos de las observaciones hechas durante el día y de ellas se calculan luego los promedios mensuales (= t) y anuales (= T).

Cuadro 1 Temperaturas de diferentes latitudes.

Latitud	Año	Enero	Julio	Diferencias entre los meses más calientes y mas fríos(dT)
80° N	-16,7	-33,5	1,8	35,5
70° N	-10,0	-26,8	7,0	33,5
60° N	- 1,0	-15,8	14,0	29,8
50° N	5,7	- 7,0	18,1	25,1
40° N	14,0	4,9	24,0	19,1
30° N	20,3	14,6	27,3	12,7
20° N	25,3	21,9	28,3	6,4
10° N	26,7	25,8	26,9	1,1
Ecuador	26,2	26,4	25,6	0,8
10° S	25,3	26,3	23,9	2,4
20° S	23,0	25,4	20,0	5,4
30° S	18,4	21,8	14,6	7,2
40° S	12,0	15,6	9,0	6,6
50° S	5,6	8,3	2,9	5,4
60° S	- 2,0	3,2	- 7,6	10,8
70° S	-11,5	- 0,8	-22,2	21,4
80° S	-19,8	- 6,5	-31,5	25,0



Las temperaturas anuales medias disminuyen desde el Ecuador hacia los Polos, como lo indica el cuadro 1.

Este cuadro indica a *grosso modo* la disminución de la temperatura media anual desde el Ecuador hacia los Polos y un aumento de la diferencia de la temperatura entre el mes más caliente y más frío en el mismo sentido.

Aunque las isotermas corren del Este al Oeste no son paralelas a los grados de latitud, sino que oscilan algunas veces hacia los Polos y otras hacia el Ecuador. En parte se explica esta irregularidad por la diferencia en altura sobre el nivel del mar y, para eliminar esta influencia se reducen las temperaturas locales a las que tendría determinado sitio si estuviera sobre el nivel del mar. Pero aun con tal corrección, las isotermas anuales siguen mostrando anomalías, como lo indica la figura 2. Sin duda alguna, también influye la distribución de los mares y continentes en la temperatura media anual local, como lo insinúa el cuadro 2.

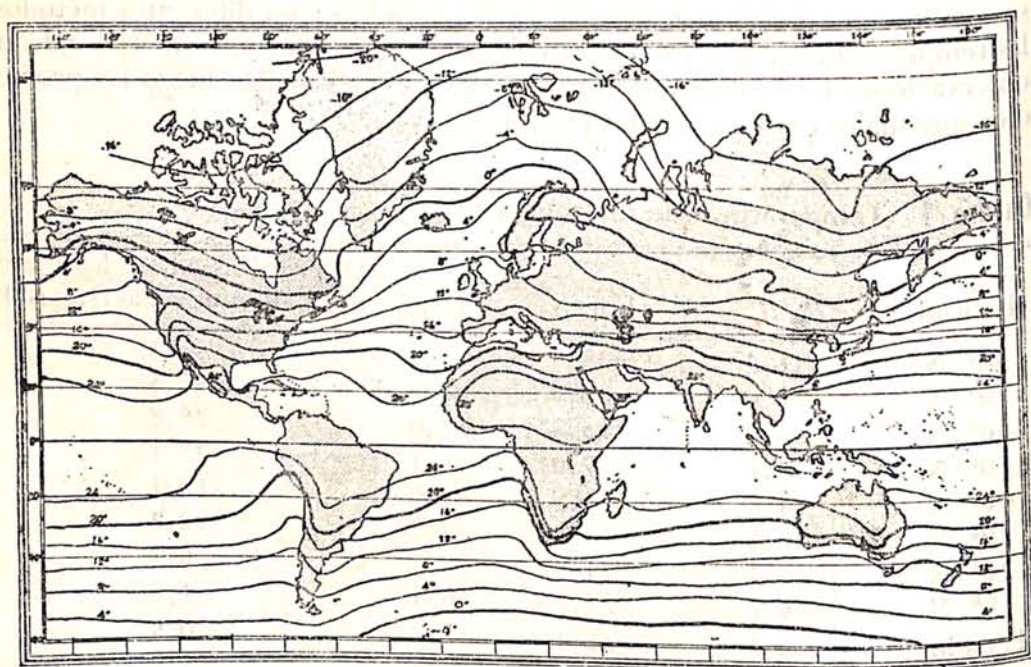


Figura 2 Isotermas anuales reducidas al nivel del mar.

Las temperaturas anuales medias del Ecuador y del Polo sobre los continentes muestran una diferencia de  $60.7^{\circ}$  mientras que sobre los mares es de sólo  $34.8^{\circ}\text{C}$ . La masa del agua de los océanos rebaja la temperatura media en las regiones cálidas y en las frías la hace menos intensa que la de continentes de la misma latitud.



**Cuadro 2** Disminución de la temperatura media anual sobre continentes y mares.

Latitud	Temperatura media anual (°C)	
	Continentes	Mares
0°	34,6	26,1
20°	30,0	22,7
40°	15,7	13,4
60°	- 7,7	0,3
80°	-24,9	-8,2
Polo	-26,1	-8,7

Todavía más clara es la influencia de los mares y continentes sobre la temperatura media anual (=T) y la diferencia (=dT) entre el mes más caliente y más frío a lo largo de la misma latitud de diferentes continentes. Cuadro 3.

**Cuadro 3** Temperatura media y oscilación anuales.

Latitud	Continente	Localidad	T	dT	Observaciones
52° N	Eurasia	Valentia (Irlanda)	16,1	7,8	Atlántico
		Münster (Westfalen)	8,4	16,0	
		Varsovia	7,3	22,2	
		Oremburgo	3,3	37,5	
		Irkutsk	-1,0	40,4	
		Nertschinsk	-3,7	48,2	
ca. 45° N	Eurasia	Bordeaux	13	15	Atlántico
		Lyon	12	19	
		Turino	12	23	
		Venecia	14	22	
		Belgrado	11	23	Mar Negro
		Bucarest	8	26	
		Constanta	11	23	
		Sevastopol	12	21	
		Kertsch	11	22	
		Stavropol	8	25	
		Astracán	9	33	
Kasalink	7	37			
Urga	-2	44	Pacífico		
Vladivostock	4	36			



**Cuadro 3** Temperatura media y oscilación anuales

(Continuación)

Latitud	Continente	Localidad	T	dT	Observaciones
ca. 37° N	Norteamérica	Richmond	14	22	Atlántico
		Louisville	14	25	
		Saint Louis	13	27	
		Kansas City	12	28	
		Denver	10	20	
		Salt Lake City	11	26	
		Austin	20	18	
		Fresno	17	20	
		Sacramento	15	15	
		San Francisco	13	5	
ca. 4° N	Suramérica	Guayaquil	26	3	Pacífico
		Ambato	14	2	
		Iquitos	26	2	
		Manaos	26	1	
ca. 33° S	Suramérica	Belén	26	1	Atlántico
		Valparaíso	14	6	Pacífico
		Santiago de Chile	14	12	
		Mendoza	16	16	
		San Luis	17	15	
		Río Cuarto	16	14	
		Rosario	17	13	
		Buenos Aires	17	13	Atlántico
Montevideo	16	12			

El cuadro 3 demuestra claramente que las oscilaciones entre las temperaturas mensuales son reducidas por la influencia de los mares y aumentadas en el interior de los continentes. Las grandes diferencias, mayores de 25° C, se observan en las grandes masas continentales del hemisferio boreal, pero no en la zona tropical ni en Suramérica. También se nota claramente una variación bastante grande en las diferentes costas de Norteamérica: 5° en San Francisco y 22° en Richmond.

La influencia de la altura sobre la temperatura se conoce desde hace siglos en los Alpes y las observaciones modernas lo confirman (Cuadro 4).

El cuadro 4 demuestra la disminución de la temperatura media anual con la altura sobre el nivel del mar, también indica que la oscilación de las temperaturas mensuales es más alta en las planicies y valles que en los picos aislados de los Alpes en los cuales es inferior a 15° C, es decir más reducida



**Cuadro 4** Altura y temperatura de los Alpes y Selva Negra.

Localidad (S hacia N)	Altura (m)	T	dT
Niza	20	15	15
Turino	239	12	23
Zermatt	1610	3,6	18
Grachen	1617	4,2	17
Brig	678	9,1	19
Jungfrauoch	3579	-8,5	13
Interlaken	595	8,1	17
Grimsel	1959	1,2	14,9
Pilatus	2068	0,7	13,8
Olten	400	8,6	18,3
Welssenstein	1285	4,5	15,5
Rheinfelden	280	9,5	17,5
Feldberg	1403	3	14,0
Freiburgi. Br.	280	10	19

que en las costas del Mediterráneo. El mismo fenómeno se conoce de los Andes suramericanos desde los tiempos de los incas. Es el mérito del naturalista colombiano Francisco José de Caldas el haber definido los pisos de altura por las isotermas de 24, 18, 12 y 6° C, mientras que Hettner y otros autores lo caracterizan por la altura sobre el nivel del mar.

Las temperaturas medias anuales de cualquier localidad y las oscilaciones anuales de las temperaturas mensuales dependen de la latitud, la altura sobre el nivel del mar y de la distancia de la costa del mar.

#### PRECIPITACION

De gran importancia para el clima local son las precipitaciones, su cantidad y distribución. Se distinguen climas secos, húmedos, áridos, semiáridos, semihúmedos, húmedos y superhúmedos o perhúmedos. Según la distribución anual de las precipitaciones se habla de regiones siempre secas, secos y húmedos y siempre húmedos.

La Meteorología ortodoxa mide la altura de la lluvia en milímetros, pero comienza a aceptar la medida de la Hidrología en el sistema técnico, es decir en litros por metro cuadrado. En vista que un litro de agua repartido por un metro cuadrado corresponde a un prisma con un milímetro de altura, la transformación de una medida a otra no cambia las cifras, sino únicamente la denominación. Sin embargo, algunos meteorólogos, como



KOEPPEN, MILLER y otros, se expresan en el sistema absoluto de la Física y miden la altura de la lluvia en centímetros, lo que corresponde a 10 litros por metro cuadrado.

Se determina la precipitación diurna y se calculan las sumas mensuales y anuales, los días con lluvia en los mismos períodos y se distinguen meses áridos y húmedos (LAUER). Este último método permite la determinación si un clima local se caracteriza por períodos de sequía prolongados de varios hasta 12 meses.

De las observaciones de varios años se calculan los promedios mensuales y anuales de la precipitación. Algunos autores limitan un mínimo de observaciones a 7 años, pero naturalmente el ideal sería disponer de cálculos de un mayor número de años y del mismo período. Este es posible para países que disponen de muchas estaciones meteorológicas y durante muchos años, pero en regiones en desarrollo se dispone en muchos casos sólo de observaciones casuales y, a veces, de diferentes períodos. Sin embargo, el desarrollo de la aviación mundial ha aumentado considerablemente el número de estaciones y, afortunadamente, también en regiones poco pobladas.

Aunque la precipitación es un elemento climático de primer orden, la Meteorología convencional no ha encontrado una interpretación de las observaciones que satisfaga las necesidades de ciencias como la Botánica, Agricultura, Silvicultura, Pedología, etc. En vista de este hecho, no sorprende que cada una de estas ciencias esté buscando su propia solución.

#### LA HUMEDAD DE LA ATMOSFERA

La Física demuestra que la tensión de vapor del agua en el vacío es una función de la temperatura, siempre que exista una reserva para evaporar. Si la temperatura crece hay evaporación y si disminuye hay condensación. Además se sabe que las mismas leyes rigen también en la presencia de otros gases como la Atmósfera. Así en los textos de Física encontramos la tensión del vapor (E) de agua para el aire saturado para las diferentes temperaturas (cuadro 5). Se expresa la cantidad de vapor en el aire por su presión parcial en mm de Hg o en gramos de agua por metro cúbico de aire.

Ahora bien, los análisis de la atmósfera en diferentes localidades y a diferentes horas del día demuestran que la tensión de vapor de agua (=e) observada en el aire es generalmente inferior a la presión E del cuadro 5 y es bastante variable. En consecuencia la Física define:

$$\text{Humedad relativa} = \frac{100 \cdot e}{E} \%$$



**Cuadro 5** Tensión (E) de agua y humedad absoluta del aire saturado.

Temperatura ° C	Tensión mm Hg	Humedad absoluta g-m <sup>3</sup>
0	4,600	4,8763
1	4,940	5,2175
2	5,302	5,5798
3	5,687	5,9631
4	6,097	6,3696
5	6,534	6,8021
6	6,998	7,2587
7	7,492	7,7431
8	8,017	8,2567
9	8,574	8,7988
10	9,165	9,3717
11	9,792	9,9782
12	10,457	10,6181
13	11,162	11,2950
14	11,908	12,0074
15	12,699	12,7601
16	13,536	13,5549
17	14,421	14,3578
18	15,357	15,6523
19	16,346	16,2002
20	17,391	17,1768
21	18,495	18,2048
22	19,659	19,6490
23	20,888	20,4215
24	22,184	21,6148
25	23,550	22,8700
26	24,988	24,1846
27	25,505	25,5666
28	28,101	27,0150
29	29,782	28,5378
30	31,548	30,1293
31	33,405	31,8114
32	35,359	33,5482

Actualmente la Meteorología dispone de varios métodos e instrumentos para determinar la humedad absoluta o relativa y en cada observatorio meteorológico se determina este elemento climático. En consecuencia, hay mucha información sobre la humedad absoluta y relativa de la atmósfera de

todas partes del mundo y se habla con mucha frecuencia de esta característica de la misma. Pero cuál es su interpretación científica?

#### EVAPORACION

El agua se evapora a cualquier temperatura y tal fenómeno es también posible si se trata de hielo o nieve. Como lo indica el cuadro 5, la evaporación en el aire seco depende principalmente de la temperatura. Pero también intervienen otros factores como la humedad relativa de la atmósfera, los vientos que renuevan el aire en el contacto con el agua, etc. También existe, naturalmente, una diferencia entre la evaporación sobre los mares, lagos y ríos y la de la tierra firme. La evaporación continental depende del relieve, de la clase de suelo, de la vegetación, de la profundidad del agua subterránea. Por tal motivo, hay muchas dificultades para determinar la evaporación real de un sitio determinado, por lo tanto su interpretación no es fácil.

La Meteorología determina la evaporación del agua con la balanza de Wild. Unos resultados de esas observaciones son los siguientes:

**Cuadro 6** Evaporación del agua.

Localidad	Evaporación (mm)	Localidad	Evaporación (mm)
Leningrado	331	Londres	700
Canales de Holanda	900	Mar Caspio	1000
Sidney	1200	Marsella	2290
Roma	2460	Sahara	4174
Djakarta	550	Bogor	910
Patjet (Hortaliza)	330	Patjet (potrero)	550
Kawa Tjiwideui	510	Bandung	1020
Pekalongan	690	Surabaia	1170
Pasuruan	1310	Tosari	730
Djember	1130		

Pero además de esta evaporación directa, el aire recibe vapores de agua por la transpiración de los animales y de las plantas, de los centros industriales, de los volcanes, etc. De tal manera que hoy día no existe un método científico que permita medir exactamente cuanta agua recibe el aire por la evaporación directa e indirecta de los continentes. Sin duda alguna, la evaporación del agua existe en aquellos, pero su determinación es hoy día muy problemática.



## LOS FACTORES CLIMATICOS

### ZONA

Por lo general, los meteorólogos no reconocen el factor de lluvia de Lang, y sin embargo no pueden impedir que otros lo usen, mientras ellos no puedan ofrecer algo mejor para sustituirlo.

R. Albert.

Ya los astrónomos de la antigüedad conocían las tres zonas: polar, templada y tropical y las separaron matemáticamente por las paralelas de  $23 \frac{1}{2}^{\circ}$  y  $66 \frac{1}{2}^{\circ}$ . El sentido común distingue cinco zonas: polar, subpolar, templada, subtropical y tropical que fácilmente se hacen separar por los paralelos  $72$ ,  $54$ ,  $36$  y  $18^{\circ}$  C. de cada hemisferio.

Esta definición matemática y clara fue desde el principio de este siglo rechazada por parte de la climatología ortodoxa y substituída por las zonas térmicas: fría, templada y caliente. Pero su definición térmica tropieza con dificultades. Se ha propuesto separar la zona tropical de la templada por la isoterma anual de  $20^{\circ}$  y ésta de la polar por la isoterma mensual de  $10^{\circ}$  C del mes más caliente. Por su parte, Koepen propone como límite de la zona tropical la isoterma mensual de  $18^{\circ}$  C, es decir según ésta definición todas las temperaturas de la región tropical serían mayores de  $18^{\circ}$  C. Pero cuáles son los límites térmicos entre las otras zonas?

Más lógico es el pedólogo H. JENNY quien define la zona tropical con temperaturas mayores de  $20^{\circ}$ , la subtropical entre  $20$  y  $12^{\circ}$  C, la templada entre  $12$  y  $4^{\circ}$  C, la subpolar entre  $+4^{\circ}$  C y  $-4^{\circ}$  C, finalmente, la polar con temperaturas inferiores de  $-4^{\circ}$  C. Pero desgraciadamente este autor no nos dice si se trata de las temperaturas reales o de las reducidas a nivel del mar.

Como ya hemos visto, las isotermas anuales no corren paralelamente a los grados de latitud. Hay que decidir como se deben definir las zonas, matemática o térmicamente y si hay que dar preferencia a tres o a cinco zonas. En el caso de la definición térmica no se ha resuelto el problema porque no se sabe si se acepta la propuesta de Jenny por las isotermas anuales de  $20$ ,  $12$ ,  $4$  y  $-4^{\circ}$  C o la insinuación de algunos climatólogos quienes prefieren promedios mensuales.

### LOS PIÑOS TERMICOS DE ALTURA

Por otro lado, el sabio colombiano Francisco José de Caldas separó los climas de altura de los Andes tropicales con las isotermas de  $24$ ,  $18$ ,  $12$  y  $6^{\circ}$  C. Por otra parte, Hettner propone, para la misma separación de los climas de altura, la altitud sobre el nivel del mar de  $1000$ ,  $2000$ ,  $3000$  y  $4000$  m. Así, se repite el mismo problema para la definición de los climas de altura como para la zona y hay que decidir si se quiere dar preferencia



a la formulación matemática de Koepen o a la térmica (Caldas). Cuál es la solución natural del problema de los climas andinos?

Hay las siguientes propuestas:

Incas	Caldas	Hettner
Tierra helada	6°	4000 m
Páramo	12°	3000 m
Tierra fría	18°	2000 m
Tierra templada	24°	1000 m
Tierra caliente		

Los incas con su alta cultura y su agricultura bien desarrollada relacionaron los climas de altura con la temperatura media anual. Los conquistadores españoles aceptaron este método y a Caldas corresponde el gran mérito de haber definido claramente estos pisos térmicos por las temperaturas medias anuales ya mencionadas. De esta manera, una experiencia de siglos obtuvo finalmente una formulación científica y los términos tierra caliente, templada, fría, páramo y tierra helada no son más términos vagos e inseguros, sino conceptos científicos bien y claramente definidos.

También de los Alpes se conocen desde siglos los pisos térmicos y los distinguen según su vegetación natural. Generalmente se buscan ahora definiciones matemáticas, pero de los estudios climatológicos, geográficos y pedológicos de Maurer, Früh, Gracanin y otros, se llega fácilmente a la conclusión que los pisos térmicos de los Alpes, o, más general, de la zona templada, se hacen separar por las temperaturas medias anuales de 16, 12, 8 y 4° C.

Este hecho indica que los pisos térmicos de altura son una función de la latitud o de la zona geográfica y por lo tanto zona y altura son factores climáticos indispensables. Pero existe una diferencia en su interpretación.

	Zona	Altura
Climatología Ortodoxa	Temperaturas	Altura sobre el nivel del mar
Caldas	Paralelo	Temperaturas anuales medias

Cuáles de las dos propuestas interpreta más exactamente los hechos naturales? Es conocido y reconocido que la zona para el cultivo de café está limitada por las isotermas anuales de 24 y 18° C. Pero esta zona se halla en la Sierra Nevada de Santa Marta y en Costa Rica a alturas entre 600 y 1600 m



sobre el nivel del mar; en el Centro de Colombia (Caldas, Tolima, Cundinamarca) entre 1000 y 2000 m, en el Sur (Nariño) entre 1200 y 2200 m y en el Ecuador, en las faldas hacia el pacífico, entre 500 y 1500 m.

De estas últimas cifras habría que concluir que el café crece en los alrededores del Ecuador entre 500 y 2200 m sobre el nivel del mar. Pero los agricultores saben por experiencia que en la falda occidental, en el Ecuador no hay cafetales a alturas mayores de 1500 m y, por otra parte, en Nariño no hay cafetales a alturas inferiores de 1200 m. Por otra parte, la zona cacaotlera se halla en el Ecuador entre el nivel del mar hasta una altura de 500 m., mientras que en Colombia hay cacaotales con buena producción a alturas de 1000 m (Valle del Cauca).

Es decir el clima para café, cacao, etc., se hace fácilmente limitar por isotermas anuales, mientras la altura sobre el nivel del mar es muy variable. También es conocido de los Alpes que el límite superior de los bosques se halla a diferentes alturas en diferentes regiones.

De estos hechos comprobados se llega a la conclusión de que la definición térmica de los climas de altura es natural y entonces hay que caracterizar las zonas geográficas matemáticamente, lo que, como hemos visto, no presenta ninguna dificultad. El único problema es la inercia de la climatología ortodoxa que quiere seguir con sus errores de definir las zonas por la temperatura y los climas de las cordilleras por su altura sobre el nivel del mar.

#### OSCILACION DE LA TEMPERATURA ANUAL

Ya hemos visto que la oscilación de la temperatura anual, expresada por la diferencia entre la temperatura mensual más alta menos la más baja, crece generalmente desde el Ecuador hacia los polos y desde la costa marina hacia el interior de los continentes, mientras que en los Alpes decrece desde los valles hacia los picos altos y aislados. Según esta oscilación anual, la climatología habla de climas oceánicos, intermedios y continentales. Pero parece que falta todavía una definición matemática.

J. MAURER dice que el clima de Suiza corresponde a una transición entre el oceánico y continental con excepción de los picos altos y aislados que muestran una oscilación oceánica. Según el cuadro 4, estos picos muestran una variación de unos 14° C, aproximadamente. Con esta base se puede suponer que el límite entre oceánico e intermedio sea la oscilación de 15° C.

Como límite entre intermedio y continental proponemos provisionalmente la oscilación de 25° C. Entonces se obtiene la siguiente clasificación de los climas locales.



**Cuadro 7** Climas oceánicos, intermedios y continentales.

Localidad	T (°C)	dT (°C)	Clasificación
Andagoya	28	1	Oceánico
La Petrolea	27	2.5	"
Chinchiná	21	1	"
Manizales	16	3	"
Tünja	14	1	"
Valentia (Irlanda)	10	8	"
Brest	12	11	"
Sonnblick	- 6	13	"
Zugspitze	- 5	14	"
Hannover	9	17	Intermedio
Leipzig	9	19	"
Breslau	11	20	"
Atlanta	16	19	"
Dallas	19	21	"
Denver	10	20	"
Montreal	6	31	Continental
Quebec	4	31	"
Winnipeg	1	40	"
Orenburgo	3	37	"
Omsk	0	38	"
Tatarsk	0	38	"

Para poder distinguir climas fríos y calientes hay que definir las zonas climáticas, los pisos de altura y la oscilación anual.

#### HUMEDAD

*Precipitación.* Se dispone de muchos datos pluviométricos que sirven para mapas de lluvia. Pero cada autor usa una escala distinta para separar las regiones con diferentes precipitaciones y, además, la experiencia demuestra que la precipitación sola no es suficiente para caracterizar el clima local. Una precipitación de unos 1000 m de lluvia anual produce en las altas cordilleras colombianas un clima superhúmedo, en la sabana de Bogotá uno húmedo y la agricultura necesita poco riego. Pero con la misma precipitación en el valle del Cauca hay que regar muchos cultivos para obtener cosechas buenas y en la costa del Atlántico la lluvia no es suficiente para un aprovechamiento agrícola. Sólomente en zonas con mayor precipitación es posible el cultivo de bananos.



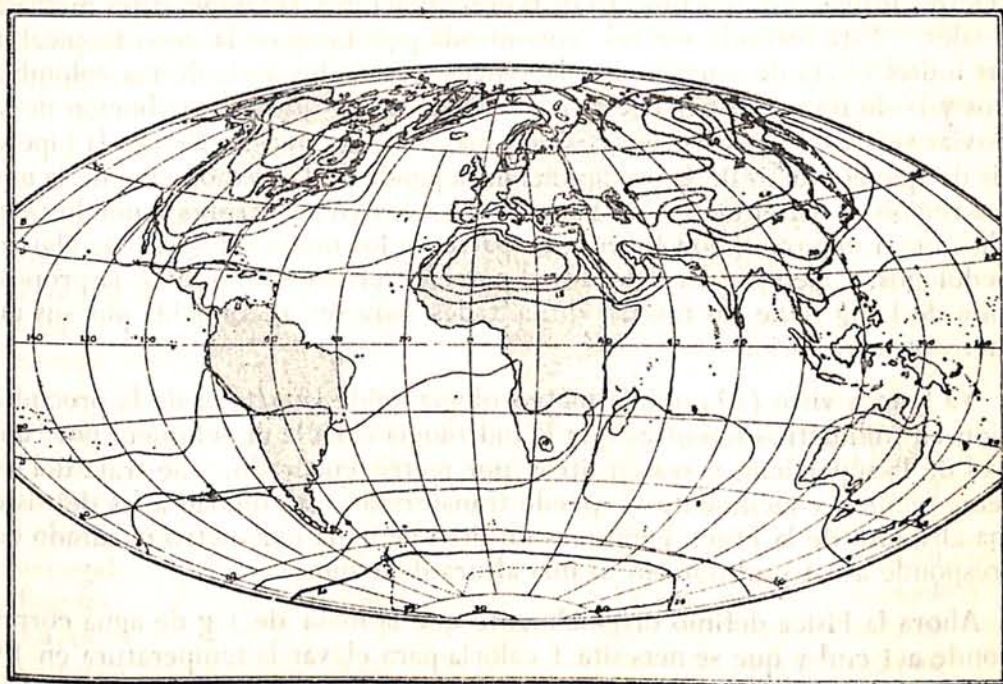


Figura 3 Oscilación anual de las temperaturas mensuales.

La misma experiencia confirma Ramann cuando indica que una precipitación reducida produce en las regiones subpolares un clima húmedo, mientras que en Alemania ya se necesita una lluvia anual de 600 mm y en la tropical de unos 2000 mm para producir el mismo efecto.

Es decir la precipitación es un elemento importante meteorológico, pero no un factor climático.

#### MOJAMIENTO

La experiencia colombiana y la de Ramann comprueba que el efecto de la precipitación está relacionada con la temperatura de la región. Pero desgraciadamente Transeau y Penck ya habían relacionado la precipitación con la evaporación y tal propuesta fue aceptada inmediatamente, aunque los autores no enseñaron en que forma se puede determinar la evaporación científicamente, si la relación precipitación y evaporación es muy elástica y cada uno puede interpretarla de su modo. No hay resultados precisos que choquen con viejos errores. Esta propuesta demuestra una vez más con que facilidad se aceptan nuevas hipótesis no comprobadas.

Fué el geólogo y pedólogo R. LANG quien mostró que el mojamiento



(factor de lluvia) es una función de la precipitación y la temperatura media anuales. Esta formulación fue encontrada por Lang en la zona tropical de las Indias y está de acuerdo con la experiencia de los agricultores colombianos y la de Ramann; pero destruye la hipótesis de que la distribución de las lluvias sea la causa de las estepas, sabanas y de bosques. Refuta la hipótesis de que el efecto de la precipitación depende de la evaporación de la misma región. Así el factor de Lang corrige los viejos errores y por lo tanto choca con una oposición fuerte por parte de los meteorólogos y de algunos pedólogos. Siempre ha sido difícil corregir errores antiguos y la proposición de Lang tiene las mismas dificultades para ser reconocida por sus numerosos adversarios.

Ya hemos visto (57) que la meteorología mide la *altura* de la precipitación en milímetros mientras que la hidrología calcula el volumen por unidad de la superficie, o sea en litros por metro cuadrado. Se trata del sistema técnico y fácilmente se puede transformar esta unidad a las del sistema absoluto de la Física y entoces un litro de agua por metro cuadrado corresponde a  $0.1 \text{ cm}^3$  por  $\text{cm}^2$  o una altura de 1 mm.

Ahora la Física definió originalmente que la masa de 1 g de agua corresponde a  $1 \text{ cm}^3$  y que se necesita 1 caloría para elevar la temperatura en  $1^\circ\text{C}$  de un gramo de agua.

Según esta definición el calor de una precipitación de  $M \text{ g cm}^{-2}$  y con una temperatura de  $T^\circ\text{C}$  corresponde a  $M \cdot T$  calorías por  $\text{cm}^2$ . Es decir según las leyes físicas el efecto de la precipitación depende de su masa y de su temperatura, como lo indica el cuadro 8.

Ahora hay una sencilla explicación física de por qué el efecto de la misma lluvia es distinto en Vardo, Kiel, Sucre, Pasto, Esmirna o Kayes, la cual confirma la experiencia de los colombianos y pedólogos que la temperatura aumenta el efecto de la precipitación, por ejemplo en los casos de Bogotá, Cali y Barranquilla que tienen, aproximadamente, la misma precipitación anual.

La ecuación:

$$\text{Masa de lluvia anual } M \text{ g.cm}^{-2} = \frac{\text{calor de lluvia anual } Q \text{ calorías}}{\text{cm}^2 \text{ } T^\circ\text{C}}$$

conduce a la siguiente definición

$$\text{Factor de lluvia} = \frac{\text{Masa anual de lluvia } M \text{ g}}{\text{cm}^2 \cdot T^\circ\text{C}} = \frac{\text{calor de lluvia anual } Q \text{ cal}}{\text{cm}^2 \cdot (T^\circ\text{C})^2}$$

Mojamiento

Termo-dinámica de la precipitación.



**Cuadro 8** Precipitación, temperatura y calor.

Localidad	Precipitación cm o g	Temperatura ° C	Calor cal. cm <sup>2</sup> año
Vardo	66	0.5	33
Kazan	43	3	129
Odesa	41	9	369
Tronthjem	91	5	455
Kiel	68	8	544
(Atenas)	39	18	702
Sucre	71	12	852
Chemulpo	95	10	950
Pasto	70	14	980
Esmirna	66	17	1020
Lahore	46	24	1104
Senegal	40	28	1120
Bogotá	106	14	1484
Kayes	74	30	2220
Consacá	120	19	2280
Barranquilla	82	28	2296
Mandalay	89	27	2403
Mongola	99	26	2574
Cali	121	24	2904
Armero	182	27	4314
Chinchiná	265	21	5565
Andagoya	709	27	19143

Si ahora el agua lluvia se infiltra completamente en el suelo el agua y su calor determinan la formación del climasol correspondiente (58).

Q. cal cm <sup>2</sup> . (T°C) <sup>2</sup>	< 4	4-6	6-10	10-16	16
Humus %	ca.1	ca. 2	3-5	5-10	10-20
pH	> 4	> 6	5.5-6.5	4.5-5.5	< 4.5
Bases de cambio	pobre	pobre	pobre	pobre	pobre
Drenaje	normal	normal	normal	normal	normal
Deslave	álcali, Ca	álcali	0	Ca	álcali, Ca

ca. = circa = aproximadamente



Es decir los suelos supuestos por Lang existen, son suelos bien drenados, pobres en bases de cambio, se han formado en rocas ígneas y se distinguen por el tenor de humus, pH, deslave, etc. Es decir la Geología, la Petrografía y la Química afirman la existencia de 5 diferentes suelos climáticos en relación con la precipitación, temperatura y calor (57).

Matemáticamente, el calor se hace representar por el rectángulo con la base  $P$  cm o  $M$  g.cm<sup>2</sup>; la diagonal y el eje encierran el ángulo  $a$ , cuya tangente es  $\frac{P}{T}$ . Las tangentes de 4, 6, 10 y 16 subdividen los primeros y segundos cuadrantes en 5 secciones y cada uno corresponde a los mojamientos árido, semiárido, semihúmedo, húmedo y perhúmedo. (Véase figura 4).

$P$  ó  $M$  y  $T$  determinan el punto libre del rectángulo y la termo-dinámica y al mismo tiempo el mojamiento de lugar. Así también Física y Matemáticas confirman la realidad del factor de Lang.

Peró el factor de lluvia refuta la hipótesis de que las zonas del mismo mojamiento sean caracterizadas por un sólo tipo de suelo, que estepas, sabanas y bosques sean indicadores de determinados climas y no subdivide en el mojamiento zonas boscosas, de estepas, semidesérticas y desiertos. El factor de Lang descubre viejos errores y por lo tanto no es sorprendente el gran número de adversarios que lo rechazan.

#### N-S-COCIENTE DE MEYER

MEYER reconoció que en las zonas del mismo mojamiento hay diferentes suelos y creía en la deficiencia del factor de Lang y por lo tanto, buscó otro factor climático para substituirlo. El parte de la definición física de la humedad relativa:

$$\% \text{ de humedad relativa} = \frac{100 \cdot e}{E}$$

entonces  $e = \frac{E \cdot \% \text{ de humedad relativa}}{100}$

Es decir Meyer calcula la humedad relativa correspondiente a la temperatura  $T$ , según el cuadro 5 que indica la presión  $E$  del vapor del agua del aire saturado y la real de la humedad relativa ( $e$ ). Sin duda alguna la diferencia  $E - e$  indica la deficiencia de su saturación. Ahora Meyer relaciona este valor con la precipitación, como lo hacen Transeau y Penck con la evaporación y Lang con la temperatura. Sin duda alguna, los factores de Lang y de Meyer se basan en elementos meteorológicos observados en muchos observatorios, así ambos factores son realidades, mientras que los de Transeau y Penck usan la evaporación directa e indirecta no determinable actualmente; por esto tales factores son hipotéticos e imaginarios.



Si el factor de Meyer  $\frac{P}{E-e}$  corresponde a un cociente alto, entonces el aire es bastante saturado, si es pequeño entonces es seco y pobre en vapor de agua y favorece la evaporación si hay agua disponible. Pero Meyer busca un factor climático para la pedología y lo relaciona con cierto tipo de suelo, los cuales, se creía entonces, que estaban relacionados en una u otra forma con el clima.

**Cuadro 9** Relación entre suelo y factor de Meyer.

Suelo	Factor de Meyer
Desiertos y estepas del Mediterráneo ( $T > 15^{\circ}$ )	0 a 100 50 a 200
Castaños	100 a 275
Chernosem	150 a 350
Tierra Parda ( $T$ entre 5 y $15^{\circ}$ C)	275 a 500
del Atlántico ( $T > 10^{\circ}$ C)	375 a 1000
Heide	375 a 700
del Norte del Atlántico ( $T$ entre 0 y $7^{\circ}$ )	300 a 1200
del Norte de Rusia ( $T < 2^{\circ}$ C)	400 a 600
Tundra ( $T = 0^{\circ}$ C)	500 a 600
de montañas altas	1000 a 4000

Hoy sabemos que los suelos mencionados en el cuadro 9 son aclimáticos; además la temperatura influye únicamente en la velocidad de los procesos químicos que participan en la formación de los suelos. Así el factor de Meyer no interviene en la formación de los suelos y no ha sido aceptado por la pedología.

Pero la comparación de los factores de Meyer, calculados por este autor para la región del Mediterráneo, con el factor de Lang da un resultado variado y sorprendente para la climatología.

**Cuadro 10** Comparación de los factores de Meyer y Lang para la región del Mediterráneo.

Localidad	Factor de Meyer	P cm	T °C	Factor de Lang	Observaciones
Babilonia	5	6	22	3	Desierto
Alejandro	35	22	20	11	"



**Cuadro 10** Comparación de los factores de Meyer y Lang para la región del Mediterráneo.

(Continuación)

Localidad	Factor de Meyer	P cm	T °C	Factor de Lang	Observaciones
Mogador	116	33	18	18	árido
Nicosia	80	37	19	19	"
Murcia	62	38	18	21	"
Madrid	62	38	13	29	"
Atenas	70	41	18	23	"
Casablanca	167	42	17	24	"
Tunis	75	44	18	24	"
Foggia	98	47	16	29	"
Valencia	94	48	16	30	"
Malta	144	53	18	29	"
Perpiñán	136	55	14	39	"
Saloniki	136	59	16	37	"
Málaga	111	61	19	32	"
Lecce	124	62	17	36	"
Catania	102	63	18	35	"
Algier	131	70	18	38	"
Uesküp	150	49	12	41	semiárido
Sofía	275	57	10	57	"
Marsella	161	60	14	43	"
Potenza	182	64	11	58	"
Alessandria	204	65	15	54	"
Jerusalén	128	66	16	41	"
Bolonia	158	67	13	51	"
Ancona	165	67	15	45	"
Estambul	167	73	14	57	"
Venecia	246	75	14	53	"
Palermo	164	76	17	44	"
Roma	175	77	15	51	"
Siena	201	78	14	55	"
Niza	210	82	15	55	"
Nápoles	210	82	16	51	"
Beirut	153	91	20	45	"
Livorno	157	89	15	59	"



**Cuadro 10** - Comparación de los factores de Meyer y Lang para la región del Mediterráneo.

(Continuación)

Localidad	Factor de Meyer	P cm	T °C	Factor de Lang	Observaciones
Aquilla	176	67	11	61	semihúmedo
Montpellier	217	81	15	62	"
Torino	254	83	12	69	"
Padua	256	86	13	66	"
Florenzia	202	89	14	63	"
Pola	320	89	14	63	"
Brescia	286	100	13	78	"
Milano	300	101	13	77	"
Urbino	343	106	12	88	"
Vicenza	378	121	13	93	"
Génova	262	131	16	82	"
Belluno	465	129	10	129	húmedo
Villa Carlotta	474	166	12	138	"
Abazzia	639	171	14	122	"

Resumiendo, el resultado de la comparación de los factores de Meyer y Lang es el siguiente:

Factor de Meyer	Factores de Lang			
	< 40	40 a 60	60 a 100	100 a 160
< 50	2	0	0	0
50 a 150	16	1	0	0
> 150	1	16	11	3

Para localidades con factores de Lang inferiores a 40 los de Meyer son, por lo general, inferiores a 150; para regiones con factores de Lang mayores de 40, los de Meyer son, por lo general, mayores de 150. Las excepciones indican muy probablemente que los dos factores son independientes entre sí. Así en las regiones áridas, los factores de Meyer inferiores a 50 corresponden sin duda alguna a desiertos, los entre 50 y 150 caracterizan



un aire seco y excepcionalmente se observa una atmósfera más saturada. En los otros mojamientos el aire si es más rico en vapor de agua pero también existen territorios con aire más seco.

Sin duda alguna los dos factores de Lang y de Meyer se complementan en la climatología. El primero caracteriza el mojamiento y el segundo la aridez. Es el factor buscado por diferentes autores.

Koepen propone el factor  $\frac{N}{T}$  que corresponde al factor de lluvia 20, pero, según la definición de Lang, el factor de 40 es matemáticamente el más pequeño para la subdivisión del mojamiento.

Los otros factores del mismo autor:  $\frac{P}{T+14}$  y  $\frac{P}{T+7} = 2$  cm y el de Martonne  $\frac{P}{T+10}$  no están de acuerdo con la termo-dinámica del agua,

porque se trata de temperatura bajo cero. Así el único factor de aridez es el de Meyer, publicado en 1926, como el de Lang, formulado en 1915, tienen la misma suerte y son ignorados por parte de los meteorólogos y climatólogos.

#### DISTRIBUCION DE LA LLUVIA

La climatología ortodoxa supone que los climas tropicales se caracterizan por uno o dos períodos de sequía, pero con el tiempo, se informó que en esta zona existen desiertos sin períodos lluviosos y que también hay regiones con ausencia de períodos de sequía. Por tal motivo se distinguen: climas siempre secos con 12 meses áridos, siempre húmedos con 12 meses húmedos y climas pluviosos y secos con 6 meses áridos y 6 húmedos. Naturalmente no hay dificultades para encontrar climas que representen estos tres tipos ideales.

LAUER realizó tal clasificación para Africa y América del Sur, pero tropezó con las siguientes dificultades: 1. Definió los meses áridos y húmedos según Penck por precipitación y evaporación, sin encontrar un método físico para determinar la última. 2. Rechaza el factor de Lang y hace los cálculos con el factor de aridez de Martonne, es decir, define los meses áridos y húmedos por precipitación y evaporación; pero rechaza el factor de Lang y calcula dichos meses por la precipitación y la temperatura. 3. En lugar de formar los tres grupos con 12 meses áridos, 12 meses húmedos y 6 meses áridos y 6 húmedos, se ve obligado a distinguir 13 grupos de años con 0 a 12 meses áridos respectivamente húmedos.

Gracanicin usa los factores mensuales de Lang y distingue meses áridos, semiáridos, semihúmedos, húmedos y perhúmedos. Entonces el factor men-

sual de lluvia para meses áridos es inferior a 3.3. De esta manera el cálculo es más sencillo y el resultado es prácticamente el mismo número de meses áridos para una determinada localidad. Pero el cálculo demuestra que los climas con períodos de sequía, es decir con varios meses áridos, no están limitados a la zona tropical y subtropical.

**Cuadro 11** Climas con y sin períodos de sequía.

Mes	Aden			San José de C. R.			La Esperanza Cun.		
	p mm	t °C	fl	p mm	t °C	fl	p mm	t °C	fl
Enero	10	24,5	0.4	6	21	0.3	134	21	6.4
Febrero	10	25	0.4	3	21	0.1	112	21	5.3
Marzo	10	26	0.4	10	21	0.5	179	21	8.5
Abril	10	28.5	0.3	47	21	2.2	177	21	8.5
Mayo	0	30.5	0	222	21	10.6	220	21	10.5
Junio	0	31.5	0	258	21	12.3	124	21	5.9
Julio	0	31	0	207	21	9.8	69	21	3.2
Agosto	0	30.5	0	224	21	11.6	121	21	5.8
Septbre.	0	31	0	349	21	16.6	128	21	6.1
Octubre	0	29	0	342	21	16.3	267	21	12.8
Novbre.	0	29	0	151	21	7.2	302	21	14.6
Dicbre.	0	25	0	31	21	1.5	145	21	6.9
Año	40	28.5	1	1870	21	90	1868	21	90
Meses áridos			12			5			0

B) Zona subtropical

	Bagdad			Benares			Durbán		
	p	t	fl	p	t	fl	p	t	fl
Enero	30	9.5	3.1	20	15.5	1.3	120	24.5	4.9
Febrero	30	12	2.5	10	18.5	0.5	120	25	4.8
Marzo	30	16	1.9	10	25	0.4	140	24	5.8
Abril	20	21.5	0.9	0	30.5	0	90	21.5	4.2
Mayo	10	27	0.4	20	32.5	0.6	50	20	2.5
Junio	0	32	0	120	31.5	3.8	30	18	1.7
Julio	0	35	0	310	29	10.7	30	18	1.7
Agosto	0	24.5	0	290	28.5	10.2	40	18.5	2.1
Septbre.	0	31	0	180	28.5	6.3	80	19.5	4.1
Octubre	0	26.5	0	50	20	2.5	130	20.5	6.3



**Cuadro 11** Climas con y sin períodos de sequía.

(Continuación)

B) Zona subtropical									
	Bagdad			Benares			Durbán		
Novbre.	20	17	1.2	10	15.5	0.6	130	22	5.9
Dicbre.	30	11.6	2.6	0	17	0	130	23.5	5.5
Año	170	22.5	8	1020	25	41	1080	21	51
Meses áridos			12			8			4
C) Zona templada									
	Kaschgar			Sión			Schuls		
Mes	p mm	t °C	fl	p mm	t °C	fl	p mm	t °C	fl
Enero	10	-5.5	> 13.3	48	-0.1	> 13.3	46	-5.8	> 13.3
Febrero	0	1	0	41	1.6	25.6	35	-2.2	> 13.3
Marzo	0	9.5	0	46	4.8	7.9	38	0.1	380
Abril	10	16	0.6	42	9.8	4.3	47	4.8	9.6
Mayo	20	21	0.9	40	14.6	2.7	58	10.1	5.7
Junio	10	25	0.4	47	17.8	2.6	71	13.4	5.3
Julio	10	26.5	0.4	52	19.2	2.7	91	14.9	6.1
Agosto	20	24.5	0.8	60	18.4	3.2	92	14.0	6.5
Septbre.	10	20.5	0.5	46	15.1	3.0	64	10.5	6.1
Octubre	0	13.5	0	54	9.8	6.5	57	5.3	10.7
Novbre.	0	4.5	0	49	4.6	10.6	54	-0.5	13.3
Dicbre.	0	-3.5	0	63	0.6	105	54	-4.7	13.3
Año	90	12.5	7	588	9.8	60	707	4.8	147
Meses áridos			11			5			0

En resumen existe la siguiente relación entre el mojamiento anual y meses áridos:

Localidad	P	T	FL	Mojamiento	Meses áridos	Distribución de la lluvia
Aden	40	28.5	1	árido	12	siempre seco
Bagdad	170	22.5	8	"	12	" "
Kaschgar	90	12.5	7	"	12	" "
San José	1870	21	90	semihúmedo	5	seco y húmedo
Benares	1020	25	41	semiárido	8	" "
Sión	588	9.8	60	"	5	" "
La Esperanza	1868	21	90	semihúmedo	1	siempre húmedo
Durbán	1050	21	51	semiárido	4	" "
Schuls	707	4.8	147	húmedo	0	" "

Parece que los climas siempre secos se encuentran únicamente en regiones áridas, los siempre húmedos en territorios semiáridos, semihúmedos y húmedos con estaciones secas y húmedas en las zonas semiáridas y semihúmedas. De tal manera, que el mojamiento y períodos de sequía son dos factores climáticos independientes uno del otro y no pueden substituirse. Para caracterizar un clima de determinado lugar hay que usar ambos factores.

Para definir climas húmedos y secos se necesitan los factores anuales de Lang y de Meyer para caracterizar el mojamiento y la aridez y el factor mensual de Lang de 3.3 para indicar las estaciones de sequía y su duración.

#### CONCLUSIONES

Para caracterizar físico-matemáticamente el clima de Koeppen que es estático, o sea el estado medio de la atmósfera de cualquier punto de la tierra, se necesitan las siguientes informaciones:

1. La latitud de la localidad
2. La temperatura media anual
3. El mojamiento anual
4. La diferencia entre las temperaturas medias del mes más caliente y el más frío
5. El número de meses áridos por año
6. La aridez del aire.

Si se conocen los factores climáticos, entonces hay que buscar las definiciones propuestas hasta ahora y que sean independientes para cada factor, de tal manera que ninguno sea una función del otro; luego es necesario fijarse que ningún criterio se repite y buscar su orden, es decir, aplicar las leyes de la lógica a la climatología para obtener una sistemática natural y lógica.



## CLASIFICACION DEL CLIMA

"Generalmente los geógrafos que se han ocupado de la variedad de nuestros climas por causa de la latitud, los han dividido en tórridos, templados, fríos y glaciales o polares."

"Los valles bajos, las costas, los llanos orientales y la extensa región amazónica se caracterizan por su clima excesivamente cálido y en veces húmedo en demasía. Las faldas de las cordilleras gozan climas templados y primaverales; las altiplanicies y los valles altos, entre 2200 y 3000 metros sobre el nivel del mar, son fríos, y los llamados páramos y las cumbres de altas montañas, entre 3000 y 5000 metros de altura, tienen un clima polar. Así, pues, en Colombia las llanuras y valles, desde el nivel del mar hasta los 800 metros, pueden clasificarse en una zona tórrida; en seguida vienen la zona media, cuya temperatura corresponde al sur de Europa, en primavera, y la templada, de clima semejante a la de los países nórdicos en la misma estación. Viene, por última, la zona polar que termina con las nieves perpetuas."

"Así se dice que nuestro país goza de todos los climas que caracterizan las diversas regiones del planeta, desde la zona tórrida hasta los yernos polares."

"Ciertamente, para quienes analicen las cosas a espacio, esta clasificación es caprichosa y absurda: nuestro país se extiende todo en la zona tórrida y todos nuestros climas son tropicales, porque lo que caracteriza y determina la climatología del globo son la duración diurna de la radiación solar y la inclinación de los rayos polares al penetrar en la atmósfera terrestre."

Jorge Álvarez Lleras

Hay solamente seguridad en las ciencias, si es posible establecer una relación con las matemáticas.

Leonardo Da Vinci

Según Koeppen el clima es constante, y por lo tanto, la sistemática debe dar una información general sobre el estado anual de la atmósfera de cada lugar. Debemos conocer la latitud que informa sobre la oscilación de la temperatura diurna y anual. La primera es mayor en la región ecuatorial que en las polares, mientras la segunda es mayor en estas que aquellas. También, la zona fija las estaciones anuales. La temperatura anual depende, dentro de la zona, de la latitud y de la altura sobre el nivel del mar y el mojamamiento anual fija, con la anterior, la vegetación perenne. Esta información completa la efectuada sobre la oscilación anual de la temperatura y sobre la existencia de períodos de sequía y su duración aproximada; ambos factores influyen en el aprovechamiento agrícola de la región. Para regiones pobres en lluvia es importante una orientación sobre la humedad del aire, porque de ella depende en gran parte la formación del rocío y de la evaporación, factor importante en caso de riego artificial.

Teniendo en cuenta las diferentes propuestas y la propia experiencia en la zona templada, la tropical, exterior e interior, la relación del clima con los suelos y las vegetaciones y la sistemática de Caldas, usada durante más

de siglo y medio en Colombia y sin haber sufrido modificaciones locales, es posible sacar conclusiones. Muy importantes han sido las críticas de diferentes pedólogos, climatólogos, meteorólogos, botánicos, ingenieros forestales e investigadores de las zonas tropicales, especialmente con respecto al factor de Lang. Aunque este factor es rechazado por muchos autores y usado por otros, es interesante constatar que haya autores que lo desconocen (Lauer, Holdridge, Walter, etc) o lo rechazan pero al mismo tiempo lo usan en una modificación oculta, pero en algunos casos, la representación gráfica informa sobre la verdadera base matemático-física.

En realidad, la sistemática del clima, en el sentido de Koeppen, no ofrece ninguna novedad, sino que es el resultado de una coordinación de las diferentes propuestas desde el punto de vista de Flohn: Meteorología es Física de la atmósfera y Climatología es estadística meteorológica. Tomando esta base como hipótesis, la sistemática climatológica debe estar de acuerdo con las leyes físicas y matemáticas. Si tal propuesta es la solución final o no lo decide, lo debe únicamente al éxito de su aplicación.

**Cuadro 12** Climatología sistemática.

Categoría	Factor	Definiciones
zona climática		
I	Zona matemática	1. tropical      entre 18°S y 18°N
		2. subtropical    "      18 y 36°
		3. templada      "      36 y 54°
		4. subpolar      "      54 y 72°
		5. polar          dentro de 72°
Región climática		
II	Temperatura media anual	zona: tropical      templada
		1. marín      > 24°C      > 16°
		2. colín      24 a 18°C      16° a 12°C
		3. montán      18 a 12°C      12° a 8°C
		4. alpín      12 a 6°C      8° a 4°C
5. neval      < 6°C      < 4°C		
área climática		
III	Mojamiento	Factor de Lang (de lluvia)
		1. árido      40
		2. semiárido      40 a 60



**Cuadro 12** Climatología sistemática.

(Continuación)

Categoría	Factor	Definiciones
		3. semihúmedo 60 a 100
		4. húmedo 100 a 160
		5. perhúmedo > 160
		Provincia climática
IV	Oscilación anual de la temperatura	dT
		1. oceánico < 15°C
		2. intermedio 15 a 25°C
		3. continental > 25°C
		Sub-provincia climática
V	Periodo de sequía	meses áridos: fl < 3.3
		1. siempre seco 12 a 9
		2. seco y húmedo 8 a 5
		3. siempre húmedo 4 a 0
		Clima local
VI	Aridez	Factor de Meyer
		1. muy seco < 50
		2. seco 50 a 150
		3. mojado > 150

Esta sistemática va desde arriba hasta abajo, es decir comienza con un factor general y agrega otro paulatinamente y por lo tanto, cada categoría agrega un nuevo criterio y se forman siempre más grupos:

Factor climático	Categorías					
	I	II	III	IV	V	VI
Criterios	5	5	5	3	3	3
Individuos	5	25	125	375	1125	3325

Es decir para cada hemisferio hay definiciones físico-matemáticas para 3325 climas individuales, no importa si existen en realidad o no. No es misión de una sistemática hacer el inventario, sino estar preparada para clasificar cualquier clima individual o local que se presente, no importa su frecuencia o su rareza. Enseguida vamos a clasificar los climas locales del cuadro 10.

**Cuadro 13** Sistemática de los climas del cuadro 11.

Localidad	C a t e g o r í a s					
	I	II	III	IV	V	VI
Aden	1	1	1	1	1	2
San José	1	2	3	1	2	?
La Esperanza (Cund.)	1	2	3	1	3	3
Bagdad	2	1	1	3	1	?
Benares	2	1	2	2	2	?
Durbán	2	1	2	1	3	?
Kaschgar	3	2	1	3	1	?
Sión	3	3	2	2	2	3
Schuls	3	4	4	2	2	3

Ahora la sistemática muestra claramente que se trata de 9 climas individuales de 3 zonas, de 4 alturas y de otros tantos mojamientos; de climas oceánicos, intermedios y continentales y, talvez de variada aridez. El efecto lo indica la vegetación. San José y La Esperanza se distinguen por la distribución de la lluvia, pero en ambas regiones se cultiva principalmente café, caña de azúcar, bananos etc. Así en el mojamiento semihúmedo la influencia de períodos de veranos secos no tiene gran influencia para el aprovechamiento agrícola pero sí en las épocas de siembra, florescencia y de cosecha.

Así entendemos la frase de Koeppen: el clima es constante e indica que una región cafetera sigue como tal. Si conocemos los climas individuales apropiados para ciertos cultivos, entonces es fácil buscar nuevas regiones para su extensión, siempre que no falten datos climáticos seguros.



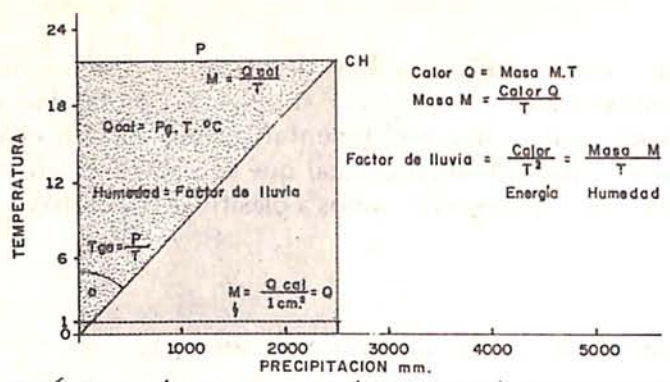


Fig. 4) Termo-dinámica de la precipitación y su relación con la humedad

MAPA CLIMATOLOGICO DE COLOMBIA

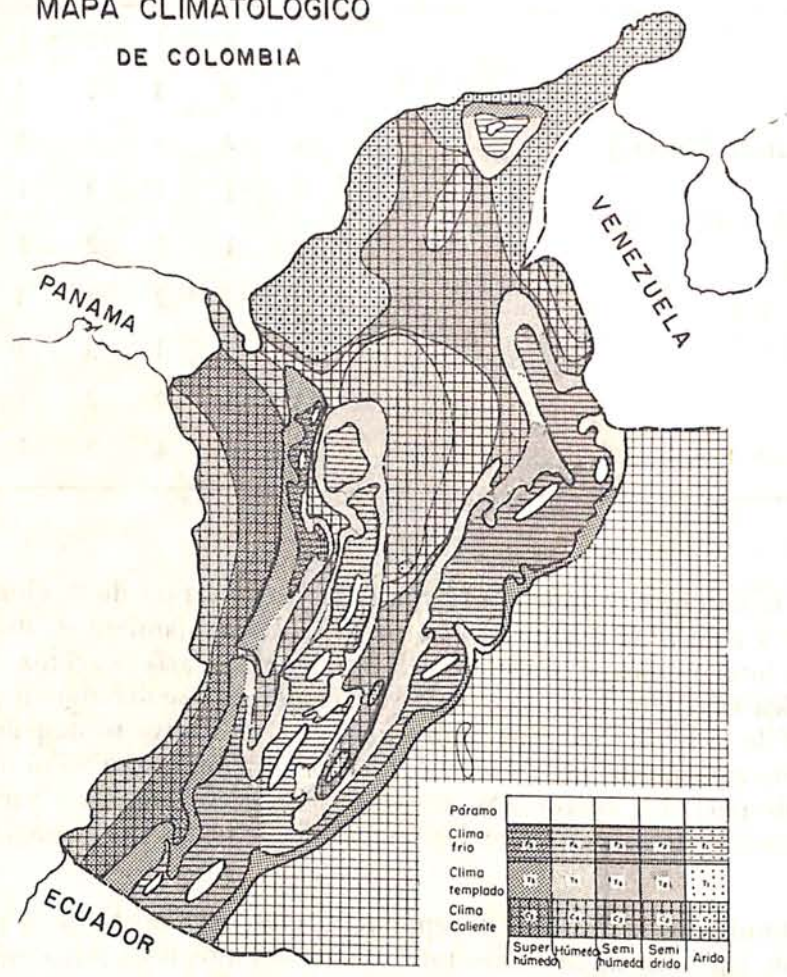


Figura 5 Mapa climatológico de Colombia

ARGUMENTOS EN CONTRA LA SISTEMÁTICA CLIMÁTICA

"La costumbre de seguir una opinión lleva fácilmente a la convicción que sea la verdad.

Berzelius

"Cada vez que un nuevo y sorprendente hecho es puesto a la luz de la ciencia, las gentes dicen al principio que *no es verdad*, luego que es *contra la religión* y, después *todos lo sabían antes*".

Charles Lyell

"Se aprende a veces más de una crítica que de un elogio".

H. Schardt.

"Virchow y Dubois Reymond, ambos, eran en realidad favorables al transformismo. En virtud de qué prejuicios se pusieron contra Darwin, Huxley y Haeckel y contra los hallazgos del Neandertal y de Taubach? Muchos cronistas de aquel tiempo se habían roto ya la cabeza tratando de averiguarlo. Unos creían ver en ello razones de prudencia excesiva; otros creían que la autoridad de Juan Müller no les había abandonado ni aún después de su muerte; otros maliciosamente pensaban que es propio de una dictadura (política o científica) admitir únicamente los "platos de la casa".

H. Wendt

La historia de las ciencias naturales demuestra que siempre es fácil formular una nueva hipótesis, pero siempre ha sido difícil y penoso corregir errores antiguos. Generalmente los pensadores que cumplieron tal misión murieron antes de que sus méritos fueran reconocidos y aceptados. Recordamos únicamente a algunos nombres conocidos: Copérnico, Lamarck, Avogadro, Lang etc. En todo tiempo hay que vencer los mismos obstáculos.

1. En primer lugar hay que vencer la costumbre, como ya dijo Berzelius, el famoso químico sueco del siglo pasado. En nuestro caso, hay que tener en cuenta la diferencia entre la climatología ortodoxa y la de Caldas-Lang con respecto a la definición de los diferentes factores climáticos:

Factor climático	Definición ortodoxa	Definición natural
1. Zona	Temperatura	Paralelos
2. Clima de altura	Altura sobre el mar	Temperaturas anuales
3. Humedad	Precipitación	Factor de Lang
4. Mares y Continentes	Oscilación anual de las temperaturas mensuales	
5. Subdivisión	Tipo de vegetación	Meses áridos
6. Aridez	Evaporación > Precipitación	Factor de Meyer

Si aceptamos la hipótesis de Flohn de que la climatología sea estadística meteorológica, entonces los factores climáticos tienen que ser conceptos físicos, matemáticos o físico-matemáticos. Pero cómo se definen con esta base los conceptos de estepa, sabana y bosques tan familiares en la climatología ortodoxa? El único concepto que encontramos en ambos sistemas es



el de la oscilación de la temperatura mensual durante el año. Los otros factores son diferentes o han cambiado la definición (zona y climas de altura). Ahora el especialista en climas está acostumbrado a pensar en el sistema ortodoxo o en una de las múltiples modificaciones y acepta difícilmente nuevas ideas.

2. Un proverbio dice de los nuevos sistemas que lo bueno de éstos no es nuevo y lo nuevo no es bueno. Desde el punto de vista de tal argumentación es fácil demostrar que en la sistemática del clima no hay nada, absolutamente nada nuevo. Las definiciones de la Meteorología y climatología las publicó Flohn en el año de 1957. Las definiciones matemáticas de las zonas son conocidas desde la Antigüedad. Caldas definió los pisos térmicos a principios del siglo pasado con isotermas anuales. Estas definiciones están comprobadas para la zona tropical por Hettner, Mohr, etc; las correspondientes para los Alpes y la zona templada se deben a los Suizos Maurer y Früh y al croata Gracanin. Lang publicó su factor de lluvia en 1915 y Meyer su cociente en 1926. De tal manera, que en la sistemática natural del clima no existe ningún nuevo concepto. Así, los errores de la climatología ortodoxa fueron corregidos por Caldas, Lang y Meyer y la lógica; las matemáticas y físicas aceptan tales hechos, pero la climatología ortodoxa opina que "Esta argumentación que trata de refutar conceptos bien establecidos no es convincente".

3. En una ciencia joven hay hipótesis y hechos y si se comparan dos hipótesis con resultado negativo, entonces es imposible determinar a ciencia cierta cuál de las dos hay que revisar, modificar o eliminar. Pero si se hace la comprobación de una hipótesis con hechos confirmados por ciencias exactas o con una de las matemáticas, entonces la interpretación de un resultado negativo es fácil y seguro. Un autor rechaza el factor de lluvia con el siguiente hecho meteorológico:

	Bogotá	Cairo (USA)
Precipitación, cm	106	103
Temperatura media, °C	14	14
Factor de Lang	75	73

No hay ninguna duda que Bogotá y Cairo tengan la misma precipitación, temperatura media y factor de lluvia anuales y, sin embargo, tienen "climas" diferentes. Esta diferencia se muestra claramente en la clasificación sistemática:



Categoría	Bogotá	Cairo
Zona	tropical	templada
Región	montán	colín
Area	semi húmedo	semi húmedo
Provincia	oceánico	intermedio-continental
Subprovincia	siempre húmedo	?
Clima local	mojado	mojado

Sin duda alguna, ambas regiones son semihúmedas, pero se hallan en diferentes zonas y pisos térmicos. Este ejemplo demuestra que es imposible caracterizar un clima local sólo por la precipitación y temperatura o el mojamamiento, sin tener en cuenta los otros factores. El argumento que de Bogotá y el Cairo tengan la misma precipitación, temperatura y mojamamiento y no obstante diferentes climas, no demuestra que el factor de Lang halla fallado, sino por el contrario que es un argumento valioso en pro de la sistemática natural y matemática del clima.

4. Un gran conocedor de las Indias Orientales y con larga práctica en cultivos tropicales rechaza la clasificación del clima por Caldas y Lang para Colombia, sin conocer este país tropical. Algunos de los argumentos en contra de Caldas, Lang y las matemáticas son de interés especial. Esta autoridad critica que la clasificación de estos investigadores no distingue climas oceánicos y continentales. Tal objeción es correcta, pero Caldas sabía que todos los climas tropicales son oceánicos. En segundo lugar una clasificación debe indicar las influencias de corrientes marinas, las de las cordilleras y las de los monzones. Cuál es el efecto de las influencias mencionadas?

a) La climatología distingue climas oceánicos y continentales según la oscilación anual de la temperatura y los caracteriza por la diferencia entre la temperatura media del mes más caliente y más frío (cuadro 7). Este criterio determina la provincia climática.

b) Ya Humboldt observó que la temperatura de la corriente del Perú es muy baja y relacionó este hecho con el clima árido de la costa de este país. Por otra parte, se conoce desde hace mucho tiempo la influencia de la corriente del Golfo sobre la costa de Europa occidental. Estos fenómenos se expresan fácilmente en cifras con la latitud y temperatura media anual (cuadro 14).



**Cuadro 14** Corrientes marinas y climas.

Localidad	Latitud	Zona	T en °C	Corriente
Callao	12° S	tropical	19	de Perú o Humboldt
Recife	12° S	"	27	Sur Ecuatorial
Barranquilla	12° N	"	28	del Caribe
Beira	20° S	subtropical	24	del Nadelkap (cabo de aguja)
Walfischbay	23° S	"	17	de Bangala
Portland Or.	45° N	templada	11	de Kura Siwa
Halifax	45° N	"	6	de Labrador

En el sistema natural, la zona caracteriza la primera categoría y la temperatura media anual la segunda.

c) Los climas monzónicos de Asia tienen veranos húmedos (Pekín) e inviernos secos, mientras que el clima Mediterráneo se caracteriza por veranos secos e inviernos lluviosos. Además, la climatología supone que los climas tropicales son siempre secos, siempre húmedos o secos y húmedos. Naturalmente, hay climas locales con 12 meses áridos, 12 meses húmedos y de 6 meses secos + 6 meses húmedos, pero son excepciones y Lauer distingue el clima de Africa y Suramérica con 0 a 12 meses áridos. Este hecho lleva a la conclusión de caracterizar climas siempre húmedos con 9 a 12 meses áridos, climas secos y húmedos con 5 a 8 meses áridos y siempre húmedos con 0 a 4 meses áridos. Entonces, esta definición se presta para reponer la V Categoría, es decir para subdividir la IV, según la presencia de períodos de sequía y su duración, como lo comprueba el cuadro 15.

**Cuadro 15** Climas monzónicos y Mediterráneos.

Localidad	Meses áridos	Zona	Clasificación			
			Región	Area	Provincia	Sub-provincia
a) Climas monzónicos						
Bombay	8	2	1	3	1	2
Hongkong	3	2	1	3	1	3
Tscherrapumji	2	2	2	5	1	3
Benares	8	2	1	2	2	2
b) Climas mediterráneos						
Alicante	11	3	1	1	1	1
Cartagena	11	3	1	1	1	1

**Cuadro 15** Climas monzónicos y Mediterráneos.

(Continuación)

Localidad	Meses áridos	Zona	Clasificación			
			Región	Area	Provincia	Sub-provincia
Saloniki	6	3	1	1	2	2
Nauplia	8	3	1	1	2	2
Corfú	5	3	1	3	2	2
Durazzo	5	3	1	3	2	2
Montpellier	3	3	2	2	3	3
Trieste	0	3	2	3	3	3

La clasificación natural del clima tiene en cuenta el número de meses áridos o períodos de sequía, como lo comprueba el cuadro 15, pero no informa sobre cuáles son los meses áridos y deja tal problema a la climatología dinámica o el tiempo de Koeppen.

d) La influencia de cordilleras sobre el clima se expresa en la temperatura media anual, la precipitación anual y el mojamiento anual.

**Cuadro 16** Influencia de las cordilleras.

Localidad	P cm	T °C	FL	Mojamiento
Tumaco	304	25	121	húmedo
Pasto	70	14	50	semiárido
Dagua	474	24	196	perhúmedo
La Cumbre	132	18	75	semihúmedo
Andagoya	709	27	263	perhúmedo
Cali	121	24	50	semiárido
Quibdó	1119	28	428	perhúmedo
Riosucio (C.)	275	19	144	húmedo
Cartago	150	24	63	semihúmedo
Villavicencio	403	26	153	húmedo
Girardot	132	30	44	semiárido
San Luis (Ant)	548	27	202	perhúmedo
Honda	130	31	42	semiárido



Las cifras demuestran matemáticamente que la sistemática natural del clima hace resaltar las influencias del mar y de la tierra, las corrientes marinas, los monzones y las cordilleras. Aunque ninguna sistemática contesta la pregunta: "por qué tiene una cosa tal o cuál propiedades", registra los efectos. Pero queda la pregunta, si existe actualmente otra clasificación que cumpla las mismas condiciones al registrar las influencias mencionadas y reconocidas?

Koepfen basa su climatología en la precipitación anual, la temperatura media anual y la oscilación de las temperaturas medias mensuales (P, T y dT). Gracanic recomienda la temperatura media y el mojamiento mensuales (t, fl); Lauer determina meses áridos con el factor de Lang mensual, mientras que Walter da preferencia a las precipitaciones y temperaturas medias mensuales (p, t). Caldas y Lang usan para la zona tropical las temperaturas medias y los mojamientos anuales (Z, T, FL).

**Cuadro 17** Sistemática de diferentes autores.

Registra las siguientes influencias:

Autor(es)	Mar y tierra (dT)	Corrientes marinas (Z, T)	Monzones (meses áridos)	Cordilleras (P, FL)
Koepfen (P, T, dT)	+	0	0	+
Lauer (fl)	0	0	+	0
Walter (p, t)	+	0	?	0
Gracanic (t, fl)	+	0	+	0
Caldas-Lang (Z, T, FL)	0	+	0	+
Caldas-Lang-Gracanic	+	+	+	+

Las matemáticas indican que la sistemática de Koepfen, Lauer, Walter, Gracanic o Caldas-Lang por sí solas no reflejan las influencias de mar y tierra, corrientes marinas, monzones y cordilleras. Pero la combinación de Caldas-Lang-Gracanic expresa en cifras los cambios del clima producidos por tales causas. Además, las matemáticas explican claramente que la sistemática del clima necesita el factor de lluvia para formular el mojamiento anual y mensual.

Para poder interpretar el clima en cifras se necesita, para cualquier lugar del mundo, conocer la zona, la isoterma anual, el mojamiento anual, las temperaturas media mensual y el mojamiento mensual. Pero falta un factor para la aridez y tal laguna la llena el factor de Meyer (cuadro 10). El factor

de Lang relaciona la condensación con la temperatura y el del Meyer la posible evaporación con la humedad relativa del aire y la temperatura con la precipitación. Si el aire está saturado o sobre saturado con vapor de agua a una temperatura dada, hay condensación y, en el caso contrario hay evaporación si hay agua disponible. Es decir, condensación y evaporación dependen de la temperatura y de la humedad relativa; el exceso se mide en la precipitación y la deficiencia expresa el déficit de saturación o el factor de Meyer.

Así los factores de Lang y de Meyer son nuevas ideas y por lo tanto se repite la ley de Lyell: "Las gentes dicen al principio "no es verdad", luego es "contra la religión", y después "todos lo sabían antes".

Gráfico 18. (Reproducción autorizada de la obra "El clima" de J. G. Merino, Editorial Labor, S.A., Barcelona, 1964, p. 100)

Localidad	San Francisco de los Caballeros			Puebla		
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
Enero	17.0	75.0	15.0	17.0	75.0	15.0
Febrero	19.0	70.0	12.0	19.0	70.0	12.0
Marzo	21.0	65.0	10.0	21.0	65.0	10.0
Abril	23.0	60.0	8.0	23.0	60.0	8.0
Mayo	25.0	55.0	6.0	25.0	55.0	6.0
Junio	27.0	50.0	4.0	27.0	50.0	4.0
Julio	29.0	45.0	2.0	29.0	45.0	2.0
Agosto	31.0	40.0	1.0	31.0	40.0	1.0
Septiembre	29.0	45.0	2.0	29.0	45.0	2.0
Octubre	27.0	50.0	4.0	27.0	50.0	4.0
Noviembre	25.0	55.0	6.0	25.0	55.0	6.0
Diciembre	23.0	60.0	8.0	23.0	60.0	8.0
Media	25.0	55.0	6.0	25.0	55.0	6.0



## EL TIEMPO

El clima de un determinado lugar del mundo está caracterizado por la zona, la temperatura anual media, el mojamiento anual, la diferencia entre la temperatura media mensual más alta y la más baja, el número de meses áridos y el factor de Meyer. Pero esta información no nos orienta sobre las estaciones lluviosas y secas, frías o calientes. Es decir, que para tener una caracterización más detallada se necesita conocer los cambios de los factores que indican el estado medio mensual de la atmósfera durante el curso del año. Los factores variables son indudablemente la temperatura media (t), la precipitación (p) y el mojamiento (fl) mensuales.

**Cuadro 18** Distribución mensual de la precipitación (p en mm) la temperatura (t en °C) y el mojamiento (fl).

### a) Zona templada

Localidad Latitud	San Francisco de California 38°N			Pekín 37°N		
	p	t	fl	p	t	fl
Enero	120	9,5	12,6	0	-4,5	0
Febrero	100	10,5	9,5	10	-1,5	> 13,3
Marzo	90	11,5	7,8	10	5	2
Abril	30	12	2,5	20	14	1,4
Mayo	20	13,5	1,5	40	20	2
Junio	0	14	0	80	24,5	3,2
Julio	0	14	0	240	26	9,2
Agosto	0	14,5	0	160	25	6,4
Septiembre	10	15,5	0,6	70	20	3,5
Octubre	20	15	1,3	10	12,5	0,8
Noviembre	60	13,5	4,4	10	4	2,5
Diciembre	120	10,5	11,4	0	2,5	0
<b>Año</b>	<b>570</b>	<b>12,5</b>	<b>46</b>	<b>650</b>	<b>11,5</b>	<b>56</b>

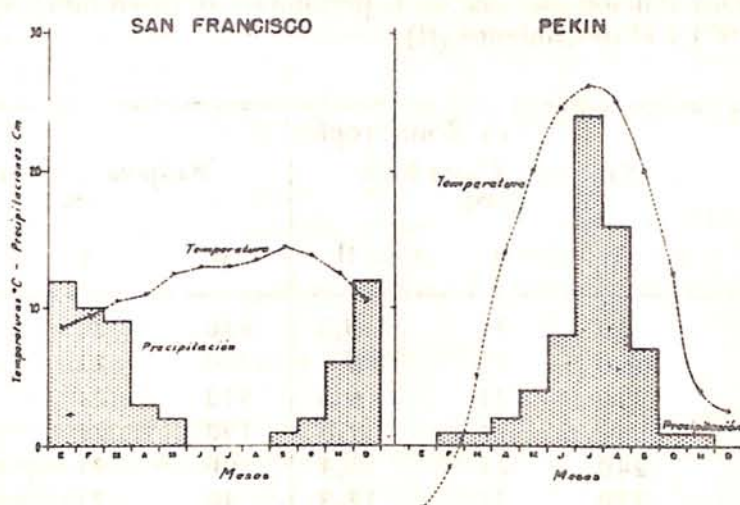


Figura 8 Oscilación de temperaturas y precipitaciones mensuales en la zona templada.

Cuadro 18 Distribución mensual de la precipitación (p en mm) la temperatura (t en °C) y el mojado (fl).

(Continuación)

b) Zona subtropical						
Localidad Latitud	Puebla, México 19°N			Sucre, Bolívar 19°S		
	p	t	fl	p	t	fl
Mes						
Enero	10	12	0,8	170	12,5	13,2
Febrero	10	14	0,7	120	12,5	9,8
Marzo	10	16	0,6	90	13	6,9
Abril	30	17,5	1,6	50	12	4,2
Mayo	90	18	5	10	10,5	0,9
Junio	170	1,75	9,7	0	9,5	0
Julio	150	17	8,8	0	9,5	0
Agosto	150	17	8,8	10	11	0,9
Septiembre	140	16,5	8,4	10	13,5	1,5
Octubre	60	16	3,7	40	13,5	3
Noviembre	20	14,5	1,3	70	14	5
Diciembre	10	12	0,8	120	14	8,5
Año	850	12	71	700	12	58

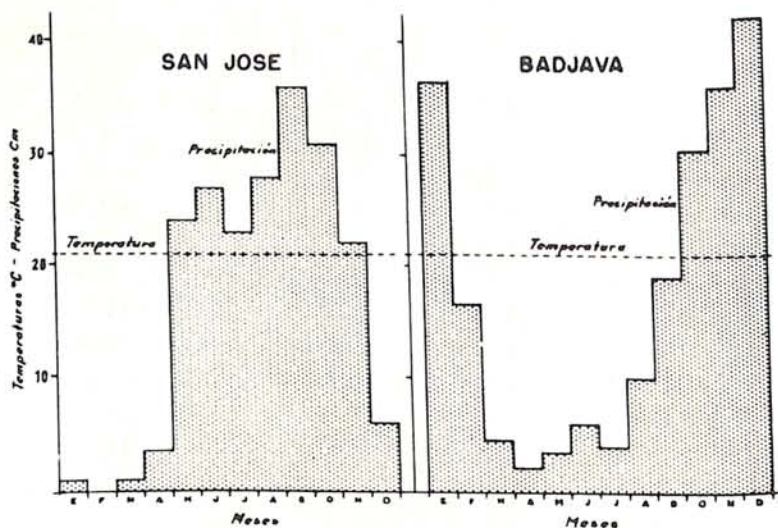


**Cuadro 18** Distribución mensual de la precipitación (p en mm) la temperatura (t en °C) y el mojamiento (fl).

(Continuación)

Localidad Latitud	c) Zona tropical					
	San José, Costa Rica 10°N			Badjava, Indonesia 9°S		
Mes	p	t	fl	p	t	fl
Enero	10	21	0,5	420	21	20
Febrero	0	21	0	360	21	17
Marzo	10	21	0,5	310	21	15
Abril	30	21	1,4	190	21	9
Mayo	240	21	11,4	100	21	4,8
Junio	270	21	12,9	40	21	1,9
Julio	230	21	11,9	60	21	2,9
Agosto	286	21	13,3	30	21	1,4
Septiembre	360	21	17	20	21	0,9
Octubre	310	21	15	50	21	2,4
Noviembre	220	21	10,5	170	21	8,1
Diciembre	60	21	2,8	370	21	17
Año	2020	21	96	2140	21	102

Sin duda alguna, la clasificación de los climas del cuadro 19 no presenta ninguna dificultad.



**Figura 7** Oscilación de temperaturas y precipitaciones mensuales en la zona tropical.

**Cuadro 19** Clasificación de los climas.

Localidad	San Francisco	Pekín	Puebla	Sucre	San José	Badjava
Zona	templada	templada	subtropical	tropical	tropical	tropical
Región	colin	montán	montán	montán	colin	colin
Area	semiárida	semiárida	semihúmeda	semiárida	semihúmeda	semihúmeda
Provincia	oceánica	continental	oceánica	oceánica	oceánica	oceánica
Subprovincia		seca y húmeda				

Pero, en qué estación se halla el período seco con meses áridos y cuál es su denominación?

Localidad	San Francisco	Pekín	Puebla	Sucre	San José	Badjava
Meses áridos	IV a X	X a VI	XI a IV	V a X	XII a IV	VI a X
Denominación:						
Astronomía	verano	invierno	invierno	invierno	invierno	verano
Geografía	verano	invierno	invierno	invierno	invierno	invierno
Latino América	---	---	verano	verano	verano	verano
Meteorología Ortodoxa						
Clima	mediterráneo	monzónico	---	---	---	monzónico

Es decir, para el concepto de verano hay tres definiciones, la astronómica a base del almanaque, la geográfica que tiene en cuenta las temperaturas mensuales altas y la española con veranos secos e inviernos húmedos. Para resolver tal problema, la literatura propone fijar el período vegetativo o el tiempo libre de heladas, es decir sin días con temperaturas mínimas debajo de 0°C. Entonces, resulta el problema de limitar este período vegetativo (o sin heladas) a base de los datos meteorológicos o físicos?

Gracani caracteriza el tiempo por la temperatura media y el mojamienmensuales. Entonces los meses con temperaturas medias mensuales inferiores a 0°C no pertenecen al período vegetativo. Pero esta propuesta falla en los climas del cuadro 17 con excepción de Pekín.

Walter propone como característica del tiempo, la temperatura media y la precipitación mensuales, agregándose los días de heladas para el mismo intervalo. Sin duda alguna, este método da buenos resultados cuando se trata de la zona templada septentrional de Europa, como lo indica el cuadro 20.



Con excepción de Kiel se trata del clima local, templado, montán, semi-húmedo, intermedio, siempre húmedo y mojado, pero con diferencia del tiempo respecto meses con días de helada y secos. El período vegetativo coincide con el verano astronómico y geográfico del hemisferio septentrional. Pero en la región del Mediterráneo hay climas sin meses con días de helada o temperaturas medias mensuales bajo  $0^{\circ}\text{C}$ ; entonces, cómo se puede fijar físicamente el período vegetativo? Es un hecho conocido y reconocido que los días de verano en la zona templada son más largos que los de invierno. Ahora la meteorología mide las horas de brillo solar, lo que es una función de la estación dependiendo de la posición del instrumento. Además, las numerosas observaciones demuestran, que las horas de brillo solar (br) corresponden a un 50% del valor teórico. Así un mes con 12 horas diurnas, tiene teóricamente 360 horas con sol, pero prácticamente sólo cuenta con 180, aproximadamente. Entonces los meses de verano tienen un número mayor y los de invierno uno inferior. De tal manera que las horas de brillo solar por mes indican cuales son los meses del período vegetativo.

Las once estaciones se reparten en 8 climas locales y por lo tanto no es recomendable hablar de un "clima mediterráneo", sino que es más exacto el término "tiempo mediterráneo" que corresponde a un número de meses áridos y secos en el período vegetativo, o a un verano del hemisferio septentrional. Para la climatología se usan los meses áridos ( $fl < 3.3$ ) y para el tiempo meses secos ( $fl < 5$ ), porque los meses áridos y semiáridos necesitan riego para muchos cultivos. Para caracterizar el período vegetativo del Mediterráneo se necesita la temperatura media mensual, los meses sin días de heladas y las horas de brillo solar mayor que 180 horas por mes.

Cuál es ahora el período vegetativo para la zona tropical? La temperatura media mensual oscila muy poco y, por lo tanto, faltan por completo estaciones térmicas que caracterizan el clima y el tiempo de la zona templada. Con excepciones de los pisos térmicos de la tierra fría, el páramo y la tierra helada no existen tampoco meses con días de heladas. En la zona templada la duración del brillo solar es una función de la estación astronómica. Pero en los alrededores del Ecuador la duración del día y de la noche es uniforme y por lo tanto las horas mensuales de brillo solar no dependen de la posición solar sino, más bien, de factores locales como la situación del instrumento que a veces no está expuesto al sol de la mañana o de la tarde, nubes, humo etc. Así la duración del brillo solar puede variar para las diferentes estaciones y para los meses del año, pero no tanto como en la zona templada (Cuadro 23).

**Cuadro 23** Horas mensuales de brillo solar de Colombia.

Mes	Pueblo						
	Bello	Blonay	Venecia	Manizales	Líbano	Ibagué	Tibacuy
Enero	282	222	236	242	198	192	245
Febrero	224	129	182	154	108	126	146
Marzo	223	121	176	155	146	140	155
Abril	153	105	138	114	87	117	102
Mayo	149	121	180	133	130	143	140
Junio	159	138	219	144	171	171	150
Julio	198	158	246	177	186	192	173
Agosto	196	171	248	196	214	189	158
Septiembre	261	150	189	147	171	156	141
Octubre	267	167	174	158	171	161	155
Noviembre	201	150	195	132	120	126	144
Diciembre	198	180	205	239	183	198	205

Mes	Pueblo						
	Popayán	Consacá	Yolombó	Moniquirá	Jardín	Manzanares	Naranjal Chinchiná
Enero	245	189	183	202	137	158	230
Febrero	118	103	131	120	106	103	157
Marzo	164	124	136	130	87	96	165
Abril	129	165	102	114	102	84	84
Mayo	158	220	124	162	84	114	139
Junio	192	210	213	84	126	123	168
Julio	198	213	245	118	180	173	202
Agosto	158	214	251	133	167	189	214
Septiembre	186	207	198	117	120	168	144
Octubre	175	183	177	140	127	152	155
Noviembre	114	114	138	180	120	117	135
Diciembre	162	155	164	236	133	148	205

Mes	Pueblo						
	Pijao	Anolaima	Sevilla (V)	Restrepo (V)	Gigante	Tambo	Armenia (C)
Enero	213	192	153	177	168	158	97
Febrero	151	173	140	140	101	129	107
Marzo	158	164	98	167	112	108	140
Abril	129	138	105	132	116	99	105
Mayo	176	174	118	155	137	118	142



**Cuadro 23** Horas mensuales de brillo solar de Colombia.

(Continuación)

Mes	Pijao	Anolai- ma	Sevilla (V)	Restrepo (V)	Gigante	Tambo	Armenia (C)
Junio	183	168	150	174	120	165	152
Julio	192	186	168	198	146	192	181
Agosto	205	183	180	192	133	183	183
Septiembre	159	144	147	156	102	132	154
Octubre	174	186	131	182	127	133	147
Noviembre	147	117	117	120	81	78	113
Diciembre	207	193	133	183	130	96	175

Mes	Manau- re	Yacopi	S. Rosa de C.	Calarca	Viotá	La Cumbre	La Unión (V)
Enero	244	199	206	119	176	156	122
Febrero	212	156	133	76	92	131	69
Marzo	215	175	152	62	119	161	51
Abril	160	141	113	62	60	116	133
Mayo	163	166	127	78	87	146	204
Junio	169	190	159	68	101	179	120
Julio	204	209	171	72	108	200	220
Agosto	188	216	186	83	124	178	210
Septiembre	132	176	137	40	108	141	184
Octubre	144	197	153	83	123	163	169
Noviembre	193	156	123	90	81	120	91
Diciembre	259	187	185	174	159	174	101

Así queda, como último recurso la distribución de la lluvia. Las estaciones astronómicas son para la zona tropical el verano y el invierno. Los meses del primero son generalmente más lluviosos que los del último. Pero en España el verano es seco y el invierno húmedo y por tal motivo en América latina el verano astronómico se llama invierno y viceversa. Pero el invierno "lluvioso" tiene mayor precipitación, aunque no corresponde en todos los casos a meses húmedos; por otro lado, el verano puede corresponder a un período de meses áridos, o puede ser húmedo y con alta precipitación. Así, verano e invierno son estaciones astronómicas, pero pueden ser pobres o ricas en lluvias. Sin duda alguna, los inviernos locales coinciden con el período vegetativo, pero éste puede extenderse también a los ve-



ranos. Para encontrar el período vegetativo tropical debemos tener en cuenta la duración del invierno, su precipitación y la lluvia durante el verano. Los períodos de sequía lo limitan, pero en otras partes puede comprender todo el año.

El período vegetativo tropical (Cuadro 24)\* naturalmente está limitado por los meses áridos y su distribución; el invierno, por su parte, comprende de 5 a 7 meses con la mayor precipitación relativa y así lo encontramos en todos los climas. Esta distribución determina la época de la siembra y la precipitación hace la selección del cultivo. Si falta agua entonces hay que recurrir al riego.

Para la interpretación del Cuadro 24 hay que tener en cuenta las estaciones de verano e invierno, el mojamiento mensual y la temperatura media anual que indica el piso térmico.

**Cuadro 25** Clasificación de los climas tropicales.

Localidad	Zona	Región	Area	Provincia	Subprovincia
Espinal	tropical	marín	árida	oceánica	siempre seca
Gamarra	"	"	"	"	seca y húmeda
Gigante	"	"	semiárida	"	siempre húmeda
Tumaco	"	"	húmeda	"	" "
Andagoya	"	"	perhúmeda	"	" "
Ocaña	"	colín	semiárida	"	seca y húmeda
Cali	"	"	" "	"	siempre húmeda
San Gil	"	"	" "	"	" "
Chinácota	"	"	semihúmeda	"	" "
Medellín	"	"	" "	"	" "
Ibagué	"	"	húmeda	"	" "
Sasaima	"	"	"	"	" "
Las Nubes	"	"	perhúmeda	"	" "
Pasto	"	montán	semiárido	"	seca y húmeda
Bogotá	"	"	semihúmeda	"	siempre húmeda
Tunja	"	"	" "	"	" "
Ipiales	"	"	" "	"	" "
Manizales	"	"	húmeda	"	" "
Sibundoy	"	"	perhúmeda	"	" "

El cuadro 24 demuestra claramente que solo los climas áridos pueden ser siempre secos, los áridos pueden también ser secos y húmedos como los se-

\* Véase cuadro 24 al final.



miáridos y los semihúmedos (Cuadro 17 c); pero éstos últimos también pueden ser siempre húmedos como los húmedos y los perhúmedos. Estos hechos demuestran claramente que las subprovincias climáticas tienen diferentes tiempos y hay que tener en cuenta el clima y el tiempo.

Lauer clasifica el tiempo según el número de meses áridos y según esto, casi todos los lugares tropicales tienen tiempos con meses húmedos. Mejores resultados se obtienen con "meses secos con fl inferior a 5", es decir reuniendo los meses áridos y semiáridos.

Si definimos verano e invierno astronómicamente como una estación, entonces debe cada una comprender seis meses aproximadamente. Según de Martonne las estaciones tropicales dependen de la posición del sol la cual fija las estaciones pluviales. De tal manera las zonas tropicales exteriores tienen un invierno y un verano y las interiores dos veranos y dos inviernos. En ambos casos hay diferente distribución de la lluvia pero siempre habrá 6 meses más lluviosos y seis más secos, aún hasta sin lluvia. Esta clasificación es relativa y por lo tanto hay veranos con meses áridos, perhúmedos y viceversa. Esta clasificación indica, para climas secos y húmedos que los 6 meses de verano corresponden en muchos casos a meses secos con fl inferior a 5, así pues, los meses áridos caracterizan el clima y los meses secos el tiempo. Por lo tanto el período vegetativo de la zona tropical se fija por los meses húmedos y excepcionalmente por meses con días de heladas en el pi-término montán, páramo y helado.

En general, el período vegetativo comprende los meses con temperaturas medias mayores de 0° y sin días de heladas, con más de 180 horas de brillo solar o con mojamientos mayores de 5. En la zona templada los tres primeros factores son limitantes mientras que en el trópico caliente es el mojamiento; en tanto que en las regiones frías son limitantes los meses con días de heladas.

#### CONCLUSIONES

Según los filósofos griegos y el geólogo L. E. Koch el estado medio de la atmósfera se caracteriza y se clasifica de la siguiente manera:

Combinación física	Factores Físico-matemáticos	Definiciones
1. Frío-seco	a) Zonas	Cuadro 11
2. Frío-húmedo	b) Isotermas anuales	
3. Caliente-seco	c) Mojamiento anual	
4. Caliente-húmeda	d) Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales	
	e) Meses áridos	
	f) Factor de aridez	

Ahora podemos repetir el mismo proceso para el tiempo durante el período vegetativo:

Tiempo vegetativo	Factor	Definición
1. Frío-seco	a) Clima local	Cuadro 11
2. Frío-húmedo	b) Temperatura media mensual	Zona tropical: inferior a 0°; 0 a 18° y > 18°C Zona templada:?
3. Caliente-seco	c) Meses con días helados	Día helada con temperatura mínima inferior a 0°C
4. Caliente-húmedo	d) Meses húmedos	fI > 5
	e) Brillo solar	Mes de verano con más de 180 horas de brillo solar
	f) Meses con días de granizo	

Es decir, se conocen los cuatro factores que limitan el período vegetativo: temperatura media mensual (Gracanic, Lauer, Walter), meses con días de heladas (Walter), meses áridos y húmedos separados por el factor de lluvia mensual 5.0 (Mohr, Lauer), horas de brillo solar (Maurer, Rancali etc.) y meses con días de granizo.

No hay ningún factor nuevo, sino se trata únicamente de su ordenación para caracterizar el estado medio anual de la atmósfera (clima de Koeppen) y de fijar la duración del período vegetativo dentro del mismo clima local y caracterizarlo, hasta donde sea posible, por la temperatura media, el mojamamiento y la duración del brillo solar. Sin embargo no hemos encontrado en la literatura las definiciones precisas para tales fenómenos. Pero esperamos que en un futuro próximo puedan llenarse estas lagunas existentes todavía.

Esperamos que pronto se encuentren la base común para las ideas y experiencias de Caldas, Lang, Koeppen, Meyer y otras para el clima, de Gracanic, Lauer, Walter etc., para el período vegetativo o el tiempo de Koeppen para solucionar este problema de gran importancia para las ciencias técnicas incluyendo la agricultura, la silvicultura etc.

#### CONCLUSIONES

Según los filósofos griegos y el geólogo L. E. Koch el estado medio anual se caracteriza y se clasifica de la siguiente manera:



Combinación física	Factores físico-matemáticos		Definiciones	Autores
1. Frío-seco	I	Zona (Z)	Cuadro 11	Antigüedad
2. Frío-húmedo	II	Isotermas anuales ( $^{\circ}\text{C}$ )	„ „	Caldas
3. Caliente-seco	III	Mojamiento anual (Fl)	„ „	Lang
4. Caliente-húmedo	IV	Oscilación de las temperaturas medias mensuales ( $dT^{\circ}\text{C}$ )	„ „	Climatología
	V	Meses áridos	„ „	Gracanin
	VI	Factor de aridez (Meyer)	„ „	Meyer

Ahora podemos repetir el mismo proceso para caracterizar físico-matemáticamente el tiempo durante el período vegetativo de las plantas:

Tiempo vegetativo	Factor	Definición
1. Frío-seco	a) Clima local	Cuadro 11
2. Frío-húmedo	b) Temperatura media mensual ( $t^{\circ}\text{C}$ )	Gracanin propone: $t > 20^{\circ}\text{C}$ hot 20 a $12^{\circ}\text{C}$ warm $12$ a $8^{\circ}\text{C}$ moderate warm 8 a $4^{\circ}\text{C}$ moderate cold 4 a $0^{\circ}\text{C}$ cold $< 0^{\circ}\text{C}$ nival.
3. Caliente-seco	c) Meses con días de heladas	Día helado: temperatura mínima bajo $0^{\circ}\text{C}$
4. Caliente-húmedo	d) Meses secos y húmedos	Mes seco: factor de lluvia mensual (fl) $< 5$ Mes húmedo: fl $> 5$
	e) Brillo solar	Mes del período vegetativo con más de 180 horas de brillo solar exceptuando la zona tropical
	f) Meses con granizo	

El período vegetativo comprende ahora el número de meses sin temperaturas mensuales ( $t$ ) bajo cero grados, ni meses con días con heladas y para la zona templada más de 180 horas de brillo solar y para la tropical meses húmedos con fl  $< 5$ . Además se agrega si hay granizos en uno u otro de los meses del período vegetativo.

No hay ningún factor nuevo para la clasificación del clima ni del tiempo, sino que se trata únicamente de su ordenación para caracterizar desde un punto de vista físico-matemático el estado medio anual de la atmósfera (clima de Koeppen), de fijar la época y la duración del período vegetativo dentro del mismo clima local (tiempo de Koeppen) y caracterizarlo, hasta donde sea posible, por la temperatura media mensual ( $t$ ), el mojamamiento mensual ( $fl$ =precipitación mensual  $p$  en mm dividido por la temperatura media  $t$  del mismo mes), las horas del brillo solar mensual, mes seco o húmedo y, finalmente, meses con granizos.

Se trata de buscar el denominador común físico-matemático, para las ideas de los antiguos griegos y de Koch, de Koeppen, de Flohn, de las observaciones y experiencias de Caldas, Lang, Gracanic, Lauer, Meyer y otros para las diferentes zonas geográficas. Si el resultado es bueno o malo depende de la aceptación que tenga por la botánica, agricultura, silvicultura, pedología, geología, química, física etc., es decir de las ciencias exactas <sup>(1)</sup> que tienen relación con el clima y tiempo.

(1) Entendiéndose por ciencia exacta aquella que tiene teorías firmes y definiciones claras.

Temperatura media mensual ( $t$ )	Índice de aridez ( $fl/t$ )	Horas de brillo solar mensual	Mes seco o húmedo	Mezcla de meses con granizo
$t > 10$	$fl/t < 0.1$	$> 1000$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$0.1 < fl/t < 0.2$	$1000 - 500$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$0.2 < fl/t < 0.3$	$500 - 200$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$0.3 < fl/t < 0.4$	$200 - 100$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$0.4 < fl/t < 0.5$	$100 - 50$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$0.5 < fl/t < 0.6$	$50 - 20$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$0.6 < fl/t < 0.7$	$20 - 10$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$0.7 < fl/t < 0.8$	$10 - 5$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$0.8 < fl/t < 0.9$	$5 - 2$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$0.9 < fl/t < 1.0$	$2 - 1$	húmedo	sin granizo
$t > 10$	$fl/t > 1.0$	$< 1$	seco	sin granizo
$t < 10$	$fl/t < 0.1$	$> 1000$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$0.1 < fl/t < 0.2$	$1000 - 500$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$0.2 < fl/t < 0.3$	$500 - 200$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$0.3 < fl/t < 0.4$	$200 - 100$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$0.4 < fl/t < 0.5$	$100 - 50$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$0.5 < fl/t < 0.6$	$50 - 20$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$0.6 < fl/t < 0.7$	$20 - 10$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$0.7 < fl/t < 0.8$	$10 - 5$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$0.8 < fl/t < 0.9$	$5 - 2$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$0.9 < fl/t < 1.0$	$2 - 1$	húmedo	con granizo
$t < 10$	$fl/t > 1.0$	$< 1$	seco	con granizo



## EFFECTOS DEL CLIMA

"Cada vez que un nuevo y sorprendente hecho es puesto a la luz de la ciencia, las gentes dicen al principio *no es verdad*, luego que es *contra la religión* y, después *todos lo sabían antes*".

Charles Lyell

Lang formuló el factor de lluvia para la pedología y supuso que en los cinco mojamientos se desarrollan cinco diferentes tipos de suelos. Con tal hipótesis se buscó en Colombia estos cinco tipos climáticos y con ayuda de la geología, petrografía, química analítica y agrícola fué posible caracterizar y definir estos cinco tipos de los suelos climáticos (40; 41, 58).

**Cuadro 26** Características de los suelos climáticos colombianos.

Drenaje	normal				
Bases de cambio	pobre				
Roca madre	silicatos ácidos, intermedios y básicos				
Factor de Lang	< 40	40 a 60	60 a 100	100 a 160	> 160
Humus, %	ca.1	ca.2	3 a 5	5 a 10	10 a 20
pH	> 4	> 6	6.5 a 5.5	5.5 a 4.5	< 4.5
Suelo, cm	< 40	< 40	< 60	< 45	< 20
Deslave	Calcio+ álcalis	álcalis		calcio	calcio + álcalis
Acumulación		calcio	calcio+ álcalis	álcalis	
Colores del sub-suelo	generalmente amarillos, pardos y rojos				

ca. = circa = alrededor de

Es decir todos estos suelos tienen la misma morfología, drenaje normal y su vegetación natural es un bosque, además son pobres en bases de cambio; en todos los mojamientos se encuentran subsuelos amarillos, pardos y rojos y, por lo tanto, los suelos amarillos, pardos y rojos no corresponden a tipos con determinadas propiedades. Además, en la zona tropical del Viejo Mundo se denominan como suelos rojos *todos* aquellos con buen drenaje o de

bosques, que comprenden los cinco climasoles sobre silicatos, los litosoles sobre caliza etc. Por otra parte, los suelos con drenaje detenido se llaman en conjunto tierras negras.

Así, una región con el mismo mojamamiento comprende suelos rojos (Litosoles, climasoles etc) y suelos negros (como sabanas, estepas, semipantanos, salinos etc); por esto los rusos ya distinguieron suelos zonales, intrazonales y azonales. Es decir, una región con el mismo mojamamiento ofrece un mosaico de diferentes tipos de suelos y no corresponde a una zona con un determinado suelo. El factor de Lang no está de acuerdo con la hipótesis de Hilgard, Ramann, Glinka y otros que dicen que zonas de clima representan los mismos suelos. Tales suelos, los climasoles, se forman únicamente en condiciones óptimas, es decir, si hay buen drenaje, un silicato como roca madre y suficiente tiempo para que el suelo se adapte al mojamamiento.

Es decir, los pedólogos que defienden la hipótesis de las zonas de suelos o los que ven en la *terra rossa* sobre caliza un suelo climático, tienen que rechazar el factor de Lang o deben revisar viejas suposiciones. Sin duda alguna, la pedología reconoce el clima como factor que interviene en la formación de los suelos pero desconoce los suelos correspondientes. Los suelos del cuadro 26 son descritos por muchos autores de manera diferente pero identificables; hay numerosos análisis químicos que confirman que el factor de Lang determina en estos suelos el tenor de humus y las propiedades químicas. Pero la pedología ortodoxa desconoce su existencia y, por lo tanto, no tienen nombres propios. Parece que estos climasoles fueron identificados por primera vez en Colombia (40, 42).

Las ciencias exactas afirman que hay suelos con determinadas características que están fijadas por el factor de Lang. Las ciencias exactas saben que un hecho concreto vale más que cien hipótesis, pero en la joven pedología este hecho es refutado por viejas hipótesis erróneas que rechazan el factor de lluvia, porque refuta y rectifica ideas aceptadas como realidades. Por tal motivo hay pedólogos que dicen que el factor de Lang "es contra la religión", mientras que otros lo aceptan y lo defienden.

Tenemos un círculo vicioso: unos pedólogos rechazan las ciencias exactas y se niegan a reconocer el factor de Lang, entonces los meteorólogos juran y argumentan que los climasoles son únicamente suposiciones y no realidades. Entonces, un grupo de los pedólogos afirman que si los meteorólogos tampoco lo aceptan debe ser una ilusión.

El factor de Lang obliga a la pedología ortodoxa a reviar conceptos erróneos y por lo tanto es la "cabeza turca" para los defensores de estas hipótesis o enfermedades juveniles de una ciencia joven.



## EFECTOS DEL CLIMA Y DEL TIEMPO

## a) Zona tropical

Con respecto a los efectos del clima tropical dice el investigador colombiano F. J. de Caldas en su descripción del virreinato de Santa Fe lo siguiente:

“El clima presenta los más grandes contrastes; desde un calor abrazador y constante hasta los fríos glaciales; en las costas y calurosos valles la vegetación es exuberante. Palmeras colosales, maderas preciosas, resinas, bálsamos, frutas deliciosas, son los productos de los bosques interminables que cubren estos paisajes calientes. Aquí habita el tigre, el mono, el perezoso; aquí se arrastran serpientes venenosas, y aquí el crótalo horroroso (la cascabel) amenaza a todo viviente en aquellas soledades. Esta es la patria del mosquito insoportable y de esos ejércitos numerosos de insectos entre los cuales unos son molestos, otros inocentes, éstos brillantes y aquellos temibles. Las aguas cálidas de los ríos anchurosos están pobladas de peces, y en sus orillas viven la rana, la tortuga, mil lagartos de escalas diferentes y el enorme cocodrilo (caimán) ejerce sin rival imperio tan ilimitado como cruel”.

“La región media de los Andes, con un clima dulce y moderado, produce árboles de alguna elevación, legumbres, hortalizas saludables, mieses y todos los dones de seres; hombres robustos, mujeres hermosas de bellos colores, con el patrimonio de este suelo feliz. Lejos del veneno mortal de las serpientes, libres del molesto aguijón de los insectos, pasan sus moradores los campos y las selvas con entera libertad. El buey, la cabra, la oveja, les ofrecen sus despojos y les acompañan en sus fatigas. El ciervo, la danta, el oso, el conejo, etc, pueblan los lugares a donde no ha llegado el imperio del hombre”.

“La parte superior, bajo el cielo nebuloso y frío, no produce sino matas, pequeños arbustos y gramíneas. Los musgos, las algas y demás criptógamas ponen término a toda vegetación a 2.280 toesas sobre el mar. Los seres vivientes huyen de estos climas rigurosos y muy pocos se atreven a escalar estas montañas espantosas. De ese nivel hacia arriba, ya no descubren sino arenas estériles, rocas desnudas, hielos enteros, soledad y niebla”.

“Esta asombrosa variedad de producciones, de temperatura y de presión, en lugares tan poco distantes, es preciso que haya influido sobre el carácter y las costumbres de los pueblos que habitan la base de la cordillera, o sobre ella. En efecto qué rasgos tan diferentes y decisivos no se advierten entre el hombre de la costa y el de la cima de los Andes. El ojo penetrante y observador distingue al momposino del pamplonés, al que respira el aire abrazador de Guayaquil del que vive en la dulce temperatura de Cuenca; y el salvaje del Orinoco en nada se parece al rústico de Quito. Hay pocos



puntos sobre la superficie del globo más ventajoso para observar, y se puede decir para tocar el influjo del clima y de los alimentos sobre la constitución física del hombre, sobre su carácter, sus virtudes y sus vicios”.

Más recientemente, el geógrafo P. Vila describe los climas verticales andinos de Colombia en la siguiente forma: “En Colombia, país de montañas, en su parte más habitada, y sin variaciones estacionales térmicas durante el año, el descenso de la temperatura en relación con la altitud se manifiesta destacadamente en sus climas”.

“Este fenómeno llamó la atención de los conquistadores y colonizadores que distinguieron pronto los pisos térmicos con los nombres de “tierra caliente”, “tierra templada” y “tierra fría”; sin duda los indígenas debían tener denominaciones correspondientes, por cuanto en países montañosos, intertropicales, de otros continentes también las tienen. Dichas denominaciones españolas comprenden todas las tierras habitadas del país”.

“Pero, por encima de ellas quedaban los territorios más altos de las cordilleras, lugares de paso, a lo sumo, donde aún la vegetación es escasa. Las partes menos elevadas de estos territorios, donde predomina el frailejón o el pajonal, azotada por los vientos en todas direcciones y cubierta por la niebla a menudo, recordábanle al castellano, las desiertas parameras de las montañas que rodean la Meseta Central de la Península. De ahí que, las llamara “páramos”. A las cumbres cubiertas de nieve, que se destacan sobre las cordilleras, llamólas “nevadas”, porque le traían a la memoria la Sierra Nevada que domina la ciudad de Granada, Andalucía”.

“Tierra caliente, tierra templada, tierra fría, páramos y nevados son, pues, las denominaciones con que se distinguen los pisos térmicos que se escalonan en altitud, en el relieve colombiano. Pero dichos pisos no tienen límites determinados. Sin embargo, a base de los promedios de temperatura, de la vegetación silvestre característica y de los cultivos más adecuados, se han señalado, con carácter de aproximación, para cada piso, las siguientes alturas: tierra caliente, de 0 a 1000 metros; tierra templada de 1000 a 2000; tierra fría, de 2000 a 3000; páramo, de 3000 a 4800, y nevados, más de 4800 metros”.

El geógrafo español Alba sigue el ejemplo de su colega alemán Hettner y caracteriza los pisos térmicos por isohitas, mientras que el colombiano Caldas los define por isotermas anuales. Si aceptamos la última proposición, entonces es posible una combinación matemática con los factores de lluvia de Lang. En cada uno de los pisos térmicos tenemos ahora cinco áreas de mojamiento o 25 subclimas para la zona tropical. El efecto de la zona tropical, de la temperatura media anual y el mojamiento para el mismo período en la que se refiere al aprovechamiento agrícola es el siguiente:



**Cuadro 27** Climas tropicales y su aprovechamiento agrícola en Colombia.

T°C	Piso térmico	M o j a m i e n t o				
		árido	semiárido	semi-húmedo	húmedo	perhúmedo
6	Tierra helada	N o c u l t i v a b l e				
12	Páramo	B o s q u e s y p o t r e r o s				
18	Tierra fría	bosques, potreros	trigo, maíz, papas, peras, manzanas, etc.	maíz, papas, trigo, hortalizas, etc.	papas, potreros, bosques, etc.	bosques, potreros.
24	Tierra templada	potreros, bosques	maíz, tabaco, cítricos, etc.	café, caña de azúcar, bananos, etc.	potreros, bosques.	selvas, potreros.
	Tierra caliente	potreros, bosques	maíz, tabaco, algodón, etc.	bananos, cacao, caña de azúcar, etc.	potreros, bosques.	selvas, palmeras, caucho, etc.
Fl		40	60	100	160	

Sin duda alguna, la vegetación es un indicador del clima, pero no un factor de éste. Los climas de sabana, estepa y de bosque no se hacen definir por la física, ni las matemáticas, ni con las dos ciencias juntas.

También de los Alpes de la zona templada se conocen los pisos térmicos por su diferente vegetación, pero pocos autores los relacionan con las isothermas anuales. Sin embargo de los estudios de Maurer, Früh, Gracanic y otros, se desprende claramente que las isothermas de 16, 12, 8 y 4°C definen los climas de altura. Pero en los Alpes con las estaciones térmicas el tiempo tiene mucho más influencia para el aprovechamiento agrícola.

#### CULTIVOS TROPICALES

##### a) Los Heveas

Gran importancia tienen actualmente los cultivos de caucho para cubrir las enormes demandas de este artículo de primera necesidad por parte de la industria, la ciencia etc. Nicholls y Pettier nos informan sobre los lugares para este cultivo: "El sitio preferido de los heveas son las llanuras aluviales de los ríos grandes, en donde se encuentran esparcidos en las selvas húmedas. Los pantanos, las vegas temporalmente inundadas y, de una manera general, todos los suelos ricos, arcillosos más bien que arenosos, y perma-



nentemente surtidos de agua, son los que ofrecen las mejores condiciones para el desarrollo de aquellos árboles, siempre que se encuentran realizadas también las condiciones climáticas. La temperatura ha de ser muy uniforme y con un término medio no inferior a 25°C; además una atmósfera constantemente saturada de humedad es esencial. Resulta de lo que antecede que en América, el territorio en que el cultivo de los heveas tiene alguna probabilidad de éxito está limitado al área que ocupa en forma natural. El clima de Centro América parece ya demasiado variable y seco, y la costa occidental de Sur América no realiza tampoco las condiciones requeridas, con excepción tal vez de la pequeña provincia colombiana del Chocó.”

Afortunadamente hay dos estaciones meteorológicas en la región caliente del Chocó que nos informan sobre el clima reinante del occidente de Colombia. (cuadro 28)

Estos datos indican que la subprovincia climática para el cultivo de caucho se halla únicamente en la zona caliente tropical perhúmeda; por lo tanto, el clima es decisivo.

#### b) Palmera de aceite

La palmera de aceite o africana fue descubierta por los portugueses en Africa Occidental (Cabo de las Palmeras) y transportada por los negreros a América; produce la nuez que suministra el aceite de palmas, mientras que la pepita o hueso de esta fruta produce el aceite al que se reserva el nombre de palmiste. La palmera de aceite es explotada, sobre todo en el estado silvestre, en el Africa Occidental, América y en la Indonesia. Según Venema, el clima más favorable para este cultivo es el de Siantar y Djasinga, mientras que el de Kisaran y de Java Oriental ya es demasiado seco y se nota una merma de la producción. Según las informaciones de los doctores F. García y A. Machado hay en Colombia plantaciones de esta palmera en los Llanos Orientales (Villavicencio, en la región de Turbo, en el valle bajo del Magdalena y en la de Tumaco). Los datos meteorológicos son los siguientes (cuadro 29).

El clima más apropiado para la palma africana es indudablemente el tropical-marín-húmedo-oceánico-siempre húmedo. En climas más secos necesitan para una producción económica riego adicional o agua de profundidad aprovechable en el suelo.

#### c) Cacao

Sobre las condiciones climáticas del cacao dicen Nicholls-Pittier lo siguiente: “Un clima húmedo y cálido es indispensable para el cultivo del cacao, y sólo del que reúne estas dos condiciones podrán esperarse abundantes cosechas; sin embargo, en terrenos adecuados el árbol prospera y produce bas-



tante en un clima relativamente seco, como, por ejemplo, en las islas de Dominica y de Granada, en el litoral pacífico de Centro América y en las costas sur-americanas del Mar Caribe. En el Valle del Cauca, en Colombia, se cultiva en mayor escala hasta cerca de 1000 metros de altitud, por regla general no se desarrolla bien en alturas superiores de 600 metros. La zona más favorable es la de 50 a 100 metros y en lugares abrigados cerca de las playas del mar. Pero tampoco debe el árbol hallarse muy directamente a las brisas oceánicas; el cacaotero no aguanta mucho viento y, por general, no conviene a los terrenos vueltos hacia el norte o hacia el este. Valles abrigados y expuestos hacia el oeste o hacia el sur son los más convenientes para establecer cacaotales". (cuadro 30)

El cacaotero prefiere un clima tropical-marín-semihúmedo-oceánico-siempre húmedo, pero la exposición local puede compensar ligeras desventajas con respecto al mojamiento y la temperatura. En un clima más seco se necesita agua de profundidad aprovechable o riego.

#### d) Tabaco

Con respecto al clima de tabaco escribe A. Alcaraz Martínez: "Las condiciones climáticas permiten el cultivo de esta solanácea en los climas tropicales, subtropicales y templados. Basta una estación húmeda y templada, sin exceso de precipitaciones tormentosas, condiciones que se dan en todos los climas no fríos; bien que para los tropicales y subtropicales en sus variedades desérticas o semidesérticas haya de ser condición indispensable el riego durante todo el período vegetativo. La humedad es necesaria no sólo para la vegetación que debe desarrollarse con lentitud y en atmósfera húmeda, sino que también es necesaria para la perfecta fermentación de la hoja, ya desecada a la sombra".

Nicholls-Pittier dicen: "Siendo el tabaco oriundo de la América tropical, encuentra en ella el clima más adecuado para su cultivo. En rigor, requiere alguna humedad y le es también esencial el calor de las regiones bajas. Pero la planta es rigurosa y se adapta bien a los estíos de la zona templada boreal. Una gran parte del tabaco del comercio se produce en la región central de los Estados Unidos y en algunos países de Europa". (cuadro 31)

El tabaco es un cultivo anual y depende más bien del tiempo durante el período vegetativo que del clima. Aparentemente prefiere un período vegetativo con temperaturas mensuales alrededor de 20°C y meses secos para la maduración. Por estas circunstancias su cultivo es posible en diferentes zonas y pisos térmicos, pero el tiempo y el clima influyen indudablemente en la calidad, la cual se ha mejorado en algunas regiones por selección.

#### e) Café

Con respecto al clima para el café, Nicholls-Pittier nos informan así: "El



clima más favorable para el cultivo del cafeto es el de las regiones montañosas de los trópicos, donde la temperatura oscila entre 12 y 30°C. El café de mejor clase se produce entre 750 y 1500 metros de elevación sobre el nivel del mar, aunque este arbusto crece en alturas muy inferiores y hasta muy cerca de las costas. Pero el cafeto Arabia nunca se dá bien en niveles de menos de 450 metros; además de ser un producto de calidad muy inferior, se halla expuesto a enfermedades parasíticas de todas clases. En la isla Dominica, en donde este cultivo quedó completamente aniquilado por una terrible enfermedad, casi todas las plantaciones se encontraban en la zona inferior a 450 metros, por lo que es de suponer que el desastre provino en gran parte del clima. Sólo en las partes meridionales del Brasil, en donde el aumento de latitud compensa la altura sobre el nivel del mar, es donde el cafeto se encuentra holgadamente en altitudes inferiores y produce enormes cosechas. Un clima húmedo no es favorable para el cafeto en general, y tampoco le convienen lugares muy expuestos a los vientos, aunque el inconveniente de estos últimos puede neutralizarse hasta cierto punto con cortinas de árboles (entre nosotros abrigos o tapavientos), que son necesarios allí donde los huracanes ocurren con alguna frecuencia. Pero no debe dejarse que estos abrigos se extiendan demasiado, puesto que la sombra excesiva sería dañosa para el cafeto. Escogidos con acierto, los árboles de sombra, una poda anual con el cuchillo les dará una buena forma, al paso que las ramas menudas y las hojas enterradas en el suelo proporcionarán un excelente abono a las plantaciones”.

Según Schaufelberger (39), la gran mayoría de los cafetales del Departamento de Antioquia se hallan en el piso térmico de la tierra templada de Caldas con temperaturas medias anuales entre 18 y 24°C y con factores de lluvia entre 60 y 100.

Según M. G. Mülles tiene la zona tropical la gran ventaja de existir diferentes cultivos que prefieren cierta altura y que prefieren las faldas de las cordilleras, en donde producen buenas cosechas como el café, el cacao, te, etc. Estas plantaciones se hallan a alturas entre 500 y 2000 metros sobre el nivel del mar. (cuadro 32)

El cafeto necesita un clima tropical-colín, semihúmedo-oceánico y no importa si hay lluvia durante todo el año o un período seco hasta 5 a 6 meses. Es el mismo clima de su patria Etiopía en donde este cultivo se halla, según C. A. Krug en las siguientes condiciones meteorológicas:



Localidad	Precipitación mm	Temperatura media máxima	Temperatura media mínima
Jimma	1641	24,8	11,6
Agaro	1632	—	—
Gore	2030	—	—
Chimbi	1407	—	—
Bonga	1854	29,3	12,1
Nizan Tafari	2013	—	—
Dilla	1186	—	—
Bahar Dar	1204	—	—

#### f) Papas

Con respecto al clima para las papas dice P. Faucher: “La patata tolera, en efecto, climas muy diferentes: se la cultiva en los límites de Laponia y de Alaska y se la vuelve a encontrar en La Florida, en Egipto y en Asia Central. Pero donde prospera sobre todo es en los climas frescos de las montañas templadas y en las regiones donde las lluvias de estío favorecen su vegetación y la formación de tubérculos. Se acomoda a suelos de fertilidad mediocres con tal que sean ligeros. La mitad septentrional de Europa le ofrece las condiciones favorables: la patata es la que aporta los medios de sacar partida de sus tierras menos fértiles. Los países mediterráneos, demasiado secos, producen poco”. (cuadro 33)

La papa no está ligada a un determinado clima, sino requiere un tiempo vegetativo más bien húmedo y no muy caliente, mientras que el trigo prefiere un período más bien seco y más caliente para la maduración.

#### CULTIVO DEL MEDITERRANEO

##### a) Olivo

Con respecto al clima para el olivo dice Alcaraz Martínez: “Arbol propio del clima subtropical mediterráneo, tiene exigencias singulares que localizan su producción sólo en determinados suelos de los que están bajo el influjo de ese clima. Estos han de ser profundos, ricos y suficientemente sueltos para permitir sin dificultades el desarrollo radicular. Veranos calurosos e inviernos suaves, ya que el árbol es de hojas persistentes; pero ni el invierno ni el verano deben faltarle, en contacto con las raíces, humedad suficiente para la vegetación de hojas y frutos, los cuales por madurar a mediados o fines de otoño y aún en el invierno, según la latitud y altitud, consumen en gran proporción la humedad y elementos vitales que circulan por el sistema vascular de la planta. Su estructura xerófila opone a la sequedad at-



mosférica estival las hojas coriáceas y acanaladas, protegiendo así el envés muy rico en estomas. Los frutos sólo son hidrófilos en sus primeros desarrollos, que corresponden al comienzo de la primavera, siempre húmeda en todos estos climas; pero antes de comenzar el verano, se aprecia ya su defensa xerófila en la brillante capa de barniz que dificulta la transpiración acuosa. Cuando los inviernos son templados, quedando la temperatura muy por encima del cero termométrico, madura el olivo, aunque siempre con más abundancia cada dos años; cuando los inviernos son más crudos, aunque no determinan heladas, hay verdadera suspensión vegetativa y no es ya suficiente el tiempo de actividad para, a la vez que madurar los frutos, producir crecimientos en las ramillas; entonces son veceros los olivos, madurando frutos un año sí otro no; crecen las ramillas en el año que no han de madurar frutos; éstos sólo son producidos por crecimiento del año anterior. También suélese terminar la vecería en los olivos la escasez de humedad en el suelo y las podas defectuosas. Es curioso observar que la vecería de los olivos no es individual, sino regional y aún general”.

Faucher, por su parte, hace la siguiente mención: “Este (el olivo) es de origen mediterráneo y no ha salido de su propio clima. En cuanto al suelo se contenta con poco; no exige muchos cuidados aparte de la poda; vive mucho tiempo y un olivar bien establecido puede durar varios siglos”. (cuadro 34)

El olivo crece con preferencia en un clima árido con un período con unos meses áridos y necesita muy probablemente suelo fértil (terra rossa). Estas condiciones se las encuentran en la región del Mediterráneo y en cordilleras calcáreas tropicales.

#### b) Uva

Con respecto al clima para la uva, Faucher nos da la siguiente información: “En la mayor parte de los países que actualmente poseen viñedos, éstos cultivos han sido importados por la raza blanca, pues fue en torno del Mediterráneo donde primeramente la viña tomó su vuelo y donde se expandió el gozo de beber vino y de comer racimos azucarados. Es, en efecto, en el clima mediterráneo, con inviernos relativamente dulces, con estíos cálidos y secos y con otoños soleados y templados donde la viña encuentra su habitat preferente y donde rinde sus productos más abundantes. Con frecuencia acompaña al olivo, aunque se encuentra menos ligado que éste a aquel tipo de clima. El olivo teme el frío, sobre todo el frío húmedo, y la viña es capaz de soportar temperaturas muy bajas, al menos en terreno seco y durante el invierno. Sin embargo, teme las heladas tardías y los arrebatos de frío primaverales pueden destruir las yemas, las hojas, herir cruelmente los pimpollos tiernos e incluso a veces destruir las cepas. En general, se le reserva una exposición favorable del sur y la del este; también se le puede establecer en la montaña. La vid trepa por las solanas de los



Prealpes del Norte y por las cortaduras prealpinas; los viñedos de la Combe de Saboya y del flanco del Grésivaudan orientado al sur, son casi viñedos de calidad. En los Alpes del sur, la viña se encuentra por todas partes, y en su límite llega a los 1000-1200 metros. Se la vuelve a hallar en todas las montañas mediterráneas, y en el Líbano asciende hasta más de 1500 metros". (cuadro 35)

El cuadro 35 (que se verá al final) demuestra claramente que la vid se desarrolla perfectamente en diferentes climas de las zonas templadas, subtropicales y tropicales y que depende más del tiempo. Si éste es poco favorable la exposición compensa en las regiones montañosas tal deficiencia. Necesita un mojamiento mayor que el olivo, resiste más al frío del invierno, pero en la época de maduración es indispensable el sol, es decir una época relativamente caliente y poca lluvia.

### c) Algodón

Este cultivo importante necesita, según Nicholls-Pittier, las siguientes condiciones meteorológicas: "Una temperatura cuyo término medio no sea inferior a 20°C durante el período de desarrollo de la planta, es la que parece más favorable para el cultivo de algodón de altura, y esto nos explica la prosperidad de esta especie en los valles de verano cálido de Argentina y de los Estados Unidos, así como en las mesetas de moderada altitud de Centro y Sur América. Las demás especies prefieren el clima uniforme y cálido de los trópicos. Más importante es la lluvia, la proporción de vapor de agua en la atmósfera, pues el algodón no soporta ni los excesos de sequía ni los de humedad. La planta necesita agua en cantidad moderada desde la siembra hasta el fin de la florescencia, y, en el caso de una región escasa de lluvia, debe suplirse aquella por medio de riego. La maduración de la fruta y la calidad del producto son favorecidos por un tiempo seco, que facilita también las operaciones relacionadas con la cosecha. Los distritos más secos, y especialmente los que tienen dos estaciones bien caracterizadas, son los que mejor convienen para el cultivo del algodón en la América tropical".

D. Faucher dice al respecto del mismo cultivo: "Con el regadío artificial de los campos algodoneros se presenta otro aspecto de los problemas planteados por su cultivo. Sólo puede ser practicado éste, en efecto, dentro de límites climáticos bastante estrechos. El algodonerero es una planta de países cálidos; teme el frío y perece si hay hielo o incluso si la temperatura desciende hasta muy cerca del punto de congelación. El período vegetativo, que dura de seis a siete meses en los Estados Unidos y cinco meses en la India, exige, pues, estíos muy cálidos y muy húmedos. Pero en el momento de la maduración, cuando se abran las cápsulas colmadas de semillas, las lluvias le son nefastas, pues las fibras mojadas pierden casi todo su valor. Por ello, un clima cálido, con dos estaciones bien definidas, una húmeda y otra privada de lluvia, es el que realiza las condiciones naturales



más favorables para el cultivo algodonero. Los climas que mejor le convienen son el tropical y el monzónico. Aun así, no se llega a producir guata fina en grande más que en las proximidades de los límites de su área de expansión, hacia los 40° de latitud norte y los 30° aproximadamente de latitud Sur "a las puertas de la muerte", como se ha dicho. Se halla casi excluido de aquellas regiones donde los climas que le serían favorables van acompañados de una pluviometría muy prolongada o muy fuerte. El extremo sur de los Estados Unidos, donde en octubre las lluvias son todavía frecuentes (Nueva Orleans recibe en dicho mes 80 mm), no puede ser una zona algodonera. El Brasil, donde progresa el algodón es sobre todo fuera de la zona costera, en los territorios paulistas arrancados al café. Los Ghates occidentales y el noreste de la India son demasiado lluviosas para él; productores de arroz, pero no de algodón. Las regiones ecuatoriales de Africa no se encuentran más favorecidas". (cuadro 36)

Parece que el clima natural para el algodón sea marín y semiárido para las zonas templadas, subtropical y tropical seco y húmedo. En los climas áridos el riego facilita la elección del período vegetativo. Lo importante es que la florescencia y la maduración coincidan con épocas con meses áridos.

#### CULTIVOS DE LA ZONA TEMPLADA

##### TRIGO

El cultivo más importante de la zona templada es inudablemente el trigo. Tiene para esta zona la misma importancia que el maíz para los habitantes de los países más calientes. E. Alcaraz Martínez afirma; "Muy poco exigente en condiciones climáticas, basta para su producción económica que el suelo sea suficientemente profundo y rico, y que a la indispensable humedad primaveral siga sequedad estival acompañada de intensa insolación que maduren y desquen los granos y hagan posible las faenas de la siega y de la trilla. Estas condiciones se dan desde las regiones tropicales que tienen estación seca y regular, hasta la zona ártica con estación templada, parte de ella seca; cada tipo de climas comprendidos en esos límites produce distinta variedad. Así los trigos de primavera pueden sembrarse con resultados hasta la latitud de 65°N; también los trigos de invierno alcanzan latitudes altas, sobre todo cuando puede contarse con que las nieves protejan durante los fríos inviernos a las semillas que nacieron al sol del otoño. Los trigos duros son ya propios de países secos, como los que están bajo el clima subtropical mediterráneo continental, y aún subdesérticos. Los candeales y, en general, los trigos blandos son más propios de los climas templados, pero en sus variedades continentales no faltas de período seco estival. Son, pues, propios para la producción de trigo: la extensa zona de terrenos húmiferos que atraviesan de W. a E. las grandes llanuras de Euro-



pa occidental y central; las tierras negras de Hungría, Rusia y Siberia; los de China septentrional; los aluviones indogangeáticos; los terrenos humíferos de las praderas norteamericanas y de las pampas andinas, y las llanuras de SE. australiano; porque en todos esos países se dan las condiciones climáticas antedichas”.

Se conoce perfectamente los territorios donde hay actualmente cultivos de trigo. Pero cuál es su clima y su tiempo preferido? Alguna información nos dan los siguientes datos meteorológicos. (cuadro 37)

Se sabe hoy día perfectamente donde el trigo encuentra condiciones favorables para su crecimiento. Pero, repetimos, cuáles son las condiciones climáticas deseadas? Encontramos este cultivo en la zona tropical, subtropical, templada y subpolar, en los pisos térmicos colín, montán, alpín y neval, lo que indica que a este cereal no lo gustan altas temperaturas; lo encontramos en territorios áridos hasta perhúmedos con climas oceánicos hasta continentales y, finalmente en países siempre secos, secos y húmedos y siempre húmedos. Sin duda el clima influye, pero mucho más importante es el tiempo.

Para su buen desarrollo el trigo necesita una cierta cantidad de agua para el crecimiento y para madurar calor y sol, es decir el final del período vegetativo tiene que ser seco hasta árido. El agua que es indispensable al principio del mencionado período puede ser suministrada por las mismas lluvias, puede ser que se forme durante el período no vegetativo una reserva, por ejemplo en forma de nieve que, al fundirse en la primavera moja el suelo. Como último recurso queda el barbecho cuyos resultados en Canadá describe P. de Kruif: “Pero ahí, terminó diciendo Mackay, se encuentra una porción de terreno en barbecho arada en la primavera del pasado año y que se ha mantenido sin utilizar durante todo el verano para poder establecer la comparación. Los granjeros compararon con sus propios ojos y vieron que las parcelas que habían estado descansando en verano poseían una magnífica y dorada cosecha de treinta y cinco e inclusive cuarenta bushel por acre. Durante quince años Mackay había estado repitiendo la experiencia con igual éxito”.

Este hecho demuestra a ciencia cierta, que, además del tiempo, también el clima influye en los cultivos anuales y que también hay que considerar las propiedades del suelo. Depende de él si es posible o no la acumulación de agua para el período vegetativo de un determinado cultivo.







Cuadro 20 Período vegetativo de Europa septentrional.

Localidad		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kiel	p	47	39	48	37	48	61	73	75	69	69	55	59
	t	1	1	3	7	11	15	17	17	14	9	4	2
	fl	47	39	16	5,3	4,4	4,0	4,3	4,4	5,6	7,4	13,8	29,4
	dh	+	+	+	+	+					+	+	+
Meses áridos : 0		(fl < 3,3)											
Meses secos		(fl < 5)											
Hamburgo	p	59	48	49	52	54	66	85	87	61	65	53	61
	t	0	1	4	8	12	15	17	16	14	9	4	2
	fl	> 13,3	48	12,2	6,5	4,5	4,4	5,0	5,4	4,3	7,2	13,2	30,5
	dh	17,1	15,1	10,4	2,5	+					1,1	7,6	13,3
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Berlín	p	49	33	37	42	49	58	80	57	48	43	42	49
	t	-1	0	3	8	13	16	18	17	14	8	4	1
	fl	> 13,3	> 13,3	12,3	5,2	3,7	3,6	4,4	3,3	3,4	5,4	10,5	49
	dh	19,9	18,4	14,6	4,7	0,3					3,3	12,2	16,3
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Danzig	p	31	25	32	35	46	56	68	68	56	43	47	39
	t	-2	-1	2	6	11	15	18	17	14	8	3	0
	fl	> 13,3	> 13,3	16	5,8	4,2	3,7	3,7	4	4	5,4	15,7	> 13,3
	dh	21,5	20,1	16,3	6,0	0,2	.				0,1	0,1	9,2
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Breslau	p	38	29	38	43	60	62	87	68	47	44	39	38
	t	-1	0	3	8	14	17	19	18	14	9	4	0
	fl	> 13,3	> 13,3	12,7	5,4	4,3	3,6	4,6	3,7	3,3	4,9	12,9	> 13,3
	dh	22,4	19,4	15,0	4,5	0,3					2,7	11,5	19,6
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Alquitrán	p	68	58	61	61	60	75	91	78	70	75	65	78
	t	2	3	5	8	13	15	17	16	14	10	5	3
	fl	34	18,7	12,2	7,6	4,6	5	5,3	4,9	5	7,5	13,0	26
	dh	14,0	12,3	9,3	2,9	0,2					1,2	6,7	11,6
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Frankfurt	p	44	36	40	39	48	57	63	69	51	55	49	53
	t	1	2	5	9	14	17	19	18	14	9	5	2
	fl	44	18	8	4,3	3,5	3,3	3,3	3,8	3,6	6,1	9,8	26,5
	dh	17,5	14,0	8,8	1,9						1,4	7,8	14,5
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Nuremberg	p	45	35	39	47	60	66	75	71	52	47	43	49
	t	-1	0	4	8	13	16	18	17	13	8	3	0
	fl	> 13,3	> 13,3	9,8	5,9	4,4	4,1	4,2	4,2	4	5,9	14,1	> 13,3
	dh	20,8	18,4	15,0	5,2	0,8					0,3	3,8	13,4
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Ginebra	p	50	54	72	73	71	88	77	102	89	87	79	79
	t	1	2	5	9	14	17	19	19	15	10	5	2
	fl	50	27	14,4	8,1	5,1	5,2	4	5,2	5,9	8,7	15,8	38,5
	dh	20,3	16,9	9,4	1,7	0,2					1,1	7,8	19,9
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Viena	p	40	40	43	54	71	67	84	69	55	57	53	50
	t	-1	0	5	10	14	17	19	19	15	10	4	1
	fl	> 13,3	> 13,3	8,6	5,4	5,1	3,9	4,4	3,6	3,7	5,7	13,2	50
	dh	21,9	17,9	9,8	1,7						0,9	8,0	16,9
Meses áridos : 0													
Meses secos													

Cuadro 21 Tiempo del Mediterráneo.

Localidad		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sarejevo	p	55	51	60	76	83	101	65	60	77	89	85	75
	t	-1	0	6	10	14	17	19	18	15	10	6	1
	fl	> 13,3	> 13,3	10	7,6	5,9	5,9	3,4	3,3	5,1	8,9	14,1	7,5
	dh	23	20	11	3						1	9	18
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Torino	p	56	40	58	112	121	107	59	67	72	91	65	40
	t	0	3	8	12	16	20	23	22	18	12	6	2
	fl	13,3	13,3	7,2	9,3	7,5	5,3	2,6	3,0	4,0	7,6	10,9	20
	dh	26	17	4								7	19
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Mostar	p	216	120	133	131	78	83	48	43	101	164	186	184
	t	5	6	10	14	19	22	25	25	21	15	11	7
	fl	25,2	20	13,3	9,3	4,1	3,8	1,9	1,7	4,8	10,3	16,9	26,3
	dh	6,3	6,1	1,4								0,8	3,5
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Coimbra	p	91	83	97	106	82	45	19	15	57	88	111	89
	t	9	11	12	14	17	20	21	22	20	16	12	10
	fl	10,1	7,5	8,1	7,5	4,8	2,2	0,9	0,7	2,8	5,5	9,2	8,9
	dh	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Madrid	p	32	38	28	43	28	47	15	10	32	63	55	32
	t	4	6	9	11	16	19	24	24	19	13	8	5
	fl	8	6,3	3,1	3,9	1,8	2,4	0,6	0,4	1,7	4,8	6,9	6,4
	dh	17,9	12,0	6,1	1,4						0,9	5,3	15,3
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Atenas	p	43	50	21	33	16	6	6	?	24	27	94	53
	t	9	9	12	15	19	24	26	26	23	18	14	12
	fl	4,7	5,5	1,7	2,2	0,8	2,5	2,3	?	1	1,5	6,7	4,6
	dh	2,0	1,1	0,4									0,4
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Messina	p	95	84	72	68	36	22	14	21	46	106	115	108
	t	12	12	13	16	19	23	26	26	24	20	16	13
	fl	7,9	7	5,5	4,2	1,9	0,9	0,5	0,8	1,9	5,3	7,2	8,3
	dh												
Meses áridos : 0													
Meses secos													
Lisboa	p	86	83	86	78	45	14	4	6	33	61	92	110
	t	11	12	12	14	17	21	21	22	21	17	14	12
	fl	7,8	6,9	7,2	5,5	2,6	0,7	0,2	0,3	1,6	3,6	6,7	9,2
	dh												
Meses áridos : 0													
Meses secos													
San Fernando	p	86	80	89	69	45	8	1	3	33	80	102	114
	t	11	12	13	15	18	18	21	23	21	18	14	11
	fl	7,8	6,6	6,9	4,6	2,1	0,4	0	0,1	1,6	4,4	7,4	10,4
	dh	0,3	0,2										
Meses áridos : 0													
Meses secos													

Estos "climas mediterráneos" corresponden a los siguientes climas locales (Cuadro 22).

Cuadro 22 Climas locales del Mediterráneo.

Localidad	Zona	Región	Área	Provincia	Subprovincia	Clima local
Sarajevo, Torino	templada	montán	semihúmeda	intermedia	siempre húm.	mojado
Mostar, Trieste	"	"	"	"	"	"
Roma	"	"	semiárida	"	seca y húmeda	"
Coimbra	"	"	"	"	"	seco
Madrid	"	"	árida	"	"	"
Atenas	"	marin	"	"	"	"
Messina, Lisboa	"	"	semiárida	oceánica	"	"
San Fernando	"	"	"	"	"	mojado







Quadro 28 Clima y tiempo del Chocó

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Istmina	750	565	704	760	722	761	866	728	610	559	738	802
p	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
fl	25,9	20,9	26	28,1	26,7	28,2	32	26,9	22,6	21,7	27,2	29,7
Meses áridos : 0												
Meses secos : 0												
Andagoya	549	448	594	647	663	670	629	562	571	566	610	536
p	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
fl	20,3	16,6	21,9	23,9	24,6	24,8	23,3	20,8	21,1	21	22,6	19,8
Meses áridos : 0												
Meses secos : 0												

Clima					
Localidad	Zona	Región	Área	Provincia	Subprovincia
Istmina	tropical	marín	perhúmeda	oceánica	siempre húmeda
Andagoya	"	"	"	"	"

Quadro 29 Clima y tiempo para palma de aceite

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
INDONESIA												
Siantar	257	205	228	235	284	159	148	276	296	415	264	235
p	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
fl	10,3	8,2	9,1	9,4	11,3	6,3	6	9	12	16,6	10,6	9,4
Meses áridos : 0												
Meses secos : 0												
Djasinga	294	317	332	339	260	206	113	131	152	261	273	253
p	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
fl	10,8	11,7	12,3	12,9	9,6	7,7	4,2	4,5	5,5	9,6	10,1	9,4
Meses áridos : 0												
Meses secos : 0												
Kisaran	134	85	92	131	162	125	129	191	207	288	206	199
p	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
fl	5	3,1	3,2	5	6	4,6	4,7	7	7,6	10,6	7,6	7,3
Meses áridos												
Meses secos												
Java Oriental	232	194	201	93	65	44	26	14	21	52	139	230
p	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
fl	8,5	7,2	7,4	3,4	2,4	1,6	0,9	0,5	0,7	1,9	5,1	8,5
Meses áridos												
Meses secos												
COLOMBIA												
Sabanalarga	11	19	29	82	172	142	149	139	147	174	156	61
p	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
fl	0,4	0,6	1	2,9	5,1	5	5,3	5	5,2	5,1	5,5	2,2
Meses áridos												
Meses secos												
Turbo	149	126	111	477	204	296	?	197	154	271	233	124
p	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
fl	5,3	4,5	4	17	7,2	10,6	?	7	5,5	9,6	8,6	4,4
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Tumaco	478	225	240	326	354	375	207	177	191	173	134	199
p	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
fl	15,1	9	9,6	13	14,1	17	8,3	7	7,6	7	5,3	8
Meses áridos : 0												
Meses secos : 0												
Villavicencio	38	58	142	365	401	460	305	188	229	313	400	114
p	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
fl	1,6	2,4	5	15,2	16,7	19	12,7	7,8	9,5	13	16,6	4,7
Meses áridos												
Meses secos												

Clima

Localidad	Zona	Región	Área	Provincia	Subprovincia
Siantar	tropical	marín	húmeda	oceánica	siempre húmeda
Djasinga	"	"	"	"	"
Tumaco	"	"	"	"	"
Villavicencio	"	"	"	"	"
Kisaran	"	"	semihúmeda	"	"
Turbo	"	"	"	"	"
Java Oriental	"	"	semiarida	"	húmeda y seca
Sabanalarga	"	"	"	"	"

Quadro 30 Clima y tiempo para cacao

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
COSTA RICA												
Limón	283	205	214	243	371	356	420	291	140	273	382	515
p	26	25	26	27	27	26	26	26	28	27	26	25
fl	10,9	8,2	8,2	9	13,8	13,7	16,1	11,2	5	10,1	14,7	20,6
Meses áridos : 0												
Meses secos : 0												
Cairo	262	195	152	221	392	425	459	227	212	310	431	416
p	24	23	24	25	26	26	25	25	26	25	25	24
fl	10,9	8,5	6,3	8,8	15,1	16,3	18,3	9,1	8,5	12,4	17,2	17,3
Meses áridos : 0												
Meses secos : 0												
COLOMBIA												
Chinchiná	153	153	212	271	322	215	144	132	168	334	296	180
p	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
fl	7	7	9,6	12,3	14,6	9,8	6,5	6	7,6	15,4	13,4	8,1
Meses áridos : 0												
Meses secos : 0												
Antioquia	3	0	19	112	212	380	189	260	195	178	443	59
p	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
fl	0,1	0	0,5	4,1	7,8	13,9	6,9	9,6	7,2	6,5	16,2	2,1
Meses áridos												
Meses secos												
vêase cuadro 29												
Vélez	41	38	127	228	255	124	106	129	121	187	146	91
p	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
fl	2	1,9	6,3	11,4	12,7	6,2	5,3	6,4	6	9,3	7,3	4,5
Meses áridos												
Meses secos												
Gigante	89	79	99	99	84	95	92	78	80	102	157	139
p	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
fl	3,4	3	3,8	3,8	3,2	3,6	3,5	3	3,1	3,9	6	5,3
Meses áridos												
Meses secos												
Cali	88	78	113	136	160	85	24	40	89	132	118	150
p	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
fl	3,8	3,4	4,9	5,9	6,9	3,7	1	1,7	3,8	5,7	5,1	6,5
Meses áridos												
Meses secos												

Clima

Localidad	Zona	Región	Área	Provincia	Subprovincia
Limón	tropical	marín	húmeda	oceánica	siempre húmeda
Cairo	"	"	"	"	"
Antioquia	"	"	semihúmeda	"	"
Turbo	"	"	"	"	"
Gigante	"	"	semiarida	"	"
Cali	"	colín	"	"	"
Vélez	"	"	semihúmeda	"	"
Chinchiná	"	"	húmeda	"	"



Quadro 88 Clima y tiempo para papas

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
COLOMBIA												
Pasto	p 53	58	76	63	46	49	13	13	45	97	109	80
	t 14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	fl 3,8	4,1	5,4	4,6	3,3	3,5	0,9	0,9	3,2	7	7,8	5,7
Meses áridos:												
Meses secos:												
Ipiales	p 67	59	67	98	91	58	49	38	78	87	108	53
	t 13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	fl 5,1	4,5	5,1	7,5	7	4,4	3,8	2,9	6	6,7	8,3	4,1
Meses áridos:												
Meses secos:												
Santa Rosa (Viterbo)	p 37	34	74	92	109	62	48	52	95	152	165	83
	t 14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	fl 7,8	2,4	5,3	6,6	7,8	5,1	3,4	3,7	6,8	10,8	11,8	6
Meses áridos:												
Meses secos:												
Tunja	p 29	31	32	122	126	63	55	63	64	113	142	55
	t 13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	fl 2,1	2,4	2,5	9,4	9,7	4,8	4,2	4,8	4,9	8,1	10,9	3,4
Meses áridos:												
Meses secos:												
Bogota	p 50	53	99	91	98	54	49	46	48	143	166	79
	t 14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	fl 3,5	3,8	7	6,5	7	3,8	3,5	3,3	3,4	10,2	11,8	5,6
Meses áridos: 0												
Meses secos:												
Sonsón	p 94	89	96	231	281	159	138	177	192	280	636	579
	t 14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	fl 6,7	6,5	6,8	16,5	20	11,3	10	12,6	13,7	20	45,4	42,8
Meses áridos: 0												
Meses secos: 0												
EUROPA SEPTENTRIONAL												
Magdenburgo	p 29	31	38	31	45	51	67	48	43	42	33	34
	t 0	1	4	8	14	17	18	17	14	9	4	1
	fl > 13,3	31	8,8	3,9	3,2	3	3,7	2,5	3,1	4,6	8,2	34
Meses áridos:												
Meses secos:												
Varsovia	p 30	28	33	38	48	66	76	74	48	41	38	38
	t -4	-2	2	8	14	17	19	18	14	8	2	-1
	fl > 13,3	> 13,3	16,5	4,8	3,4	3,8	4	4,1	3,4	5,1	19	> 13,3
Meses áridos: 0												
Meses secos:												
Berna	p 51	52	77	82	103	122	122	110	94	82	69	69
	t -1	0	4	8	16	17	17	17	13	8	3	0
	fl > 13,3	> 13,3	18	10,2	6,4	7,2	7,2	6,4	7,2	10,2	23	> 13,3
Meses áridos: 0												
Meses secos: 0												
Einsiedeln	p 103	86	107	139	154	203	206	200	132	120	96	112
	t -2	-2	2	5	10	14	15	15	11	7	2	-2
	fl > 13,3	> 13,3	53,5	27,8	15,4	14,5	13,7	13,3	12	17,1	48	> 13,3
Meses áridos: 0												
Meses secos: 0												
Koenigsberg	p 43	36	38	38	51	61	86	89	76	61	58	58
	t -3	-3	0	6	11	16	17	17	14	8	2	-2
	fl > 13,3	> 13,3	13,3	6,3	4,6	3,8	5	5,2	5,4	7,6	29	> 13,3
Meses áridos: 0												
Meses secos:												
Helsinki	p 46	36	36	36	46	46	56	74	64	66	64	61
	t -6	-7	-4	1	8	14	17	16	11	6	0	-4
	fl > 13,3	> 13,3	> 13,3	36	5,8	3,2	3,2	4,6	5,9	11	> 13,3	> 13,3
Meses áridos:												
Meses secos:												

C l i m a

Localidad	Zona	Región	Area	Provincia	Subprovincia
Pasto	tropical	montan	semiarida	oceánica	siempre húmeda
Ipiales	"	"	semihúmeda	"	"
Santa Rosa (Viterbo)	"	"	"	"	"
Tunja	"	"	"	"	"
Bogota	"	"	"	"	"
Sonsón	"	"	"	"	"
Magdenburgo	templada	"	húmeda	"	"
Varsovia	"	"	semiarida	intermedia	seca y húmeda
Berna	"	alpin	semihúmeda	"	siempre húmeda
Einsiedeln	"	montán	húmeda	"	"
Koenigsberg	subpolar	alpin	perhúmeda	"	"
Helsinki	"	montán	semihúmeda	"	"
	"	alpin	húmeda	"	"

Quadro 84 Clima y tiempo para olivos

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
MEDITERRANEO												
Kandia	p 88	96	44	26	19	2	1	4	16	45	87	103
	t 12	12	14	16	19	24	26	26	24	20	16	13
	fl 7,3	8	3,1	1,6	1	0,1	0	0,1	0,6	2,2	5,4	8,1
Meses áridos:												
Meses secos:												
Murcia	p 32	28	39	31	30	21	4	9	43	45	33	39
	t 10	12	14	16	19	23	26	27	24	19	15	11
	fl 3,2	2,3	2,8	1,9	1,6	0,9	0,1	0,3	1,8	2,4	2,2	3,5
Meses áridos:												
Meses secos:												
Valencia	p 32	40	42	30	36	20	13	9	80	67	56	43
	t 10	11	13	15	18	21	24	25	22	19	14	11
	fl 3,2	3,6	4	2	2	0,9	0,5	0,3	3,6	3,5	4	3,9
Meses áridos:												
Meses secos:												
Bajadaz	p 43	51	41	37	33	14	3	4	24	42	44	45
	t 7	10	13	15	18	22	26	26	23	17	12	8
	fl 6,1	5,1	3,1	2,4	1,8	0,6	0,1	0,1	1	2,4	3,7	5,6
Meses áridos:												
Meses secos:												
Jaen	p 101	68	107	80	51	24	4	8	48	58	80	68
	t 8	10	12	14	18	22	27	27	22	17	12	8
	fl 12,5	6,8	8,9	5,7	2,8	1,1	0,1	0,3	2,2	3,4	6,7	8,5
Meses áridos:												
Meses secos:												
Zaragoza	p 17	19	23	29	28	29	15	15	24	33	30	20
	t 6	8	11	14	18	21	25	25	21	15	9	6
	fl 2,8	2,4	2	2,1	2,1	1,4	0,6	0,6	1,2	2,2	3,3	3,3
Meses áridos:												
Meses secos:												
Lérida	p 24	35	33	34	33	45	14	25	50	21	22	12
	t 4	9	11	13	17	20	25	25	20	14	9	4
	fl 6	3,9	3	2,6	1,9	2,2	0,5	1	2,5	1,5	2,4	3
Meses áridos:												
Meses secos:												
Bari	p 65	55	40	48	47	26	17	31	52	67	68	68
	t 8	9	11	14	17	21	24	24	21	18	13	9
	fl 8,1	6,1	3,6	3,4	2,7	1,2	0,7	1,3	2,5	3,7	5,2	7,5
Meses áridos:												
Meses secos:												
Perpiñón	p 58	47	49	47	57	40	20	27	44	59	57	41
	t 7	8	10	13	16	20	23	22	19	15	10	7
	fl 8,3	5,9	4,9	3,6	3,6	2	0,8	1,2	2,3	3,9	5,7	5,9
Meses áridos:												
Meses secos:												
Marsella	p 47	38	40	43	46	26	14	23	60	99	79	50
	t 6	7	9	13	16	20	22	22	19	15	10	7
	fl 7,8	5,4	4,4	3,3	2,9	1,3	0,6	1	3,1	6,6	7,9	7,1
Meses áridos:												
Meses secos:												
Toulouse	p 45	44	46	67	77	81	38	47	54	58	50	43
	t 5	6	8	11	15	18	21	21	18	13	8	5
	fl 9	7,3	5,7	6,1	5,1	4,5	1,8	2,2	3	4,4	6,2	8,6
Meses áridos:												
Meses secos:												
COLOMBIA												
Leiva	p 44	50	81	131	144	52	7	18	28	110	01	63
	t 18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	8	18
	fl 2,4	2,7	4,5	7,2	8	2,9	0,4	1	1,5	6,1	6	3,5
Meses áridos:												
Meses secos:												

C l i m a

Localidad	Zona	Region	Area	Provincia	Subprovincia
Kandia	templada	marin	árida	oceánica	seca y húmeda
Murcia	"	"	"	intermedia	siempre seca
Valencia	"	"	"	"	seca y húmeda
Bajadaz	"	"	"	"	"
Jaen	"	"	semiarida	"	"
Zaragoza	"	colin	árida	"	"
Lérida	"	"	"	"	siempre seca
Bari	"	"	"	"	"
Perpiñón	"	"	"	"	seca y húmeda
Marsella	"	"	"	"	siempre húmeda
Toulouse	"	"	semiarida	"	seca y húmeda
Leiva	tropical	"	semiarida	oceánica	siempre húmeda
	"	"	"	"	seca y húmeda



Cuadro 35 Clima y tiempo para uvas

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<b>SUIZA</b>													
Sierra	p	48	37	44	44	41	45	53	59	45	53	47	63
	t	-1	0	4	9	14	17	19	18	15	9	4	0
	fl	> 13,3	> 13,3	11	4,9	2,9	2,5	2,8	3,2	3	5,9	11,7	> 13,3
Meses áridos													
Meses secos													
Chur	p	51	44	51	56	75	89	112	107	79	70	59	63
	t	-1	0	5	8	13	16	17	17	14	9	4	0
	fl	> 13,3	> 13,3	10,2	7	5,8	5,6	6,6	6,3	5,6	7,8	14,7	> 13,3
Meses áridos : 0													
Meses secos : 0													
Zurich	p	63	54	71	86	105	127	130	121	98	81	63	74
	t	0	1	5	8	13	16	18	17	14	9	4	1
	fl	> 13,3	54	14,2	10,8	8	7,9	6,7	7,1	7	9	15,7	74
Meses áridos : 0													
Meses secos : 0													
Lugano	p	53	67	128	165	205	185	188	190	158	187	135	88
	t	2	5	7	11	15	19	21	20	17	12	6	3
	fl	26,5	22,7	18,3	15	9,8	8,9	9	9,5	9,3	15,6	22,5	29,3
Meses áridos : 0													
Meses secos : 0													
Lausana	p	63	65	82	80	90	103	106	116	102	98	89	90
	t	1	1	5	8	13	16	18	18	14	9	5	1
	fl	63	65	16,4	10	6,9	6,4	5,9	6,4	7,3	10,9	17,4	90
Meses áridos : 0													
Meses secos : 0													
<b>EUROPA MERIDIONAL</b>													
Málaga	p	80	56	78	61	23	9	2	4	33	76	90	87
	t	12	13	15	17	19	23	26	26	24	20	16	13
	fl	6,6	4,3	5,2	3,6	1,2	0,4	0	0,1	1,4	3,8	5,6	6,7
Meses áridos													
Meses secos													
Sevilla	p	59	53	65	44	41	14	1	2	18	53	74	79
	t	11	13	16	18	21	24	29	30	26	21	16	11
	fl	5,4	4,1	4,1	2,5	1,9	0,6	0	0	0,7	2,4	4,6	7,2
Meses áridos													
Meses secos													
Siracusa	p	92	71	40	39	20	5	8	7	49	90	109	102
	t	11	11	13	15	18	22	26	26	24	23	15	12
	fl	8,4	6,5	3,1	2,6	1,1	0,2	0,3	0,2	2	4,5	7,3	8,5
Meses áridos													
Meses secos													
Lisboa	p	86	83	86	78	45	14	4	6	33	61	92	110
	t	11	12	12	14	17	21	21	22	21	17	14	12
	fl	7,8	6,9	7,1	5,6	2,6	0,7	0,2	0,3	1,5	3,6	6,6	9,2
Meses áridos													
Meses secos													
Bordeaux	p	61	52	55	64	66	71	45	48	65	84	76	64
	t	5	6	8	12	15	18	20	20	18	13	8	5
	fl	12,2	8,7	6,9	5,3	4,4	3,9	2,2	2,4	3,6	6,5	9,5	12,8
Meses áridos													
Meses secos													
Aviñón	p	39	39	40	51	62	52	28	52	73	88	66	45
	t	4	6	10	13	17	21	24	23	19	14	8	5
	fl	9,7	6,5	4	3,9	3,6	2,5	1,2	2,3	3,8	6,3	8,2	9
Meses áridos													
Meses secos													
Boloña	p	53	41	60	80	74	62	43	42	63	111	79	49
	t	2	4	8	13	17	22	25	24	20	14	6	3
	fl	26,5	10,2	7,5	6,1	4,3	2,8	1,9	1,6	3,1	7,9	9,9	16,3
Meses áridos													
Meses secos													
Foggia	p	49	32	34	42	44	31	15	30	35	54	57	42
	t	6	8	10	14	18	23	26	26	23	17	11	8
	fl	8,3	4	3,4	3	2,4	1,8	0,5	1,1	1,5	3,1	5,2	5,2
Meses áridos													
Meses secos													
Bari	p	65	55	40	48	47	26	17	31	52	67	68	68
	t	8	9	11	14	17	21	24	24	21	18	13	9
	fl	8,1	6,1	3,6	3,4	2,8	1,2	0,7	1,3	2,4	3,7	5,2	7,5
Meses áridos													
Meses secos													
<b>AMERICA DEL SUR</b>													
Mendoza	p	23	30	28	13	10	8	5	8	13	18	18	18
	t	24	23	21	16	12	8	8	11	14	17	21	23
	fl	0,9	1,3	1,3	0,8	0,8	1	0,6	0,7	0,9	1	0,9	0,8
Meses áridos													
Meses secos													
Cucuta	p	15	31	39	55	51	23	23	38	49	87	103	40
	t	27	27	27	27	27	7	27	27	27	27	27	27
	fl	0,5	1,1	1,4	2	1,8	0,8	0,8	1,4	1,8	3,2	3,8	1,5
Meses áridos													
Meses secos													

Cuadro 36 Clima y tiempo para uvas (continuación)

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Natagaima	p	100	54	145	199	118	51	35	76	120	187	165	79
	t	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	fl	3,5	2	5,4	7,3	4,3	1,9	1,3	2,8	4,4	6,9	6,1	2,9
Meses áridos													
Meses secos													
Palmira	p	69	67	91	117	112	61	18	36	61	119	112	100
	t	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	fl	2,9	2,8	3,3	4,4	4,6	2,5	0,7	1,5	2,5	5	4,6	4,1
Meses áridos													
Meses secos													

## Clima

Localidad	Zona	Región	Area	Provincia	Subprovincia
Sierra	templada	montán	semiárida	intermedia	seca y húmeda
Chur	"	"	semihúmeda	"	siempre húmeda
Zurich	"	"	húmeda	"	"
Lugano	"	"	"	"	"
Lausana	"	"	"	"	"
Boloña	"	colín	semiárida	"	"
Aviñón	"	"	"	"	"
Bordeaux	"	"	semihúmeda	"	"
Bari	"	"	árida	"	seca y húmeda
Foggia	"	"	"	"	"
Sevilla	"	marín	"	"	"
Siracusa	"	"	"	intermedia	"
Málaga	"	"	"	oceánica	"
Lisboa	"	"	"	"	"
Mendoza	subtropical	colín	"	intermedia	siempre seca
Cucuta	tropical	marín	árida	oceánica	siempre seca
Palmira	"	"	"	"	seca y húmeda
Natagaima	"	"	semiárida	"	"



Quadro 86 Clima y tiempo para algodón

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
i) Zona templada													
Larissa	p t fl	45 5 9	47 7 6,7	36 11 3,2	38 15 2,5	45 20 2,2	38 25 1,5	34 26 1,2	23 27 0,8	26 23 1,1	47 17 2,6	67 11 6,1	48 8 6
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Trikala	p t fl	85 5 17	72 7 10,3	67 11 6,1	50 15 3,3	64 21 3	42 25 1,7	19 28 0,6	22 28 0,7	26 23 1,1	76 17 4,5	108 11 9,8	91 8 11,4
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
b) Zona subtropical													
Delhi	p t fl	25 15 1,7	15 17 0,9	13 24 0,6	10 15 0,3	18 33 0,5	74 34 2,2	193 30 6,2	178 30 5,9	119 29 4,1	13 26 0,5	3 20 0,1	1 16 0
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Jaipur	p t fl	10 16 0,6	8 19 0,4	10 24 0,4	5 30 1,7	15 34 0,4	66 34 1,9	211 30 7	185 29 6,4	81 29 2,8	8 27 0,3	3 21 1,4	8 17 0,5
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Cairo	p t fl	2 14 0,1	3 14 0,2	6 17 0,3	1 20 0	4 26 0,1	0 27 0	0 29 0	0 28 0	0 26 0	0 23 0	1 20 0	2 15 0
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Luxor	p t fl	0 13 0	0 15 0	0 20 0	0 25 0	1 30 0	0 32 0	0 32 0	0 32 0	0 30 0	0 26 0	0 21 0	0 21 0
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Alejandria	p t fl	54 14 3,1	42 14 3	18 15 1,2	3 18 0,1	4 22 0,2	0 24 0	0 26 0	0 25 0	1 22 0	3 19 1,3	29 19 1,5	54 15 3,6
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
c) Colombia													
Palmira	p t fl	69 24 2,8	67 24 2,8	91 24 3,8	117 24 4,9	112 24 4,6	61 24 2,5	18 24 0,7	36 24 1,5	61 24 2,5	119 24 5	112 24 4,6	100 24 4,1
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Sabanalarga	p t fl	11 29 0,3	19 29 0,6	29 29 1	82 29 2,8	172 29 5,9	142 29 5,2	149 29 5,5	139 29 4,8	147 29 5,4	174 29 6	156 29 5,7	61 29 2,1
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Espinal (T.)	p t fl	66 28 2,3	86 28 3,1	164 28 5,8	224 28 8	99 28 3,5	198 28 5,2	132 28 4,7	58 28 2,1	19 28 0,6	163 28 5,8	112 28 4	71 28 2,8
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Armero	p t fl	51 26 1,9	106 26 4,1	159 26 6,1	147 26 5,5	233 26 8,6	68 26 2,5	55 26 2,1	150 26 5,8	166 26 6,4	214 26 8,2	159 26 6,1	97 26 3,7
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												

Clima

Localidad	Zona	Región	Área	Provincia	Subprovincia
Larissa	templada	marín	árida	intermedia	seca y húmeda
Trikala	"	"	semiárida	"	"
Delhi	subtropical	"	árida	oceánica	siempre seca
Jaipur	"	"	"	"	"
Cairo	"	"	"	intermedia	"
Luxor	"	"	"	"	"
Alejandria	"	"	"	oceánica	"
Palmira	tropical	"	"	"	seca y húmeda
Sabanalarga	"	"	semiárida	"	"
Espinal	"	"	"	"	"
Armero	"	"	semihúmeda	"	siempre húmeda

Quadro 87 Clima y tiempo para trigo

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
a) Zona tropical													
Pasto	p t fl	53 14 3,8	58 14 4,1	76 14 5,4	63 14 4,5	46 14 3,3	49 14 3,4	13 14 0,9	13 14 3,2	45 14 0,9	97 14 6,9	109 14 7,8	80 14 5,7
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Málaga	p t fl	36 17 2,1	25 17 1,4	71 17 4,2	98 17 5,7	125 17 7,3	87 17 5,2	86 17 5	92 17 5,5	143 17 8,4	191 17 11,2	232 17 13,3	41 17 2,4
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Tunja	p t fl	29 13 2,2	31 13 2,4	32 13 2,4	122 13 9,4	126 13 9,6	63 13 4,8	55 13 4,2	63 13 4,8	64 13 4,9	113 13 8,8	142 13 10,9	55 13 4,2
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Ipiales	p t fl	67 13 5,1	59 13 4,5	67 13 5,1	98 13 7,5	91 13 7	58 13 4,4	49 13 3,8	38 13 2,9	78 13 6	87 13 6,7	108 13 8,3	53 13 4,1
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Santa Rosa (Viterbo)	p t fl	37 14 2,6	34 14 2,4	74 14 5,3	92 14 6,6	109 14 7,6	62 14 4,4	48 14 3,4	52 14 4,7	95 14 6,8	152 14 10,9	165 14 11,8	83 14 5,9
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Bogotá	p t fl d.h.	58 14 4,1 +	66 14 4,7 +	101 14 7,2	146 14 10,4	113 14 8,1	62 14 4,4	51 14 3,6	56 14 4	62 14 4,4	160 14 11,4	119 14 8,3	66 14 4,7
Meses áridos : 0	-----												
Meses secos	-----												
b) Zona subtropical													
Buenos Aires	p t fl	78 25 3,4	71 22 3,2	98 20 4,9	122 16 7,6	131 13 5,5	52 10 5,2	54 9 6	56 11 5,1	74 13 5,7	65 16 5,3	101 19 5,3	102 22 4,6
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Rosario	p t fl	94 25 3,7	81 25 3,2	135 21 6,4	79 17 4,6	46 14 3,2	38 10 3,8	25 11 2,3	38 11 3,4	41 14 2,9	89 17 5,2	86 21 4,1	135 24 5,6
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Sidney	p t fl	94 22 4,3	109 22 5	112 21 5,3	142 19 7,4	129 15 8,6	122 13 9,4	122 12 10,1	76 13 5,7	74 15 4,6	81 18 4,5	72 20 3,6	74 21 3,5
Meses áridos : 0	-----												
Meses secos	-----												
c) Zona templada													
Bahía Blanca	p t fl	51 24 2,1	56 22 2,5	66 20 3,3	56 16 3,5	28 9 2,3	23 9 2,5	25 10 2,8	25 12 2,5	41 12 3,4	58 12 3,9	51 15 2,7	53 22 2,4
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Magdenburgo	p t fl	37 0 > 13,3	38 1 39	33 4 4,7	36 8 4,5	47 14 3	47 17 2,8	68 18 3,2	59 17 3,2	43 14 3,1	42 9 4,7	36 4 9	39 1 39
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Frankfurt a. M.	p t fl	44 1 44	36 2 18	40 5 8	39 9 4,3	48 14 3,4	57 17 3,3	68 19 3,6	69 18 3,8	51 14 2,9	55 9 6,1	49 5 9,8	53 2 26,5
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												
Breslau	p t fl	38 -1 > 13,3	29 0 > 13,3	38 3 12,6	43 8 5,4	60 14 4,3	62 17 3,6	87 18 4,6	68 14 3,8	46 14 3,3	44 10 4,4	39 4 9,7	38 0 > 13,3
Meses áridos : 0	-----												
Meses secos	-----												
Krasnodor	p t fl	35 -6 > 13,3	36 -4 > 13,3	33 1 35	34 9 3,8	43 17 2,5	62 21 2,9	56 24 2,3	31 23 1,3	31 17 1,8	33 10 3,3	38 2 19	39 -3 > 13,3
Meses áridos	-----												
Meses secos	-----												



Cuadro 87 Clima y tiempo para trigo (Continuación)

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
c) Zona templada												
Bucarest	p 33 t -4 fl > 13,3	28 -1 > 13,3	41 5 8,2	43 11 3,9	64 17 3,7	89 21 4,2	69 22 3,1	51 22 2,3	41 18 2,3	43 12 3,6	48 5 9,6	41 -1 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Wroclaw	p 59 t -2 fl > 13,3	49 0 > 13,3	46 5 9,2	53 11 4,8	44 17 2,6	67 20 3,3	60 24 2,5	33 23 1,4	67 18 3,6	47 12 3,9	58 5 11,6	66 1 66
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Belgrado	p 30 t -2 fl > 13,3	33 1 33	41 6 6,8	58 11 5,3	71 17 4,2	81 20 4	69 22 3,1	48 22 2,2	43 17 2,4	56 13 4,3	43 5 7,1	43 1 43
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Colonia	p 52 t 2 fl 26	45 3 15	46 6 7,7	49 9 5,4	52 14 3,7	65 17 3,8	81 18 4,5	70 18 3,9	54 15 3,6	64 10 6,4	55 6 9,1	63 6 21
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Hannover	p 50 t 1 fl 50	38 2 19	46 4 11,5	45 8 5,6	54 13 4,1	63 16 3,9	80 18 3,9	75 14 4,4	80 14 5,7	51 9 5,6	43 5 8,6	49 2 24,5
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Erfurt	p 31 t -1 fl > 13,3	23 0 > 13,3	30 3 10	40 7 5,7	52 13 4	58 15 3,8	70 17 4,1	57 16 3,6	47 13 3,6	41 8 5,1	31 3 10,3	30 1 30
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Leipzig	p 40 t 0 fl > 13,3	33 1 33	41 4 10,2	47 9 5,2	60 14 4,3	67 17 3,9	85 18 4,7	67 14 3,7	49 9 3,5	50 4 5,5	40 4 10	42 1 42
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Varsovia	p 30 t -3 fl > 13,3	28 -2 > 13,3	33 2 16,5	38 7 5,4	48 14 3,4	66 17 3,8	76 19 4	74 18 4,1	48 14 3,4	41 8 5,1	38 2 19	38 -1 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Rostov	p 26 t -7 fl > 13,3	27 -5 > 13,3	32 0 13,3	36 8 4,5	50 16 3,1	62 20 3,1	58 23 2,5	36 21 1,7	34 15 2,3	35 8 4,4	38 1 38	35 -4 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Odesa	p 23 t -4 fl > 13,3	18 -2 > 13,3	28 2 14	28 9 3,1	33 15 2,2	58 20 2,9	53 23 2,3	30 22 1,4	36 17 2,1	28 11 2,5	41 5 8,2	33 -1 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Lugansk	p 21 t -8 fl > 13,3	20 -5 > 13,3	32 -1 13,3	29 7 4,1	36 15 2,4	70 18 3,9	66 21 3,1	52 19 2,7	24 14 1,7	40 7 5,7	32 0 13,3	29 -5 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Kiew	p 28 t -6 fl > 13,3	20 -5 > 13,3	38 -1 13,3	43 7 6,1	43 14 3,1	61 18 3,4	76 20 3,8	61 19 3,1	43 14 3,1	43 8 5,4	38 -1 > 13,3	38 -5 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Orenburgo	p 34 t -15 fl > 13,3	22 -14 > 13,3	21 -7 13,3	24 4 6	39 15 2,6	44 20 2,2	31 22 1,4	35 20 1,7	26 13 2	29 5 5,8	42 -5 > 13,3	38 -11 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Toronto	p 71 t -6 fl > 13,3	61 -6 > 13,3	61 -1 13,3	58 6 9,7	71 12 5,9	69 18 3,8	71 21 3,5	71 20 3,5	69 16 4,3	66 10 6,6	66 3 22	64 -3 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												

Cuadro 87 Clima y tiempo para trigo (Continuación)

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
d) Zona subpolar												
Copenhague	p 38 t 0 fl > 13,3	33 0 > 13,3	36 2 18	36 6 6	38 11 3,4	51 15 3,4	61 17 3,6	66 16 4,1	53 13 4,1	56 9 6,2	48 4 12	43 1 43
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Omsk	p 12 t -19 fl > 13,3	8 -19 > 13,3	10 -11 13,3	17 0 13,3	28 1,5 3,3	56 17 3,6	70 19 3,6	53 16 3,3	34 10 3,4	22 2 11	17 -9 > 13,3	14 -17 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												
Tatarsk	p 13 t -19 fl > 13,3	9 -19 > 13,3	11 -12 13,3	16 -1 13,3	27 10 2,7	50 16 3,1	64 19 3,4	48 16 3	29 10 2,9	20 1 20	21 -9 > 13,3	17 -17 > 13,3
Meses áridos : 0												
Meses secos												

Clima

Localidad	Zona	Región	Área	Provincia	Subprovincia
Pasto	tropical	montán	semiárida	oceánica	siempre húmeda
Málaga	"	"	semihúmeda	"	"
Tunja	"	"	"	"	"
Ipiales	"	"	"	"	"
Santa Rosa Viterbo	"	"	"	"	"
Bogotá	"	"	"	"	"
Buenos Aires	subtropical	colín	semiárida	"	"
Rosario	"	"	"	intermedia	"
Sidney	"	"	semihúmeda	"	"
Bahía Blanca	templada	"	árida	"	seca y húmeda
Magdenburgo	"	montán	semiárida	"	"
Frankfurt a.M.	"	"	"	"	siempre húmeda
Breslau	"	"	"	"	"
Krasnodor	"	"	"	continental	seca y húmeda
Bucarest	"	"	"	"	siempre húmeda
Wroclaw	"	"	"	"	"
Belgrado	"	"	"	intermedia	"
Colonia	"	"	semihúmeda	"	"
Hannover	"	"	"	"	"
Erfurt	templada	montán	semihúmeda	intermedia	siempre húmeda
Leipzig	"	"	"	"	"
Orléans	"	"	"	continental	seca y húmeda
Varsovia	"	alpin	semihúmeda	intermedia	siempre húmeda
Rostov	"	"	"	continental	seca y húmeda
Lugansk	"	"	"	"	siempre húmeda
Kiew	"	"	"	"	"
Toronto	"	"	húmeda	"	"
Orenburgo	"	neval	"	"	"
Copenhague	subpolar	colín	semihúmeda	intermedia	"
Omsk	"	neval	perhúmeda	continental	"
Tatarsk	"	"	"	"	"



BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALBERT, R. Regenfaktor oder N-S-Quotient. *Chemie der Erde* 4 (1930).
- 2.- ALVAREZ LLERA, J. Condiciones climáticas del país. *Conombia* No 3 y 4 (1944).
- 3.- BLUETHGEN, J. Klimawerte der Laender der Erde. Geogr. Taschenbuch 1960-61. Wiesbaden.
- 4.- BOESCH, H. Die Wirtschaftslandschaften der Erde. Zuerich 1947.
- 5.- ——— Zentralamerika. Bern 1951.
- 6.- CREUTZBURG, N. Eine Methode zur kartographischen Darstellung der Jahreszeitenklimate. Deutscher Geographentag 1957. Wiesbaden.
- 7.- DRENKHAN, R. Kreislauf des Wassers und Gewaesserkunde. Berlin und Leipzig 1927.
- 8.- FAUCHER, D. Geografia Agraria. Barcelona 1953.
- 9.- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Anuarios Meteorológicos Chinchiná.
- 10.- FLOHN, H. Zur Frage der Einteilung der Klimazonen. *Erdkunde* 11 3 (1957).
- 11.- FRUEH, J. Geographie der Schweiz, Tomo I, St. Gallen 1930.
- 12.- GLINKA, K. Die Typen der Bodenbildung. Berlin 1914.
- 13.- GRACANIN, M. Monthly rain-factors and their significance in pedological investigations. *Revisio Scientifica Agriculturae* 12, p. 51-67 (1950).
- 14.- GUENTHER, S. Geschichte der Naturwissenschaften. Tomo I. Leipzig 1909.
- 15.- GUTERSOHN, H. Wetter-und Klimalehre. Vorlesungen der ETH. Zuerich 1948.
- 16.- ——— Indien. Bern 1953.
- 17.- HETTNER, A. Die Kordillere von Bogotá. Gotha 1892.
- 18.- HOLDRIDGE, L. B. Determination of world plant formation from simple climatic data. *Turrialba C. R.* 1959.
- 19.- JENNY, H. Klima und Klimabodentypen in Europa und den Vereinigten von Amerika. *Bodenkundliche Forschungen* 1 3 (1929).
- 20.- KAYSER, E. Abriss der allgemeinen und stratigraphischen Geologie. Stuttgart 1915.
- 21.- KOCH, L. E. *Tetratys. Austr. Journ. of Sci.* 11 4. (1949).
- 22.- KOEPPEN, W. *Climatologia*. Mexico 1948.
- 23.- KRUG, C. A. World coffee survey, FAO, Roma 1959.
- 24.- KRUIF, P. Los vencedores del hambre. Buenos Aires 1940.
- 25.- LANG, R. Versuch einer exakten Klassifikation der Boeden in klimatischer und geologischer Hinsicht. *Int. Mitt. f. Bodenkunde* 1915.
- 26.- LAUER, W. Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Suedamerica und ihre Beziehungen zu den Vegetationsguerteln. *Bonner geogr. H.* 9 (1952)



- 27.- MAURER. Die klimatischen Verhaeltnisse. In C. Keller. Die Schweiz. Berlin 1921.
- 28.- MEYER, A. Ueber einige Zusammenhaenge zwischen Klima und Boden in Europa. Diss. ETH. Zuerich 1926.
- 29.- MILLER, A. A. Climatología. Barcelona 1951.
- 30.- MOHR, J. E. C. The soils of equatorial regions. Ann Harbor 1944.
- 31.- MOHR, J. E. C. and van BAREN, F. A. Tropical Soils, Den Haag 1954.
- 32.- NICHOLLS-PITTIER. Manual de Agricultura Tropical. Friburgo de Brisgovia 1926.
- 33.- OSORIO, L. H. Anuario meteorológico. Bogotá.
- 34.- PAPP, D. y PRELAT, C. Historia de los principios fundamentales de la Quimica. Buenos Aires-México 1950.
- 35.- QUIROS, T. Geografia de Costa Rica. San José de C. R. 1954.
- 36.- RAMANN, E. Bodenkunde. Berlin 1911.
- 37.- RANKAMA, K. y SAHAMA, Th. Geoquimica. Madrid 1954.
- 38.- RONCALI, G. The climate of the Mediterranean. En: Kalium-Symposium. Berna 1962.
- 39.- SCHAUFELBERGER, P. Apuntes geológicos y pedológicos de la zona cafetera de Colombia, Manizales 1944.
- 40.- ——— Resumen de las conferencias. An. de Edafol. y Fisiol. Veg. 8 3 (1949).
- 41.- ——— Wie verlaeuft die Gesteinsverwitterung und Bodenbildung in den Tropen, insbesondere in Kolumbien? Schweiz. min. petr. Mitt. 30 2 (1950).
- 42.- ——— Zur Gliederung des Tropenklimas. Geograph. Helv. 7 2 (1942).
- 43.- ——— Tropische Verwitterung und Bodenbildung ueber Andesit und Diorit. Schweiz. min. petr. Mitt. 33 1 (1953).
- 44.- ——— Verwitterung und Bodenbildung auf basischen Eruptivgesteinen. Ibid. 34 2 (1954).
- 45.- ——— El factor de lluvia y su aplicación en Colombia. Bol. Inf. 6 65 (1955).
- 46.- ——— Vierzig Jahre Regenfaktor. Vjschr. naturf. Ges. in Zuerich 100 3 (1955).
- 47.- ——— Zur Systematik des Tropenklimas. Geograph. Helv. 12 1 (1957).
- 48.- ——— Warum haben die Regenfaktoren so haeufig in Klimatologie und Bodenkunde versagt? Ibid. 13 1 (1958).
- 49.- ——— Welches sind nach der Erfahrung der Bodenkunde die massgebenden Klimafaktoren? Petermanns geogr. Mitt. 1958 2.
- 50.- ——— Mapas climatológicos para Colombia y Costa Rica. Cenicafé 9 3-4 (1958).
- 51.- ——— Las bases científicas de la edafología. An. de Edaf. y Fis. Veg. 17 11 (1958).
- 52.- ——— Klima-, Klimaboden- und Klimavegetationstypen Geogr. Helv. 14 1 (1959).
- 53.- ——— Algunas leyes pedológicas. Cenicafé 10 6 (1959).
- 54.- ——— Die Loessboeden. Schweiz. min. petr. Mitt. 40 2 (1960).
- 55.- ——— Die Erfassung des Wasser- und Waermehaushaltes der Atmosphaere. Geogr. Helv. 17 1 (1962).



- 56.- ————— Geologie und Bodenlehre. N. Jb. Geol. Palaeont. 1962 2.
- 57.- ————— La clasificación natural de los climas. Cenicaté 13 1 (1962).
- 58.- ————— Apuntes geológicos y pedológicos de la zona cafetera de Colombia: Suplemento. Chinchiná 1962.
- 59.- ————— Zur Systematik der Loessboeden Eurasiens. Petermanns geogr. Mitt. 1963 2.
- 60.- Schweizerlexikon. Zuerich 1947.
- 61.- Schweizerischer Mittelschulatl, Zuerich 1948.
- 62.- SCHUEPP, M. Klimatologie der Schweiz; Lufttemperatur. SMZ Zuerich 1960.
- 63.- SEYDLITZ, E. Geographie: Natur und Erde. Breslau 1927.
- 64.- SIEBERG, A. Wetterbuechlein. Stuttgart 1921.
- 65.- SPETER, M. Die chemischen Grundstoffe. Leipzig 1914.
- 66.- THORNTHWAITTE, C. W. Climate and settlement in the Great Plains, Yearbook of Agriculture Washington 1941.
- 67.- TROLL, C. Strukturboeden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geol.Rundschau 34 7-8 (1944).
- 68.- ————— Die dreidimensionale Landschaftsgliederung der Erde. Wissmann-Festschrift, Tuebingen 1962.
- 69.- TROJER, H. El tiempo reinante en Colombia. Bol. Técnico II 13. Chinchiná 1954.
- 70.- UTTINGER, H. Die Niederschlagsmengen der Schweiz 1901-1940. SMZ Zuerich 1949.
- 71.- VENEMA, K.C.W. Oelpalmkultur und Oelpalmboeden in Indonesien, Kali-Briefe 27 3 (1951)
- 72.- VILA, P. Nueva Geografía de Colombia. Bogotá 1945.
- 73.- WALTER, H. Klimadiagramme als Grundlage zur Feststellung von Duerrezeiten, Wasser und Nahrung 1956-57 1.
- 74.- ————— Die Klimadiagramme der Waldsteppen- und Steppengebiete in Osteuropa, Lautensach-Festschrift, Stuttgart 1957.
- 75.- ————— Wie kann man den Klimatypus anschaulich darstellen? Umschau 57 24 (1957).
- 76.- ————— Klimatypen dargestellt durch Klimadiagramme. Geogr. Taschenbuch 1958-1959. Wiesbaden.
- 77.- WALTHER, J. Bau und Bildung der Erde. Leipzig 1925.
- 78.- WEBER, L. Einfuehrung in die Wetterkunde. Leipzig 1918.
- 79.- WENDT, H. Ich suchte Adam. Hamm 1953.
- 80.- WINKLER, E. Der St. Lorenz-Seeweg, Geogr. Helv. 15 1 1960.