



## ÍNDICE GENERAL

1.	<b>GENERALIDADES</b> .....	2
1.1	Situación geográfica .....	2
1.2	Topografía .....	4
2.	<b>DESCRIPCION CLIMÁTICA</b> .....	5
2.1	Precipitación .....	5
2.2	Temperatura .....	10
2.3	Heliofanía .....	12
2.4	Radiación solar .....	13
2.5	Humedad relativa .....	15
2.6	Viento .....	16
2.7	Balance hídrico en el suelo .....	17

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Precipitación promedio mensual y máxima .....	5
Cuadro 2	Precipitación promedio decadal .....	7
Cuadro 3	Probabilidades de lluvia decadal .....	8
Cuadro 4	Valores máx. y mín. de precipitación decadal .....	9
Cuadro 5	Valores máximos de precipitación diaria .....	9
Cuadro 6	Estadísticas mensuales de días con lluvia .....	10
Cuadro 7	Promedios mensuales de temperatura .....	10
Cuadro 8	Evapotranspiración potencial mensual .....	18
Cuadro 9	Balance hídrico mensual .....	19
Cuadro 10	Escorrentía acumulada promedio mensual .....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica de la provincia de Guanacaste.....	2
Figura 2	Ubicación geográfica del cantón de Liberia .....	3
Figura 3	Ubicación de la estación meteorológica de Liberia.....	3
Figura 4	Topografía del cantón de Liberia .....	4
Figura 5	Precipitación promedio mensual .....	6
Figura 6	Distribución de la precipitación en el cantón de Liberia .....	6
Figura 7	Promedios mensuales de temperaturas .....	11
Figura 8	Distribución de la temperatura media en el cantón de Liberia.....	11
Figura 9	Promedios mensuales del brillo solar .....	12
Figura 10	Distribución promedio del brillo solar .....	13
Figura 11	Promedio mensual de radiación solar .....	14
Figura 12	Distribución promedio de la radiación solar .....	15
Figura 13	Promedios mensuales de humedad relativa .....	16
Figura 14	Promedios mensuales de velocidad de viento .....	17

## DESCRIPCIÓN DEL CLIMA DEL CANTÓN DE LIBERIA

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1 Situación geográfica

Liberia es el cantón primero de la provincia de Guanacaste, la cual limita al Norte con la República de Nicaragua, al Este con Alajuela, al Sur con Puntarenas y al Oeste con el Océano Pacífico. Guanacaste, por su extensión (10.140 km<sup>2</sup>), es la segunda provincia más grande del país (Figura 1). Está dividida en 11 cantones: Liberia, Nicoya, Santa Cruz, Bagaces, Carrillo, Cañas, Abangares, Tilarán, Nandayure, La Cruz y Hojancha. El cantón de Liberia tiene un área de 1.436,47 km<sup>2</sup> y una población estimada de 63.543 habitantes (2011), siendo el cantón más poblado de la provincia. Liberia limita al Norte con los cantones de Upala y La Cruz, al Oeste con el Océano Pacífico, al Sur con los cantones de Bagaces y Carrillo, y al Este con el cantón de Bagaces. Liberia está dividido en 5 distritos: Liberia, Cañas Dulces, Mayorga, Nacascolo y Curubandé (Figura 2). La estación meteorológica de Liberia está situada en la cuenca baja del río Tempisque, a una altura de 80 metros sobre el nivel del mar (msnm). En las figuras 2 y 3 se representa la ubicación aproximada de la estación meteorológica de Liberia.



Figura 1. Ubicación geográfica de la provincia de Guanacaste.

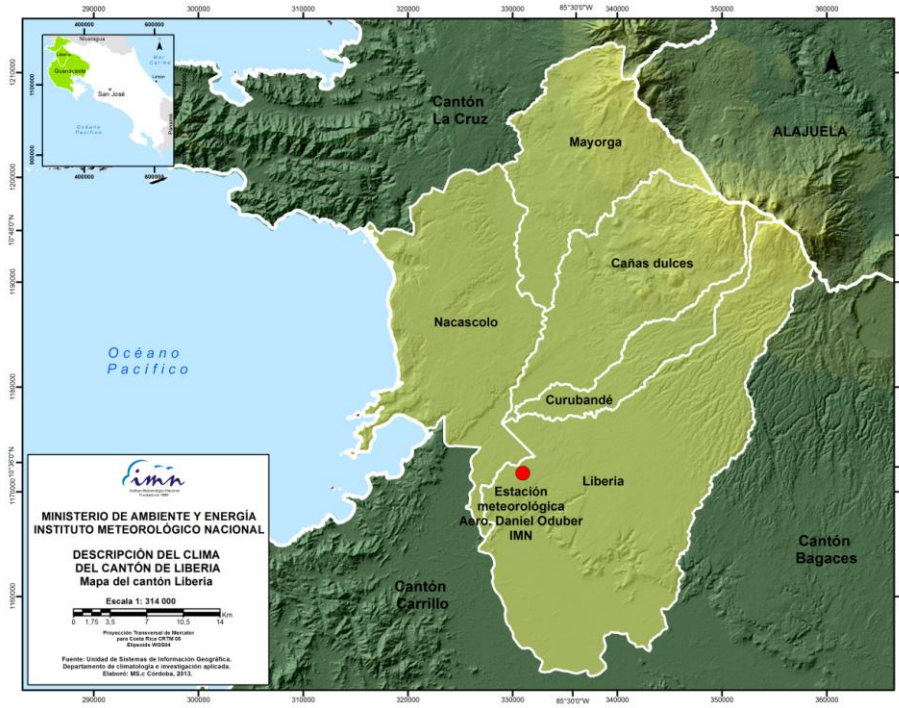


Figura 2. Ubicación geográfica del cantón de Liberia.

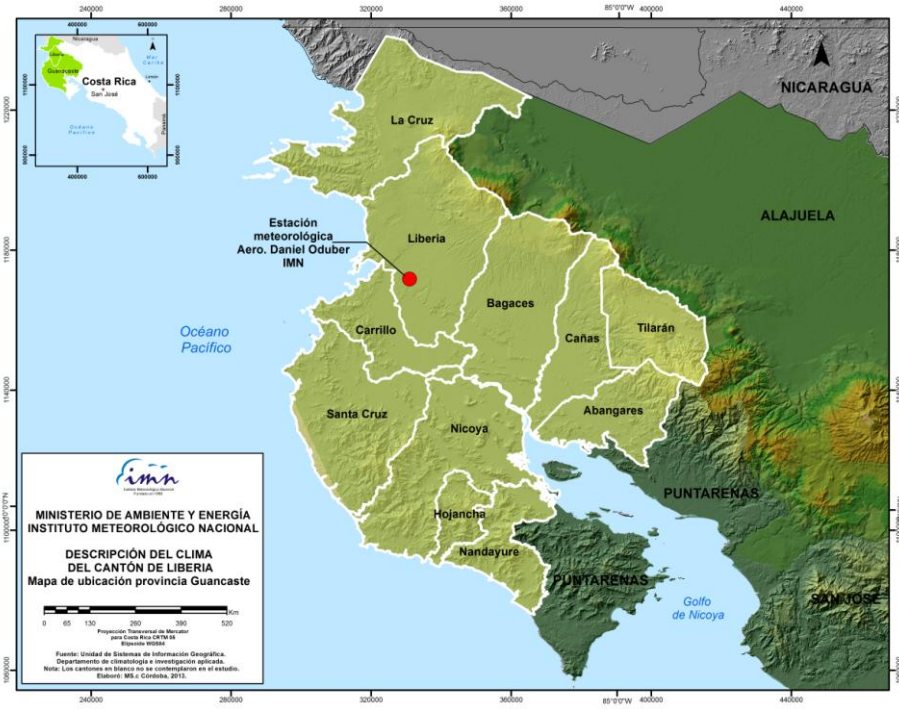


Figura 3. Ubicación de la estación meteorológica de Liberia.

## 1.2 Topografía

La topografía en los alrededores de la estación meteorológica es plano ondulada en un radio de 10 km en cualquier dirección (Figura 4). Seguidamente y en dirección de los puntos cardinales sobresale el relieve plano a plano ondulado, las pendientes de hasta un 50% se presentan en la Sierra Volcánica de Guanacaste, en las Laderas de los macizos del Rincón de la Vieja, Cerro Cacao y Santa Elena. La estación Liberia está emplazada dentro de la cuenca baja del río Tempisque.

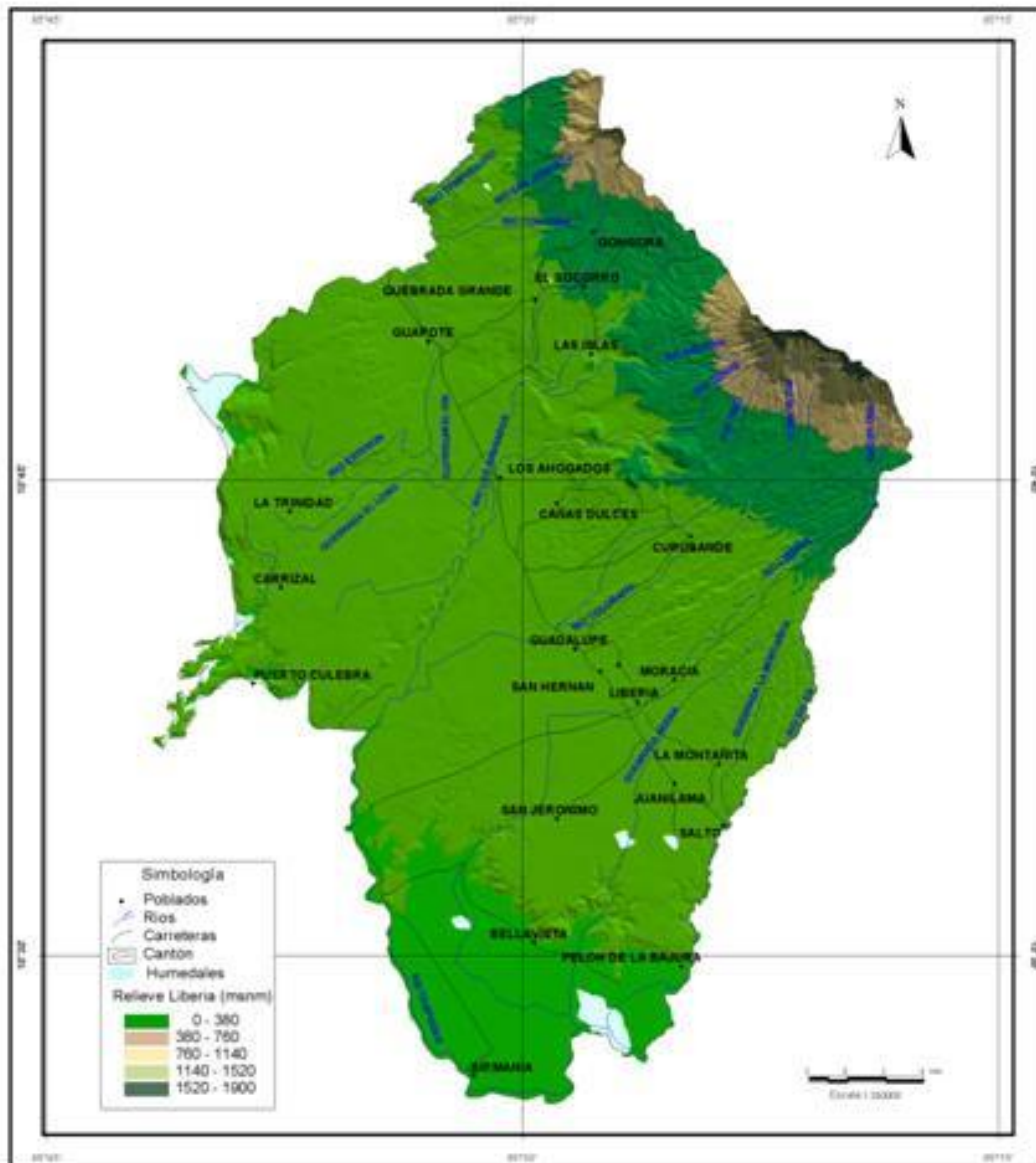


Figura 4. Topografía del cantón de Liberia.

## 2. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA

### 2.1 Precipitación

La región de Liberia tiene un clima cálido y presenta un período relativamente seco durante el año, que recuerda las características de los climas estacionales del Pacífico. En el mapa de tipos de clima de Costa Rica, se clasifica el clima de Liberia como "clima subhúmedo seco, muy caliente, con exceso moderado de agua".

El instrumento más utilizado para medir la cantidad de lluvia en forma directa es el pluviómetro. Es uno de los aparatos más sencillos. Consiste de un cilindro generalmente construido de chapa galvanizada y zinc, con una boca receptora. El agua de lluvia cae a través de la boca a un recipiente colector por medio de un embudo, así el agua queda almacenada hasta la hora de la observación. También suelen utilizarse los pluviógrafos, que son aparatos registradores que además de medir la cantidad total de lluvia caída, nos indica la intensidad, o sea, los milímetros caídos en la unidad de tiempo.

La precipitación promedio anual para un registro de 56 años es de 1599,8 mm. Los meses de junio (245,6 mm), setiembre (346,3 mm) y octubre (310,0 mm) suelen ser los más lluviosos, aportando 15,3 %, 21,6 % y 19,4 % respectivamente de la precipitación promedio anual. La estación seca se extiende desde diciembre a abril (Cuadro 1 y Figura 5).

El máximo anual de precipitación acumulada se alcanzó en el año 1999 con 2752,3 mm y el mínimo anual fue en el año 1971 con 881,5 mm. En el Cuadro 6 se presentan las estadísticas mensuales de días con lluvia (precipitación > 1,0 mm), pudiendo observarse que los meses con mayor número de días con lluvia se presentan desde junio a octubre, con un máximo en setiembre.

**Cuadro 1. Precipitación promedio mensual y máxima (mm) en la estación Liberia, período 1957-2012.**

Mes	Valores Medios	Valores Máximos
Enero	1,3	16,4 (1996)
Febrero	1,6	24,7 (1992)
Marzo	4,1	69,5 (1980)
Abril	23,9	260,6 (2010)
Mayo	194,1	629,3 (1982)
Junio	245,6	574,0 (1979)
Julio	153,3	461,0 (2010)
Agosto	209,4	560,1 (2010)
Septiembre	346,3	1.355,3 (1999)
Octubre	310,0	1.220,0 (1959)
Noviembre	98,2	509,2 (1961)
Diciembre	12,3	71,3 (1959)
Promedio Anual	1599,8	

Fuente: IMN

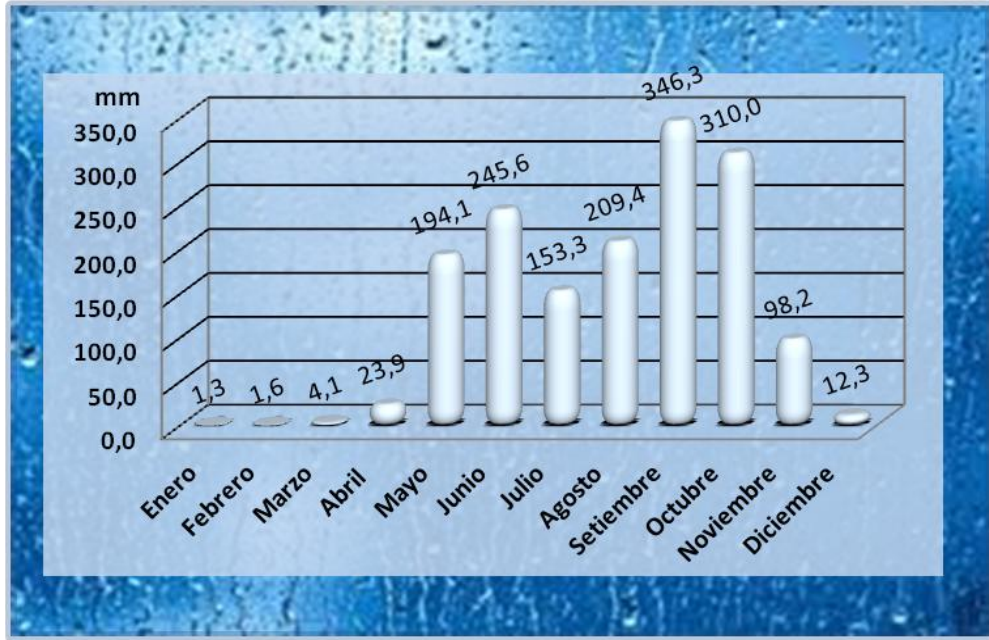


Figura 5. Precipitación promedio mensual en la estación Liberia, período 1957-2012.

La Figura 6 representa la distribución promedio de la precipitación en el cantón de Liberia.

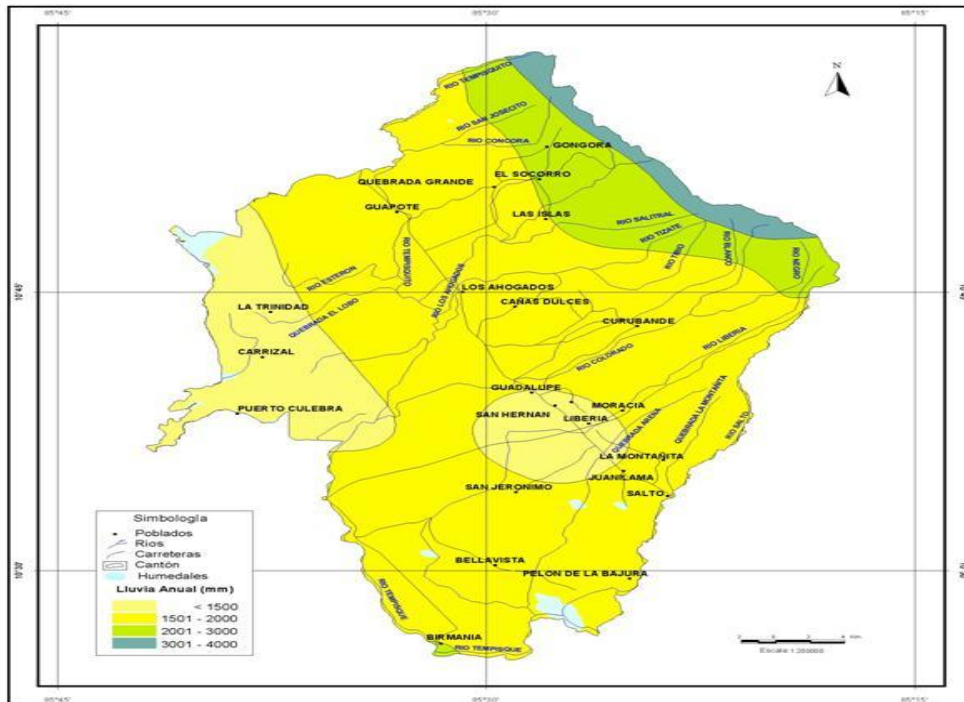


Figura 6. Distribución de la precipitación en el cantón de Liberia.

En el Cuadro 2 se presenta el valor de la lluvia decadal promedio de cada una de las 36 décadas del año, para el registro de la estación desde 1957 al 2012. La década en este contexto significa un período de 10 días. Así un mes de 30 días es dividido en tres décadas de 10 días cada una. Si el mes es de 31 días, la primera y segunda década tendrán 10 días y la tercera 11 días. En el caso de febrero, la última década tiene ocho días en años normales y nueve en años bisiestos. El período decadal en aplicaciones agrícolas es de uso corriente, pues explica mejor el comportamiento de los cultivos en contraste con el mensual.

**Cuadro 2. Precipitación promedio decadal (mm) en la estación Liberia, período 1957-2012.**

	Dec	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
	1	0,8	0,9	0,3	3,4	26,3	105,5	43,3	57,8	103,3	105,0	61,3	6,3
<b>Promedio</b>	2	0,2	0,5	1,9	5,3	49,1	70,7	55,1	64,3	110,0	118,8	24,5	4,0
	3	0,2	0,3	1,9	15,1	118,6	69,3	54,9	87,3	132,9	86,2	12,4	2,1

Fuente: IMN

La serie de datos de precipitación decadal fue ordenada de menor a mayor para aplicarle la función de distribución empírica con un método de interpolación y así calcular la probabilidad. El método utilizado fue el que utiliza la hoja electrónica MS Excel, de acuerdo con el siguiente criterio estadístico:

$$\text{Valor percentil} = \begin{cases} x_{j+1} & \text{si } g = 0 \\ x_{j+1} + g(x_{j+2} - x_{j+1}) & \text{si } g > 0 \end{cases}$$

donde:

- j es la parte integral de  $(n-1)p$
- g es la parte fraccional de  $(n-1)p$
- n es el número de casos
- p es el valor percentil dividido entre 100

En el Cuadro 3 se presenta la cantidad de lluvia decadal acumulada para 9 niveles de probabilidad (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90%). De acuerdo con la necesidad del usuario, deberá seleccionarse el nivel de probabilidad o la cantidad de precipitación.

En la agricultura, el inicio de las lluvias es muy importante, a menudo se utiliza la precipitación al 75% como parámetro de comparación, pero si se hace para 70% en el mes de mayo se puede decir que para la primera década existe un 70% de probabilidad de que la precipitación sea igual o menor a 29,6 mm, para la segunda el acumulado sería igual o menor a 50,1 mm y para la tercera igual o menor a 138,9 mm. Estos datos también pueden interpretarse como el evento contrario, es decir, hay 30% de probabilidad de que la lluvia sea mayor a 29,6 mm en la primera década, mayor a 50,1 mm en la segunda y mayor a 138,9 mm en la tercera.



**Cuadro 3. Probabilidad de lluvia decadal (mm) en la estación Liberia, período 1957-2012.**

%	Dec	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
10	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3	1,7	3,6	13,3	24,1	0,3	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	9,3	3,3	3,1	24,3	20,1	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0	0,0	30,5	6,3	4,0	12,0	42,9	5,9	0,0	0,0
20	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,5	9,9	12,2	36,7	40,1	6,6	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	20,1	8,7	15,3	49,1	31,8	0,8	0,0
	3	0,0	0,0	0,0	0,0	45,7	21,7	11,9	30,5	68,8	20,5	0,1	0,0
30	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	48,8	16,5	15,6	52,3	60,1	17,1	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	37,4	14,5	27,3	58,0	50,7	3,2	0,0
	3	0,0	0,0	0,0	0,0	61,7	30,2	20,4	41,6	82,2	39,0	0,4	0,0
40	1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	64,1	26,5	29,3	73,0	69,8	24,5	0,4
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	44,2	27,3	38,5	78,5	57,1	5,1	0,0
	3	0,0	0,0	0,0	0,0	72,3	44,7	27,8	52,6	100,1	56,5	0,7	0,0
50	1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	74,8	35,1	39,1	88,3	91,1	35,2	1,2
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	26,1	59,1	32,8	47,1	90,3	74,1	10,7	0,1
	3	0,0	0,0	0,0	0,3	98,9	53,0	36,9	70,9	113,1	69,5	1,1	0,0
60	1	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	93,5	46,5	52,6	101,4	107,0	48,8	2,9
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	33,6	79,0	44,0	66,2	109,1	111,7	17,1	0,6
	3	0,0	0,0	0,0	1,4	105,3	86,1	48,0	103,7	122,8	86,0	3,2	0,0
70	1	0,0	0,0	0,0	0,0	29,6	109,7	56,8	80,1	135,5	127,6	69,2	4,8
	2	0,0	0,0	0,0	0,1	50,1	93,2	66,2	86,1	136,5	131,9	27,7	2,1
	3	0,0	0,0	0,0	5,6	138,9	97,9	69,2	119,6	140,6	101,0	8,6	0,2
80	1	0,1	0,0	0,0	0,4	54,4	153,3	67,5	99,8	150,5	148,2	85,2	6,5
	2	0,0	0,0	0,0	2,1	83,1	115,6	99,4	94,1	170,5	178,6	44,2	4,2
	3	0,0	0,0	0,0	16,0	180,1	117,9	83,5	142,6	171,9	118,5	19,9	1,0
90	1	1,3	0,1	0,0	8,2	75,4	220,4	99,1	129,8	188,8	183,7	165,8	13,9
	2	0,0	0,2	0,3	6,8	118,7	144,7	139,8	140,7	199,6	229,2	64,1	14,1
	3	0,0	0,0	1,5	38,0	237,0	137,3	138,6	166,4	225,1	166,5	41,5	6,3
100	1	16,4	24,7	13,6	48,3	194,3	467,8	191,2	281,9	345,5	410,3	457,6	69,6
	2	8,3	8,6	47,5	137,6	361,6	221,2	238,1	253,1	562,0	711,2	139,9	39,7
	3	6,9	5,6	69,5	260,4	503,6	193,9	207,6	287,4	635,3	326,2	100,2	33,3

Fuente: IMN

Ejemplo de interpretación: Para la tercera década de junio hay una probabilidad del 70% de que haya un acumulado de lluvia de 97,9 mm o menos, o un 30% de probabilidad de que la lluvia sea mayor a 97,9 mm.

Los valores extremos de los registros de precipitación decadal de la estación de Liberia son presentados en el Cuadro 4. La segunda década del mes de octubre de 1959, según los registros disponibles, ha sido la más lluviosa con 711,2 mm. En cuanto a las décadas con mínimos de precipitación, hay muchos valores nulos (0,0) entre enero y mayo, pero principalmente en los meses de febrero, marzo y abril, que como es sabido coinciden con el período menos lluvioso.

**Cuadro 4. Valores máximos y mínimos de precipitación decadal (mm) y año de ocurrencia en la estación Liberia, período 1957-2012.**

Variable	Dec	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
Máxima	1	16,4	24,7	13,6	48,3	194,3	467,8	191,2	281,9	345,5	410,3	457,6	69,6
Año		1996	1992	2005	1995	1981	1979	1984	1957	2008	1995	1961	1997
Mínima		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Año		1957	1957	1957	1958	1957	1993	1997	1986	1970	1961	1960	1960
Máxima	2	8,3	8,6	47,5	137,6	361,6	221,2	238,1	253,1	562,0	711,2	139,9	39,7
Año		2001	1960	1995	2012	1957	1982	1960	2010	1999	1959	1977	2003
Mínima		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0
Año		1957	1957	1957	1958	1964	1967	1989	1961	1970	2012	1957	1957
Máxima	3	6,9	5,6	69,5	260,4	503,6	193,9	207,6	287,4	635,3	326,2	100,2	33,3
Año		1958	1960	1980	2010	1982	2010	1987	1981	1999	1960	1970	1964
Mínima		0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
Año		1957	1957	1958	1957	1967	1967	1971	1966	1969	2012	1961	1957

Fuente: IMN. Nota: Para el valor de la mínima puede que existan otros datos iguales, pero se cita la primera ocurrencia.

Respecto a las estadísticas diarias, el Cuadro 5 presenta los días más lluviosos de cada mes, haciendo referencia al año de ocurrencia. El máximo de precipitación diaria que se ha presentado en la estación de Liberia es el 30 de setiembre de 1999 con un total de 294,3 mm.

**Cuadro 5. Valores máximos de precipitación diaria (mm), año y día de ocurrencia en la estación Liberia, período 1957-2012.**

Mes	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
Máximo	16,4	23,9	69,5	100,5	203,0	148,9	120,0	152,4	294,3	231,1	144,4	69,4
Año	1996	1992	1980	2010	1986	1979	1960	1957	1999	1959	2001	1997
Día	1	8	29	27	26	5	15	4	30	17	1	1

Fuente: IMN

En el Cuadro 6 se presentan las estadísticas respecto a los promedios, máximos y mínimos mensuales de días con lluvia (precipitación > 1,0 mm). Puede observarse que los meses con mayor número de días con lluvia en promedio son setiembre y octubre, con 17 y 16 días respectivamente. El mes de setiembre ha alcanzado un máximo de 26 días con lluvia (1987) y un mínimo de 7 (2012), mientras que octubre ha tenido 30 días como máximo (1965) y 4 como mínimo (1997).

**Cuadro 6. Estadísticas mensuales de días con lluvia en la estación Liberia, período 1957-2012.**

Mes	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
<b>Promedio</b>	0	0	0	1	9	14	10	12	17	16	6	2
<b>Máximo</b>	4	3	2	7	19	22	23	24	26	30	15	7
<b>Mínimo</b>	0	0	0	0	2	4	1	2	7	4	0	0
<b>Mediana</b>	0	0	0	1	9,5	14	9	11	16	15	6	1

Fuente: IMN

## 2.2 Temperatura

Para medir la intensidad del calor de un cuerpo se utilizan los termómetros, cuya unidad de medida es el grado Celsius (°C). El estudio de la temperatura del aire es importante, ya que sus variaciones son la causa inicial de gran número de fenómenos meteorológicos.

La temperatura promedio mensual en Liberia presenta poca variación de un mes a otro, alcanza el valor más alto en mayo, pero sí ocurre una apreciable oscilación en cualquier mes entre la temperatura máxima y la mínima del día. En promedio, la oscilación anual es de aproximadamente 3,0 °C. La máxima promedio anual es de 35,1 °C, la mínima promedio anual es 19,3 °C y el promedio anual es de 27,1 °C. En el Cuadro 7 y la Figura 7 se presentan los datos de temperaturas máximas y mínimas promedio, y las temperaturas promedio mensuales.

**Cuadro 7. Promedios mensuales de temperaturas (°C) en la estación Liberia, período 1973-2012.**

	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
<b>Máx.</b>	35,2	36,2	37,0	37,7	36,7	34,5	34,4	34,4	33,8	33,4	33,4	34,3
<b>Mín.</b>	16,4	17,1	17,7	19,2	20,8	21,5	20,7	20,5	20,7	20,5	18,9	17,1
<b>Med.</b>	25,8	26,7	27,3	28,5	28,7	28,0	27,6	27,0	27,2	27,0	26,2	25,7

Fuente: IMN

La temperatura mínima más baja históricamente en la serie de datos de la estación de Liberia ha sido de 12,0 °C en febrero de 1992, y la mínima más alta ha sido 27,2 °C en julio de 1996. En cuanto a las temperaturas máximas, la más alta ha sido 37,7 °C en mayo de 1998, y la máxima más baja ha sido de 27,4 °C en febrero de 1997.

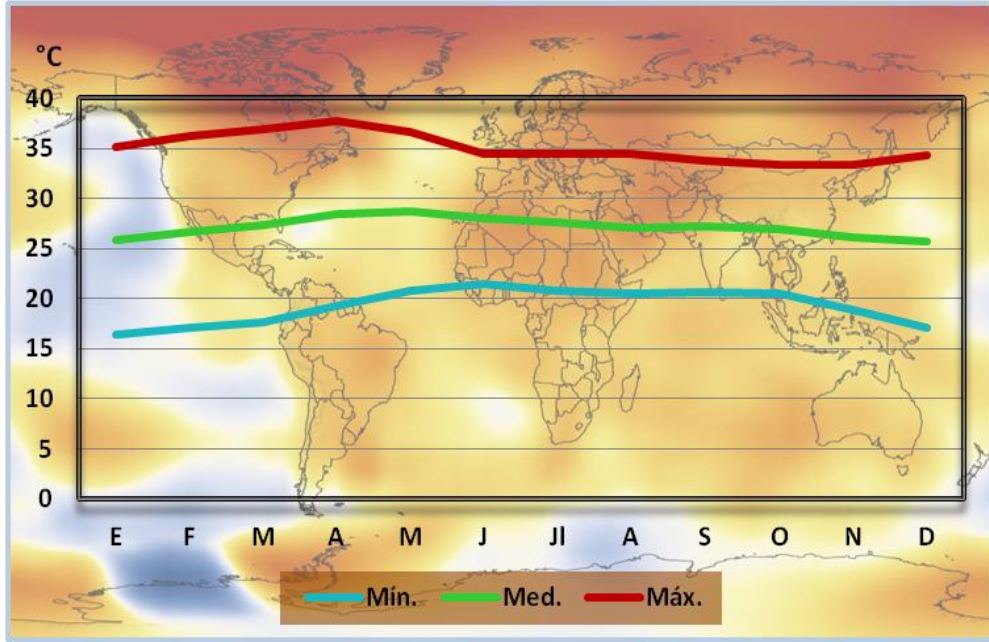


Figura 7. Promedios mensuales de temperaturas en la estación Liberia, período 1973-2012.

La Figura 8 representa la distribución espacial de la temperatura media en el cantón de Liberia.

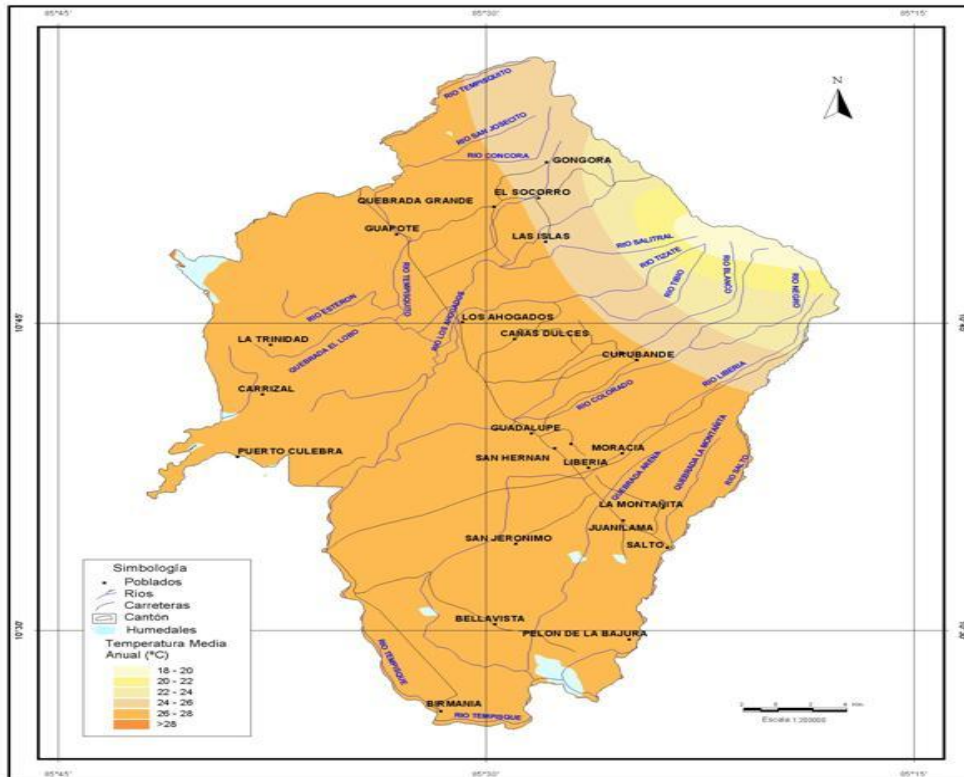


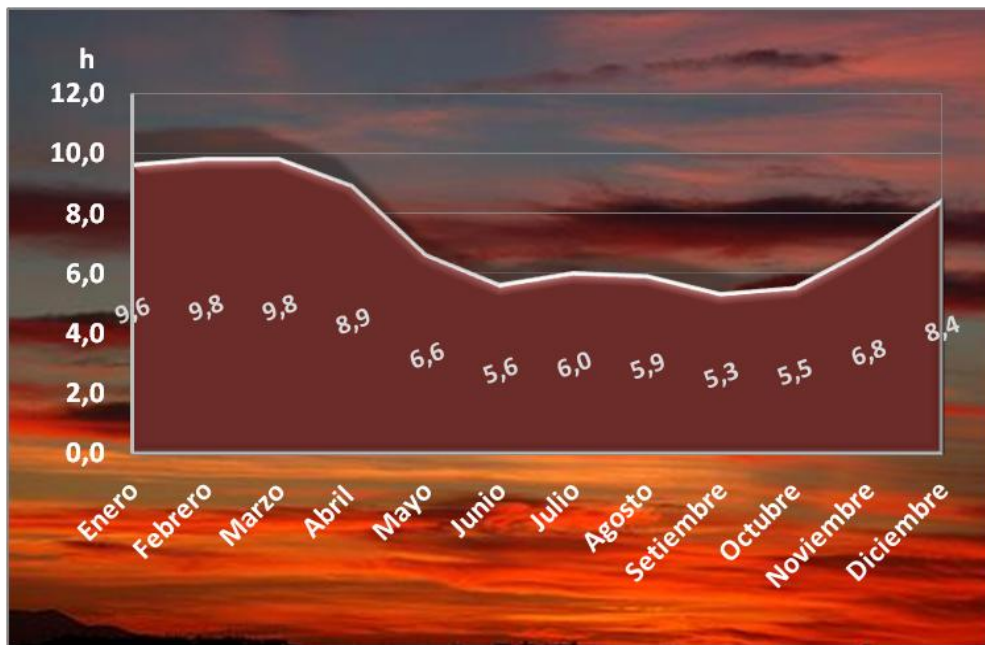
Figura 8. Distribución de la temperatura media en el cantón de Liberia.

### 2.3 Heliofanía

El estudio relativo a la determinación del tiempo durante el cual un lugar ha recibido radiación directa se denomina heliofanía (helio= sol y fanis= resplandor). Es la medición de la duración de la luz solar directa (brillo solar) sobre un lugar, La cantidad de horas y décimos en que la luz del sol alcanzaría un lugar, por latitud y por época del año, se denomina heliofanía teórica o astronómica, y se obtiene de tablas. La luz solar directa puede ser interrumpida por las nubes y nieblas principalmente, razón por la cual, la cantidad de luz solar directa que en realidad alcanza un lugar se llama heliofanía efectiva. El heliógrafo es el instrumento que permite cuantificar la heliofanía efectiva, al pasar los rayos solares a través de una esfera de cristal que actúa como lente convergente, quemar una faja de papel graduado en horas y fracciones de hora. Como la duración del día varía en el curso del año, es necesario usar fajas de distintas longitudes.

El total de horas de brillo solar de un lugar es uno de los factores que determinan el clima de esa localidad. Este elemento meteorológico es importante en casi todas las formas de actividad y empresas humanas, Sectores como el agrícola, forestal, turismo, construcción, deportes y energía, dependen y planifican aspectos del cumplimiento de sus programas y actividades futuras sobre la perspectiva de disponer de suficiente horas de brillo solar durante el día.

El conocimiento adecuado del régimen de brillo solar permite, además, estimar la nubosidad y radiación solar de forma que se pueda tener una idea sobre las posibilidades que existen en el país para el aprovechamiento de la energía solar.



**Figura 9. Promedios mensuales del brillo solar en la estación Liberia, período 1976-2012.**

En la región de Liberia (latitud 10°36' norte) el sol puede brillar como máximo 12,6 horas en junio y como mínimo 11,4 horas por día en diciembre, en ausencia de nubes. Sin embargo, la abundante nubosidad reduce las horas de sol astronómicamente posibles. Los meses más soleados son diciembre, enero, febrero, marzo y abril, con aproximadamente nueve horas de sol por día; los más



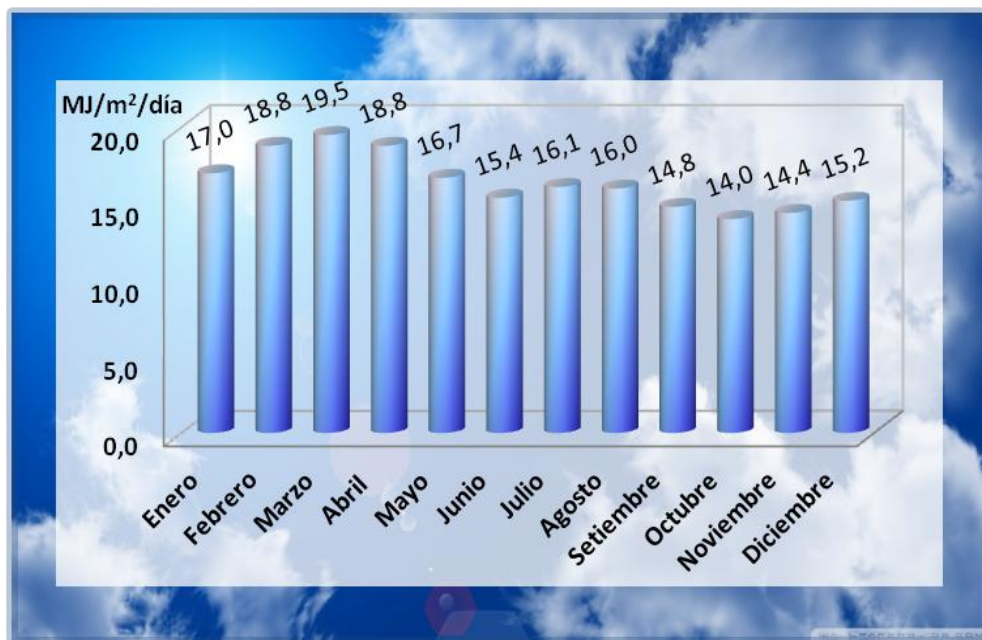
directa del Sol, la difundida por las nubes y por el cielo y, además, puede entrar la luz reflejada por algún otro objeto frente a la pared o ventana.

Un caso particular, pero de mucho interés práctico en el estudio de la energía solar, es medir la radiación total sobre una superficie horizontal "viendo" hacia arriba. En este caso puede considerarse que no existe radiación terrestre y se conoce también como radiación global.

Por tanto, la radiación global es la suma de la directa más la difusa. El instrumento más convencional para la toma de datos fiables es el piranómetro, que permite medir la intensidad de la radiación solar que incide sobre una superficie. Generalmente, se monta horizontalmente midiendo la radiación solar horizontal total.

También puede medirse sólo la radiación difusa si se obstruye la radiación directa en su recorrido aparente mediante un estrecho anillo convenientemente situado.

Otro instrumento más sofisticado es el pirheliómetro, que mide la radiación directa normal, por lo que es necesario enfocarlo directamente al sol en su movimiento. Este aparato de precisión permite estudiar bandas del espectro mediante el uso de filtros.



**Figura 11. Promedio mensual de radiación solar global en la estación Liberia, período 1969-2004, 2010-2012.**

En la Figura 11 se presenta la radiación solar global promedio mensual registrada en la estación mecánica (1969-2004) y automática (2010-2012) en Liberia. De los valores promedio mensuales puede observarse que hay una variación de estos entre 14,0 a 19,5 MJ/m<sup>2</sup>/día a lo largo del año. En los meses de mayor radiación (febrero, marzo y abril), se reciben aproximadamente 19,0 MJ/m<sup>2</sup>/día, y en los meses de menor radiación (octubre noviembre) se registran entre 14,0 y 14,4 MJ/m<sup>2</sup>/día respectivamente. La Figura 12 representa la distribución promedio de la radiación solar global en el cantón de Liberia.

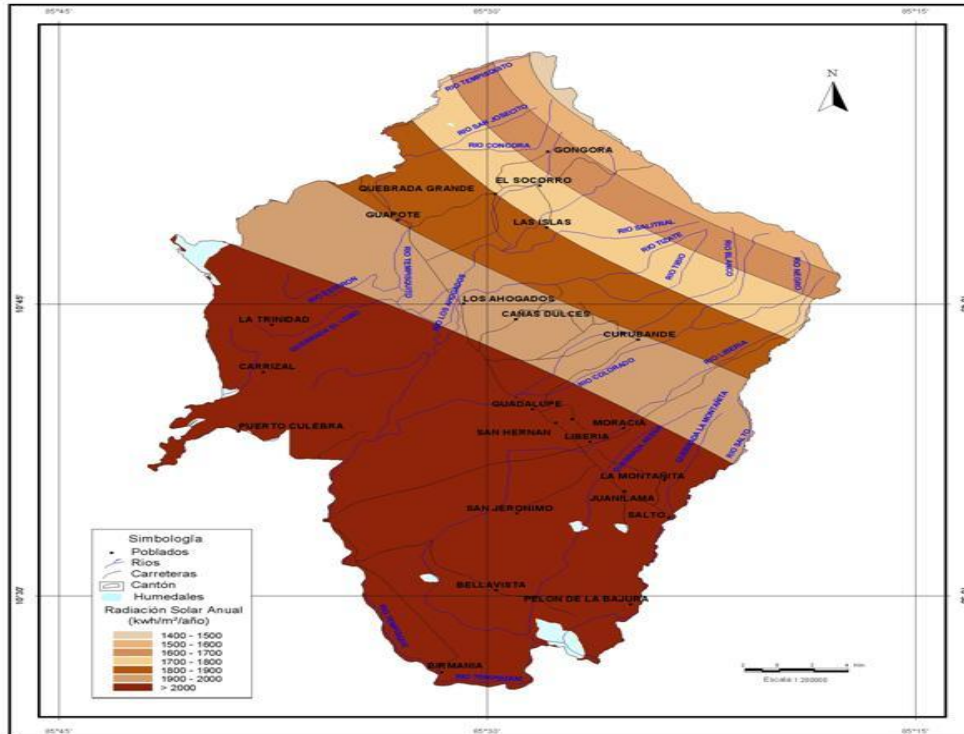


Figura 12. Distribución promedio de la radiación solar global en el cantón de Liberia.

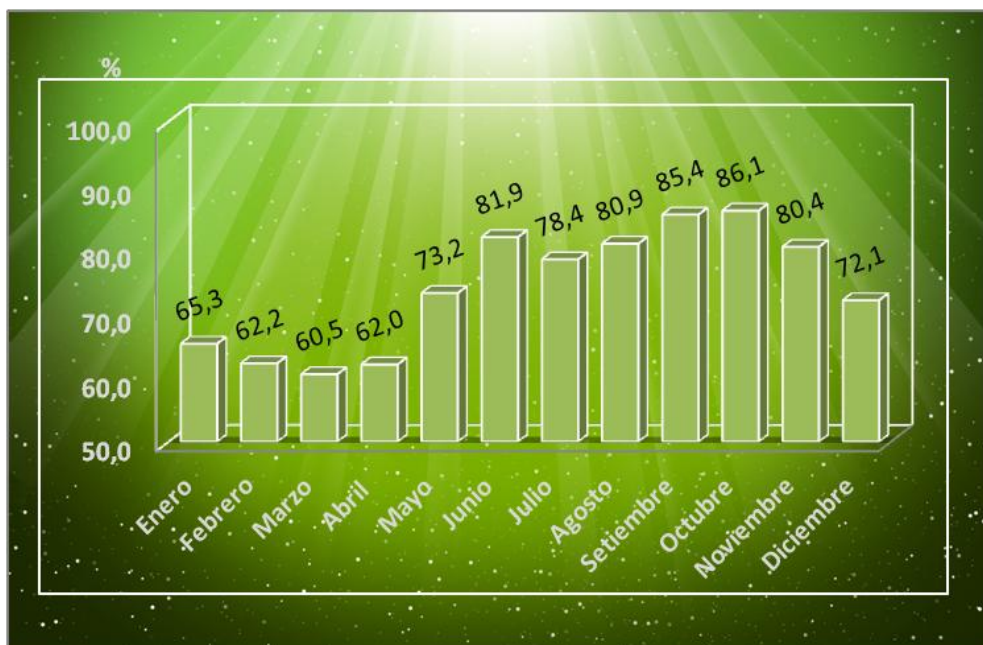
## 2.5 Humedad relativa

El aire contiene en mayor o menor proporción una determinada cantidad de agua bajo la forma gaseosa o de vapor de agua. Esta cantidad puede ser medida y expresada en distintas formas para indicar el grado de humedad del aire, Las partículas de vapor de agua presentes en el aire poseen una masa y por consiguiente tienen un peso. Si establecemos la relación porcentual entre el contenido real o actual de humedad y el contenido máximo admisible a una temperatura dada, estaremos expresando el grado de humedad de la masa bajo la forma conocida como humedad relativa. La humedad relativa se expresa siempre en porcentaje y su valor difícilmente puede exceder el 100%.

La humedad relativa es útil como indicador de la evaporación, transpiración y probabilidad de lluvia convectiva. En prácticas agrícolas, principalmente cuando se manejan hortalizas y frutas, el manejo de la humedad relativa del ambiente de almacenamiento es muy importante. La pérdida de agua del producto se asocia generalmente con una pérdida de calidad, debido a que puede haber cambios visuales, tales como el marchitamiento o arrugado, así como cambios de textura. Vale la pena recordar que la pérdida de agua no siempre es indeseable; por ejemplo, es recomendable si el producto se destina a la deshidratación o al enlatado.

La humedad relativa durante el mes más seco alcanza un valor promedio diario de 60,5 % (marzo), y sube a 86,1% durante el mes más lluvioso (octubre). En la Figura 13 se muestran los valores promedio mensual de humedad relativa para el período 1976-2013.





**Figura 13. Promedios mensuales de humedad relativa en la estación Liberia, periodo 1976-2013.**

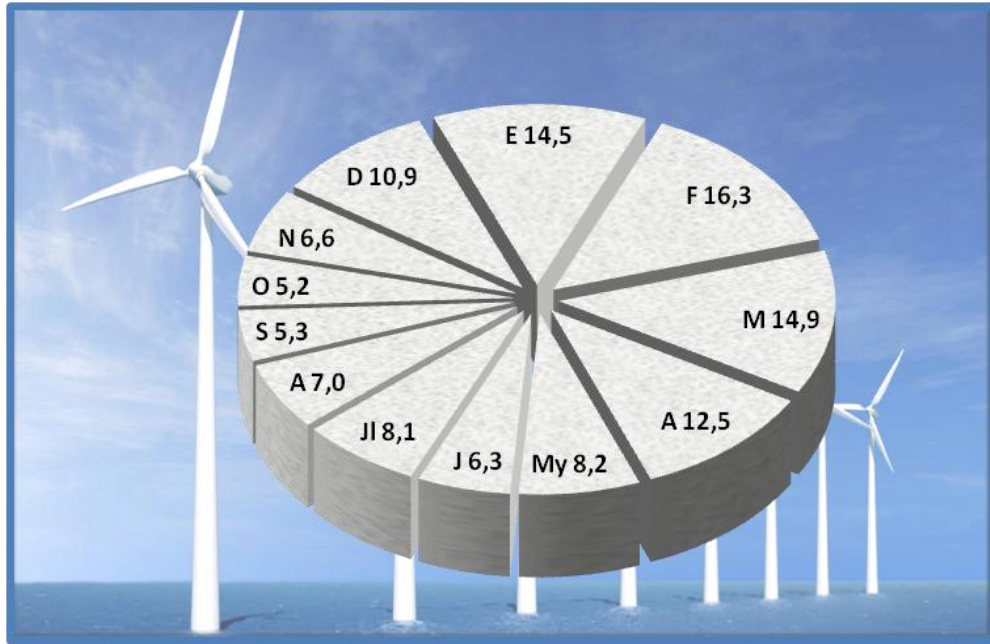
## 2.6 Viento

El viento es el aire en movimiento y, como tal, tiene dirección y velocidad. La dirección se indica por el punto de donde procede, la velocidad es la distancia recorrida por una partícula de aire en la unidad de tiempo (m/s, km/h, nudo). La velocidad del viento se mide por medio de instrumentos llamados anemómetros y la dirección del mismo se observa con la ayuda de la veleta.

Los vientos formados en la atmósfera terrestre pueden adquirir distintas velocidades, desde una simple brisa, a tornados y huracanes, dependiendo de las condiciones ambientales. Es generado por las diferencias de temperatura que existen en la Tierra. Los océanos y otras grandes masas de agua se calientan y se enfrían a diferentes velocidades que las grandes masas de tierra. Esto causa unas diferencias en la presión que se llaman gradientes de presión. El aire se mueve de áreas de alta presión hacia áreas de baja presión, lo cual crea el viento.

La energía del viento se emplea ampliamente en la agricultura, principalmente en la utilización de motores eólicos y molinos de viento. Por otra parte, el viento constituye uno de los factores climáticos que afectan el desarrollo de las plantas, la propagación de semillas, esporas, polen, etc. Las corrientes de viento interfieren con la actividad y distribución de los insectos, la propagación de enfermedades criptogámicas (que se reproducen por esporas), el volcamiento de cultivos, la erosión eólica, así como en los procesos de evaporación desde la superficie del suelo y en la transpiración de las plantas.

En esta zona, de acuerdo a la Figura 14, podemos observar el valor promedio mensual de la velocidad del viento en km/h. La dirección predominante del viento a lo largo del año es del Este.



**Figura 14. Promedios mensuales de velocidad de viento (km/h) en la estación Liberia, período 1977-2013.**

En los meses que van de diciembre hasta abril se ha encontrado que el valor promedio es de 13,8 km/h, mientras que de mayo a noviembre éste es en promedio de 6,7 km/h. En setiembre y octubre se dan las velocidades promedio mensuales más bajas de 5,3 y 5,2 km/h respectivamente. Algunos valores de ráfagas que se han registrado alcanzan los 70 km/h y en los meses de la época seca se ha superado este valor. También puede notarse un incremento de la intensidad del viento promedio durante el mes de febrero, el cual coincide con la temporada de frentes fríos.

## 2.7 Balance hídrico en el suelo

El término balance hídrico se refiere al balance existente entre la cantidad de agua recibida por medio de la precipitación y la pérdida de agua debido a la evapotranspiración. Por medio de la comparación de la marcha estacional de la precipitación con relación a la evapotranspiración, puede calcularse la magnitud de otros parámetros de humedad que se encuentran relacionados, tales como el exceso o la deficiencia de agua, el almacenaje de humedad del suelo y el escurrimiento del agua.

El conocimiento de los elementos del balance hídrico resulta de mucha importancia en los planteamientos y soluciones de múltiples problemas económicos y sociales. Es así como en diferentes campos de estudio como la planificación hidráulica, el riego, la conservación de recursos naturales, la planificación agrícola, entre otros, se considera de mucho interés cualquier intento que se realice para obtener una valoración de los elementos del balance hídrico.

El material básico con que se cuenta son las observaciones pluviométricas diarias. La dificultad de mediciones rutinarias de la evapotranspiración hace que por lo general se recurra a su estimación en función de otros elementos meteorológicos. El cálculo de la evapotranspiración potencial mensual por medio del método de Hargreaves se presenta en el Cuadro 8.

Tomando la expresión de la fórmula de Hargreaves más frecuentemente utilizada en la literatura, con un coeficiente empírico medio (KT) de 0,17 se obtiene.

$$ETP = 0,0023(T_{med.} + 17,78) * R_o * (T_{máx.} - T_{mín.})^{0,5}$$

Donde:

ETo = evapotranspiración potencial diaria en mm/día Tmed. = temperatura media diaria en °C

Ro = Radiación solar extraterrestre en mm/día (tabulada)

Tmáx. = temperatura diaria máxima en °C

Tmín. = temperatura diaria mínima en °C

**Cuadro 8. Evapotranspiración potencial mensual (mm) en la estación Liberia.**

Mes	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
<b>Evap.</b>	178,1	178,3	215,5	215,4	205,0	173,8	183,7	184,6	172,3	168,1	156,7	165,6

Fuente: IMN

Conociendo la evapotranspiración potencial (ETP) y la precipitación (P) mensual de un lugar, es posible efectuar un balance hídrico general para el cantón de Liberia. Con el fin de realizar los cálculos respectivos del balance hídrico, se considera en promedio para los suelos de esta zona una capacidad de campo (CC) de 300 mm, un punto de marchitez permanente (PMP) de 100 mm y un punto de humedad condicional (PHC) representado por el 75% de agotamiento de la diferencia entre CC y PMP (150 mm), como indicativo del momento adecuado para humedad suplementaria (HS) opcional (riego).

Para determinar los períodos de excesiva o insuficiente humedad, es necesario calcular la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Un valor negativo de P - ETP, indica la cantidad de precipitación que falta para satisfacer las necesidades potenciales de agua. Un valor positivo indica la cantidad de agua que excede. Los valores negativos de P - ETP representan una deficiencia hídrica potencial. El Cuadro 9 provee información sobre el comportamiento en el almacenamiento de agua del suelo en el cantón de Liberia bajo los supuestos establecidos previamente.

**Cuadro 9. Balance hídrico mensual climático en la estación Liberia.**

Mes	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
<b>P</b>	1,3	1,6	4,1	23,9	194,1	245,6	153,3	209,4	346,3	310,0	98,2	12,3
<b>T. media</b>	25,8	26,7	27,3	28,5	28,7	28,0	27,6	27,0	27,2	27,0	26,2	25,7
<b>T. máx</b>	35,2	36,2	37,0	37,7	36,7	34,5	34,4	34,4	33,8	33,4	33,4	34,3
<b>T. mín</b>	16,4	17,1	17,7	19,2	20,8	21,5	20,7	20,5	20,7	20,5	18,9	17,1
<b>Ro</b>	13,22	14,24	15,26	15,68	15,51	15,26	15,34	15,51	15,34	14,66	13,56	12,88
<b>ETP (mm)</b>	178,1	178,3	215,5	215,4	205,0	173,8	183,7	184,6	172,3	168,1	156,7	165,6
<b>Alm.</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,8	41,4	66,2	150,0	150,0	91,5	0,0
<b>Esc.</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,1	141,9	0,0	0,0

Fuente: IMN

Como puede observarse en el Cuadro 9, la región presenta en promedio excesos solamente durante los meses de setiembre y octubre bajo los supuestos edáficos establecidos en este trabajo.

El análisis de los excesos (escorrentía), a través del año hidrológico promedio, establece que en promedio (Cuadro 10) y bajo las condiciones climáticas del cantón de Liberia, la cantidad de humedad que se pierde por escorrentía acumulada es relativamente poca, en el caso de la actividad agrícola es más importante el déficit hídrico que se presenta desde enero a mayo y durante noviembre y diciembre.

**Cuadro 10. Escorrentía acumulada promedio mensual (mm) en la estación Liberia.**

Mes	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
<b>Esc.Ac.</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,1	232,0	232,0	232,0	232,0

Fuente: IMN