



Ministerio de Ambiente y Energía
Instituto Meteorológico Nacional



Departamento de Climatología e
Investigaciones Aplicadas

Series de
Brillo Solar
en Costa Rica



Ministerio del Ambiente, Energía
Instituto Meteorológico Nacional

SERIES DE BRILLO SOLAR EN COSTA RICA

Autores

Kristel Heinrich Bettoni; Depto. Climatología e Investigaciones Aplicadas.
Rafael Pacheco Cubero; Depto. de la Red de Estaciones y Procesamiento de Datos.
Manuel Solera Flores; Depto. Climatología e Investigaciones Aplicadas.
Minor Alfaro Hernandez; Depto. Climatología e Investigaciones Aplicadas.

Actualización

Estefanía Jiménez Rodríguez; Depto. Climatología e Investigaciones Aplicadas.

Diseño Gráfico

Paula Solano Mora

Año 2013

Tel. (506) 2222 5616 fax (506)2223 1837
Página web: <http://www.imn.ac.cr>

INTRODUCCIÓN

La radiación solar es la energía emitida por el Sol. El flujo de radiación recibido por la superficie terrestre es una de las variables más importantes de nuestro planeta. Depende principalmente de factores astronómicos como la traslación de la Tierra alrededor del Sol, la inclinación sobre su eje y la actividad solar, aunque también se ve afectada por factores locales tales como la cobertura nubosa o la absorción energética atmosférica. Es claro que la presencia de elementos topográficos tales como montañas, lagos o valles, son factores determinantes de la cantidad de radiación que recibe un lugar en cualquier época del año.

Como la radiación solar directa recibida por cualquier superficie depende de si el Sol ha estado descubierto o no, se puede tener una idea de cuánta radiación ha llegado al suelo si se conoce la cantidad de tiempo diario durante el cual el Sol estuvo en esta condición. De hecho, las nubes pueden reflejar o absorber hasta 90 por ciento de la energía incidente sobre ellas, por lo que son un factor determinante de la radiación que llega al suelo (Castro 1986). A la medición del tiempo en el cual un lugar ha recibido radiación directa se denomina heliofanía o brillo solar.

El concepto de heliofanía está asociado a diversos calificativos relacionados con la interpretación que se le dé al fenómeno. La heliofanía efectiva es el período de tiempo durante el cual el lugar ha recibido radiación solar directa, sin ser bloqueada por factores atmosféricos u otros obstáculos. La heliofanía teórica astronómica, para un lugar y fecha específicos, es el período de tiempo máximo durante el cual un lugar podría recibir radiación solar directa, sin ser obstaculizada por nubes o relieves topográficos. Ambos conceptos se pueden relacionar por medio de la heliofanía relativa, que es la razón entre la heliofanía efectiva y la teórica astronómica.

Para determinar la duración del brillo solar, se utiliza un instrumento llamado heliógrafo o heliofanógrafo. Este instrumento meteorológico está constituido básicamente por una esfera de vidrio de unos diez centímetros de diámetro, que actúa como lente convergente de los rayos solares, concentrándolos en un punto próximo a ella. La esfera se fija en un soporte cóncavo, hacia arriba, y es sostenida por medio de un par de tornillos (Figura 1). El soporte donde se coloca el instrumento debe ser nivelado y orientado con respecto al norte verdadero, no el magnético.

Debajo de la esfera, a la distancia focal, se coloca una banda de papel que es quemada por la concentración de los rayos solares incidentes producida por la esfera, de forma continua o discontinua, dependiendo de la cobertura nubosa existente. Esto permite calcular el número de horas de Sol, o tiempo que el Sol ha brillado con intensidad suficiente para quemar la banda. En la banda se encuentran marcadas las horas y medias horas, lo que permite leer las horas y décimos de hora. Cada décimo equivale a seis minutos; por ejemplo: 2.3 horas de Sol equivalen a dos horas y dieciocho minutos (IMN 1992).

Se usa tres tipos distintos de bandas para adecuar las mediciones según la época del año y el camino recorrido por el Sol (Figura 2). En el Hemisferio Norte, desde el comienzo de marzo hasta mitad de abril; y desde inicio de setiembre hasta mediados de octubre (alrededor de cada equinoccio) se utilizan bandas rectas, llamadas bandas equinociales.



Figura 1. Heliógrafo.

Desde mediados de octubre hasta fin de febrero se utilizan bandas curvas cortas, y durante el resto del año, desde mediados de abril hasta agosto, se usan bandas curvas largas. En el Hemisferio Sur se debe invertir el uso de las bandas en los períodos definidos arriba.

Es importante que el heliógrafo no sea interferido por barreras cercanas u otros obstáculos del terreno. Se debe colocar con su base completamente nivelada a la altura de un metro, sin alteración por viento, humedad, temperatura o cercanía de elementos que puedan bloquear la incidencia de los rayos solares. Además, para que los rayos del Sol alcancen el heliógrafo sin impedimento alguno causado por el instrumento mismo, éste se debe colocar de forma paralela al eje terrestre, y se debe hacer coincidir la escala de latitudes en su montura con la latitud real del lugar.

El brillo solar, al ser la medida de la cantidad de horas que el suelo recibe radiación solar directa, tiene aplicaciones prácticas que incumben a una gran variedad de disciplinas. La energía solar

es un recurso natural, por lo que el conocimiento de su disponibilidad diaria por distribución geográfica y a lo largo del año permite la adecuada planificación de actividades relacionadas con ella, así como su uso racional (Castro 1986).

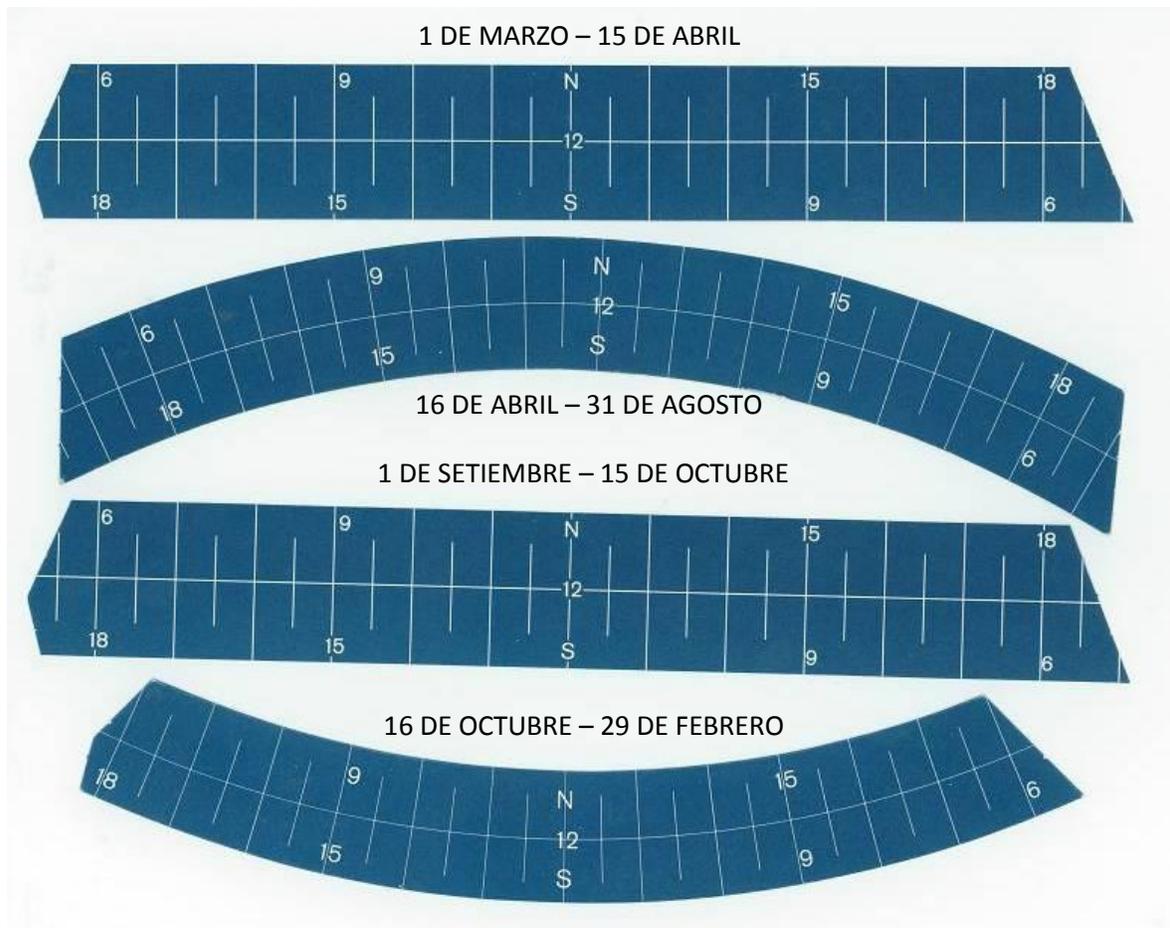


Figura 2. Bandas de Heliógrafo.

De hecho, de todas las fuentes energéticas, la energía solar es el recurso explotable más grande. Las estimaciones indican que la energía solar provee más energía a la Tierra en una hora que todas las otras fuentes energéticas usadas por el ser humano durante todo un año (Lewis 2006). Es por esta razón, y en vista del carácter intermitente del recurso, que la ciencia ha procurado dar grandes avances para promover el uso de la energía solar como fuente renovable, limpia y ampliamente disponible.

En la meteorología, la medición de la heliofanía contribuye al estudio de los cambios energéticos, espaciales y temporales en el sistema Tierra – atmósfera. También es importante

en actividades propias de la disciplina, tales como la elaboración de pronósticos locales o investigación científica.

En la biología, a menudo se asocia la heliofanía con cambios en el ciclo reproductivo de algunos animales, ya que períodos de brillo solar diario más largos pueden predecir la llegada de estaciones climáticas favorables para promover el éxito reproductivo.

Es de suma importancia para la agricultura, ya que el proceso fotosintético de las plantas está dado por la cantidad de radiación que reciben: las especies vegetales en desarrollo tienen un umbral de temperatura en la cual sus procesos internos se optimizan. Al facilitarle a la planta un ambiente que le permita desarrollar adecuadamente su proceso fotosintético, se puede ayudar a optimizar su capacidad productiva.

Por otro lado, el estudio de la heliofanía en la arquitectura ha cobrado fuerza como elemento indispensable en la investigación de las necesidades y capacidades de iluminación natural de los edificios. Las construcciones se deben adecuar para conformar espacios que utilicen de forma racional y eficiente los recursos disponibles, incluyendo la iluminación natural. Los beneficios del uso adecuado de los recursos en la arquitectura incluyen promover la calidad de vida de los usuarios, así como la mitigación de los efectos negativos de la urbanización sobre el clima, incluyendo la emisión de gases de efecto invernadero.

A continuación, el lector podrá encontrar una serie de tablas, gráficos y mapas de brillo solar medido en horas. La información está dividida por cada una de las regiones climáticas de Costa Rica: Pacífico Norte, Pacífico Central, Pacífico Sur, Región Valle Central, Zona Norte y Región Caribe.

Los cuadros despliegan los promedios mensuales de brillo solar medidos en cada estación meteorológica, tomando en cuenta los años de servicio de cada estación. Los gráficos muestran los promedios de brillo solar mensual de todas las estaciones dentro de cada región climática. Los mapas muestran las isolíneas de brillo solar en horas para el territorio nacional, tanto anualmente como para los meses representativos de las épocas seca y lluviosa. En ellos, y tomando en cuenta ambos rangos del espectro, las zonas gris oscuro representan áreas con menos de dos horas de brillo solar diario, mientras que en las regiones amarillo fuerte, hay más de cinco horas de brillo solar diario en promedio.

La información presentada en este informe permite ubicar las zonas donde la cantidad de horas de sol diarias son altas o bajas, de acuerdo con la época del año, así como, a través de los mapas, extrapolar las estimaciones a zonas donde no existen estaciones meteorológicas.

ANÁLISIS CLIMÁTICO

A continuación, se presenta una breve introducción sobre los factores que afectan el clima en Costa Rica, con el fin de orientar al lector en la interpretación de las figuras contenidas en este documento.

Los modificadores climáticos más importantes para Costa Rica son los vientos del noreste (alisios), la migración estacional de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), los episodios de ciclones tropicales en el Caribe, y la afectación por frentes fríos provenientes del norte durante el invierno (Waylen 1996). Todos estos fenómenos contribuyen a modular la nubosidad y precipitación en nuestro territorio y, en consecuencia, la cantidad de horas de sol disponibles en cada región y época del año.

Los vientos alisios varían en intensidad de acuerdo con la estación del año, y son más intensos durante el verano boreal (verano del Hemisferio Norte), ocasionando un aumento en la precipitación sobre la costa caribeña.

La ZCIT es un cinturón de baja presión localizado en la región ecuatorial, formado por la convergencia de aire de latitudes al norte y al sur. La ZCIT migra latitudinalmente de acuerdo con la época del año, y al ser una zona de bajas presiones, se manifiesta en forma de nubosidad y precipitación intensificada. Su proceso de migración hacia el norte es uno de los factores más importantes en el régimen de precipitación del Pacífico, aunque durante los meses de julio o agosto, ocurre una disminución relativa de la intensidad de la precipitación por la intensificación de los vientos alisios. A este fenómeno se le conoce como “veranillo” o “canícula”, y resulta en un máximo de precipitación a lo largo del Caribe y un mínimo relativo en el Pacífico (Magaña et al. 1999). Es decir, en regiones con influencia pacífica, el patrón de nubosidad responde al carácter bimodal del patrón de lluvias en Costa Rica.

La temporada de ciclones ocurre entre junio y noviembre y, aunque es cierto que muy pocos ciclones hacen contacto directo con tierras nacionales, su presencia sí distorsiona los flujos de vientos en la zona, provocando aguaceros a lo largo de la costa pacífica. Además, los frentes fríos afectan el territorio nacional durante el invierno boreal. Bajan de altas latitudes, adquiriendo humedad en su paso por el Golfo de México y Mar Caribe, y ocasionando períodos de nubosidad y aguaceros a lo largo de la costa Caribe principalmente.

La orientación noroeste – sureste del sistema montañoso que divide a Costa Rica ocasiona que las dos vertientes del país, Pacífica y Caribe, presenten regímenes propios de precipitación y temperatura con características particulares de distribución espacial y temporal (IMN 2008). Los regímenes de ambas costas se encuentran fuera de fase entre sí, y reflejan la dominancia estacional cambiante de los varios mecanismos generadores de lluvia (Waylen 1996).

El Régimen Pacífico posee una época seca y una lluviosa bien definidas. La época seca, correspondiente con el invierno boreal, se extiende desde diciembre hasta marzo, siendo marzo el mes más seco y cálido. Abril es un mes de transición, mientras que la época lluviosa se extiende desde mayo hasta octubre, siendo noviembre el otro mes de transición (IMN 2008).

Por el contrario, el Régimen Caribe no presenta una estación seca tan marcada ya que las lluvias se mantienen durante todo el año, aunque sí se presentan dos períodos relativamente secos, uno entre febrero y marzo, y el otro entre setiembre y octubre.

Los factores moduladores del clima mencionados afectan la nubosidad y, en consecuencia, la heliofanía en cada región. En el gráfico de Promedio de Brillo Solar del Pacífico Norte, se muestra como la cantidad diaria de horas de sol posee un máximo entre enero y marzo, durante la época seca.

El mismo patrón se evidencia en el Pacífico Central y Sur, aunque la duración de la estación seca sea más corta, debido a la mayor influencia y presencia más larga de la ZCIT sobre la región.

La Región del Valle Central, por el contrario, presenta influencia de ambas vertientes. Aunque en las partes bajas del Valle Occidental se encuentra un clima más seco y cálido, característico del Pacífico, las partes medias del valle poseen un clima templado, mientras que las zonas altas de la cordillera se presentan condiciones más lluviosas y nubladas, características de los climas de montaña. Es por esto que el gráfico Promedio de Brillo Solar de la Región Valle Central muestra una marcada época seca desde noviembre hasta mayo, aunque las horas de sol diarias en promedio no son tan altas como en, por ejemplo, el Pacífico Norte, ya que la Región Valle Central es más susceptible a presentar episodios de nubosidad o precipitación durante el invierno boreal producto del descenso de los frentes fríos. Adicionalmente, la canícula o veranillo no es tan marcado ya que, en promedio, la Región Valle Central recibe influencia de nubosidad por convección local, precipitación en las laderas de las cordilleras, además de la presencia de la ZCIT durante la época lluviosa.

Por otro lado, la Zona Norte y región Caribe, ambas pertenecen al régimen de precipitación del Caribe. Son regiones lluviosas todo el año, aunque ocurren mínimos relativos de precipitación de febrero a abril, y luego en octubre. Nótese, por ejemplo, que los gráficos de Promedio de Brillo Solar para la Zona Norte y para el Caribe evidencian que la cantidad promedio máxima de horas de sol diarias no sobrepasa las seis horas, en el Pacífico Norte, las horas diarias de sol durante la época seca se acercan a las diez horas diarias. El régimen de precipitación del Caribe es fuertemente influenciado por la presencia todo el año de los vientos alisios cargados de humedad, los cuales, al interactuar con la orografía de la zona, producen nubosidad y precipitación.

Adicionalmente, el presente documento incluye un mapa de brillo solar anual, así como de los meses de marzo, representativo de la época seca, y de junio, representativo de la época

lluviosa. Los mapas permiten extrapolar la información obtenida por medio de las estaciones meteorológicas a todo el país.

Por medio del presente documento, el Instituto Meteorológico Nacional mantiene su misión, como entidad científica-técnica especializada en tiempo, clima y agua, de promover la cultura meteorológica a través de la educación y divulgación, además de proveer información meteorológica que pueda ser orientada a apoyar, entre otros, la producción agrícola, el turismo y otros sectores productivos, así como la prevención y mitigación de desastres de origen hidrometeorológico, todo en un marco de eficiencia y eficacia y de los principios del desarrollo humano sostenible.

ÍNDICE DE CUADROS

Resumen de la Zona Norte.....	11
Resumen de la región Pacífico Norte.....	12
Resumen de la región Pacífico Central.....	13
Resumen de la región Pacífico Sur.....	14
Resumen de la región Valle Central.....	15
Resumen de la región Caribe.....	16
Resumen General.....	17
Estaciones Meteorológicas utilizadas en el estudio.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

HELIÓGRAFO.....	4
BANDAS DE HELIÓGRAFO.....	5
PROMEDIO DE BRILLO SOLAR EN LA ZONA NORTE.....	11
PROMEDIO DE BRILLO SOLAR EN LA REGIÓN PACÍFICO NORTE.....	12
PROMEDIO DE BRILLO SOLAR EN LA REGIÓN PACÍFICO CENTRAL.....	13
PROMEDIO DE BRILLO SOLAR EN LA REGIÓN PACIFICO SUR.....	14
PROMEDIO DE BRILLO SOLAR EN LA REGIÓN VALLE CENTRAL.....	15
PROMEDIO DE BRILLO SOLAR EN LA REGIÓN CARIBE.....	16
BRILLO SOLAR, PROMEDIO POR REGIÓN.....	17
BRILLO SOLAR PROMEDIO ANUAL POR REGIÓN.....	18

ÍNDICE DE MAPAS

BRILLO SOLAR ANUAL EN COSTA RICA.....	19
BRILLO SOLAR PROMEDIO EN MARZO, COSTA RICA.....	20
BRILLO SOLAR PROMEDIO EN JUNIO, COSTA RICA.....	21
ESTACIONES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO.....	22

RESUMEN

ZONA NORTE

NUMERO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	ESTACIÓN
69528	6,5	7,1	6,9	6,5	4,9	3,6	4,2	4,2	3,6	3,6	3,7	5,3	5,0	Palmira (1973-1983)
69529	5,6	5,2	5,9	5,8	4,7	3,5	3,3	4,3	4,4	4,0	3,3	3,8	4,4	Boca Arenal (1992-1999)
69538	5,0	5,8	6,7	6,2	5,1	3,9	2,9	3,5	3,9	4,2	4,1	4,1	4,6	Upala (1984-1995)
69539	4,1	3,8	3,8	3,1	3,1	2,3	2,4	2,5	2,9	2,3	2,6	3,6	3,1	Río Los Ángeles Cariblanco (1979-1990)
69579	5,1	5,9	5,9	5,3	4,1	3,3	3,0	3,3	3,7	3,5	3,0	3,8	4,1	Santa Clara (1987-2012)
69593	6,6	7,7	8,4	7,6	6,1	4,5	3,9	4,3	4,3	5,0	5,4	5,7	5,8	Hacienda Alemania (1980-1995)
69594	2,8	3,6	4,9	5,0	3,8	2,6	1,8	2,1	2,6	2,8	2,6	2,2	3,1	Finca El Ensayo (1983-1993)
69629	4,9	5,2	5,4	5,3	3,3	3,5	3,5	3,8	4,7	4,4	3,6	3,6	4,3	La Rebusca (1993-2009)
69637	3,9	4,9	4,6	4,4	3,4	2,9	3,1	2,8	3,8	3,1	2,6	2,8	3,5	Río Cuarto de Grecia (1998-2011)
PROM	4,9	5,4	5,8	5,4	4,2	3,3	3,1	3,4	3,7	3,6	3,4	3,8	4,1	

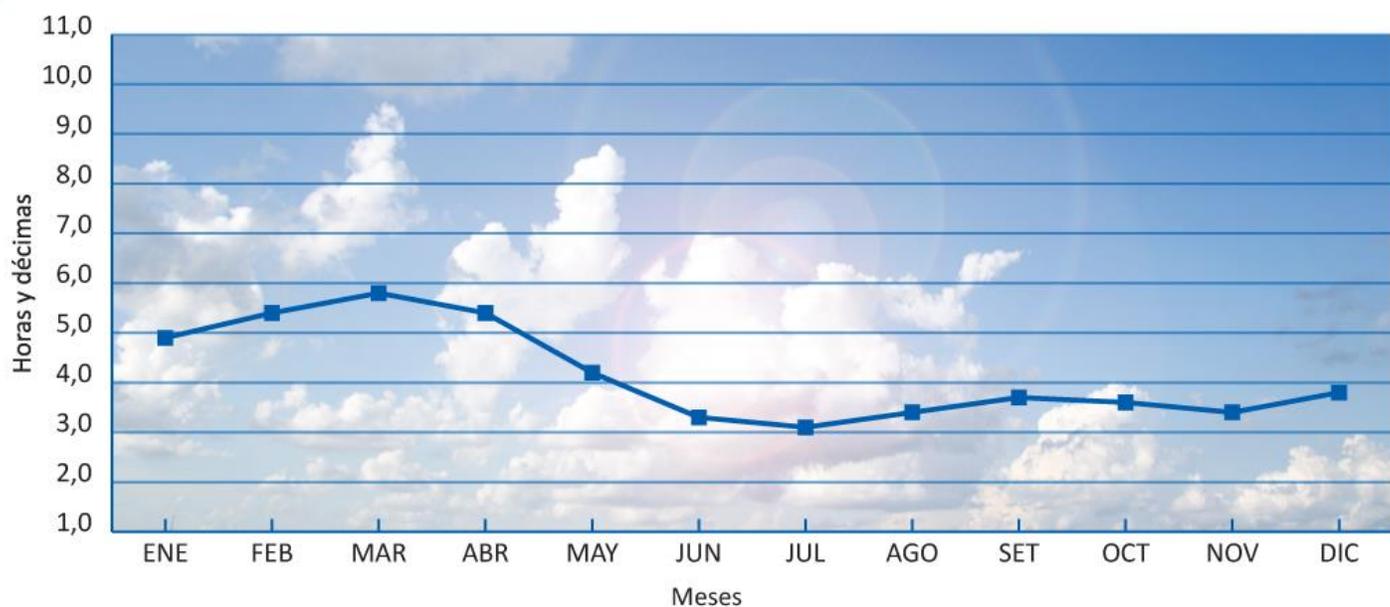


Figura 3. Promedio de Brillo Solar en la Región Zona Norte.

RESUMEN

PACIFICO NORTE														ESTACIÓN
NUMERO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
72101	8,7	9,2	8,5	8,1	6,1	4,9	5,8	5,8	4,8	4,9	6,0	7,9	6,7	Nicoya (1971-1983)
74003	9,8	10,0	9,7	8,8	6,8	5,9	5,9	5,9	5,2	6,0	7,4	8,8	7,5	Santa Cruz (1984-1995)
74020	9,6	9,8	9,8	8,9	6,6	5,6	6,0	5,9	5,3	5,5	6,8	8,4	7,4	Liberia (1976-2012)
74006	9,1	9,6	9,7	8,6	6,7	5,6	6,0	6,1	5,4	5,7	6,6	8,0	7,3	La Guinea (1985-2007)
76005	8,8	9,3	9,0	8,5	6,0	5,9	4,8	5,3	4,8	5,6	6,2	7,4	6,7	La Pacífica (1971-78; 1991-95)
76041	9,4	9,9	9,8	8,7	6,5	5,5	5,6	5,6	5,3	5,5	6,4	8,1	7,2	Ingenio Taboga (1984-2012)
78003	8,5	8,9	9,1	8,3	6,3	5,3	5,1	5,4	5,3	5,4	5,8	7,4	6,7	Puntarenas (1970-2000)
78008	9,3	9,7	9,4	8,6	6,4	5,1	5,5	5,7	5,1	5,3	6,4	8,1	7,1	Taboga (1971-1984)
PROM	9,2	9,6	9,4	8,6	6,4	5,5	5,6	5,7	5,2	5,5	6,5	8,0	7,1	

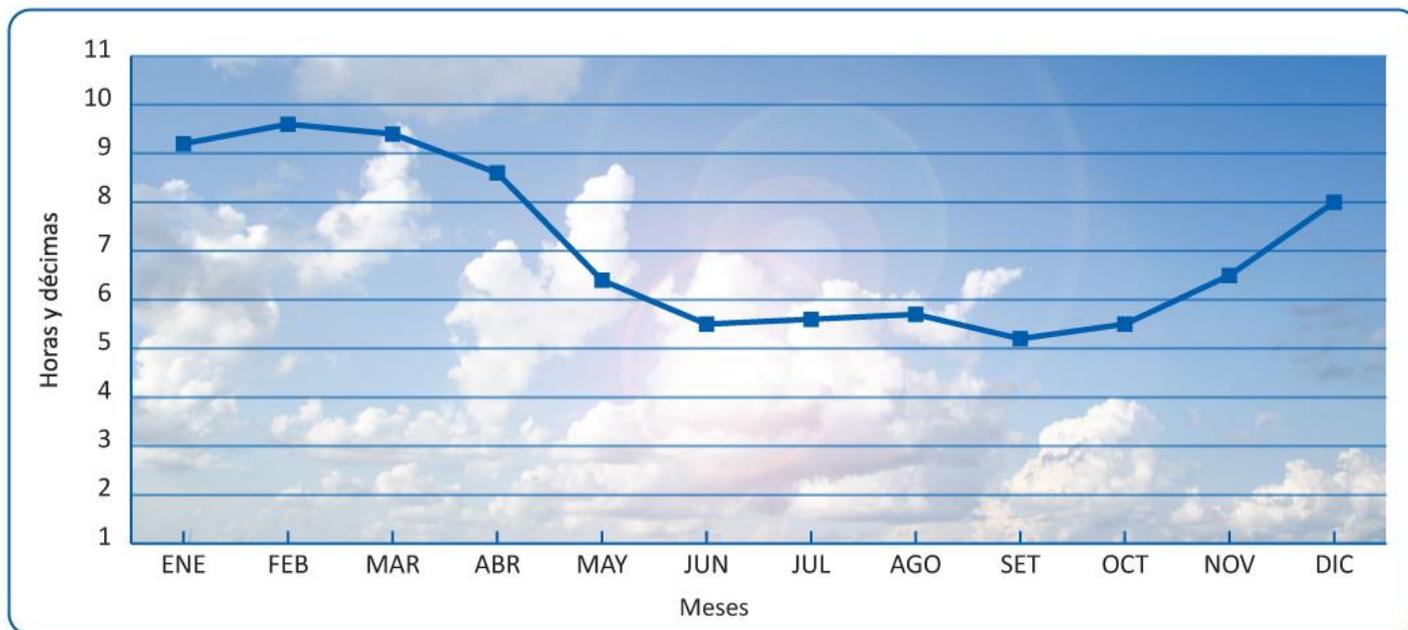


Figura 4. Promedio de Brillo Solar en la Región Pacífico Norte.

RESUMEN

PACIFICO CENTRAL														ESTACIÓN
NUMERO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
90009	7,3	8,2	8,2	6,9	5,1	4,4	4,2	4,5	4,6	4,4	4,3	5,8	5,7	Damas (1984-2012)
96001	5,0	6,2	5,7	4,3	2,9	2,5	2,3	2,3	2,3	2,2	2,3	3,7	3,5	Tinamaste (1982-1992)
PROM	6,1	7,2	7,0	5,6	4,0	3,5	3,3	3,4	3,5	3,4	3,3	4,8	4,6	

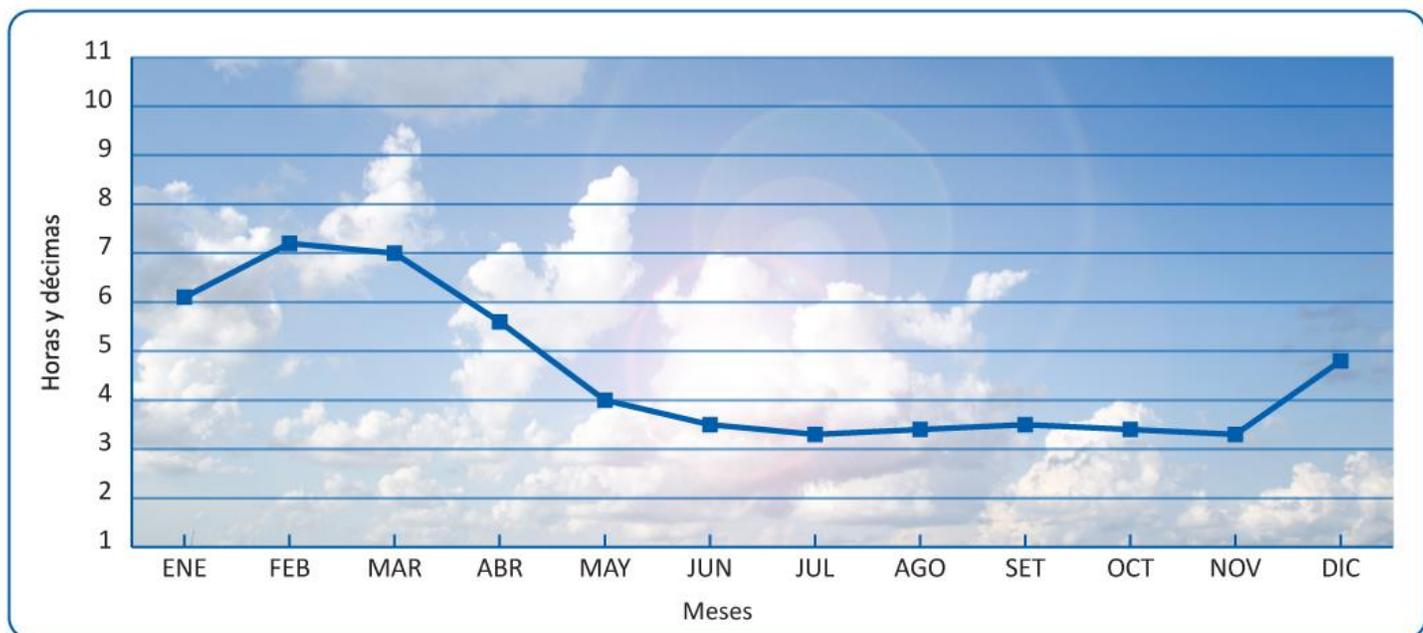


Figura 5. Promedio de Brillo Solar en la Región Pacifico Central.

RESUMEN

PACIFICO SUR														ESTACIÓN
NUMERO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
98002	8,6	9,1	8,0	6,6	5,4	4,6	4,6	4,6	4,4	4,4	4,9	7,0	6,0	Palmar Sur (1974-1994)
98022	6,9	7,7	7,0	6,0	4,5	3,3	3,9	4,1	3,7	3,8	4,1	5,6	5,1	La Pinera (1972-1984)
98006	7,5	8,1	7,4	5,8	4,3	3,7	3,7	4,1	3,8	3,8	4,0	5,7	5,2	Volcán (1985-2003)
98009	6,9	7,8	6,4	5,6	4,5	4,0	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2	5,4	5,1	Repunta (1962-1981)
98024	7,8	8,6	7,8	6,1	4,7	4,1	4,1	4,1	4,0	4,4	4,7	6,6	5,6	INA PZ (1984-1994)
98027	7,7	8,3	7,6	5,9	4,3	3,7	3,6	3,9	3,9	3,7	4,0	5,8	5,2	PINDECO (1985-95;1998-12)
100035	8,2	8,8	7,6	5,8	4,9	4,1	4,1	4,1	4,1	4,3	4,9	6,7	5,6	Coto 47 (1984-87;1989-95)
PROM	7,7	8,3	7,4	6,0	4,6	3,9	4,0	4,2	4,0	4,1	4,4	6,1	5,4	

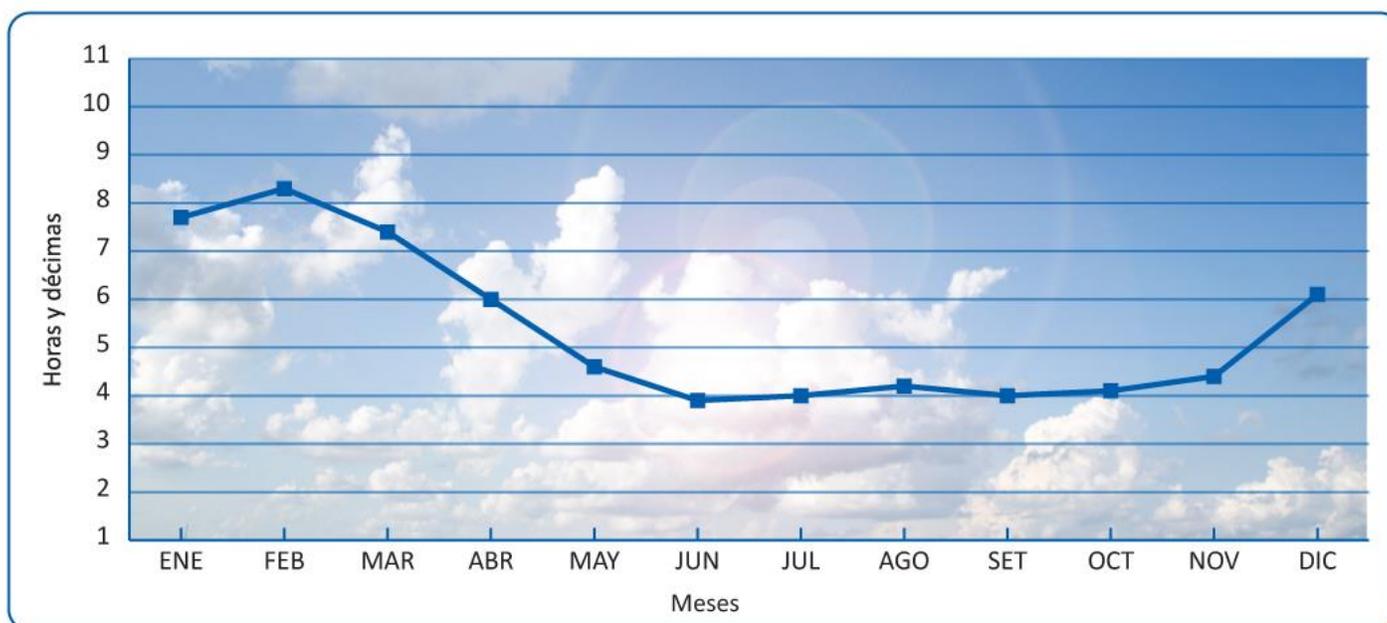


Figura 6. Promedio de Brillo Solar en la Región Pacífico Sur.

RESUMEN

REGION VALLE CENTRAL

NUMERO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	ESTACIÓN
73018	6,4	6,6	6,8	6,1	4,7	4,2	3,9	4,3	4,5	4,2	4,0	5,2	5,1	Linda Vista El Guarco (1988-93;2005-2012)
73048	6,4	6,6	6,9	6,2	4,9	4,7	4,3	4,8	5,0	4,5	4,1	5,2	5,3	Dulce Nombre (1994-95;1997-2012)
73076	5,0	5,8	6,0	5,1	4,0	3,4	3,4	3,8	3,8	3,4	3,9	4,4	4,3	INCSA Agua Caliente (1966-1974)
84021	9,1	9,4	9,1	8,0	5,9	4,8	4,9	5,0	4,9	5,2	5,7	7,7	6,6	Aeropuerto J. S. (1971-82; 1985-98)
84023	9,0	9,5	9,0	7,9	6,0	4,9	4,9	5,1	4,9	5,1	5,7	7,6	6,6	Fabio Baudrit (1962-2002)
84030	8,1	8,5	8,2	6,5	4,2	3,1	3,3	3,5	3,2	3,2	4,1	6,1	5,2	Fraijanes (1976-2012)
84074	8,1	8,2	8,2	7,0	5,0	3,9	4,1	4,2	4,0	4,3	4,8	6,4	5,7	Aeropuerto Pavas (1976-2002)
84111	8,8	8,9	8,9	7,8	5,1	4,1	4,4	4,4	4,2	4,4	5,0	7,4	6,1	Santa Lucía (1983-2000)
84115	6,7	7,5	7,9	7,0	4,7	3,9	3,7	3,8	4,0	4,2	4,6	5,3	5,3	Sabanilla (1982-1994)
84125	6,7	7,4	7,2	5,4	3,2	3,0	3,2	3,3	3,3	2,9	3,4	5,4	4,5	Finca 3 Llano Grande (1987-2012)
84149	7,5	8,6	7,9	6,2	3,8	3,2	3,8	3,7	3,4	3,1	3,9	5,5	5,1	Berlín (1997-2008)
PROM	7,4	7,9	7,9	6,7	4,7	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,5	6,1	5,4	

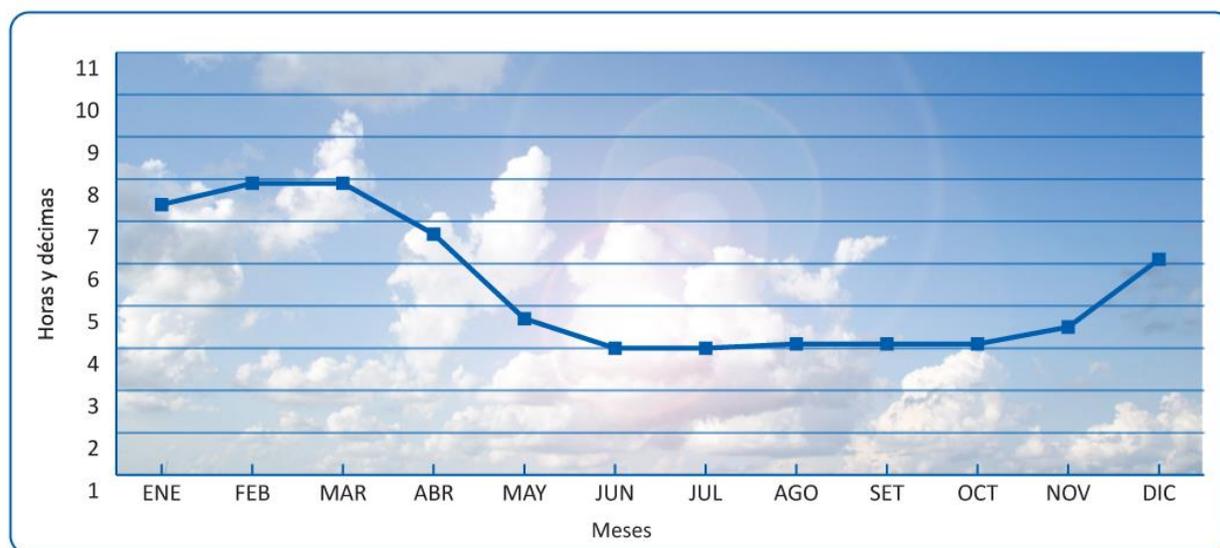


Figura 7. Promedio de Brillo Solar en la Región Valle Central.

RESUMEN

REGION CARIBE														ESTACIÓN
NUMERO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
71002	4,6	5,1	5,5	5,2	4,4	3,7	3,5	4,0	4,7	4,3	3,7	3,8	4,4	La Mola (1980-2011)
71005	4,8	5,0	5,1	5,1	4,3	4,0	3,5	3,9	4,3	4,2	3,7	4,1	4,3	Río Frío (1987-93;2005-2012)
73008	4,6	4,6	5,0	4,9	4,1	3,5	3,6	4,1	4,3	4,3	4,2	4,2	4,6	La Margarita (1976; 1979-90)
73010	4,6	5,1	5,3	5,1	4,7	4,0	3,8	4,2	4,6	4,7	4,3	4,1	4,5	Turrialba CATIE (1958-66;1970;1974-91)
73013	4,6	4,7	4,7	4,6	4,1	2,9	2,9	3,5	3,8	3,7	3,6	4,1	3,9	Los Diamantes (1971-1996)
73021	4,4	4,6	5,0	4,6	3,4	3,5	3,4	3,9	4,1	4,6	3,8	4,2	4,1	MACALOHA (1989-1997)
73022	5,0	5,5	5,9	4,8	3,6	3,7	3,6	3,8	4,1	3,8	3,7	4,0	4,3	Pacayas (1987-2005)
73049	4,6	5,0	5,5	5,1	4,3	3,7	3,6	4,1	4,7	4,3	3,5	3,9	4,7	La Mola 2 (1992-2011)
73081	7,4	8,1	8,0	6,4	4,7	3,2	3,5	3,8	3,8	3,7	4,6	5,8	5,2	Volcán Irazú (1970-1988)
73091	4,8	5,2	5,5	5,3	4,7	4,0	3,7	4,2	4,9	4,6	4,0	4,1	4,6	Hac. El Carmen (1974-2012)
73103	4,3	4,8	5,1	4,8	3,9	3,9	3,3	4,0	4,6	4,2	3,4	3,5	4,2	Sitio Matas (1990-2012)
73117	7,4	8,1	7,9	6,1	3,8	3,6	3,8	4,0	4,2	3,7	4,3	6,1	5,3	San Juan Chicoa (1988-95;1998-2012)
77002	4,5	5,0	5,2	4,8	4,7	3,2	3,3	3,7	4,6	4,5	4,1	4,0	4,3	La Lola (1972-1994)
79007	4,3	4,7	5,0	4,5	4,4	3,5	3,5	4,0	4,4	4,0	3,5	3,6	4,1	Boston (1978-1986)
79017	4,6	5,2	5,6	5,4	4,5	4,7	4,1	4,8	5,6	5,1	4,0	3,8	5,0	Monte Líbano (1992-2009)
81003	5,1	5,4	5,8	5,7	5,3	4,5	3,8	4,7	5,3	5,3	4,4	4,6	5,3	Limón (1969-2012)
85009	5,1	5,2	5,9	5,9	5,5	4,3	4,1	4,7	5,6	5,2	4,8	4,7	5,0	Finca 12 Estrella (1976-1987)
PROM	5,0	5,4	5,7	5,2	4,4	3,7	3,6	4,0	4,5	4,4	4,0	4,3	4,5	

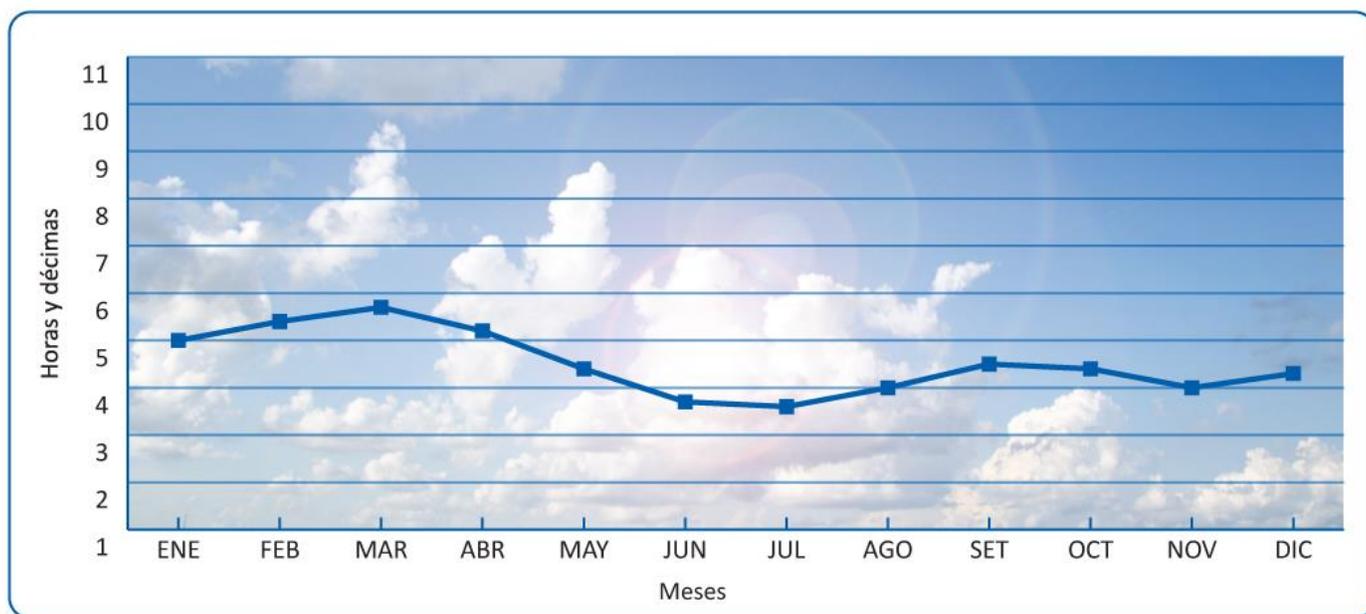


Figura 8. Promedio de Brillo Solar en la Región Caribe.

RESUMEN NACIONAL

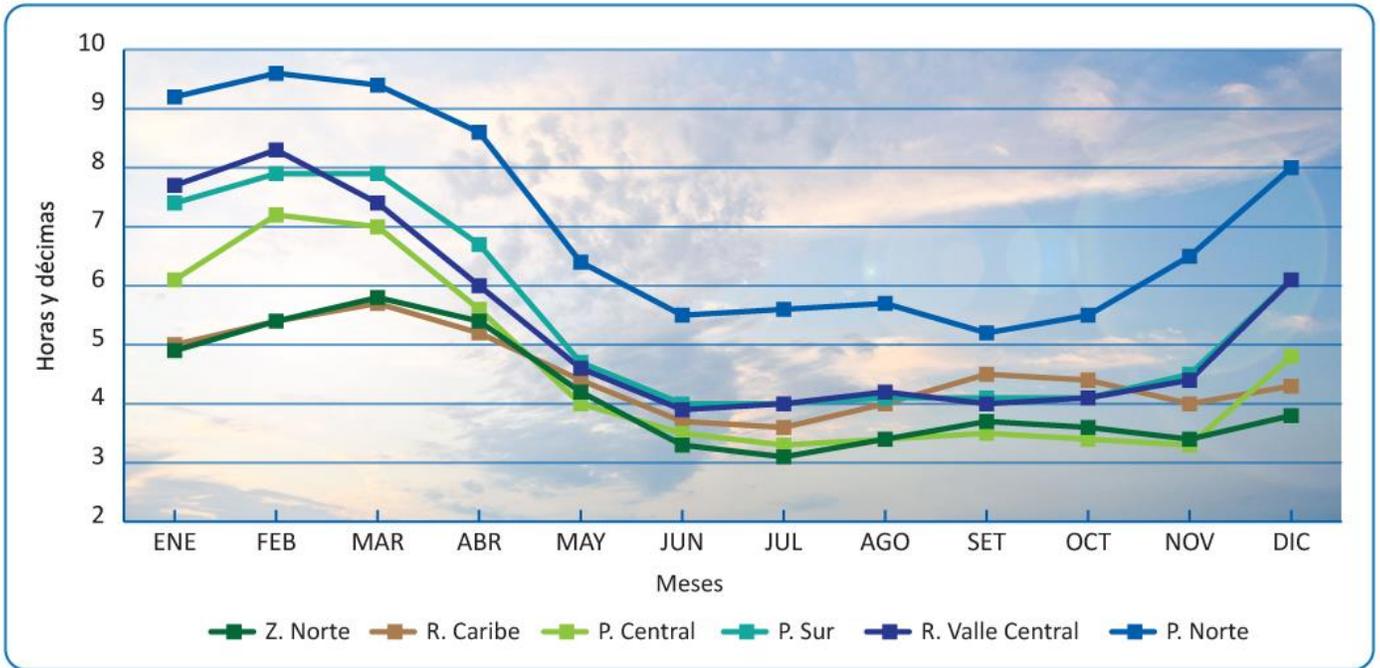


Figura 9. Brillo Solar, Promedio por Región.

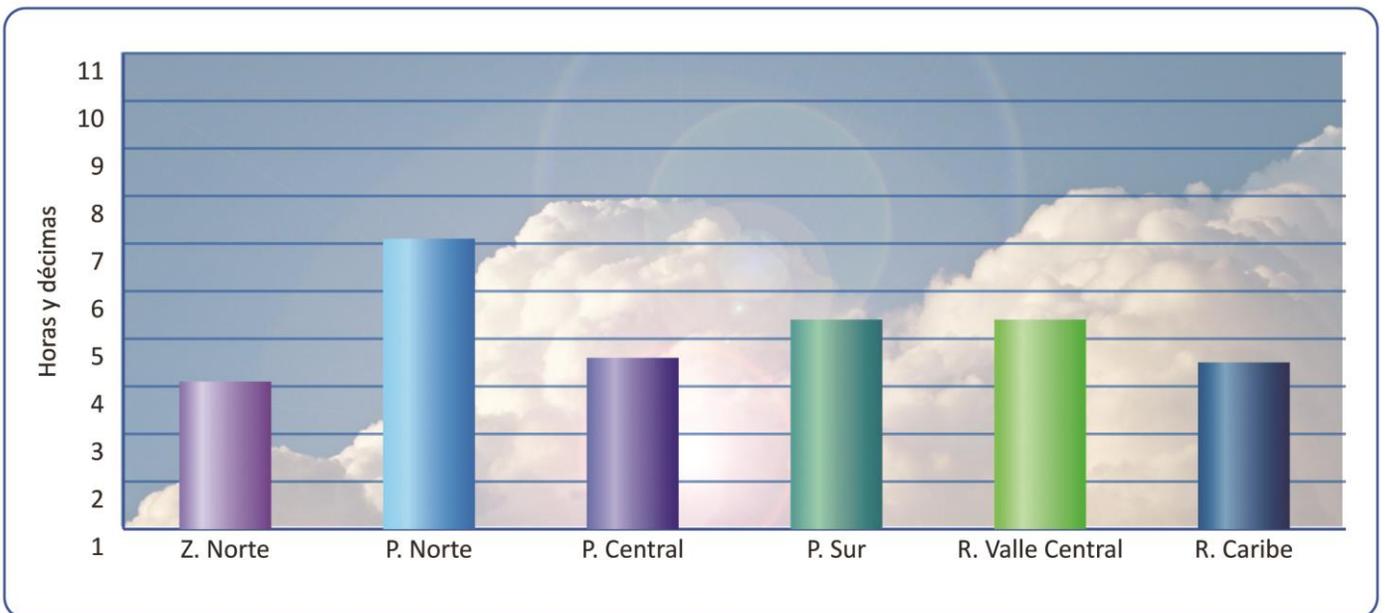
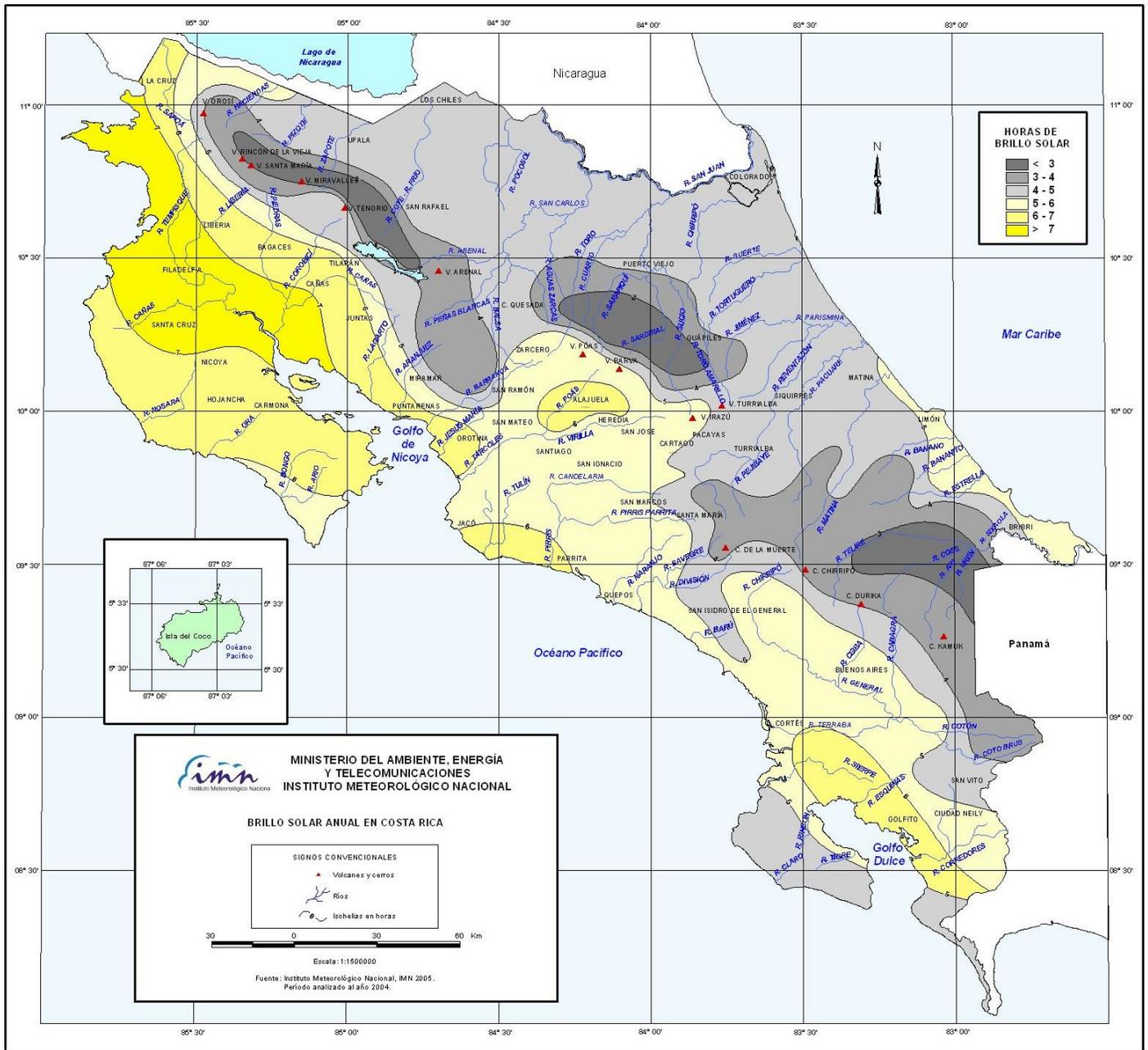
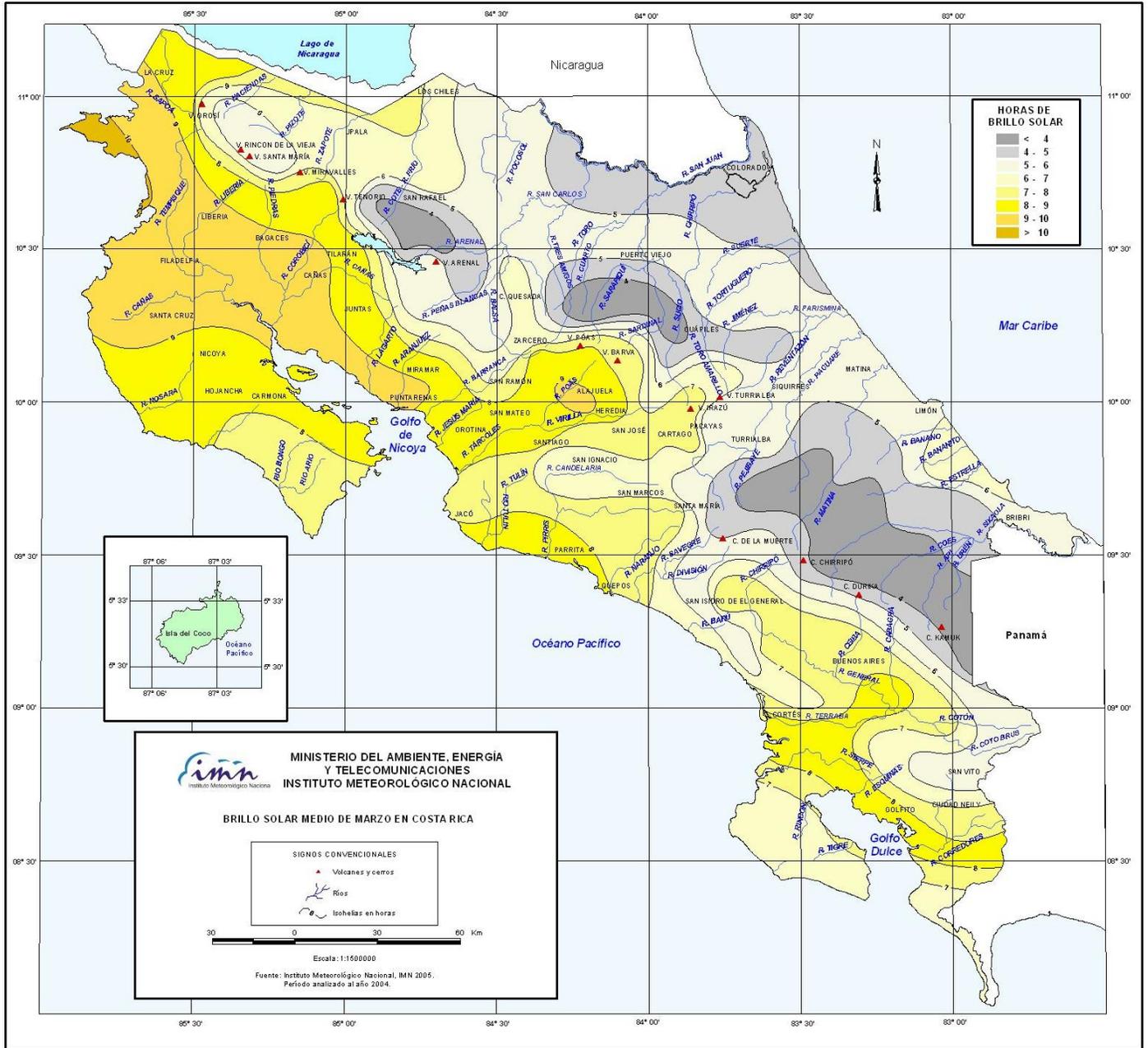


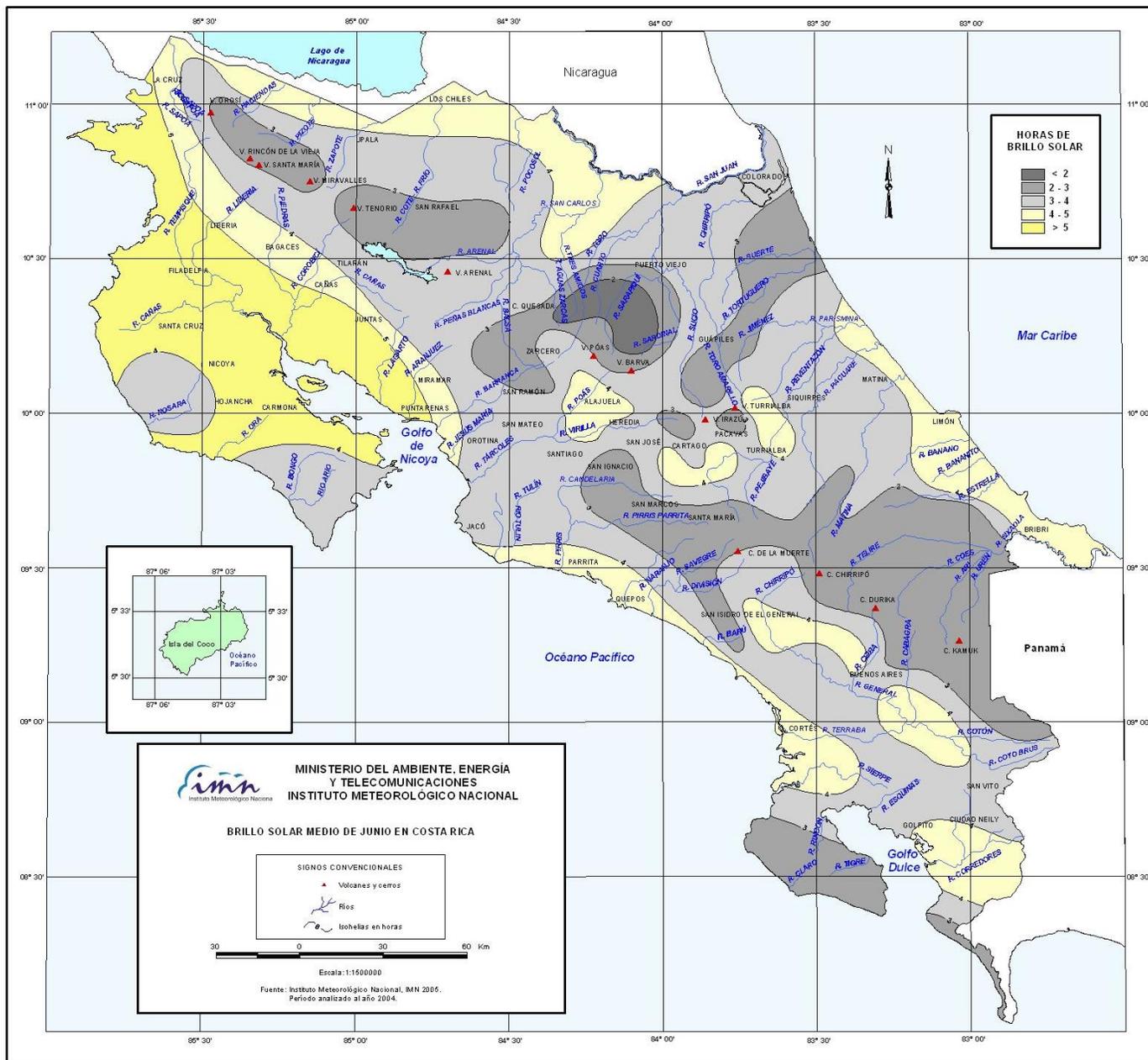
Figura 10. Brillo Solar, Promedio Anual por Región.



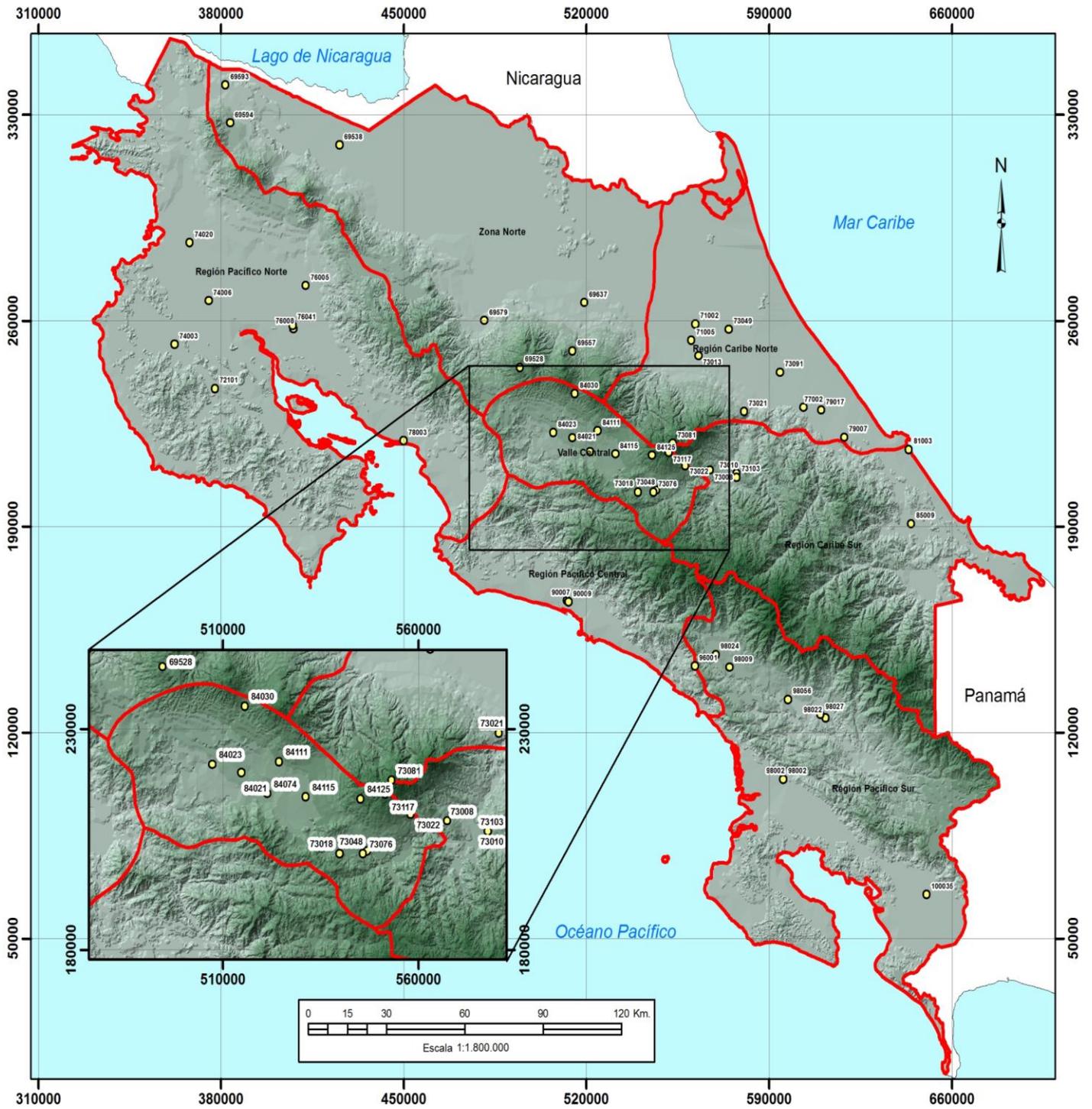
Mapa 1. Brillo Solar Anual en Costa Rica.



Mapa 2. Brillo Solar en Marzo, Costa Rica



Mapa 3. Brillo Solar en Junio, Costa Rica



Mapa 4. Estaciones Meteorológicas utilizadas en el estudio

ESTACIONES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

REGIÓN	N° ESTACIÓN	NOMBRE	LAT. LCRN	LONG. LCRN	ALTITUD
PACÍFICO CENTRAL	90009	DAMAS	09°30'00,00"	84°13'00,00"	6
PACÍFICO CENTRAL	96001	TINAMASTE	09°17'52,00"	83°46'23,00"	680
PACÍFICO NORTE	72101	NICOYA	10°08'44,00"	85°27'08,00"	120
PACÍFICO NORTE	74003	SANTA CRUZ, GUANACASTE	10°16'00,00"	85°35'00,00"	54
PACÍFICO NORTE	74006	LA GUINEA	10°25'09,98"	85°28'23,99"	40
PACÍFICO NORTE	74020	LIBERIA 2, LLANO GRANDE, AUT.	10°35'54,08"	85°32'23,21"	70
PACÍFICO NORTE	76005	CAÑAS LA PACIFICA	10°25'00,00"	85°05'00,00"	95
PACÍFICO NORTE	76008	TABOGA	10°21'00,00"	85°09'00,00"	40
PACÍFICO NORTE	76041	INGENIO TABOGA	10°20'41,99"	85°10'41,99"	10
PACÍFICO NORTE	78003	PUNTARENAS	09°59'28,29"	84°46'00,00"	3
PACÍFICO SUR	98002	PALMAR SUR	08°56'59,99"	83°27'59,99"	16
PACÍFICO SUR	98009	REPUNTA	09°17'37,99"	83°39'12,00"	580
PACÍFICO SUR	98022	LA PIÑERA	09°08'15,00"	83°19'04,00"	350
PACÍFICO SUR	98024	INA, PÉREZ ZELEDÓN	09°20'00,01"	83°42'00,01"	700
PACÍFICO SUR	98027	PINDECO	09°08'49,01"	83°20'06,01"	397
PACÍFICO SUR	98056	VOLCAN	09°11'42,13"	83°26'54,71"	381
PACÍFICO SUR	100035	COTO 47	08°35'38,01"	82°58'05,99"	21
CARIBE	71002	LA MOLA	10°20'59,98"	83°46'11,98"	70
CARIBE	71005	FINCA 6, RIO FRÍO	10°18'00,00"	83°46'59,99"	100
CARIBE	73008	LA MARGARITA	09°54'00,00"	83°43'12,00"	1080
CARIBE	73010	CATIE, TURRIALBA	09°53'24,59"	83°37'32,74"	602
CARIBE	73013	LOS DIAMANTES, GUAPILES	10°15'07,01"	83°45'34,99"	249
CARIBE	73021	MACALOHA	10°04'47,99"	83°35'59,99"	500
CARIBE	73022	PACAYAS	09°54'50,48"	83°48'21,38"	1735
CARIBE	73049	MOLA 2	10°19'59,98"	83°39'09,31"	50
CARIBE	73081	VOLCAN IRAZÚ	09°59'00,00"	83°51'00,00"	3400
CARIBE	73091	HACIENDA EL CARMEN	10°12'00,98"	83°28'27,59"	15
CARIBE	73103	SITIO MATA, TURRIALBA	09°52'42,22"	83°37'33,59"	900
CARIBE	73117	SAN JUAN DE CHICOA	09°57'15,00"	83°51'52,10"	3090
CARIBE	77002	LA LOLA	10°05'30,00"	83°23'31,98"	40
CARIBE	79007	BOSTON	10°00'00,01"	83°14'59,99"	16
CARIBE	79017	MONTE LIBANO	10°05'01,98"	83°19'50,01"	20
CARIBE	81003	LIMÓN	09°57'43,99"	83°01'29,01"	5
CARIBE	85009	VALLE LA ESTRELLA, AUT.	09°43'59,99"	83°00'59,99"	40

(CONT.) ESTACIONES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

REGIÓN	N° ESTACIÓN	NOMBRE	LAT. LCRN	LONG. LCRN	ALTITUD
V. CENTRAL	84021	AEROP. JUAN SANTAMARIA	10°00'00,01"	83°11'59,98"	932
V. CENTRAL	84023	EST. EXP. FABIO BAUDRIT	10°00'59,55"	84°16'02,06"	840
V. CENTRAL	84030	LA LAGUNA DE FRAIJANES	10°08'09,09"	84°11'29,88"	1850
V. CENTRAL	84074	PAVAS AEROPUERTO	09°57'23,88"	84°08'21,50"	997
V. CENTRAL	84111	SANTA LUCIA, HEREDIA	10°01'19,18"	84°06'42,51"	1200
V. CENTRAL	84115	SABANILLA	09°57'00,01"	84°02'59,98"	1200
V. CENTRAL	84125	FINCA 3, LLANO GRANDE (LA LAGUNA)	09°56'43,59"	83°55'18,28"	2220
V. CENTRAL	73018	LINDA VISTA, EL GUARCO	09°50'01,01"	83°58'15,21"	1400
V. CENTRAL	73048	DULCE NOMBRE	09°50'19,64"	83°54'59,00"	1345
V. CENTRAL	73076	INCSA, AGUACALIENTE	09°49'59,98"	83°55'00,01"	1325
ZONA NORTE	69528	PALMIRA	10°12'59,99"	84°22'59,99"	2010
ZONA NORTE	69538	UPALA	10°53'59,99"	84°01'00,01"	50
ZONA NORTE	69539	LOS ANGELES DE CARIBLANCO	10°16'00,00"	84°12'00,00"	830
ZONA NORTE	69579	SANTA CLARA	10°21'39,00"	84°30'30,00"	160
ZONA NORTE	69593	HACIENDA ALEMANIA	11°04'59,98"	84°24'59,98"	280
ZONA NORTE	69594	FINCA EL ENSAYO	10°57'59,99"	85°23'59,99"	610
ZONA NORTE	69637	SAN GERARDO (RIO CUARTO)	10°24'56,00"	84°04'30,01"	180

REFERENCIAS

Castro, V. 1986. Estudio climático de la radiación solar global en Costa Rica. *Revista Geofísica*, **25**, 105 - 124.

IMN (Instituto Meteorológico Nacional), 1992. Catastro de las series de brillo solar medidas en Costa Rica. MINAE-IMN, San José, Costa Rica, 48 pp.

IMN, 2008. El clima, su variabilidad y cambio climático en Costa Rica. Proyecto Segunda Comunicación sobre Cambio Climático en Costa Rica, MINAET-IMN-PNUD-CRRH. San José, Costa Rica, 75 pp.

Lewis, N. y D. Nocera, 2006. Powering the planet: Chemical challenges in solar energy utilization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **103**, 15729 – 15735.

Magaña, V., J. Amador y S. Medina, 1999: The Midsummer Drought over Mexico and Central America. *Journal of Climate*, **12**, 1577 – 1588.

Waylen, P. 1996: Interannual Variability of Monthly Precipitation in Costa Rica. *Journal of Climate*, **9**, 2606 – 2613.