

RADIACION SOLAR EN CHACRAS DE CORIA
MENDOZA — REPUBLICA ARGENTINA
1970

VÍCTOR JORGE MARONE ¹

SUMARIO

Este trabajo tiene por objeto dar a conocer algunos valores característicos de la radiación solar, obtenidos durante cinco años (julio de 1964 - julio de 1969) en la Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias (Universidad Nacional de Cuyo), situada en una reconocida zona árida, a 32°59' de latitud S, 68°52' al W de G y 920,82 msnm, en el Distrito Chacras de Coria — Mendoza — Argentina.

INTRODUCCION

Es evidente que cualquier proyecto de utilización de la energía solar debe comenzar con el más completo conocimiento de los valores disponibles. Sin embargo el reconocimiento de la importancia de disponer de datos precisos de los valores de radiación solar en Meteorología y disciplinas conexas es bastante reciente. BLACK ⁽¹⁾, LANDSBERG ⁽²⁾ y BENNETT ⁽³⁾, ⁽⁴⁾, han coincidido en la necesidad de una red más amplia y mejor distribuida de estaciones de medición y para el trazado de las isóneas de sus mapas han tenido que recurrir a datos suplementarios obtenidos por correlación para aquellos lugares en donde no habían sido realizadas mediciones directas, se disponía de pocos datos o el tipo de instrumento no era el más adecuado. Desgraciadamente esa es, en general, la situación de la República Argentina y de toda América del Sud.

VALORES MUNDIALES DE RADIACION SOLAR — SITUACION
DE MENDOZA

Tomadas del trabajo de LANDSBERG ⁽²⁾, en la figura 1 aparecen las zonas mundiales en las que la radiación global (directa más difusa)

¹ Profesor de la Cátedra de Física de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.

supera, en superficie, las 180 kcal/cm² año. Como era de esperar, en base a elementales consideraciones teóricas, las zonas se distribuyen en torno a los trópicos, por la ubicación del Sol en los solsticios; sobre los continentes, por la menor proporción de nubes que en los océanos; y en las zonas áridas, por la menor absorción producida por el vapor de agua atmosférico.

Por supuesto, las isolíneas de la figura 1 se refieren a las zonas de máxima radiación anual, pero no pueden dar idea de la fluctuación de los valores a lo largo del año. Se comprende que esta fluctuación, que puede tener poca importancia en zonas cercanas al ecuador terrestre, aumenta su valor para latitudes crecientes y, de por sí, poco o nada se podría aprovechar de aquellas isolíneas si no se las acompaña con datos sobre su variación anual.

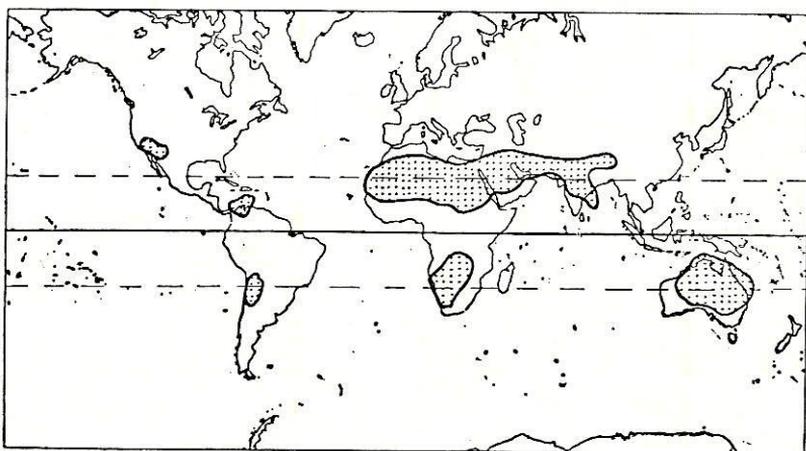


Figura 1: Zonas mundiales en las que la radiación global supera, en superficie horizontal, las 180 kcal / cm² año, según Landsberg.

Para salvar aquel inconveniente y puesto que cualquier programa de aprovechamiento de la energía solar comenzará en zonas y épocas de mayor radiación, se incluyen las figuras 2 y 3, que muestran las zonas en las que la radiación recibida supera las 600 gcal/cm² día, para los meses de valores más altos (julio para el hemisferio norte y enero para el hemisferio sud) según los mapas de BLACK (1).

En las figuras 1 y 3 aparece claramente identificada, para América del Sud, una zona en la que existe gran radiación, privilegiada para el aprovechamiento de la energía solar, cuyo centro aparece en el desierto de Atacama o, como posteriormente lo ha hecho notar HIRSCHMANN (5), tal vez ubicado un poco más al sud, en Copiapó.

A los efectos de hacer notable la fluctuación de los valores de radiación recibida en la región que especialmente nos interesa, se incluye la figura 4, construída en base a los citados trabajos de BLACK y HIRSCHMANN, que muestra la evolución mensual, de octubre a

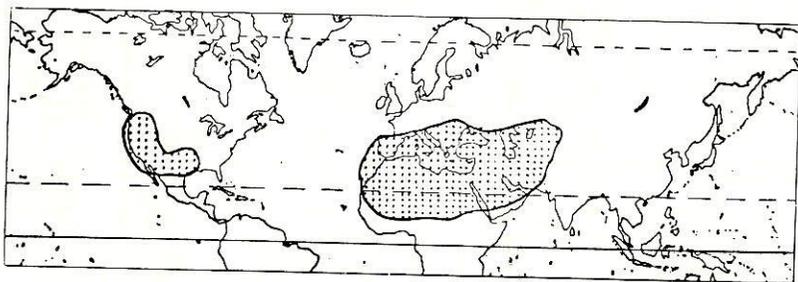


Figura 2: Zonas en las que la radiación global supera las 600 kcal / cm² día, en el mes de julio, para el hemisferio norte.

febrero, de la zona de radiación mayor de 600 kcal/cm² día de América del Sud, especialmente referida a la Argentina continental. Se hace así notable la participación de Mendoza en el privilegio de recepción de energía solar, lo que concede especial significancia a los datos que aquí se publican.

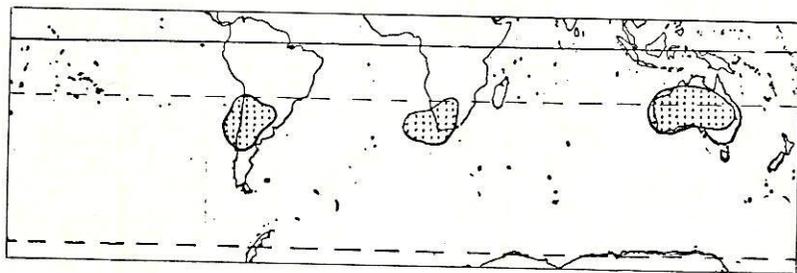


Figura 3: Zonas en las que la radiación global supera las 600 kcal / cm² día, en el mes de enero, para el hemisferio sud.

INSTALACIONES Y METODO DE TRABAJO

Fue utilizado un solarímetro KIPP, instalado sobre la caseta de la estación agrometeorológica, separado del techo por una base adecuada de madera. En la caseta fue ubicado el milivoltímetro registrador, a menos de dos metros del elemento sensible.

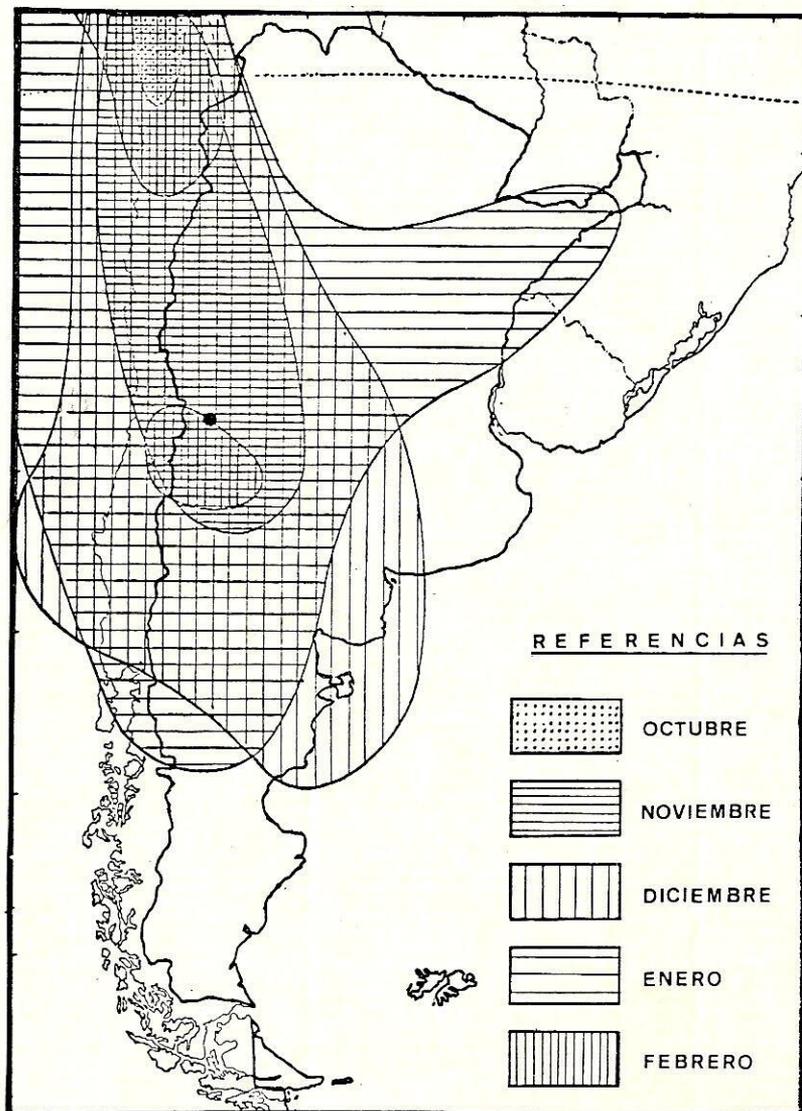


Figura 4: Evolución mensual de la zona de mayor radiación en Sudamérica, con especial referencia a la Rca. Argentina.

Para obtener la curva de radiación extraterrestre (radiación que se recibiría del Sol en ausencia de atmósfera) fue utilizada la ecuación

$$H_o = \frac{I_o}{\pi} \frac{r_m^2}{r^2} \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta \text{ arc cos (tg } \varphi \text{ tg } \delta) + \text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \text{ sen arc cos (tg } \varphi \text{ tg } \delta)$$

donde

H_o = radiación recibida en superficie horizontal en ausencia de atmósfera, o radiación extraterrestre (en gcal/cm² min).

I_o = constante solar (tomada aquí como 1,98 gcal/cm² min).

r_m = distancia media Sol - Tierra.

r = distancia real Sol - Tierra.

φ = latitud del lugar.

δ = declinación solar.

Los valores de r_m/r y δ fueron tomados de cartas (6). Los de H_o (cada 10 días) fueron calculados según la ecuación anterior y aparecen en la Tabla 1.

El trabajo experimental consistió en el registro continuo de la radiación global recibida en superficie horizontal durante cinco años (julio 1964 - junio 1969) y su posterior elaboración. Al efecto, los registros de días claros fueron elaborados con planímetro para la obtención de los valores diarios de radiación global. Los datos así obtenidos aparecen en la Tabla 2. A fin de disimular los errores accidentales de lectura y disminuir la influencia de factores aleatorios (humedad, polvo atmosférico, nubes no registradas, etc.), así como para

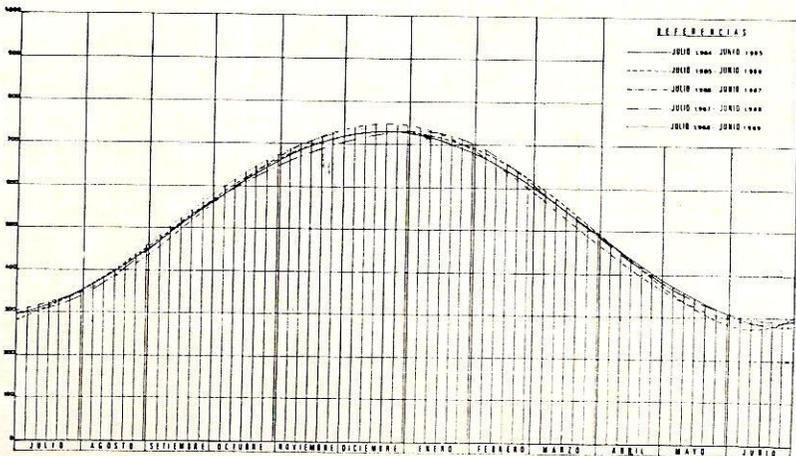


Figura 5: Radiación global recibida en días claros, para cada uno de los cinco años de registro.

facilitar el trazado de curvas, se optó por tomar promedios móviles (de cuatro lecturas) para los valores de radiación y para los días que les correspondieran. Con esa técnica fueron obtenidos los valores para la construcción de las curvas que muestran la radiación diaria en función de los días del año en las figuras 5 y 6.

Como no se dispuso de ningún sub-patrón para control, fue aceptada la constante de fábrica ($1 \text{ gcal/cm}^2 \text{ min} = 7,5 \text{ mV}$), aprovechando que el solarímetro no había sido utilizado con anterioridad. En cambio, el milivoltímetro registrador fue contrastado periódica-

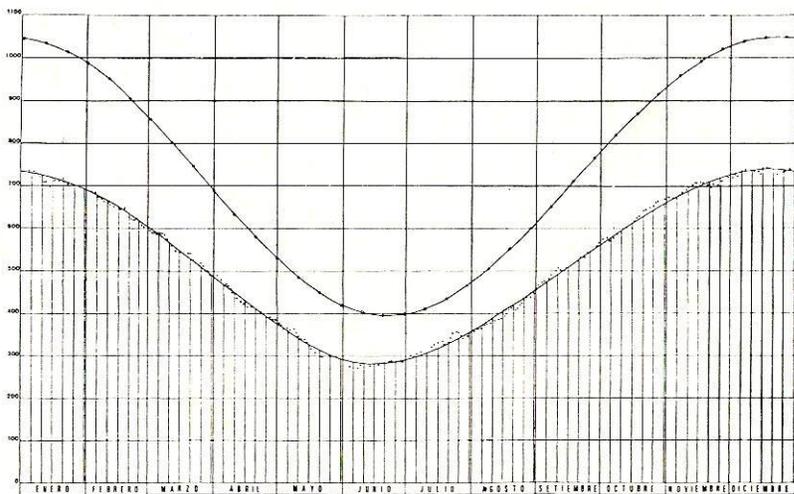


Figura 6: Radiación global media recibida en días claros y curva de radiación extraterrestre.

mente, efectuándose las correcciones que correspondieron. Las semejanzas entre las curvas obtenidas para los cinco años son un índice de la fidelidad de los registros.

A los efectos de obtener una sola curva promedio, los valores obtenidos durante el periodo total de trabajo fueron elaborados en la forma ya indicada, y con ellos trazada la curva que debe ser tomada como la curva promedio de radiación global en días claros, para Charcas de Coria - Mendoza, y que, con la inclusión de la curva de radiación extraterrestre, obtenida desde la Tabla I, aparece en la figura 6.

Puesto que las posibilidades de mostrar las características de la radiación y, fundamentalmente, de su distribución en días claros, no quedaban de ninguna manera agotadas, se optó por obtener, por lecturas en las fajas de registro, los instantes del día para los cuales la radiación recibida alcanzó los valores de octavos enteros de $\text{gcal/cm}^2 \text{ min}$. en los días claros del primer año de trabajo. Estos valores aparecen en las Tablas III y IV. Elaborados por promedios móviles, como en el caso

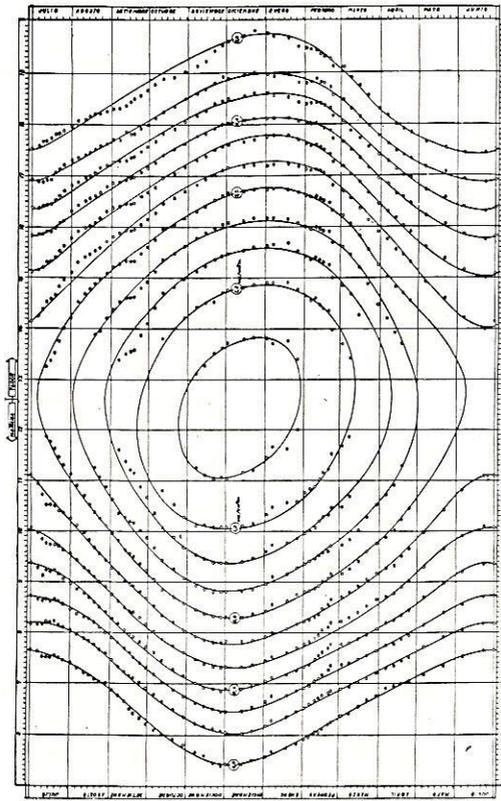


Figura 7: Isolíneas de radiación global en días claros, con valores para cada instante del día y para cada día del año en representación propuesta por de Barry.

anterior, fueron graficados en la figura 7, de acuerdo con el tipo de representación propuesto por de BARRY (7). Estas curvas son sólo aproximadas y sirven para tener una idea suficientemente útil de las horas del día y de los días del año que, siendo claros, proveen una radiación, en superficie horizontal, superior al valor mínimo previsto como necesario para algún proyecto de aprovechamiento de la energía solar.

Como se ve, la mayor preocupación estuvo dirigida al estudio de la radiación en días claros. Ello fue consecuencia, en primer lugar, de las mayores posibilidades de aprovechamiento de la energía recibida que esos días ofrecían y, en segundo lugar, obligación es reconocerlo, a las dificultades y el esfuerzo que significa la determinación de los valores de radiación para los casos en los que, por las características de los registros, su planimetría no es sencilla.

En afán de obtener valores de radiación reales, y ante la imposibilidad de planimetrar los 1826 días de registro, cada uno de los cuales incluye más de 2000 puntos (uno cada 20 segundos) se optó por una técnica más simple y, por supuesto, menos precisa, aunque satisfactoriamente aproximada. Ella consistió en la realización de los siguientes pasos:

- a) Según el aspecto de los registros, fueron clasificados en diez tipos (días claros, nublado de mañana, nublado de tarde, registro continuo con nubes, discontinuo, de puntos, etc.).
- b) Se determinó la frecuencia relativa de cada tipo, para cada mes del año en los cinco años de trabajo.
- c) Muestreando al azar diez registros de cada tipo, se determinó, por planimetría o por puntos, el valor de la radiación efectivamente recibida.
- d) Por comparación entre estos valores y los que debían haberse esperado si el día hubiese sido claro, se obtuvo un factor para cada tipo. Estos factores variaron desde 1,00 (para días claros) hasta 0,14 (para días de lluvia con nubes bajas).
- e) De acuerdo con la frecuencia mensual de cada tipo y el factor que le correspondía, se calculó la radiación media mensual efectivamente recibida.

El promedio diario mensual de radiación recibida en días claros, su similar de radiación efectivamente recibida calculado según el procedimiento anteriormente expuesto, y los valores de radiación esperados para Mendoza según las estimaciones de BLACK, obtenidos por interpolación de los mapas publicados por HIRSCHMANN, aparecen en la Tabla V.

Por último, los valores obtenidos fueron comparados con datos de la bibliografía.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tal como estaba previsto, la radiación solar en Mendoza alcanza valores significativamente altos, ubicando a la zona entre las que mayor radiación reciben en el mundo. Ello es propicio para el desarrollo de programas de aprovechamiento de la energía solar.

Los resultados anuales resultan aceptablemente similares a los previstos por BLACK y LANDSBERG según cálculos indirectos. Dichos valores, así como sus desviaciones porcentuales respecto de nuestros registros, se muestran en la Tabla VI.

Los resultados mensuales, en cambio, presentan discrepancias significativas con los valores de BLACK, ya que no son tan altos como los calculados por éste para los meses de mayor radiación, ni tan bajos como los similares de otoño - invierno.

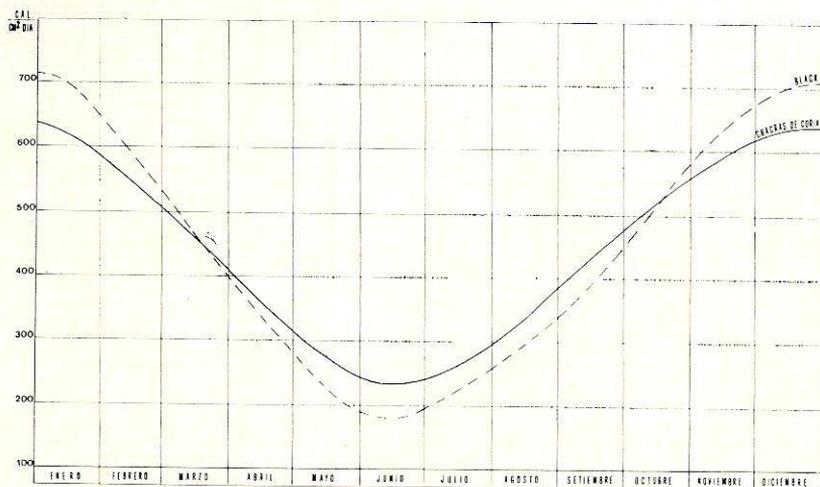


Figura 8: Valores de radiación global, según datos de este trabajo y los previstos por Black para Chacras de Coria — Mendoza — Argentina.

Esto aparece en la Tabla V y en la figura 8. Esas diferencias, aunque no tan marcadas, también aparecen del otro lado de la cordillera de los Andes, de acuerdo con los datos de HIRSCHMANN, si bien este autor no lo hizo notar así, sea por la menor discrepancia, o porque sus registros no eran lo suficientemente prolongados como para sacar

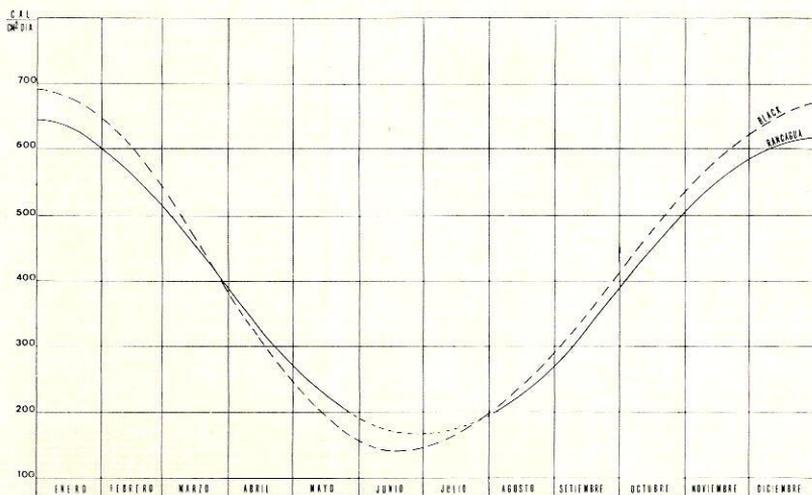


Figura 9: Valores de radiación global según los datos de Hirschmann y los previstos por Black, para Rancagua — Chile.

este tipo de conclusiones. Se compararon los datos publicados para Rancagua - Chile, con los previstos por BLACK, encontrándose que éstos son también mayores que los reales en los meses de mayor radiación y menores en los de baja radiación. Estos datos aparecen en la Tabla VII y graficados en la figura 9.

Lo anotado precedentemente es una confirmación más de la validez de los resultados obtenidos.

Aunque el número de años de registro no haya sido suficientemente amplio, no se haya dispuesto de un patrón para controles periódicos, y algunas de las hipótesis de trabajo no tengan la solidez estadística predeterminada que corresponde, puede decirse que los datos aquí publicados corroboran algunos valores previamente publicados, demuestran las desviaciones de otros y pueden ser utilizados con suficiente confianza por quienes necesiten de ellos. Por último, es de hacer notar que en la provincia de Mendoza no hay estaciones de medición de radiación solar con aparatos de las características del utilizado en este trabajo, por lo que, desgraciadamente, deberá pasar bastante tiempo para conocer mejor las características locales de tan importante parámetro físico y meteorológico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración del Ing. Agr. MARCELO G. H. KRAUSE, con quien se comenzó a trabajar en este tema, tanto por su disposición como Jefe de la Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cuyo como por sus útiles consejos, a la Facultad de Ciencias Físico Químico Matemáticas de la misma Universidad por el préstamo del equipo de medición, al personal de la Cátedra de Física de la primera Facultad por su colaboración en la lectura y ordenamiento de valores y al señor FLORENCIO LUIS SUÁREZ, además, por la construcción de los gráficos incluidos.

F E C H A		$\frac{r_m}{r}$	δ	Ho
Día	Mes			
1	1	0,9833	—23°03'	1066,4
11	1	0,9834	—21°54'	1054,6
21	1	0,9841	—20°02'	1033,7
31	1	0,9853	—17:33'	1004,5
10	2	0,9869	—14°32'	967,5
20	2	0,9889	—11°08'	923,1
2	3	0,9912	— 7°26'	873,2
12	3	0,9938	— 3°33'	818,5
22	3	0,9966	0°23'	761,1
1	4	0,9994	4°18'	702,7
11	4	1,0023	8°05'	644,8
21	4	1,0050	11°39'	589,7
1	5	1,0077	14°53'	540,4
11	5	1,0101	17°43'	494,6
21	5	1,0122	20°03'	457,9
31	5	1,0140	21°50'	428,1
10	6	1,0153	22°58'	412,1
20	6	1,0163	23°26'	404,4
30	6	1,0167	23°13'	407,2
10	7	1,0166	22°19'	419,7
20	7	1,0162	20°47'	443,6
30	7	1,0152	18°40'	477,6
9	8	1,0137	16°03'	515,4
19	8	1,0120	12°59'	562,1
29	8	1,0098	9°35'	613,2
8	9	1,0073	5°56'	665,6
18	9	1,0047	2°07'	725,3
28	9	1,0019	— 1°47'	783,0
8	10	0,9990	— 5°39'	837,1
18	10	0,9962	— 9°24'	888,8
28	10	0,9934	—12°55'	936,1
7	11	0,9903	—16°06'	977,3
17	11	0,9886	—18°50'	1011,7
27	11	0,9866	—21°01'	1042,3
7	12	0,9850	—22°33'	1057,8
17	12	0,9840	—23°20'	1067,8
27	12	0,9834	—23°21'	1069,2

TABLA I: Radiación extraterrestre.

Enero	1965	1966	1967	1969	1969
1					
2					744
3	738	728	733		
4					
5		720			
6					734
7		733			713
8		738			
9				723	704
10					
11					693
12					
13					
14		690			
15			742		
16					668
17				747	
18	701	704			
19					
20					
21				750	700
22					
23	690				683
24					
25					
26			672	723	
27					
28					
29	707	677	672		
30					
31					

TABLA II: Radiación en días claros de enero.

Febrero	1965	1966	1967	1968	1969
1					
2		710			
3			674		
4		682	670		
5	673				
6		669			
7		673			
8	661				
9					
10	644				
11					
12					
13	677				639
14		670			622
15		642			649
16				641	
17	626		670		
18			637		650
19					655
20			599		617
21			580		614
22	622	635			
23		627		653	
24		630			594
25		608		609	
26					598
27			609		
28					601
29				591	

TABLA II: Radiación en días claros de febrero.

Marzo	1965	1966	1967	1968	1969
1	610				
2					572
3		590			567
4	590		598		
5			600		
6					
7			584		
8		570	582		
9	593				
10					
11					
12		522	526	581	
13		522			
14					
15					
16					
17			489	559	552
18		568			
19	543			538	
20				531	
21					524
22				497	512
23		541	501		
24		536	488		
25		547	471		
26		535			
27			444	527	
28	488		447		
29				510	
30					
31					

TABLA II: Radiación en días claros de marzo.

Abril	1965	1966	1967	1968	1969
1					499
2					
3					
4	458				478
5					482
6		461		474	
7					458
8				456	442
9	451				
10					
11				438	436
12			418		
13			438		
14			410	411	
15			416		
16	446	425			
17					
18					
19					
20			397		
21	423		402		413
22					403
23		406	407	398	
24					
25			392		
26				391	
27			384		
28	392				
29				381	
30				374	

TABLA II: Radiación en días claros de abril.

Mayo	1965	1966	1967	1968	1969
1	374			381	410
2		355		370	
3				366	
4		340			
5					
6					381
7					371
8					355
9					348
10					
11			344		
12		321		340	343
13		322	342		
14		342			342
15					
16		304		342	
17		296			
18		304			
19					
20			310		
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29		286			
30					
31					

TABLA II: Radiación en días claros de mayo.

Junio	1965	1966	1967	1968	1969
1					
2		285			
3					
4	292				
5					
6		270			
7					
8					
9					
10		275			
11		274			
12					
13					
14		274			
15					
16			281		
17					
18			281		
19					
20		271	283		
21	277		290	308	
22				287	
23					
24		295	290		
25					
26		293	277		
27					
28	273		286		
29		293			
30				289	

TABLA II: Radiación en días claros de junio.

Julio	1964	1965	1966	1967	1968
1					
2					
3			328		
4					
5					
6					
7				291	304
8					
9				306	303
10	309				304
11					
12					
13	310				
14			361		
15					
16			349		315
17	317			314	331
18					
19		331			
20	319				
21					
22			356		
23			365		
24			372		
25	332				333
26	347				
27					
28					333
29					
30					
31				347	

TABLA II: Radiación en días claros de julio.

Agosto	1964	1965	1966	1967	1968
1	365	358			
2		360		355	343
3		368			
4			374		
5			372	356	
6			372		
7					
8			377		
9					
10	384			372	391
11			351	377	393
12					
13					
14			388		
15	402		389		
16			396	384	
17			397		
18					
19	412				430
20			365		430
21	423	434	377		
22			389		
23				441	
24					441
25	427		384		444
26					
27					447
28					
29		441			
30		441			
31					

TABLA II: Radiación en días claros de agosto.

Setiembre	1964	1965	1966	1967	1968
1	469	453	458		
2					488
3		470			
4	471				
5			441		492
6					
7			465		
8				521	
9		495	476	535	
10					511
11	493				
12		501		502	
13					
14	476	502		504	
15				511	
16				512	
17					
18					
19	530	535		531	
20					
21			497	544	
22	495	529		566	
23					538
24	507			555	
25					
26		548		567	
27		543			
28		559			
29		562			
30					572

TABLA II: Radiación en días claros de setiembre.

Octubre	1964	1965	1966	1967	1968
1		589			
2	575	587			
3	545	571			
4		580			
5		567			
6					
7					
8					
9					
10	603				
11					
12		598			
13		598	616		
14	600				
15			631		
16		598			
17			639		
18					
19					
20			609		650
21					
22				650	
23	649		663	630	
24					
25			653		
26					
27					
28					
29			659		
30		669			686
31		645	636		686

TABLA II: Radiación en días claros de octubre.

Noviembre	1964	1965	1966	1967	1968
1					
2					
3		684			
4					
5					674
6	669				
7					
8					691
9					
10				681	715
11				686	709
12					696
13					
14	720				
15		713			
16			737	631	
17			724	673	
18	713				
19			686		
20		707			
21	704			684	715
22			681		700
23					
24		716			
25					
26					
27					
28					
29				700	
30			744		733

TABLA II: Radiación en días claros de noviembre.

Diciembre	1964	1965	1966	1967	1968
1			734	720	
2				714	
3	730				
4				697	748
5					
6			766		
7			724		
8					
9	743				
10					
11			764		
12					713
13			716		728
14					
15					738
16		734			744
17			769		
18	719				
19					
20				727	
21					
22		738			746
23					
24					
25		720			
26					
27					
28	728				746
29					
30					
31					

TIABLA II: Radiación en días claros de diciembre.

DIA	Mes	0,000	0, 133	0,267	0,400	0,533	0,667	0,8 0	0,933	1,067	1,200	1,333
10	7	7,4	8,1	8,5	9,1	9,7	10,5	12,0				
13	7	7,6	8,3	8,7	9,3	9,8	10,7	11,8				
17	7	7,5	8,2	8,7	9,2	9,7	10,4	11,7				
20	7	7,5	8,2	8,6	9,2	9,7	10,5	11,6				
25	7	7,6	8,2	8,7	9,2	9,7	10,4	11,4				
26	7	7,4	8,1	8,5	9,1	9,7	10,3	11,2				
1	8	7,3	7,9	8,3	8,9	9,4	10,2	11,0				
10	8	7,3	8,0	8,4	8,9	9,4	10,1	10,9				
15	8	7,2	7,9	8,3	8,7	9,2	9,9	10,5	11,4			
18	8	7,0	7,7	8,2	8,6	9,1	9,7	10,4	11,3			
20	8	7,1	7,7	8,2	8,6	9,1	9,6	10,3	11,1			
25	8	7,0	7,7	8,1	8,5	9,0	9,5	10,3	11,2			
1	9	7,0	7,5	7,9	8,3	8,8	9,4	10,0	10,7			
4	9	6,9	7,4	7,8	8,2	8,7	9,2	9,8	10,5	11,8		
11	9	6,6	7,2	7,8	8,1	8,5	9,0	9,7	10,3	11,9		
14	9	6,6	7,2	7,7	8,1	8,5	9,1	9,7	10,3	11,2		
19	9	6,5	7,1	7,4	7,8	8,3	8,8	9,3	10,0	11,5		
22	9	6,3	7,1	7,5	7,9	8,4	8,9	9,5	10,2	10,9		
24	9	6,3	7,1	7,5	7,9	8,4	8,9	9,5	10,2	11,3		
2	10	6,2	6,8	7,2	7,7	8,1	8,6	9,1	9,7	10,9		
10	10	6,0	6,7	7,0	7,4	7,8	8,3	8,8	9,4	10,4	11,4	
14	10	5,9	6,6	7,0	7,4	7,8	8,3	8,8	9,4	10,1	10,9	
23	10	6,0	6,5	6,9	7,3	7,8	8,2	8,7	9,2	10,0	10,3	
6	11	5,8	6,2	6,6	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,8	10,1	11,8
14	11	5,5	6,1	6,5	6,9	7,3	7,7	8,3	8,7	9,6	10,3	11,2
18	11	5,4	6,1	6,5	6,8	7,3	7,8	8,3	8,8	9,3	9,9	10,7
21	11	5,5	6,3	6,6	7,0	7,4	7,9	8,4	8,9	9,4	10,1	11,3
3	12	5,4	6,0	6,4	6,9	7,3	7,8	8,3	8,8	9,5	10,2	11,2
3	12	5,3	5,9	6,3	6,7	7,2	7,7	8,2	8,7	9,3	10,1	10,9
18	12	5,5	6,0	6,5	7,0	7,4	7,9	8,3	8,8	9,3	10,1	10,8
28	12	5,5	6,2	6,7	7,0	7,4	7,9	8,4	9,0	9,4	10,1	11,2
6	1	5,7	6,2	6,7	7,1	7,5	7,9	8,4	8,9	9,6	10,3	11,7
18	1	5,6	6,3	6,7	7,1	7,5	8,0	8,6	9,2	9,6	10,9	11,1
23	1	5,9	6,4	6,9	7,3	7,7	8,2	8,8	9,3	9,8	10,6	11,8
29	1	5,8	6,5	6,8	7,2	7,7	8,2	8,8	9,3	9,9	10,7	12,0
5	2	6,0	6,6	7,0	7,4	7,9	8,2	8,7	9,2	9,7	10,6	11,6
8	2	6,0	6,6	7,0	7,4	7,8	8,2	8,9	9,4	10,0	10,6	12,6
10	2	6,0	6,7	7,0	7,5	7,9	8,3	8,9	9,5	10,0	10,8	
13	2	6,2	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,9	9,4	10,1	11,0	11,7
17	2	6,0	6,8	7,2	7,7	8,1	8,5	9,1	9,7	10,0	10,8	
22	2	6,3	6,8	7,3	7,7	8,2	8,7	9,2	9,7	10,5	11,4	
1	3	6,3	6,9	7,4	7,8	8,2	8,6	9,1	9,6	10,5	11,4	
4	3	6,4	7,0	7,5	7,9	8,3	8,8	9,2	9,8	10,3	11,3	
9	3	6,5	6,9	7,3	7,7	8,2	8,7	9,2	9,8	10,6	12,0	
19	3	6,5	7,0	7,4	7,8	8,5	9,0	9,5	10,1	10,5	12,0	
26	3	6,8	7,2	7,7	8,1	8,6	9,2	9,7	10,4	11,3	12,1	
4	4	6,9	7,3	7,8	8,2	8,8	9,3	10,0	10,8	11,5		
9	4	6,9	7,3	7,7	8,2	8,7	9,2	9,8	10,8			
16	4	7,0	7,4	7,8	8,3	8,8	9,4	10,0	10,9			
21	4	7,0	7,4	7,8	8,3	8,8	9,4	10,3	11,1			
28	4	7,1	7,7	8,2	8,6	9,3	10,0	10,8	12,3			
1	5	7,1	7,6	8,0	8,6	9,2	9,8	10,7				
4	6	7,5	8,2	8,6	9,3	9,9	10,7					
21	6	7,7	8,2	8,8	9,4	10,2	11,2					
20	6	7,8	8,2	8,8	9,5	10,3	11,5					
5	7	7,6	8,1	8,6	9,2	10,0	11,0					
8	7	7,5	8,2	8,7	9,3	9,8	10,7	12,0				

TABLA III: Instantes del día (en horas y décimos) para los cuales la radiación solar alcanza valores de octavos enteros de $\text{cal} / \text{cm}^2 \text{ min}$, durante la mañana

Día	Mes	0,000	0, 133	0,267	0,400	0,533	0,667	0,800	0,933	1,067	0,200	1,333
10	7	17,5	16,7	16,3	15,8	15,2	14,5	13,1				
13	7	17,8	16,9	16,4	15,8	15,2	14,4	13,3				
17	7	17,8	17,0	16,5	16,0	15,5	14,7	13,5				
20	7	17,8	17,1	16,6	16,0	15,4	14,7	13,6				
25	7	17,8	17,2	16,6	16,1	15,5	14,8	13,7				
26	7	17,9	17,2	16,7	16,2	15,7	15,0	14,2				
1	8	18,0	17,3	16,9	16,4	15,9	15,3	14,5				
10	8	18,1	17,5	17,0	16,5	16,0	15,3	14,5				
15	8	18,3	17,4	16,9	16,6	16,0	15,6	14,9	14,0			
18	8	18,0	17,4	17,0	16,5	16,0	15,4	14,8	13,5			
20	8	18,2	17,5	17,1	16,6	16,1	15,5	14,9	13,9			
25	8	18,3	17,7	17,2	16,7	16,2	15,6	14,9	13,9			
1	9	18,3	17,7	17,3	16,9	16,4	15,8	15,2	14,5	13,3		
4	9	18,2	17,6	17,2	16,9	16,5	15,9	15,3	14,5	13,2		
11	9	18,4	17,8	17,3	16,9	16,4	15,9	15,4	14,6	13,7		
14	9	18,4	17,7	17,3	16,8	16,3	15,9	15,2	14,5	13,3		
19	9	18,5	17,9	17,4	17,1	16,6	16,0	15,4	14,8	13,8		
22	9	18,5	17,8	17,4	17,0	16,5	15,9	15,3	14,5	13,4		
24	9	18,6	17,9	17,4	17,0	16,5	16,0	15,4	14,7	13,8		
2	10	18,7	18,1	17,7	17,2	16,8	16,3	15,8	15,2	14,5	13,5	
10	10	18,9	18,2	17,8	17,4	16,9	16,4	15,9	15,3	14,7	13,7	
14	10	18,9	18,3	17,8	17,4	16,9	16,4	15,9	15,3	14,6	13,7	
23	10	19,0	18,4	18,0	17,6	17,2	16,7	16,2	15,6	15,0	14,3	12,7
6	11	18,9	18,5	18,1	17,7	17,2	16,8	16,2	15,7	15,0	14,3	12,9
14	11	19,3	18,8	18,3	17,8	17,4	16,9	16,4	15,9	15,3	14,6	13,6
18	11	19,3	18,7	18,3	17,9	17,4	16,9	16,4	15,9	15,2	14,5	13,3
21	11	19,4	18,7	18,4	17,9	17,5	17,2	16,6	16,0	15,4	14,6	13,3
3	12	19,6	19,0	18,6	18,1	17,7	17,2	16,7	16,1	15,5	14,8	13,9
9	12	19,8	18,9	18,5	18,1	17,6	17,2	16,7	16,2	15,6	14,9	14,0
18	12	19,6	18,9	18,5	18,0	17,6	17,1	16,6	16,0	15,4	14,7	13,7
28	12	19,8	19,0	18,6	18,1	17,7	17,2	16,8	16,2	15,6	14,8	13,6
3	1	20,0	19,2	18,8	18,3	17,9	17,3	16,8	16,3	15,8	15,1	14,0
18	1	19,6	18,8	18,5	18,1	17,8	17,2	16,7	16,2	15,7	15,0	13,9
23	1	19,4	18,7	18,3	18,0	17,7	17,2	16,7	16,0	15,5	14,7	13,3
29	1	19,5	18,8	18,5	18,1	17,7	17,2	16,7	16,1	15,5	14,8	13,8
5	2	19,4	18,9	18,4	18,0	17,6	17,1	16,6	16,0	15,4	14,6	12,6
8	2	19,5	18,8	18,4	18,0	17,5	17,0	16,5	15,9	15,3	14,5	
10	2	19,3	18,8	18,3	17,9	17,5	17,1	16,5	15,8	15,2	14,3	
13	2	19,5	19,0	18,6	18,2	17,8	17,3	16,8	16,3	15,7	15,0	13,7
17	2	19,1	18,7	18,3	17,8	17,4	17,0	16,4	15,8	15,2	14,1	
22	2	19,3	18,7	18,3	17,8	17,3	16,8	16,4	15,8	15,1	14,2	
1	3	19,1	18,5	18,1	17,7	17,2	16,8	16,3	15,7	15,0	14,1	
4	3	19,0	18,4	18,0	17,6	17,2	16,7	16,2	15,5	14,7	13,5	
9	3	19,0	18,3	17,8	17,5	17,0	16,5	16,0	15,4	14,6	13,0	
19	3	18,5	18,0	17,6	17,2	16,7	16,2	15,7	15,2	14,4	13,1	
26	3	18,5	17,9	17,5	17,1	16,6	16,0	15,4	14,7	13,4		
4	4	18,2	17,7	17,3	16,8	16,3	15,8	15,1	14,2			
9	4	18,0	17,5	17,2	16,7	16,2	15,6	14,8	13,8			
16	4	18,0	17,4	17,1	16,7	16,1	15,6	14,8	14,1			
21	4	17,8	17,3	16,9	16,4	15,9	15,2	14,6	13,6			
28	4	17,8	17,4	17,0	16,5	15,9	15,4	14,6	13,3			
1	5	17,7	17,2	16,8	16,3	15,7	15,0	14,2				
4	6	17,3	16,8	16,2	15,7	14,9	14,1					
21	6	17,3	16,9	16,3	15,7	15,0	13,9					
20	6	17,5	16,9	16,3	15,8	15,0	13,9					
5	7	17,7	16,9	16,4	15,8	15,1	14,1					
8	7	17,6	17,0	16,5	16,0	15,3	14,5	13,1				

 TABLA IV: Instantes del día (en horas y décimos) para los cuales la radiación solar alcanza valores de octavos enteros de $\text{gcal} / \text{cm}^2 \text{ min.}$

MES	Enr.	Fbr.	Mrz.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Días claros	717	649	548	430	330	285	322	405	509	613	698	738
Días reales	626	542	461	359	277	234	261	337	432	521	595	638
Según Black . . .	705	588	461	365	225	177	232	287	384	506	645	700

TABLA V: Valores promedios diarios mensuales de radiación a recibirse en días claros, efectivamente recibidos y calculados por Black, para Chacras de Coria — Mendoza — Argentina.

Estimación de Landsberg	168000 kcal/cm ² año	+ 4,05 %
Estimación de Black	160450 kcal/cm ² año	- 0,15 %
Calculados para Mendoza	160390 kcal/cm ² año	—

TABLA VI: Valores anuales de radiación según estimaciones de Landsberg, de Black y los calculados para Mendoza. En la última columna, desviaciones porcentuales.

MES	Enr.	Fbr.	Mrz.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Días reales	631	570	424	331	225	—	—	226	327	455	554	609
Según Black . . .	680	600	450	312	195	140	185	240	350	468	590	655

TABLA VII: Valores promedios diarios de radiación, según Hirschmann y Black, para Rancagua — Chile.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — BLACK, J. N.: The distribution of solar radiation over the earth's surface — Wind and solar energy — UNESCO — Arid zone research — 1956.
- 2 — LANDSBERG, H. E.: Solar radiation at the Earth's surface — Solar Energy — Volume V — Number 3 — July-September 1961.
- 3 — BENNET, I.: Monthly Maps of Mean Daily Insolation for the Unites States — 1965 Conference Paper — Solar Energy Society.
- 4 — BENNET, I.: Frecuency of Daily Insolation in Anglo North America During June and December — 1966 Conference Paper — Solar Energy Society.
- 5 — HIRSCHMANN, R. J.: Estado actual de las investigaciones para evaluar la energía solar en Chile — Scientia — Año XXIX — N° 117 — Enero-Marzo de 1962.
- 6 — U.S. NAVAL OBSERVATOYX The American Ephemeridis and Nautical Almanac.
- 7 — DE BARRY, E.: Examples of Statiscal Representation Radiation Data — Solar Energy — Volume IV — Number 1 — January 1960.