

F. Ivanovic-Zuvic¹
R. de la Vega²
N. Ivanovic-Zuvic²
P. Rentería¹

Enfermedades afectivas y actividad solar

¹ Clínica Psiquiátrica Universitaria
Facultad de Medicina Norte
Universidad de Chile
² Circulo de Santiago
Centro de Estudios Científicos
Santiago de Chile

Introducción. Este trabajo presenta las relaciones entre la actividad solar y la incidencia de desórdenes afectivos. La actividad solar está representada por el número de Wolf mediante la fórmula $R = K (10 g + f)$, donde g corresponde al grupo de manchas solares y f es el número total de manchas solares.

Métodos. Se revisaron 1.212 historias clínicas de la Clínica Psiquiátrica Universitaria de Santiago de Chile. Se consideraron sólo pacientes con depresiones mayores y manías que fueron hospitalizados en el primer episodio y sin tratamientos previos. Se examinó la correlación entre la incidencia anual de hospitalizaciones y el número de Wolf promedio para ese determinado año durante el período comprendido entre los años 1990 a 2000, ambos inclusive, lo que corresponde a un ciclo solar completo de 11 años.

Resultados. Un número importante de hospitalizaciones de depresiones mayores ocurrieron en años de baja actividad solar, mientras que las manías mostraron un aumento en años con mayor actividad solar. Los cuadros depresivos mostraron una correlación inversa con la actividad solar, con un coeficiente de rango de correlación de Pearson de $-0,72$. Las manías mostraron una correlación positiva, con un índice de $+0,334$.

Conclusiones. Los desórdenes depresivos poseen una correlación inversa con la actividad solar, mientras las manías poseen una correlación positiva.

Palabras clave:

Sol. Enfermedades afectivas. Depresión mayor. Manía.

Actas Esp Psiquiatr 2005;33(1):7-12

Affective disorders and solar activity

Introduction. The present work discusses the link between solar activity and appearance of affective disorders. Solar activity is reflected by the Wolf number, which is given by the formula $R = K (10 g + f)$, where g

corresponds to the groups of sunspots and f is the total number of sunspots.

Methods. We examined 1,212 clinical files at the Clínica Psiquiátrica Universitaria, Santiago de Chile. Patients with major depressions and manic disorders, who were admitted to the clinic for the first time and had no previous treatment were considered. We examined the correlation between annual incidence of hospitalization and average Wolf numbers for those years, included in the period 1990-2000, which corresponds to a complete solar cycle of 11 years.

Results. An important number of hospitalizations of depressive patients occurred during years of low solar activity, and there was a slight increase in the number of manic patients during years of high solar activity. Depressive disorders showed a negative correlation with solar activity, the Pearson coefficient being equal to -0.72 . Manic disorders showed a positive correlation, with coefficient equal to $+0.334$.

Conclusions. Depressive disorders have an inverse correlation with solar activity, while manic disorders have a positive correlation.

Key words:

Sun. Affective disorders. Mayor depression. Manic disorders.

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el sol ha simbolizado lo divino y ha sido objeto de culto en las tribus primitivas y en civilizaciones como la egipcia, griega, etc. También se ha intentado relacionar al cosmos con la vida psíquica y al individuo con el universo mediante estudios astrológicos y cosmológicos. Desde siglos atrás a la luna se le ha adjudicado una influencia sobre los seres humanos, regulando algunos parámetros biológicos y conductas humanas¹. Previamente a la aparición de la luz eléctrica existía la impresión de que las noches de luna llena facilitaban las alteraciones en los ritmos sueño-vigilia provocando privación de sueño, dando lugar a la aparición de cuadros afectivos bipolares como también a crisis epilépticas en sujetos susceptibles a estas variaciones².

Correspondencia:

Fernando Ivanovic-Zuvic
Callao 2979 of. 604
Las Condes, Santiago (Chile)
Correo electrónico: ferlore@netline.cl

Diversos trastornos mentales han sido vinculados con el influjo de los astros sobre el ser humano. El más estudiado ha sido la enfermedad afectiva. Un grupo de estos cuadros, los trastornos afectivos estacionales, han sido correlacionados con variables tales como la latitud geográfica, el tiempo de aclimatación en desplazamientos migratorios o viajes, las características étnicas, genéticas y las estaciones del año. La mayoría de estas investigaciones muestran que un porcentaje de los sujetos con enfermedad afectiva tanto monopolar como bipolar están vinculados con los ritmos estacionales³.

La prevalencia estimada de trastornos afectivos estacionales varía entre 0 a 9,7%. La mayoría de los estudios señalan que las depresiones son más habituales en el invierno, que los trastornos afectivos ligados a la estacionalidad son más frecuentes en las zonas de latitud norte y que su prevalencia varía según los grupos étnicos³. Depresiones bipolares que cursan con mayor cantidad de luz registran estadías hospitalarias más cortas⁴.

Variaciones estacionales se han atribuido también a otros desórdenes psiquiátricos, tales como desórdenes de la conducta alimentaria, síndrome premenstrual, desórdenes ansiosos, alcoholismo, trastorno obsesivo-compulsivo y otros cuadros^{3,5}. Se ha señalado que la bulimia es más frecuente durante el invierno⁶. Sin embargo, estos sujetos frecuentemente poseen comorbilidad con trastornos afectivos. De los estudios efectuados, son los trastornos afectivos los que más frecuentemente se relacionan con los ritmos estacionales.

Una de las hipótesis más utilizadas señala que las depresiones son más frecuentes en invierno debido a la menor cantidad de luz en esta estación del año. Esto ha sido correlacionado con la escasa luz que reciben localidades ubicadas en latitudes más cercanas al norte, donde se encontraría una mayor cantidad de depresiones⁷. Sin embargo, en Japón se observa que la cantidad de horas de luz solar diaria durante el invierno es un factor de mayor predicción en la aparición de un desorden afectivo estacional que la latitud⁸. Otros autores no encuentran vinculaciones entre la latitud y la prevalencia de cuadros afectivos estacionales, siendo éstos atribuidos a factores como vulnerabilidad genética y al contexto sociocultural⁹. Se ha sugerido una mayor vulnerabilidad genética a los trastornos afectivos estacionales en gemelos y en parientes cercanos¹⁰.

De este modo permanece la controversia acerca del rol que desempeña la estacionalidad o bien la cantidad de luz solar recibida en los desórdenes afectivos denominados estacionales. Se menciona que sujetos depresivos con una mayor incidencia de sus síntomas en invierno, no se correlacionan con la nubosidad, lluvias o presión atmosférica, pero lo hacen con la cantidad de luz solar y duración del día, lo que avalaría la influencia de la luz sobre estas depresiones¹¹.

Por otro lado, la fototerapia es un tratamiento efectivo para los cuadros afectivos estacionales. Sujetos con depresión tratados con fototerapia experimentan una disminución de los

síntomas, tanto en depresiones estacionales como en aquellas que no siguen este patrón¹². La respuesta a la fototerapia es superior mientras mayor es la cantidad de luz aplicada¹³.

Se ha mencionado que la melatonina, hormona secretada por la glándula pineal especialmente durante el día, sería un factor concurrente. Sin embargo, los desórdenes afectivos no necesariamente se acompañan de variaciones en los niveles de melatonina, aunque la fototerapia, como también otras terapias que reducen los niveles de melatonina, poseen efectos terapéuticos en los desórdenes afectivos¹⁴.

Otra variable que se puede correlacionar con la aparición de enfermedades afectivas es la actividad energética del sol. En 1610 Galileo Galilei observó por primera vez las manchas solares en un telescopio. Los observadores chinos las reconocieron a ojo desnudo y las registraron al menos 1.000 años antes.

Una característica de las manchas solares es su permanente variación a lo largo del tiempo, en días, meses y años. Su periodicidad fue comprobada por Heinrich Schabe en 1843. Desde 1849 se han efectuado mediciones de estas manchas, que fueron sistematizadas por Wolf, quien detectó un alza y disminución de ellas en períodos regulares de 11 años, lo que se denominó un ciclo solar, que se repite en forma constante. Las manchas están estrechamente asociadas a la actividad energética solar, siendo ésta mayor en la medida en que se observa una mayor cantidad de manchas en la superficie solar.

La energía liberada por el sol ha sido vinculada con variaciones terrestres, aunque no está establecida una estricta relación entre la actividad solar con el clima de la tierra. Sin embargo, durante los años 1645 y 1715 correspondió un período de bajas temperaturas terráqueas, lo que cursó en forma paralela a un menor número de manchas solares seguida de un aumento en la cantidad de nieve caída.

El sol posee numerosas acciones sobre la tierra como la temperatura, las estaciones, la presencia de vida, etc. Otros hechos se han observado relacionados con la periodicidad de la actividad solar representada por las manchas solares, tales como las variaciones en precipitaciones, la calidad de los vinos en determinadas zonas, abundancia de cosechas, cambios electrocoloidales en la sangre y crecimiento de cultivos bacteriológicos. Un interesante hallazgo son las observaciones en los anillos de crecimiento de los árboles que indican la edad de estos vegetales, lo que se aprecia al efectuar un corte transversal del tronco cuyos anillos muestran una mayor extensión en años de máxima actividad solar. En estos meristemas se alternan zonas claras y oscuras que revelan condiciones más o menos favorables en los distintos años. Se ha observado que estos anillos presentan oscilaciones en períodos de 11 años, lo que se ha atribuido a la frecuencia de las manchas solares y la actividad solar¹⁵. Estos ejemplos señalan alguna relación entre los ciclos solares y diversos parámetros biológicos cuyos ritmos naturales presentan vinculación con la actividad solar¹⁶.

Hasta la fecha sólo se ha considerado la influencia de la luz solar y condiciones climáticas sobre algunos cuadros psicopatológicos, pero no se ha estudiado la influencia de la actividad solar misma sobre el ser humano. La actividad solar se manifiesta no sólo por la luz emitida, sino además por fuentes de mayor actividad energética tales como rayos X, rayos ultravioletas y otras fuentes de energía. El presente trabajo intenta relacionar la actividad solar con la aparición de trastornos afectivos durante un ciclo solar completo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se revisaron 1.212 historias clínicas de sujetos que poseían diagnósticos de cuadros afectivos y que estuvieron hospitalizados en la Clínica Psiquiátrica Universitaria de la Universidad de Santiago de Chile durante los años 1990 y 2000. El diagnóstico tanto de los cuadros depresivos mayores y de bipolaridad se ajustaron a los criterios propuestos por el Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-IV), procedimiento que es habitual en los pacientes hospitalizados en la Clínica Psiquiátrica Universitaria. Para evaluar la relación con la actividad solar sólo se consideró la incidencia de primeras hospitalizaciones de depresiones mayores y cuadros maniacos que cumplieran con los requisitos de no poseer hospitalizaciones y tratamientos previos.

Las historias clínicas que cumplieron con estos requisitos de inclusión correspondían a 312 sujetos, de los cuales 210 (un 67%) experimentaron cuadros depresivos (136 mujeres y 74 hombres) y 102 manías (un 33%) (52 mujeres y 50 hombres) como diagnósticos de sus primeras hospitalizaciones. La edad de aparición de la depresión ocurrió entre los 17 y 72 años, con un promedio de 42 años. Para las manías fue entre 17 y 62 años, con un promedio de 29 años.

La incidencia de sujetos con depresión mayor y cuadros maniacos fue correlacionada con la actividad solar medida por el número de Wolf durante el mismo periodo anual comprendido entre los años 1990 y 2000, ambos inclusive, cumpliendo un ciclo solar completo para estos 11 años. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson y se trazó una recta de regresión para aquellas variables que se asociaron significativamente.

El número de Wolf varía diariamente y está dado por la fórmula $R = K(10g + f)$, donde K es una constante que depende del observador, g representa el número de grupos de manchas solares y f el número total de manchas. Para los efectos del estudio se consideró el número de Wolf promedio para los años mencionados.

RESULTADOS

La figura 1 muestra los índices de actividad solar medida por el número de Wolf. La figura 2 muestra la incidencia de hospitalizaciones de depresiones mayores y manías para el

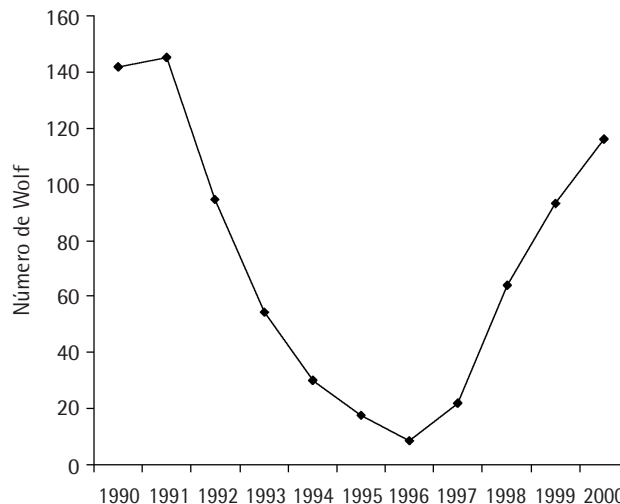


Figura 1 | Número promedio de Wolf para los años 1990-2000.

periodo comprendido entre los años 1990 y 2000 en la Clínica Psiquiátrica Universitaria de la Universidad de Chile.

Se observa que las depresiones aumentan su incidencia de hospitalizaciones durante los años en que la actividad solar medida por el número de Wolf disminuye, lo que corresponde a periodos de disminución de energía liberada por el sol. Por el contrario existe una tendencia en las manías a disminuir su incidencia de hospitalizaciones durante los años en que la actividad solar disminuye y a aumentar su frecuencia en años de mayor actividad solar.

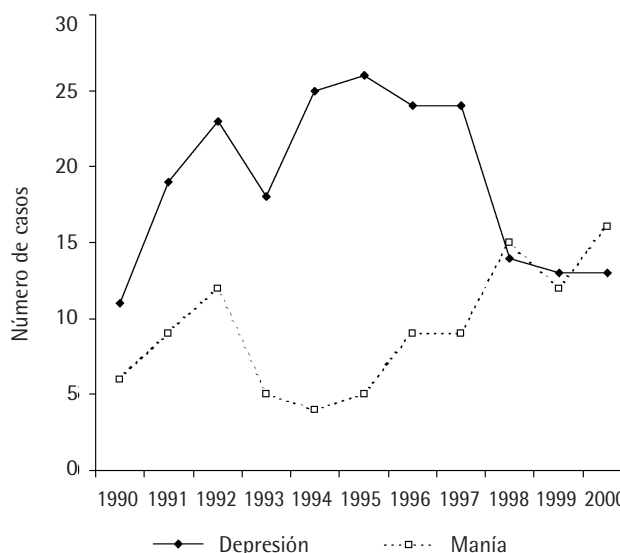


Figura 2 | Incidencia de hospitalizaciones de depresión mayor y manía entre los años 1990-2000.

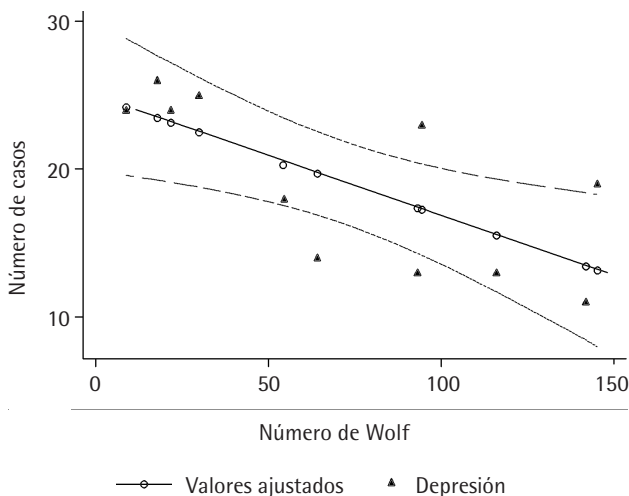


Figura 3 Recta de regresión: número de casos de depresión según número de Wolf (líneas discontinuas: representan el intervalo de confianza de 95%).

De la contrastación entre los datos de la figura 1 (actividad solar) y la figura 2 (incidencia de manías y depresiones) los cuadros depresivos mostraron una correlación estadísticamente significativa con la actividad solar, siendo ésta negativa, con un coeficiente de rango de correlación de Pearson de $-0,72$ ($p=0,012$). En la figura 3 se aprecia que las depresiones disminuyen su frecuencia en la medida en que aumenta la actividad solar medida por el número de Wolf. Los maníacos mostraron una correlación positiva pero no estadísticamente significativa con la actividad solar, con un coeficiente de rango de correlación de Pearson de $0,334$ ($p=0,316$).

Se calculó la asociación entre el número de Wolf y las depresiones, que se ajustan a un modelo lineal representado por la ecuación: número de depresiones = $24,89 - 0,08 \times$ número de Wolf, en que la constante es de 24,89 y la pendiente 0,08 para explicar la variable dependiente (n.º de depresiones) por la variable independiente (actividad solar expresada por el número de Wolf).

DISCUSIÓN

Los cuadros depresivos mayores muestran un comportamiento diferente a las manías. En los primeros existe una clara relación inversa, estadísticamente significativa con la actividad solar, mientras que las manías muestran una débil correspondencia positiva, según los índices de correlación, no estadísticamente significativa con la actividad solar. Se observó una mayor incidencia de hospitalizaciones de depresiones en años con menor actividad solar. Los maníacos mostraron una leve tendencia a hospitalizarse en años con mayor actividad solar.

Algunas consideraciones se pueden efectuar acerca de la actividad solar. El número de Wolf representa un índice de

la energía liberada por el sol hacia la tierra. La actividad solar comprende no sólo la cantidad de luz visible que llega a la tierra en un momento dado, sino también la energía contenida en los rayos gamma, rayos X, luz ultravioleta, siendo estos últimos los principales responsables de la energía solar, que en último término es lo que indica el número de Wolf. La luz visible es una fracción ínfima del campo de las radiaciones electromagnéticas solares. Éstas son vibraciones transversales de aspecto sinusoidal de un doble campo eléctrico y magnético. El espectro visible de la luz está limitado, por un lado, por la zona infrarroja que posee una mayor longitud de onda y por la luz ultravioleta, seguida de los rayos X y rayos gamma de aun menor longitud de onda¹⁷.

El comportamiento de las manchas solares no es uniforme, sino que, por el contrario, su presencia y actividad varía diariamente, por meses y años, adquiriendo diversas dimensiones y que en oportunidades se pueden observar a simple vista en el disco solar.

La mancha solar corresponde a una depresión del sol de cientos de kilómetros bajo la superficie general visible del sol. Su centro posee una temperatura de 3.900 grados Kelvin comparada con los 5.600 grados Kelvin del resto de la superficie solar¹⁸. La superficie de las manchas alcanzan diámetros de hasta 50.000 a 90.000 kilómetros (siete veces el diámetro de la tierra)¹⁵. De este modo las investigaciones señalan que la temperatura relativa al interior de las manchas representan zonas más frías y que por tanto irradian menor cantidad de luz¹⁶. A medida que aumentan las manchas solares se observa una menor cantidad de luz en forma de fotones procedentes de dicha zona, pero simultáneamente se aprecia un aumento de la actividad magnética solar y de la energía propiamente dicha.

Las manchas solares a su vez están rodeadas por zonas brillantes denominadas fáculas y separadas entre sí por una región de penumbra. Las fáculas son relieves ramificados que sobresalen de la superficie solar y que son más brillantes que la fotosfera, estando constituidas por enormes nubes luminosas que dan lugar a erupciones cromosféricas o fulguros.

La luminosidad total del sol es consecuencia tanto de la irradiación que surge de la fotosfera como también de las fáculas. El desplazamiento del eje de la tierra en torno al sol determina la luminosidad recibida por este planeta, la que a su vez se relaciona con la temperatura y cambios climáticos terráqueos, por lo que la luminosidad en la tierra varía según las condiciones atmosféricas.

El aumento y disminución periódica de las manchas solares se acompaña de una consecuente variación de las fáculas, pues en la medida que aumentan las manchas aparecen zonas brillantes en los bordes de éstas, por lo que la disminución de la cantidad de luz proveniente de las manchas se vincula con una mayor cantidad de luz proveniente de las fáculas.

Las fáculas poseen una zona central caliente y liberan energía en forma de luz, lo que se puede observar a simple vista particularmente en los bordes del sol, ya que la luminosidad de la fotosfera disminuye en dichas zonas. Luego de una intensa actividad se reducen hasta desaparecer, por lo que en un intervalo de 11 años se encuentran tanto variaciones del área total de las manchas como de las fáculas¹⁵.

Por otro lado existe una clara relación entre las manchas medidas por el número de Wolf y la actividad magnética del sol. El magnetismo solar se aprecia en relación al auge y disminución de las manchas solares¹⁵⁻¹⁷. La intensidad del campo magnético en una mancha solar se eleva a cifras entre 2.000 a 4.000 oersted, siendo la del campo terrestre 0,5 oersted. De este modo variaciones en el número de las manchas implican también cambios de relevancia en la actividad magnética solar, lo que se aprecia en la tierra por medio de tormentas magnéticas y fenómenos como las auroras boreales observadas cerca de los polos. La intensidad máxima del campo magnético corresponde al centro de la mancha, disminuyendo en forma progresiva hacia la periferia hasta anularse en la vecindad de la penumbra. Una mancha más oscura y más fría de lo normal, y que por tanto emite menos luz, presenta una intensidad magnética superior. Investigaciones recientes señalan que el núcleo del sol varía en su actividad también en periodos de 11 años liberando plasma a la superficie, fenómeno paralelo a la actividad magnética del sol que alcanza su máximo en la medida en que surgen nuevas manchas en la superficie solar^{18,19}.

En otras palabras, al aumentar el número de manchas existe una menor proporción de luz visible proveniente de estas zonas menos brillantes de la superficie solar debido a su menor temperatura. Sin embargo, tanto el magnetismo como la energía solar aumentan representados por los rayos ultravioletas, rayos X y rayos gamma que poseen una mayor energía en la medida en que representan emisiones solares de menor longitud de onda, mientras que los rayos infrarrojos son componentes de menor energía en relación al espectro de luz visible emitida por el sol. Los rayos gamma, rayos X y ultravioletas son fotones no visibles altamente energéticos del espectro solar. La luz ultravioleta podría tener un rol de relevancia, pues esta zona del espectro solar contiene mayor energía no visible, pero aumentada en su intensidad en la medida en que existe una mayor frecuencia de manchas solares.

Estas aseveraciones permiten plantear algunas hipótesis respecto a estos resultados. Parte de la energía solar llega a la tierra en forma de luz, pero además existe una relevante cantidad de energía proveniente de otras fuentes, en la que la luz representa sólo una escasa proporción del espectro solar. Ambos fenómenos surgen en forma concomitante, planteándose además que sería la energía total liberada por el sol la que puede estar relacionada con la menor frecuencia de depresiones en años de menor actividad solar.

El presente trabajo estudió la actividad solar por medio del número de Wolf, que señala la cantidad de manchas, lo

que incluye también, pero en forma indirecta, la presencia de fáculas que emiten energía luminosa cuya aparición sigue un patrón semejante a las manchas solares.

Por otro lado, la fototerapia posee un reconocido efecto sobre algunas depresiones, pues alarga el fotoperíodo, obteniéndose por este procedimiento mayor cantidad de horas de luz diarias²⁰⁻²². La respuesta clínica a la fototerapia incluye tanto a sujetos que experimentan un patrón estacional de los síntomas, como también a aquellos que no lo hacen, afirmándose que su acción terapéutica estaría ligada a la intensidad de fotones que impactan en la retina, pues el ojo humano está capacitado para percibir sólo un rango del espectro solar, en este caso fotones emitidos por una fuente luminosa. Estos hechos se podrían analogar a la mayor actividad de las fáculas que acompañan el surgimiento de las manchas solares.

Sin embargo, otros mecanismos podrían ser responsables de los eventuales cambios moleculares provenientes de la energía liberada por el sol bajo la forma de rayos ultravioletas, gamma y rayos X. Según los hallazgos del presente estudio, además de la participación de los fotones del espectro visible, se agrega la variable energía solar, ambos fenómenos concomitantes, los que desempeñarían un rol en la mayor o menor incidencia anual de depresiones y manías.

CONCLUSIONES

Los cuadros depresivos mostraron un comportamiento diferente a las manías. En los primeros existe una relación inversa, estadísticamente significativa con la actividad solar, mientras que las manías mostraron una débil correspondencia positiva, no estadísticamente significativa con la actividad solar. Se observó una mayor incidencia de hospitalizaciones de depresiones en años con menor actividad solar, con una leve tendencia de los maníacos para hospitalizarse en años con mayor actividad solar.

Los estudios sobre la actividad solar indican que la energía total irradiada por el sol, incluyendo todo el espectro electromagnético, varía entre varios centenares y millares por ciento, mostrando una periodicidad relacionada con el número de manchas solares, energía que puede modificar algunos parámetros biológicos como los expuestos en el presente estudio.

La presencia y actividad de las manchas solares están sometidas en la actualidad a una constante revisión, especialmente en lo que acontece al interior de esta estrella, por lo que estas u otras hipótesis deberían ser dilucidadas en posteriores estudios para comprender los hallazgos aquí encontrados, que señalan una incidencia mayor de depresiones en años de menor actividad solar, junto a una mayor incidencia de manías en años de mayor actividad solar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de la doctora Rosemarie Fritsch, quien prestó la asesoría estadística al presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Liebre A. El influjo de la luna. Madrid: Artes Gráficas EMA, 1978; p. 39-73.
- Raison C, Klein H, Steckler M. The moon and madness reconsidered. *J Affect Dis* 1999;53:99-106.
- Magnusson A. An overview of epidemiological studies on seasonal affective disorder. *Acta Psychiatr Scand* 2000;101:176-84.
- Benedetti F, Colombo C, Barbini B, Campori E, Smeraldi E. Morning sunlight reduces length of hospitalization in bipolar depression. *J Affect Dis* 2001;62:221-3.
- Kochman f, Ducrocq F, Parquet J. Cyclic eating disorders. *Rev Pratic* 1997;47:1913-6.
- Gruber NP, Dilsauer SC. Bulimia and anorexia nervosa in winter depression: lifetime rates in a clinical sample. *J Psychiat Neurosci* 1996;21:9-12.
- Potkin SG, Zetin M, Stamenkovic V, Kripke D, Bunney WJ. Seasonal affective disorder: prevalence varies with latitude and climate. *Clin Neuropharmacol* 1986;4:181-3.
- Sakamoto K, Kamo T, Nakadaira S, Tamura A, Takahashi KA. Nationwide survey of seasonal affective disorder at 53 outpatient university clinics in Japan. *Acta Psychiatr Scand* 1993;87:258-65.
- Mersch P, Middendorp H, Bouhuys A, Beersma D, Van den Hoofdakker R. Seasonal affective disorder and latitude: a review of the literature. *J Affect Dis* 1999;53:35-48.
- Sher L. Genetic studies of seasonal affective disorder and seasonality. *Comprehen Psychiat* 2001;42:105-10.
- Molin J, Mellerup E, Bolwig T, Scheike T, Dam H. The influence of climate on development of winter depression. *J Affect Dis* 1996; 37:151-5.
- Metzger J, Berthou V, Perrin P, Sichel J. Phototherapy: clinical and therapeutic results of two years experience. *Encephale* 1998; 24:480-5.
- Lee T, Blashko C, Janzen H, Paterson J, Chan C. Pathophysiological mechanism of seasonal affective disorder. *J Affect Dis* 1997; 46:25-38.
- Beullens J. Melatonin and affective disorders. *Acta Neuropsychiat* 1995;7:75-9.
- Abetti G. El sol. Buenos Aires: Eudeba, 1962; p. 67-170.
- Rudaux L, Vaucouleurs G. Astronomía. Barcelona: Labor, 1962; p. 330-70.
- Rousseau P. La luz. Buenos Aires: El Ateneo, 1978; p. 17-34.
- Parker EM. El sol. Selecciones de Scientific American. Madrid: H. Blume Ediciones, 1977; p. 35-43.
- Mesme-Rides E, Baliunas S, Sokoloff D. The stellar dinamo. *Scient Am* 1996;8:45-52.
- Lewy A, Bauer V, Cutler N, Sack R, Ahmed S, Thomas K, et al. Morning vs evening light treatment of patients with winter depression. *Archiv Gen Psychiat* 1998;55:890-6.
- Wirz-Justice A, Graw P, Krauchi K, Sarrafzadeh A, English J, Arendt J, et al. «Natural» light treatment of seasonal affective disorder. *J Affect Dis* 1996;37:109-20.
- Risco L, Arancibia P. Otras terapias biológicas. En: Heerlein A, editor. *Psiquiatría clínica*. Santiago: Ediciones de la Sociedad de Neurología, Psiquiatría y Neurocirugía, 2000; p. 615-24.