

Capítulo 10

Análisis de la señal de indicadores de la actividad solar: el ^{14}C atmosférico

Contenido:

29. Ciclicidades en el contenido en C-14 atmosférico

Subcapítulo 29. CICLICIDADES EN EL CONTENIDO EN C-14 ATMOSFÉRICO.

Numerosos estudios han destacado la importancia de la influencia de la actividad solar sobre el sistema climático de la Tierra (Stuiver, 1980; Stuiver & Braziunas, 1989; Friis-Christensen & Lassen, 1991; Stuiver et al., 1995; Bard et al., 1997; Finkel & Nishiizumi, 1997; Ram et al., 1997; Yiou et al., 1997; Lean & Rind, 1998; Muscheller et al., 2000; Sharma, 2000; Haigh, 2001; Shindell et al., 2001). La evidencia proviene a partir de una estrecha correlación entre cambios inferidos en la tasa de producción de los nucleidos cosmogénicos ^{14}C y ^{10}Be , y cambios detectados en parámetros paleoclimáticos (p. ej. en trazadores petrológicos de registros sedimentarios marinos (Bond et al., 2001)).

En el presente Capítulo se analiza la señal del C-14 atmosférico para establecer un marco comparativo con la señal paleoclimática del Lago de Sanabria. La señal del C-14 atmosférico ha sido caracterizada mediante el estudio del periodograma/densidad espectral, y el análisis Wavelet. Los programas estadísticos y matemáticos utilizados han sido: STATISTICA (periodograma y densidad espectral), y MATLAB (análisis Wavelet).

Los datos del contenido en C-14 atmosférico abarcan los últimos 2.000 años. La serie estudiada ha sido extraída de la base de datos de NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), y presenta una resolución de 1 valor cada 10 años (número total de muestras: 196).

29.1. Periodograma. Periodicidad de los diferentes ciclos.

Las diferentes periodicidades detectadas en el contenido en C-14 atmosférico se muestran en la **Fig. 29.1**. Las periodicidades han sido: a) periodicidad de 327 años, b) periodicidad de 196 años, c) periodicidad de 131 años, d) periodicidad de 82 años, e) periodicidad de 70 años, f) periodicidad de 58 años, y g) periodicidad de 43-47 años. La densidad espectral por periodos se muestra en la **Fig. 29.2, 29.3 y 29.4**.

| <u>Periodo (años)</u> | <u>Valor del periodograma</u> | <u>Densidad espectral</u> |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 327 | 1137.8 | 569.7 |
| 196 | 453.9 | 358.9 |
| 131 | 502.0 | 290.5 |
| 82 | 100.8 | 71.9 |
| 70 | 90.3 | 61.7 |
| 58 | 26.2 | 20.8 |
| 47 | 33.0 | 26.6 |
| 43 | 32.4 | 21.7 |

Fig. 29.1. Resultados del periodograma. Caracterización de las diversas periodicidades identificadas en el contenido en C-14 atmosférico.

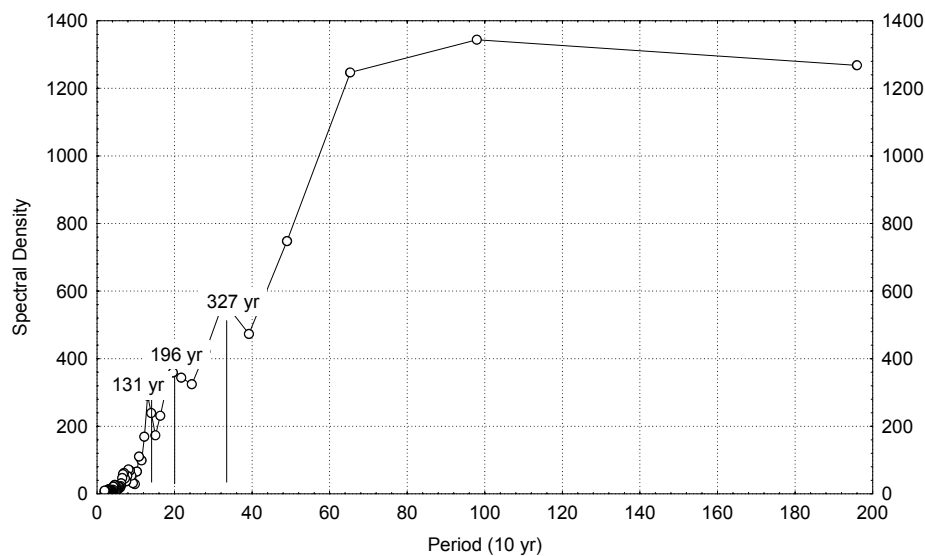


Fig. 29.2. Densidad espectral del C-14 atmosférico. No. de casos: 196. Hamming weights: .0357 .2411 .4464 .2411 .0357

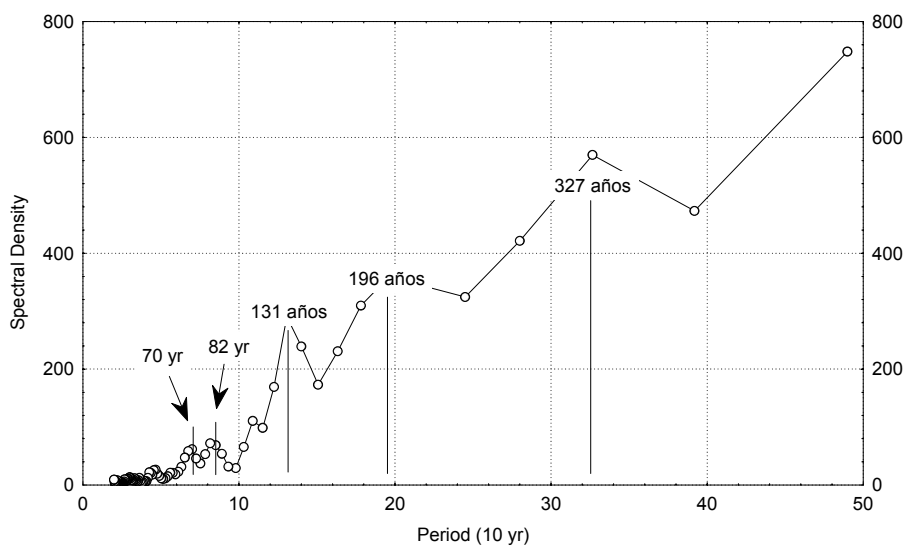


Fig. 29.3. Densidad espectral del C-14 atmosférico. Detalle de las periodicidades. No. de casos: 196. Hamming weights: .0357 .2411 .4464 .2411 .0357

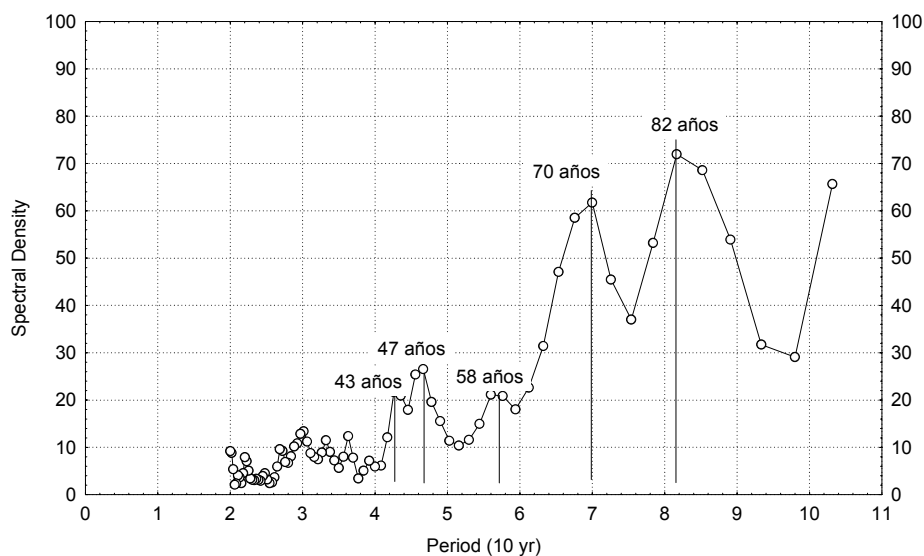


Fig. 29.4. Densidad espectral del C-14 atmosférico. Detalle de las periodicidades más bajas. No. de casos: 196. Hamming weights: .0357 .2411 .4464 .2411 .0357

29.2. Análisis Wavelet.

Los resultados obtenidos por el análisis Wavelet se muestran en la Fig. 29.5 (Wavelet mostrado: Haar). Cada uno de los ciclos identificados se encuentran evidenciados en los siguientes niveles de descomposición de la señal:

- En el Detalle 5 (d5) se evidencia un ciclo de 300 años. En la serie del C-14 atmosférico, entre 0 AD y 1200 AD, existen un total de 4 ciclos regulares, denominados de 1 hasta 4.
- En el Detalle 4 (d4) se evidencia un ciclo de 222 años. En la serie del C-14 atmosférico existen un total de 9 ciclos, denominados de 1 hasta 9.
- En el Detalle 3 (d3) se evidencia un ciclo de 118 años. En la serie del C-14 atmosférico existen un total 17 ciclos, denominados según las letras del alfabeto.
- En el Detalle 2 (d2) se evidencia un ciclo de 59 años. En la serie del C-14 atmosférico existen un total de 34 ciclos, denominados de 1 hasta 34.

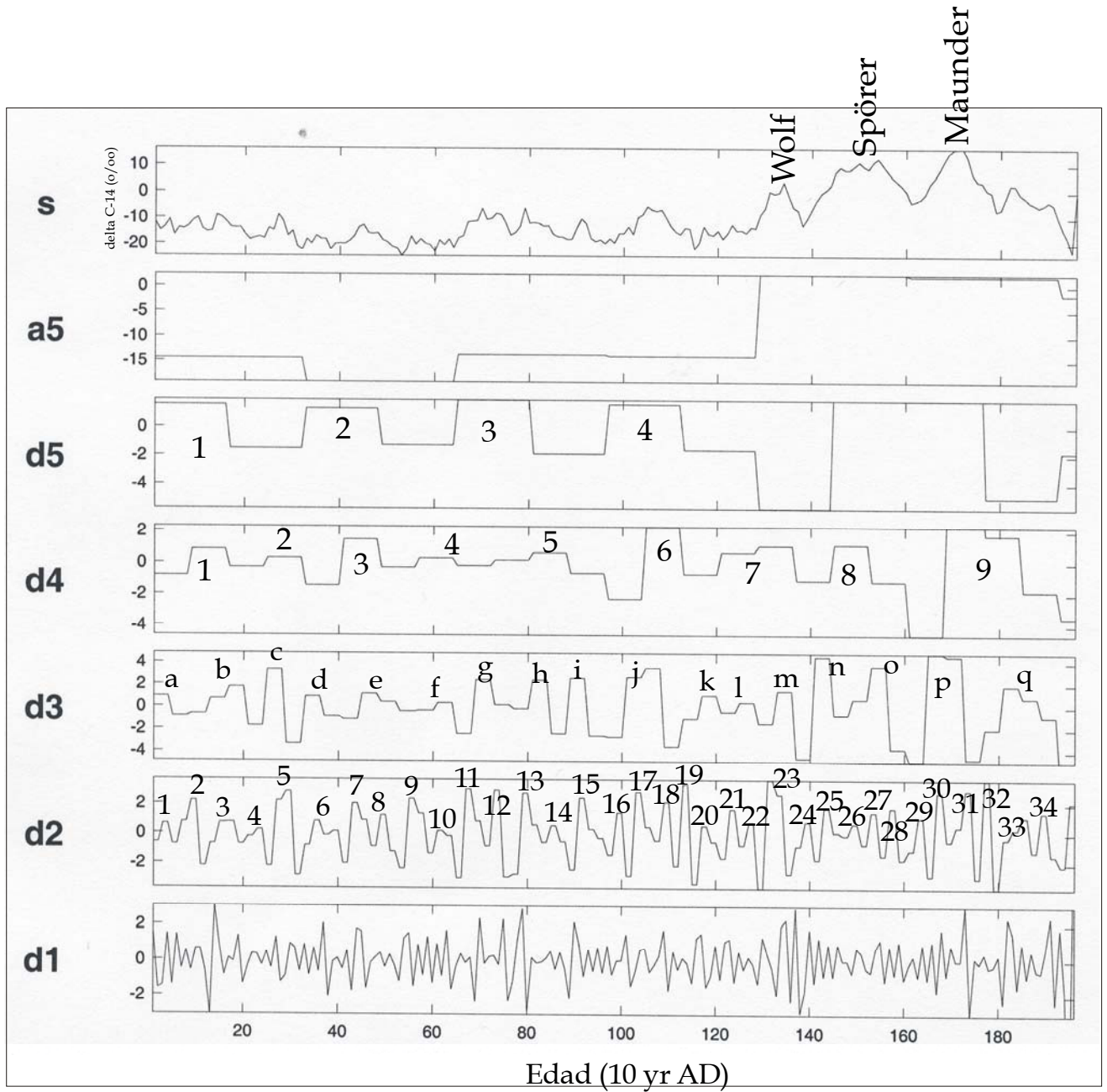


Fig. 29.5. Análisis Wavelet del contenido en C-14 atmosférico: identificación de un ciclo de 300 años (en d5), un ciclo de 222 años (en d4), un ciclo de 118 años (en d3), y un ciclo de 59 años (en d2). Wavelet utilizado: Haar. En la señal original (s) se indican los mínimos solares de Maunder, Spörer y Wolf.

Las características generales obtenidas del análisis Wavelet se resumen a continuación:

| | <u>Registro de C-14 atmosférico</u> | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | <u>Ciclo de 300 años</u> | <u>Ciclo de 222 años</u> | <u>Ciclo de 118 años</u> | <u>Ciclo de 59 años</u> |
| Identificado en | D5 | D4 | D3 | D2 |
| Número de ciclos | 4 | 9 | 17 | 34 |
| Intervalo temporal (años) | 1200 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Periodicidad del ciclo (años) | 300 | 222 | 118 | 59 |

Así, las periodicidades obtenidas del contenido en C-14 atmosférico, según el método analítico utilizado, son:

| | | <u>Cíclicidades en el C-14 atmosférico (años)</u> | | | | | |
|--------|-------------------------------------|---|----|-------|-----|-----|-----|
| Método | Periodograma/ Densidad espectral | 43-47 | 58 | 70-82 | 131 | 196 | 327 |
| | Análisis Wavelet | | 59 | | 118 | 222 | 300 |