



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático  
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)  
Vol. 5 num 10, 2019, pág. 1209-1221  
ISSN electrónico 2410-7980

## Producción de azúcar de caña en El Salvador y su relación con la variabilidad de la Actividad Solar y Geomagnética: Un enfoque de la Bioeconomía y el Cambio Climático

### Cane sugar production in El Salvador and its relationship with the variability of Solar and Geomagnetic Activity: An approach to Bioeconomics and Climate Change

Pablo Sierra F.<sup>1</sup>, Edgar Antonio Marinero O.<sup>2</sup>, Ángel Sol S.<sup>3\*</sup>, Carlos A. Zuniga-Gonzalez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica y Astronomía, AMA-CITMA, Cuba. [sierrafp@gmail.com](mailto:sierrafp@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigación Ambiental de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador (CEIA).  
Email: [edgar.marinero@ues.edu.sv](mailto:edgar.marinero@ues.edu.sv)

<sup>3</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, México. Email: [sol@colpos.mx](mailto:sol@colpos.mx)

<sup>4</sup> Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. [czuniga@ev.unanleon.edu.ni](mailto:czuniga@ev.unanleon.edu.ni)

\*Autor por correspondencia: [sol@colpos.mx](mailto:sol@colpos.mx)

DO : 10.5377/ribcc.v5i10.8946

Recibido: 15julio 2019

Aceptado: Odiciembre 2019

#### Resumen

El presente trabajo constituye una contribución de la Bioeconomía en el sendero productivo de Eco intensificación, donde los efectos de la variabilidad climática inciden en los niveles de producción de Caña de Azúcar. La actividad eruptiva del sol y el clima Espacial son importantes elementos del medio ambiente cósmico que inciden en la variabilidad del clima del planeta y numerosos procesos de la Biosfera y el Medio Ambiente. Se analizaron las series de tiempo de la producción en la industria azucarera en El Salvador para un período de 31 años (1985-2015) a partir de los datos publicados en el Anuario de Estadística Agropecuaria, D.G.E.A-M.A.G, en relación con el régimen lluvioso para ese mismo periodo y con dos índices del Clima Espacial. El trabajo se realizó en distintas fases en Cuba, El Salvador y México. El objetivo del trabajo, consistió en valorar la hipótesis que establece la asociación entre estas variables (series de producción azucarera e índices del clima espacial) y al mismo tiempo confirmar la posible influencia para este territorio centroamericano, y la muestra con que se contraste. Se demostró que existe una estrecha sincronía entre la actividad solar y geomagnética y los índices de producción de caña de azúcar, melaza y azúcar, manifestándose claramente en estas últimas un ciclo multianual de aproximadamente 10 a 12 años.

Palabras claves: Cambio Climático; Geomagnetismo; Heliobiología; Bioeconomía; Ecointensificación

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual.

## Abstract

The present work is a contribution of the Bioeconomy in the productive path of Eco intensification, where the effects of climatic variability affect the productivity levels of sugarcane production. The eruptive Activity of the Sun and Space Weather are important elements of the cosmic environment that affect the variability of the planet's climate and numerous processes of the Biosphere and the Environment. The time series of productivity in the sugar industry in El Salvador for a period of 31 years (1985-2015) were analyzed from the data published in the Yearbook of Agricultural Statistics, DGEA-MAG, in relation to the rainy regime for that same period and with two indexes of the Space Weather. The work was carried out in different phases in Cuba, El Salvador and Mexico. The objective of the work was to assess the hypothesis that establishes the associations between these variables (sugar production series and spatial climate indices) and at the same time confirm the possible influence for this Central American territory, and the sample with which it was contrasted. It is shown that there is a close synchrony between the Solar and Geomagnetic Activity and the sugarcane, molasses and sugar production indices, clearly manifesting in these last ones a multi-year cycle of approximately 10 to 12 years.

**Keywords:** Climate Change; Geomagnetism; Heliobiology; Bioeconomy; Ecointensification

## Introducción

El conocimiento de los factores que de una u otra manera inciden en los resultados productivos de cualquier actividad humana redundará sin dudas en el mejor aprovechamiento de los recursos utilizados en la misma, revirtiéndose en una mejor relación costo-beneficio. En términos de la Bioeconomía la eco intensificación implica considerar factores de la biomasa para agregar valor a la producción.

La ecointensificación, referida a las prácticas agronómicas dirigidas a mejorar el rendimiento ambiental de las actividades agrícolas sin sacrificar los niveles de producción /productividad existente. Un indicador clave es la siembra directa, así podemos mencionar en el 2006 a Brasil, Argentina, Paraguay, Bolivia, Venezuela, Chile y Colombia; Según datos de la FAO evidencia esta afirmación (Dios, 2015).

La agroindustria constituye una actividad productiva que depende mucho del empleo de tecnologías de cultivo, mantenimiento, de buenas prácticas de cosecha y posterior procesamiento antes de llegar al producto final y éste al mercado. Asimismo requiere de la utilización de las técnicas aplicadas en el control de irrigación, nutrientes, plagas y enfermedades y del ambiente magnético en que se realiza dicha actividad en su conjunto, y cuando se menciona ambiente, se incluye el electromagnético natural impuesto por las condiciones cíclicas multianuales del clima espacial, de la irradiación solar, de la actividad eruptiva del sol y los procesos electromagnéticos propios del planeta, aspectos estos últimos generalmente ignorados en la literatura y en la vida práctica.

---

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual.

No son pocos los científicos, que en su afán de llevar a la práctica social los conocimientos acumulados y en continuo avance, insisten en poner a la luz pública y sobre todo de quienes manejan la economía y la industria agrícola, aquellos resultados que obstinadamente muestran los reales nexos entre el cosmos cercano (el sol, la luna y el medio ambiente circunterrestre, entre otros), su ciclicidad y pronóstico (Vitinskii Yu.1973, 1983).

En ninguno de los trabajos consultados se concluye que dichas influencias físicas determinan algún fenómeno o proceso, o incluso algún aspecto de la biosfera relacionado con la salud vegetal, animal o humana, sino que dicha actividad, de carácter cíclico o esporádico imprime su comportamiento en numerosos procesos en el planeta, sean estos geofísicos, climáticos o biológicos, esto es, una influencia que se superpone o combina con los procesos endógenos de estos sistemas, trayendo como resultado determinados comportamientos “anómalos” difíciles de explicar por otras vías.

Bajo ese precepto surgió, el descubrimiento de que la actividad cíclica de aproximadamente 10 a 12 años del sol modulaba, de alguna manera, el crecimiento de los anillos de los árboles seculares y el precio del trigo en el Reino Unido a principios del siglo XIX, cuando el astrónomo alemán William Hershel (1738-1822) observó que el precio del trigo en el mercado londinense marchaba sincrónicamente con el número de manchas que aparecían en el sol año tras año.

Tales descubrimientos dieron inicio a principios del pasado siglo a investigaciones por parte de insignes naturalistas tales como L.A. Chizhevski, quien mostró certeramente cómo la actividad del Sol se inmiscuía en los procesos de aparición y desaparición de plagas y epidemias en Europa, en el comportamiento inexplicable del rendimiento de cosechas y otros muchos aspectos de la actividad humana, del cual derivó la obra "Investigaciones sobre la Periodicidad de los Procesos Globales Periódicos 1915.

Su titánica labor dio por resultado la aceptación del término poco conocido de “Heliobiología”, que se traduce como la Relación Sol – Biosfera, concepto éste último introducido por el también Naturalista ucraniano V. I. Verdadsky (1863-1945), quien puntualizó que “...en la Tierra no hay organismo vivo alguno que se encuentre en estado libre, sin estar vinculado indisolublemente con el medio material-energético. En nuestro siglo la biosfera se entiende de una manera completamente nueva. Se revela como fenómeno planetario de carácter cósmico”

A estos descubrimientos iniciales, poco conocidos y comprendidos entonces, le siguieron, en las primeras décadas del pasado siglo, otros muchos aportes, realizados por científicos de los más diversos países y especialidades, a los que relacionarlos todos aquí sería muy extenso, pero sí se debe mencionar, entre otros al italiano Piccardi G. (1895-1972) y S. Arrhenius (1859-1927), premio Nobel de Química, algunos de los cuales incursionaron en el comportamiento del clima del planeta en todas sus variables físicas, la Edafología, Agrícolas, rendimiento pesquero, modificación de las propiedades del agua, salud

humana (patologías cardiovasculares, neurológicas, crecimiento y desarrollo, epidemias, entre otras muchas vertientes), así como resultados básicos bajo condiciones de modelación en el laboratorio.

De manera que el cúmulo de resultados confirmados por diferentes vías y autores han establecido una evidente coherencia que permite en la actualidad afirmar que los nexos entre la actividad solar, el clima y la biosfera es una realidad que hay que tener en cuenta y llevar a la práctica.

En el área geográfica de Centroamérica, México y Estados Unidos han sido realizadas algunas investigaciones tanto en el aspecto de salud humana como en el económico, confirmándose de esta manera que en las bajas latitudes geográficas tropicales también se ven reflejados estos nexos en cuanto a la agroindustria, Virden L. Harrison (1976) confirmó la hipótesis de estos fenómenos, con cuatro tipos de cosechas (algodón, arroz, trigo y maíz) en varios Estados de Estados Unidos, incluyendo Texas, para un período de más de 100 años, encontrando en general y con variados grados de influencia, mayor producción en etapas de alta actividad solar y viceversa, lo que concuerda con resultados contemporáneos reportados en las últimas décadas (Sierra *et al.*, 1999), Muthanna A. *et al.*, 2016. Zuñiga, C. *et al.*, 2014), Pustil'nik, L. & Din, G. 2004).

En el presente reporte se aborda la asociación entre la actividad cíclica del Sol, el geomagnetismo terrestre y la producción de caña de azúcar en El Salvador durante un período de 31 años, para cuyo país y período hubimos de investigar previamente el régimen de lluvias con una muestra de 8 estaciones de registro también en relación con las mismas variables físicas del Clima Espacial (Sierra *et al.* 2017), encontrando una asociación positiva que condujo a explorar algunas variables de la agroindustria en el mismo territorio y años, en busca de posible nexo causal al ser la lluvia un elemento esencial en la gestión agrícola con enfoque de la bioeconomía.

La importancia práctica de los resultados obtenidos en este tipo de investigación son evidentes, representando una herramienta útil de pronóstico para la planificación de los recursos y del esfuerzo productivo (y como información de utilidad en el enfrentamiento de las consecuencias del calentamiento global que afecta a todos), el cual se hace más eficiente si se acentúa durante los períodos en que se conoce, por pronóstico de la Actividad Solar, que la producción se acrecentará debido al factor externo del Clima Espacial, independientemente de otros factores endógenos, así, el objetivo de la presente investigación, fue analizar la variabilidad de las series de tiempo para la producción de caña de azúcar

## Materiales y métodos

La base de datos original de la producción cañera para 31 años (1985 – 2015) y sus derivados para el territorio de El Salvador fue obtenida del Anuario de Estadística Agropecuaria, D.G.E.A-M.A.G de dicho país. A partir de la misma se confeccionó un libro EXCEL con los datos originales (área física de plantación,

---

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual.

estimado del volumen de caña obtenido, rendimiento cañero, producción de azúcar, producción de melaza) en sus respectivas unidades de medida originales.

Por tratarse de cifras con muchos dígitos y por no ser de interés para la presente exploración los valores absolutos de las variables, sino su variabilidad porcentual multianual, se normalizaron todas, creando una página Excel con los datos. Ya normalizados y a partir de las mismas se calculó dos nuevas variables no contenidas en la data original: rendimiento de azúcar y rendimiento de melaza.

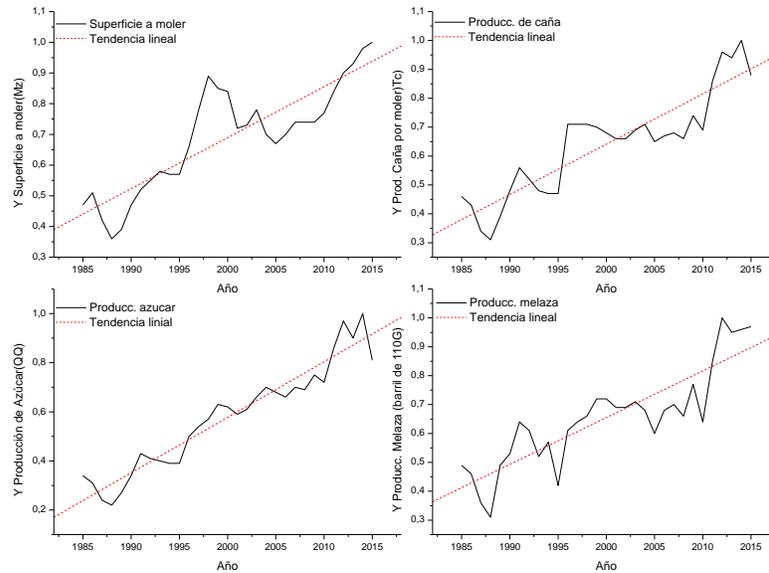
Como variables independientes, representativas de la actividad solar (AS) y su variabilidad, se tomó el promedio anual del número de Woolf (W) que caracteriza el número y área de las manchas en el disco visible del sol, el promedio anual del flujo de radioemisión solar (F) en la longitud de onda de 10 Cm. y se utilizó también como variable representativa de la actividad geomagnética planetaria (AGP), que es consecuencia de la geo-efectividad de la AS en el planeta, al índice promedio anual de "Ap".

Para las tres variables se obtuvo los promedios anuales a partir de los datos diarios o trihorarios en el caso de Ap, siendo las fuentes de los mismos <http://www.sidc.be/silso/datafiles>; <http://www.geomag.bgs.ac.uk/.html> respectivamente.

## Resultados

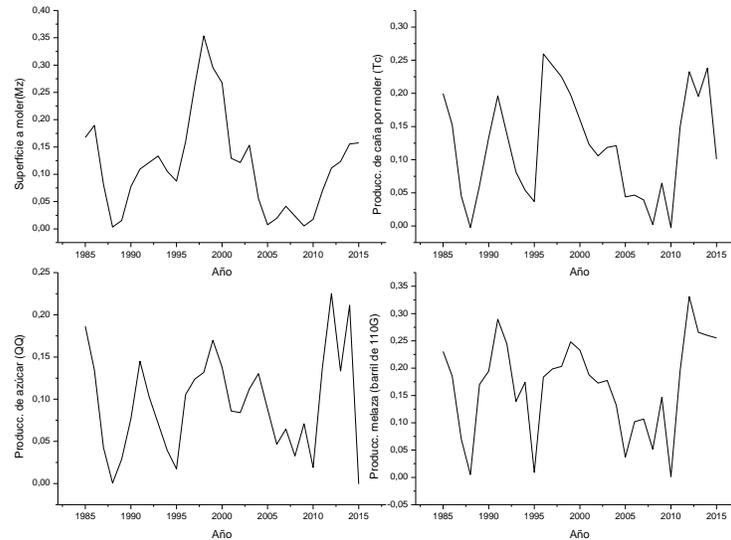
Los resultados gráficos y estadísticos obtenidos de las herramientas del paquete de cálculo EXCEL y del Microcal Origin 6 muestran los resultados siguientes:

A partir de la data original se obtuvo los gráficos de superficie a moler, producción de caña, producción de azúcar y producción de melaza (Gráfica. 1), en los que se observa una marcada tendencia ascendente acompañada de variaciones multianuales positivas y negativas respecto a la línea de tendencia.



**Gráfica 1.** Comportamiento de la producción y de área cultivada reportada 1985-2015. Todos los valores aparecen normalizados a los registros máximos del período. La línea segmentada representa el ajuste lineal de la tendencia para cada caso. (Mz= Manzana, Tc =Toneladas cortadas, QQ=quintales; G=galones)

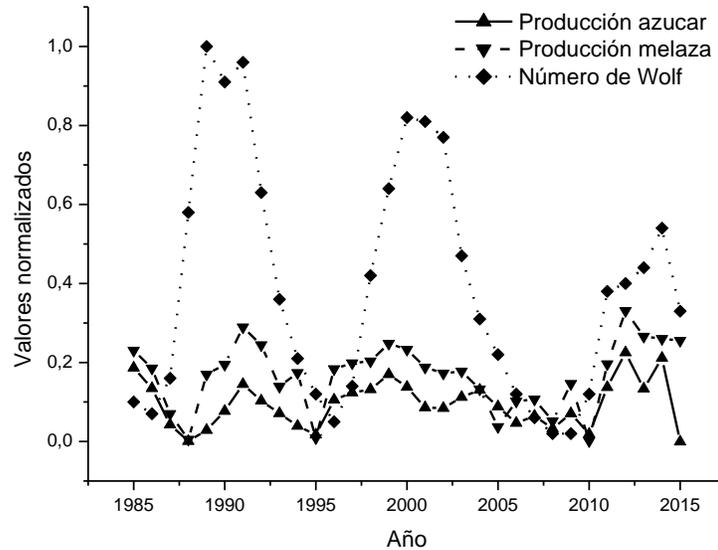
Para cumplir el objetivo planteado del presente trabajo, se suprimió la tendencia de las mismas (Gráficas 2), en la que se destacan las variaciones multianuales objeto de investigación. Se añadió a lo anterior la normalización de las series para mayor facilidad de análisis y por no ser de interés sus valores absolutos.



**Gráfica 2.** Variables de producción y de área cultivada reportada. Todos los valores aparecen normalizados a los registros máximos del período, en este caso suprimida la tendencia que se observa en la Gráfica 1, lo que permite destacar la variabilidad porcentual en todos los casos ((Mz= Manzana, Tc =Toneladas cortadas, QQ=quintales; G=galones)

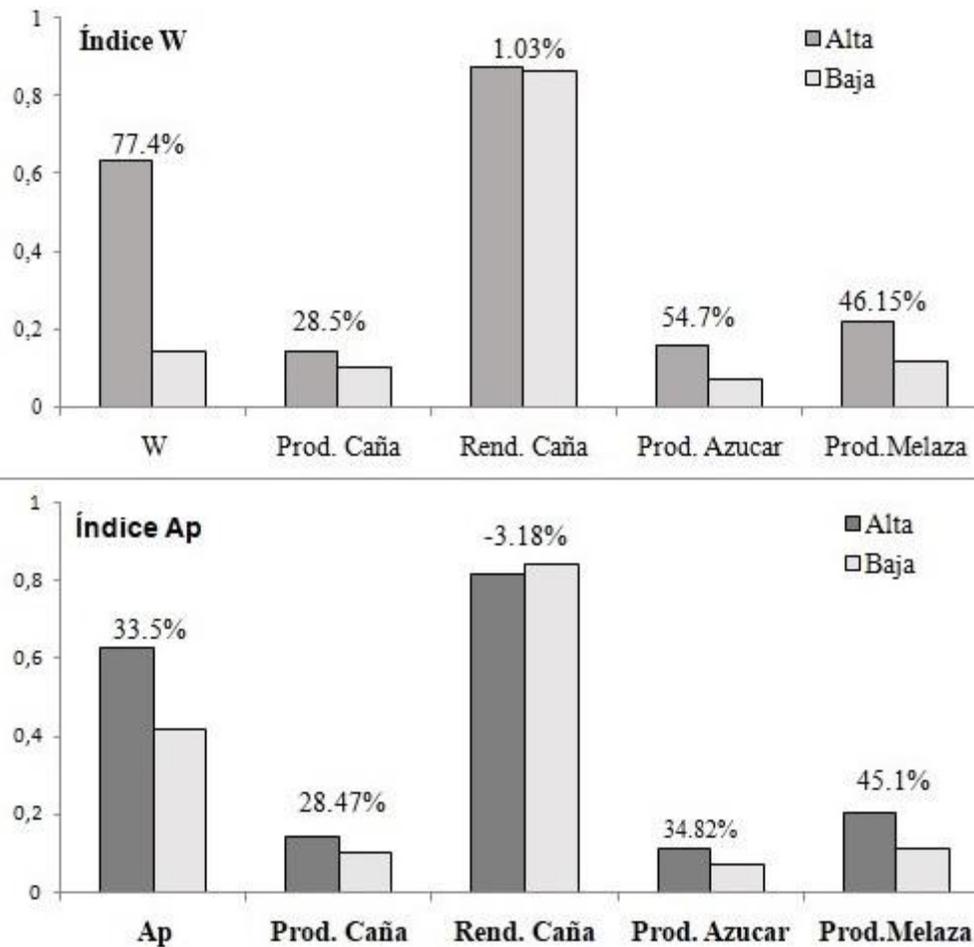
La Grafica 3 muestra el comportamiento temporal comparativo entre la Actividad Solar (W) durante el período y las variables de producción de azúcar y de melaza, en la que se observa el sincronismo entre las mismas para períodos multianuales, así como la duración de los ciclos. El comportamiento comparativo con la Actividad Geomagnética y el Flujo Solar son semejantes.





**Gráfica 3.** Resultado de la superposición gráfica de las variables de producción de azúcar y melaza y de la actividad solar para el período señalado. Se evidencia el sincronismo multianual entre las variables.

No obstante, la Gráfica 4 muestra el resultado cuantitativo entre períodos de alta y baja actividad solar y geomagnética en relación con las variables de producción de caña, azúcar y melaza, así como de la productividad cañera en relación con el área sembrada, lo que muestra una sostenibilidad irregular. y por lo mismo una confiabilidad baja.



**Gráfica 4** Resultado de superponer los períodos de **alta actividad** solar (W) y geomagnética (Ap) por separado y los correspondientes de producción y productividad de caña, en comparación con los períodos de **baja actividad**. Todas las magnitudes aparecen normalizadas. Los valores porcentuales sobre las barras representan las diferencias entre los períodos en comparación.

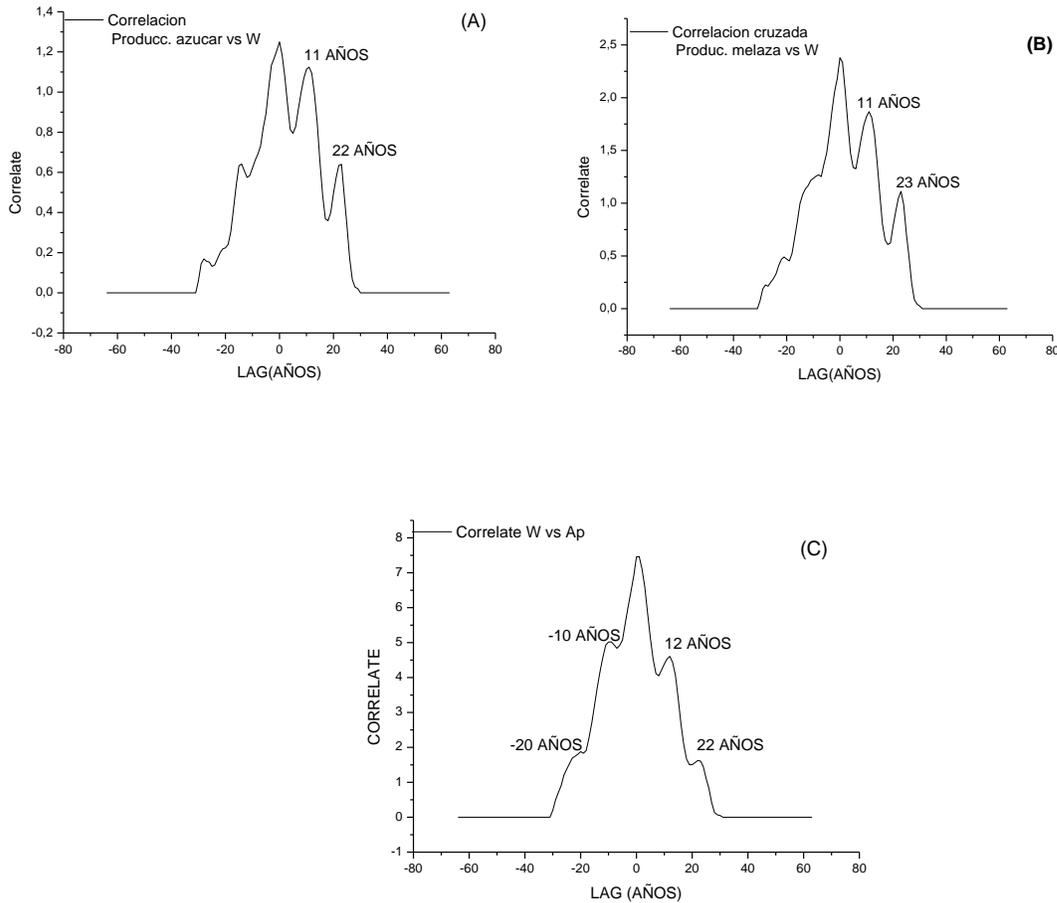
Se consideró como alta la actividad los valores de las variables independientes mayores que el 50% del pico anual máximo del ciclo en cuestión y baja el resto. El resultado muestra los valores porcentuales para cada caso, mientras que la gráfica 5 (a y b), resultado del cálculo de correlación cruzada entre el índice W y la producción de azúcar y melaza muestra la presencia de los ciclos principales de la actividad solar, el de 11 años ya visto y el de 22 años que representa el ciclo magnético del Sol cuando el mismo invierte el signo de su polaridad magnética global. A manera de control la Gráfica 5c muestra la correlación cruzada entre W y Ap, o sea, el fuerte vínculo entre los fenómenos cíclicos multianuales del Sol y su respuesta

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual.

geomagnética representada por las tormentas geomagnéticas, en este caso se evidencian los mismos ciclos multianuales de 11 y 22 años.



**Gráfica 5** Resultado de la correlación cruzada entre el índice solar W y la producción de azúcar (A) y de melaza (B) para el período analizado. La asimetría observada se debe a la diferencia de duración de los ciclos de Actividad Solar y Geomagnética presentes para este período, lo cual es posible corroborar en el gráfico C, donde, a modo de control, se muestra la correlación cruzada entre las variables independientes W y Ap. (*Microcal Origin 6*).

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual.

En la Tabla 1 aparecen los períodos de las variables de producción y de la actividad solar y geomagnética calculados mediante Transformada Rápida de Fourier (*FFT por sus iniciales en inglés*). Los períodos principales de la actividad solar son el de 12,8 años, que se observan para las variables de producción y el de 7,11 años es un período no muy conocido y sin embargo está presente en este resultado, reflejado además en las variables de producción, lo cual resulta de interés para futuras investigaciones relacionadas con este tema. Para el rendimiento sólo se muestra el de la caña como ejemplo pues en la productividad de azúcar y melaza no se manifiestan períodos destacados.

**Tabla 1** Resultado de los períodos obtenidos mediante Transformada de Fourier (FFT) para todas las variables implicadas en el trabajo.

VARIABLES	PERÍODO (AÑOS)					
Superficie a moler	16	8	5.3	4	2.9	2.5
Caña por moler	16	8	5.3	3.6		2.5
Rendimiento de caña	-	-	-	-	-	-
Producción de azúcar	12.8	7.11				2.6
Producción de melaza	12.8	7.11			3.05	
Productividad de azúcar	-	-	-	-	-	-
Índice solar W	12.8	7.11		4		
Índice solar Flujo Radio	12.8	7.11				
Índice geomagnético Ap	10.6		5.33	4	2.9	2.4

Elaboración propia

### Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados mostrados confirman la hipótesis de asociación causal entre la variabilidad multianual de la Actividad Solar y Geomagnética y la producción de caña, azúcar y melaza para la muestra utilizada, independientemente de la tendencia de estas últimas y a la vez se evidencia que los ritmos encontrados en el régimen de lluvias en El Salvador (Sierra *et al.* 2017) para los 31 años estudiados concuerdan con los que presenta la producción cañera.

Es preciso destacar lo mostrado en la Gráfica 4, en que al calcular la producción de azúcar y melaza para los períodos de alta y baja actividad solar, dichas producciones, para los períodos de alta resultaron

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual.

superiores en alrededor del 50% para ambas variables en el caso del índice W y entre 35 y 45% respectivamente para el índice geomagnético Ap, lo cual muestra la magnitud de importancia económica que ello representa. En la Tabla 1 se evidencia cómo la variable “Caña por Moler” se corresponde en los períodos de 16, 8 y 5.3 años encontrados, como es de esperar, con la variable “Superficie a Moler”, mientras que los rendimientos no manifiestan periodicidad alguna, aspecto este pendiente de investigación.

Dada la diferencia encontrada en la producción para uno y otro período (alta y baja actividad) de perturbación en el clima espacial, es válido y conveniente explorar este aspecto para otras producciones agrícolas y a la vez someter a un pilotaje experimental en la toma de decisiones en cuanto a la planificación del esfuerzo productivo para plazos comprendidos en períodos de alta y baja actividad solar, lo cual permitiría no sólo confirmar lo obtenido en este trabajo, sino también explotar el conocimiento de la asociación encontrada y su repercusión económica. Todo ello contribuirá en cierta medida a la mitigación del aspecto negativo que imprime el cambio climático en la producción de alimentos.

En términos de la Bioeconomía, este estudio representa un nuevo enfoque de valorar la producción en el sendero de la Eco intensificación donde la actividad solar y geomagnética inciden en la producción de manera directa como una variable climática.

---

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual.

## Referencias

- Chizhevskii, A. 1940. *Cosmobiologie et Rythme du Milieu extérieur*. Verhandlungen, Zweiten Konferenz der Internationalen Gesellschaft für Biologische Rhythmusforschung, am 25. und 26. August 1939, Utrecht, Holland, HolmgrenHj, editor. *Acta med scand* 1940; 108 (Suppl): 211-226.
- Chizhevskii, A. 1973. *El eco terrestre de las tormentas solares*. Ed. "Misl" Moscú, 1973.
- Muthanna, A. Al-Tameemi; Chukin V. 2016. Global wather cycle and solar activity variations. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 142 (2016) 55-59.  
<https://doi.org/10.1016/j.jastp.2016.02.023>
- Piccardi, G. 1971. *Actividad Solar y los test químicos. Influencia de la Actividad Solar en la Atmósfera y la Biosfera de la Tierra*. Moscú, 1971, p. 141 - 147.
- Piccardi, G. 1962. *The chemical basis of medical climatology*. USA: Springer, 1962-146p.
- Pustil'nik, L.A. & Din, G.Y. (2004). Influence of solar activity on the state of the wheat market in medieval England. *Sol Phys* (2004) 223: 335. <https://doi.org/10.1007/s11207-004-5356-5>
- Dios P. R., Alcaide, J. D., Jurado, M., Guijarro, A. P., Martínez-Paz, J., & Zúniga-González, C. (2015). Aspectos medioambientales en los análisis de eficiencia. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 1(1). <https://doi.org/10.5377/ribcc.v1i1.2143>
- Sierra, P., Sierra, S., Rodríguez R., Pérez P. 1999. Impacto Medioambiental de las Perturbaciones Heliogeofísicas. Consideraciones a partir de Resultados Observacionales. México, D.F. *Rev. Geofísica*, No. 50, Enero-Junio 1999, pp. 9-23.
- Sierra, P.; Marinero, E.; Sol, S. 2017. Actividad Solar y su asociación con el régimen de lluvias en El Salvador. León, Nicaragua. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.* Num 6 (3), 2017, pág. 782-799 ISSN electrónico 2410-7980. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v3i6.5948>
- Virden L. Harrison. 1976. Do sunspot cycles affect crop yields? Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Agricultural Economic Report No. 327.
- Vitinskii Yu. 1973. *Ciclicidad y pronóstico de la Actividad Solar* (ruso). Ed. "NAUKA". Leningrado 1973. 254p
- Vitinskii Yu. 1983. *Actividad Solar y Biosfera* (ruso). *Actividad Solar*. Moscú. Ed. "Nauka", 1983. pp.179-192
- Zúniga-González, C. A., Durán Zarabozo, O., Dios Palomares, R., Sol Sánchez, A., Guzmán Moreno, M. A., Quiros, O., & Montoya Gaviria, G. D. J. (2014). Estado del arte de la Bioeconomía y el cambio climático (No. 1133-2016-92457, pp. 20-329).

---

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual.