

Índices ENOS y producción en caña de azúcar en Guatemala

Alfredo Suárez, Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, ICC

INTRODUCCION

Aunque la influencia de los fenómenos oceánicos y atmosféricos en los rendimientos de producción de los cultivos continúa siendo examinada, el fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS), sigue siendo un buen punto de partida para las predicciones basadas en el clima (Fraisse et al., 2008). Alrededor del mundo, diferentes autores han reportado la influencia del ENOS sobre las variaciones en los rendimientos agrícolas (Royce et al., 2011). Para el caso de la producción de caña de azúcar en Guatemala, se han reportado variaciones en el rendimiento de caña relacionadas con eventos Niño o Niña: producciones altas en eventos Niño y producciones bajas en eventos Niña (Castro et al., 2009).

Por otro lado, índices basados en anomalías del comportamiento de variables oceanográficas y atmosféricas han sido desarrollados para poder cuantificar y monitorear el comportamiento del ENOS, de los cuales el *Ocean Niño Index* (ONI) (NOAA, 2003) y el *Multivariate ENSO Index* (MEI) (Volter y Timlin, 1993, 1998), destacan por su relativa sencillez de aplicación.

De acuerdo a lo anterior, se ha planteado el presente trabajo con el fin de estudiar la relación existente entre las variaciones de los índices ONI y MEI con los rendimientos de producción de caña de azúcar.

METODOLOGIA

Datos de producción

Se recopiló de CENGICAÑA la información de producción (en toneladas de caña por hectárea o TCH) de la Agroindustria Azucarera de Guatemala de la zafra 84/85 a la zafra 10/11.

Para reducir el efecto de nuevas tecnologías, variedades mejoradas y cambio en las intensidades de siembra, se generó una línea de tendencia para calcular un residual anual normalizado a partir de la fórmula:

$$y_r = 100 * \left[\left(\frac{y_o}{y_t} \right) - 1 \right]$$

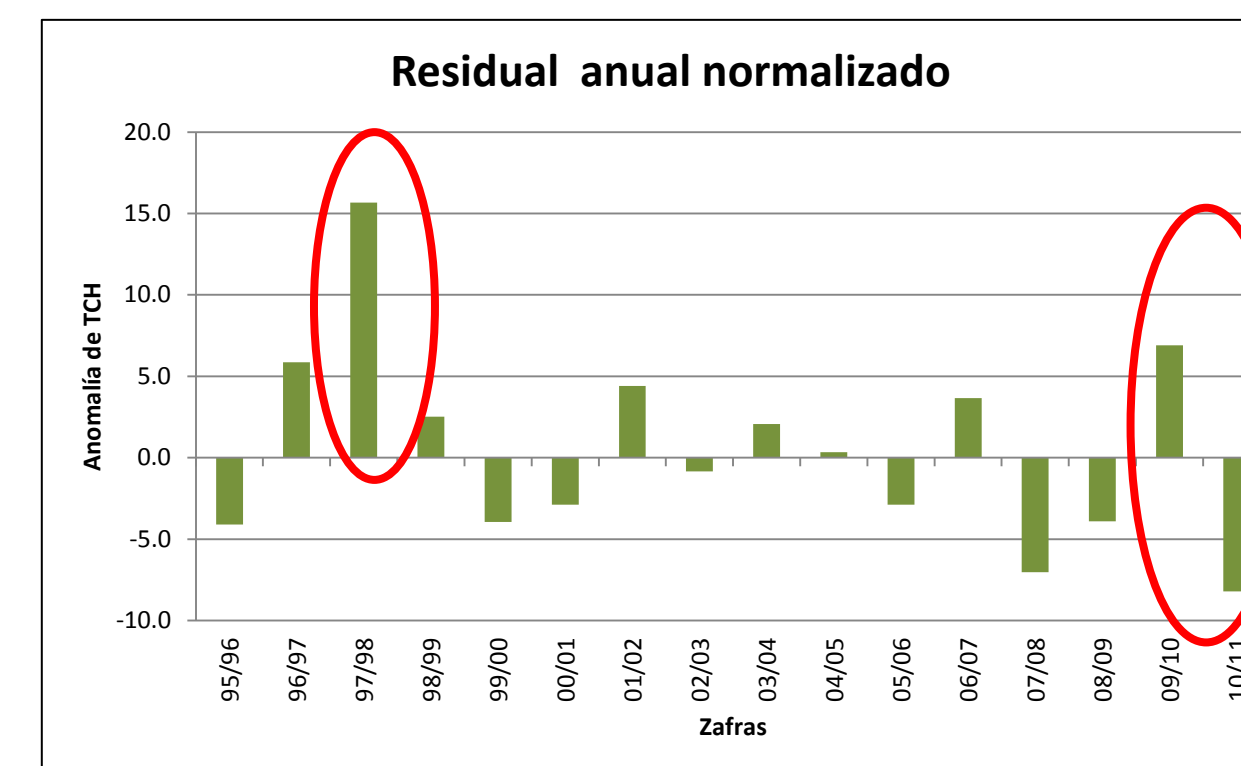


Figura 1. Residual anual normalizado zafras 95/96 - 10/11

Basados en los análisis de regresión, se identificó que los valores de R^2 del ONI y el MEI correspondientes a los meses más cercanos al inicio de zafra (junio, julio, agosto, septiembre y octubre), explicaban de mejor manera la variabilidad en producción durante el año (cuadro 1).

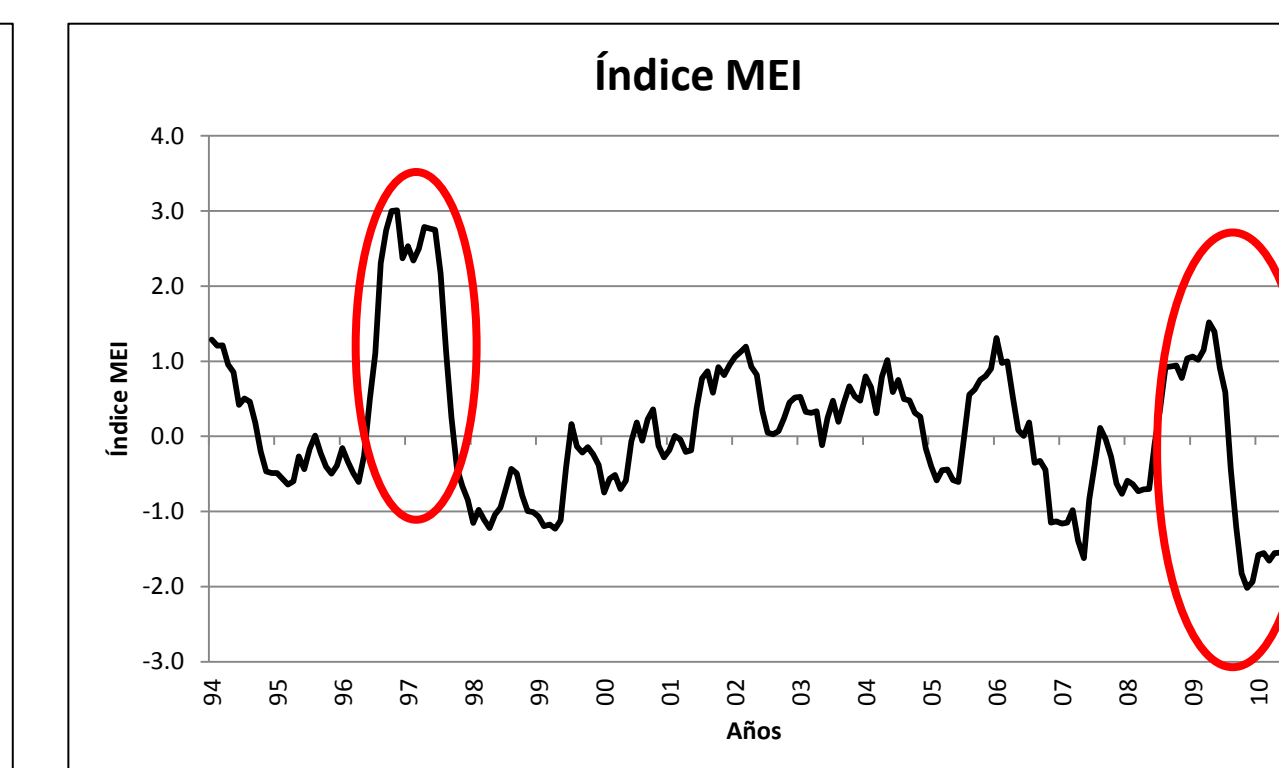
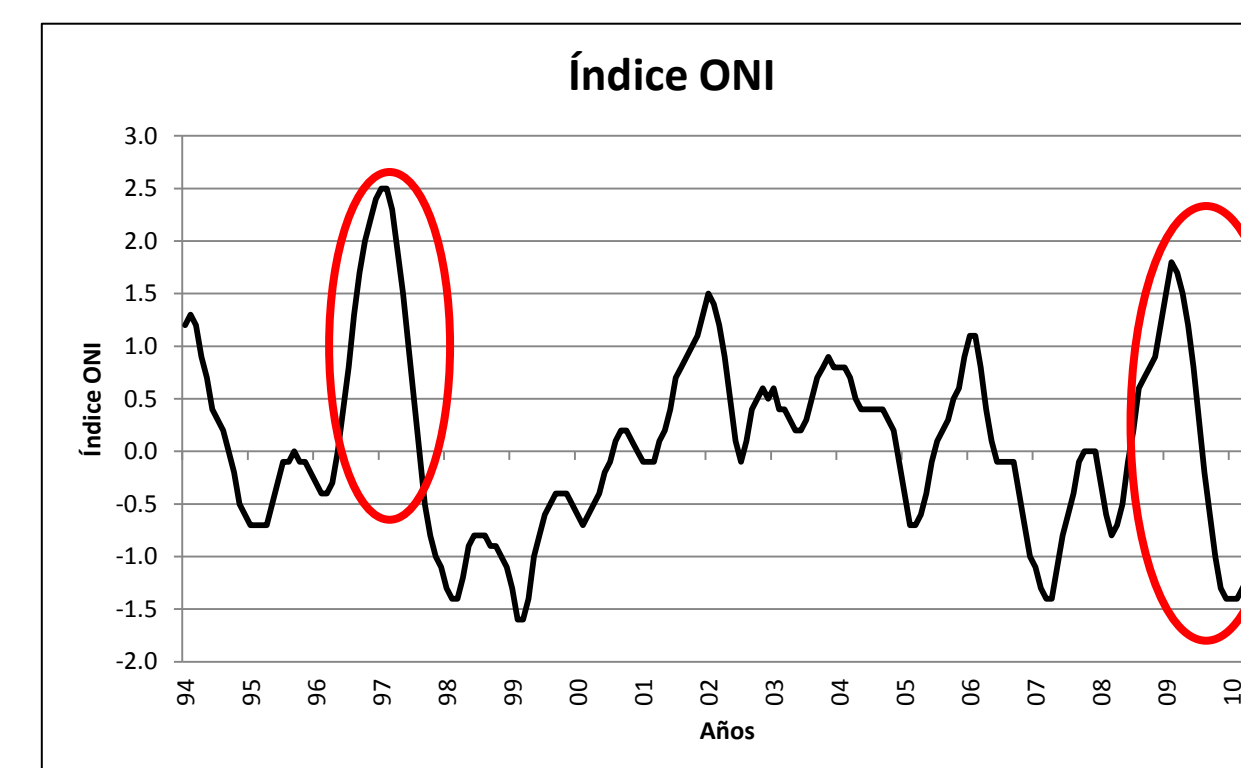


Figura 2. Valores mensuales de índices ENOS. a. *Ocean Niño Index* b. *Multivariate ENSO Index*

De la misma manera se observó que el índice MEI presentó coeficientes de determinación más altos que el ONI. Estudios realizados en el sur de la Florida, demostraron resultados similares en maíz y maní al comparar ambos índices (Royce et al., 2011).

Cuadro 1. Valores de R^2 para el residual anual de producción por índice ENOS.

Período ONI	Coefficiente de determinación ONI	Período MEI	Coefficiente de determinación MEI
OND	0.0404	Nov-Dic	0.0405
NDE	0.0553	Dic-Ene	0.0478
DEF	0.0491	Ene-Feb	0.0566
EFM	0.0360	Feb-Mar	0.0459
FMA	0.0163	Mar-Abr	0.0127
MAM	0.0093	Abr-May	0.0046
AMJ	0.1534	May-Jun	0.0636
MJJ	0.4152	Jun-Jul	0.5627
JJA	0.4823	Jul-Ago	0.6768
JAS	0.5239	Ago-Sep	0.6441
ASO	0.5473	Sep-Oct	0.6611
SON	0.5697	Oct-Nov	0.6466

Es importante observar en el cuadro 1 que los valores de los coeficientes de determinación en el MEI, no presentan una tendencia creciente a medida que se acercan a la época de zafra, tal y como lo presenta el ONI. El período MEI Jul-Ago se presenta con el mayor coeficiente de determinación, con una explicación del 68% de la variabilidad en la producción, seguido de Sep-Oct con 66% y Oct-Nov con 65%.

Donde y_r es el porcentaje de residual de producción, y_o es la producción observada y y_t es la producción estimada en base a la línea de tendencia (Royce, 2011).

Índices ENOS

ONI: El *Ocean Niño Index* es un índice mensual que calcula el promedio de las anomalías de la temperatura superficial del mar de tres meses consecutivos, con respecto a las temperaturas mensuales normales en la región del Pacífico. Los datos del ONI fueron descargados del sitio del Centro de Predicción del Clima de la NOAA (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>).

MEI: El *Multivariate ENSO Index* es un índice que incorpora seis variables oceánicas y atmosféricas relacionadas con el ENOS. A partir del valor de la media histórica que genera el algoritmo del MEI, se asigna un valor a cada uno de los 12 períodos bimestrales correspondientes a la desviación estándar de las seis variables para ese período. Los datos del MEI fueron descargados del sitio del Laboratorio de Investigación del Sistema Terrestre de la NOAA (ESRL, por sus siglas en inglés, <http://www.esrl.noaa.gov/>).

Para cada uno de los datos de TCH de las zafra del período de estudio, se recopilaron los datos mensuales de los índices correspondientes a los períodos de crecimiento de dichas zafra.

Análisis de datos

Por medio de análisis estadísticos se analizaron las relaciones entre los valores mensuales de los índices para cada uno de los TCH respectivos. Análisis de correlación y de regresión lineal fueron utilizados para tal efecto.

RESULTADOS

A partir de los datos de TCH, se generó una línea de tendencia para calcular el residual anual normalizado, el cual serviría de base para el análisis de las relaciones existentes entre éste y los datos mensuales de los índices ENOS. Gráficamente se identificaron similitudes entre el comportamiento de los residuales de producción (figura 1) y los índices ENOS (figura 2), especialmente a partir de la zafra 95/96. Las alzas en producción de las zafra 97/98 y 09/10, y la caída de la zafra 10/11 fueron claramente identificadas por ambos índices.

Es probable que las diferencias en estimación de los índices se deban a que el MEI considera seis variables tanto atmosféricas como oceánicas, a diferencia del ONI, que sólo considera una variable oceánica (temperatura superficial del mar).

CONCLUSIONES

- Al reducir el efecto de la tecnología, variedades mejoradas e intensidades de siembra a través del tiempo, los índices ENOS explicaron de una mejor manera la variabilidad de la producción de caña de azúcar en meses cercanos a la época de zafra.
- Se ha evidenciado que, a partir de la zafra 95/96, los índices ENOS han relacionado cuantitativamente los cambios existentes en los patrones de los eventos Niño y Niña con las altas y bajas producciones de caña de azúcar, respectivamente.
- El MEI explica mejor la variabilidad en la producción en meses cercanos a la zafra que el ONI. El período Jul-Ago presentó el mayor coeficiente de determinación, lo cual representa un gran avance en la incorporación del componente climático a los modelos de estimación de producción.
- El uso de datos promedio de TCH a nivel de la Agroindustria Azucarera pudo haber limitado el desempeño de los índices ENOS. Se recomienda la utilización de datos de TCH a nivel de tercio, para evaluar el desempeño de los índices a ese nivel.

BIBLIOGRAFÍA

- Castro, O., Mazariegos, C. 2009. 'Análisis Climático para la Zona Cañera Guatemalteca Lo más relevante de los años 2007, 2008 y 2009 (hasta julio 2009).' En: *Memoria de presentación de resultados de investigación, zafra 2008-2009*, pp. 256-263.
- Fraisse, C., Cabrera, V., Breuer, N., Baez, J., Quispe, J., Matos, E. 2008. 'El Niño/Southern Oscillation influences on soybean yields in Eastern Paraguay'. *International Journal of Climatology*, vol. 28, pp.1399-1407.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2003. 'NOAA gets U.S. consensus for El Niño/La Niña index, definitions.' <http://www.publicaffairs.noaa.gov/releases2003/> Press release. 28 September 2010.
- Royce, F., Fraisse, W., Baigorria, G. 2011. 'ENSO classification indices and summer crop yields in the Southeastern USA.' *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 151, pp. 817-826.
- Wolter, K., Timlin, M. 2011. 'El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI.ext).' *International Journal of Climatology*, vol. 31, no. 14, pp., in press.