

1. Introducción

Estudios elaborados por CENGICAÑA han evidenciado la relación que existe entre eventos del fenómeno El Niño – Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) y la variabilidad en la producción de caña de azúcar. Utilizando el índice de la Agencia Meteorológica de Japón (JMA, por sus siglas en inglés), Castro et al. (2009), relacionó años Niño con altos rendimientos de caña de azúcar (en toneladas de caña por hectárea -TCH) y años Niña con bajos rendimientos. Sin embargo, el índice JMA es un índice anual categórico que no tiene el alcance suficiente para ayudar a determinar cómo la duración e intensidad de un evento ENSO afecta la producción de caña de azúcar. De acuerdo a lo anterior, se planteó utilizar el índice mensual El Niño 3.4 (el cual monitorea el comportamiento del ENSO a partir de la medición de la temperatura superficial del mar en el Océano Pacífico Central), para evaluar las relaciones entre éste y la producción de caña de azúcar.

2. Objetivos

- Analizar el comportamiento histórico de los rendimientos de caña de azúcar mediante la cuantificación del efecto del clima en la variabilidad de la producción.
- Determinar el nivel de asociación entre los valores mensuales del índice El Niño 3.4 y las variaciones en los rendimientos de caña de azúcar.

3. Metodología

Para analizar el comportamiento histórico de los rendimientos de caña de azúcar, se tomó la base de datos que CENGICAÑA publica en su boletín estadístico anual. Se consideraron para el análisis los datos de los últimos 30 años (zafra 1982/1983 a zafra 2011/2012). De acuerdo a Royce et al. (2011), se eliminó la tendencia creciente en la serie de datos anuales, lo cual permitió evidenciar las variaciones interanuales (anomalías) que obedecen principalmente al efecto del clima. Posteriormente, las variaciones interanuales se correlacionaron con los valores mensuales del índice El Niño 3.4.

4. Resultados

En la figura 1 se presentan los valores de los residuales anuales normalizados, en donde los efectos del uso de nuevas tecnologías, variedades mejoradas e intensidades de siembra han sido removidos para evidenciar los efectos del clima. Dentro de este contexto, zafras récord en TCH, como la zafra 97/98 (TCH de 97.49) y 09/10 (TCH de 102.40), presentaron altos valores del residual anual normalizado, aunque la anomalía de la zafra 97/98 (15.50) presentó un valor mucho mayor a la zafra 09/10 (6.80). Al comparar gráficamente los valores del residual normalizado y los valores mensuales del índice El Niño 3.4 (Figura 2), se puede observar que existen tendencias en donde las anomalías positivas de los valores del TCH corresponden a valores de anomalía positiva de El Niño 3.4 (como por ejemplo las zafras 97/98 y 09/10) y valores en donde las anomalías negativas del TCH corresponden también con valores negativos en el índice (zafras 88/89, 99/00 y 10/11).

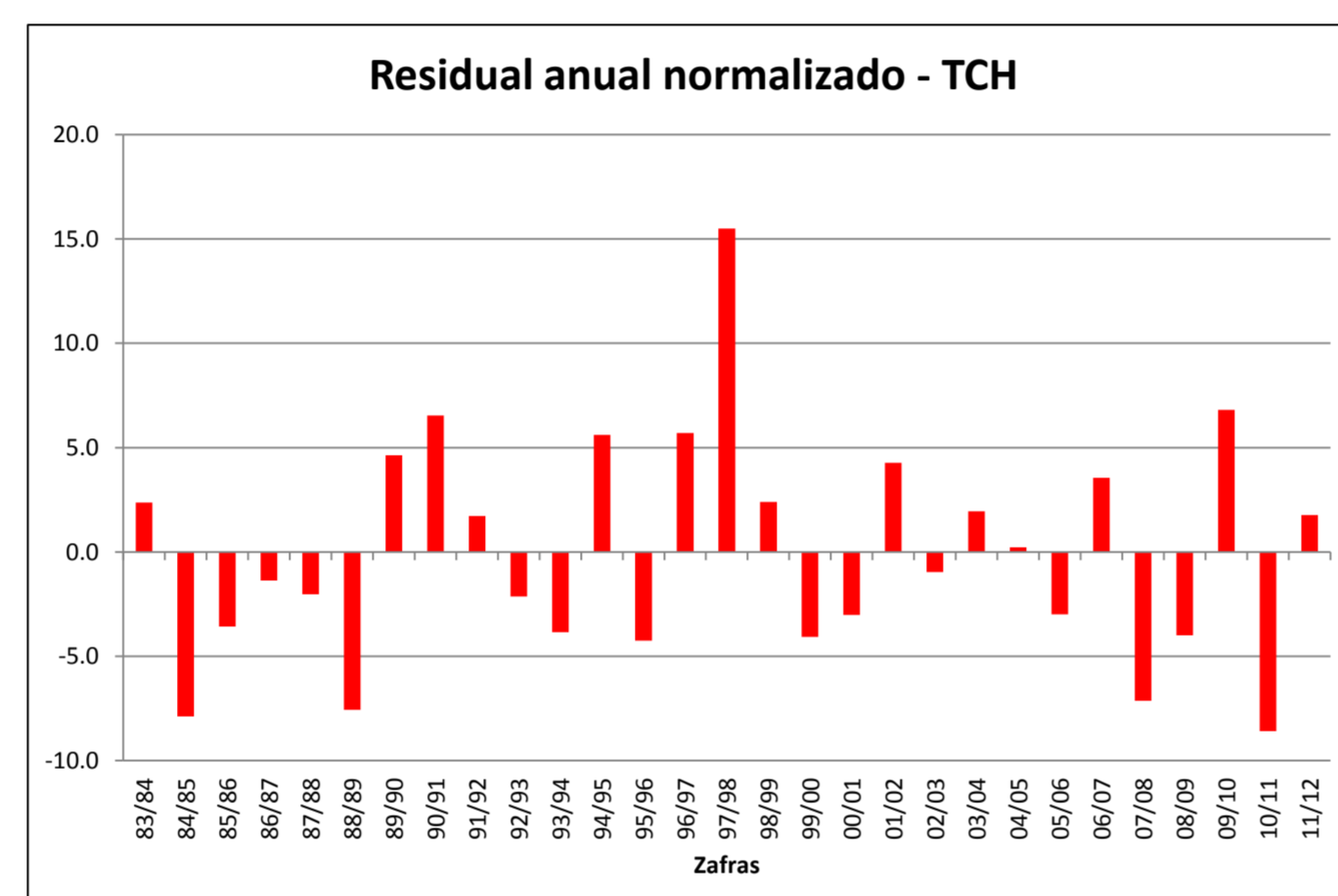


Figura 1 Valores de toneladas de caña por azúcar (TCH) de las zafras 1983/1984 – 2011/2012.

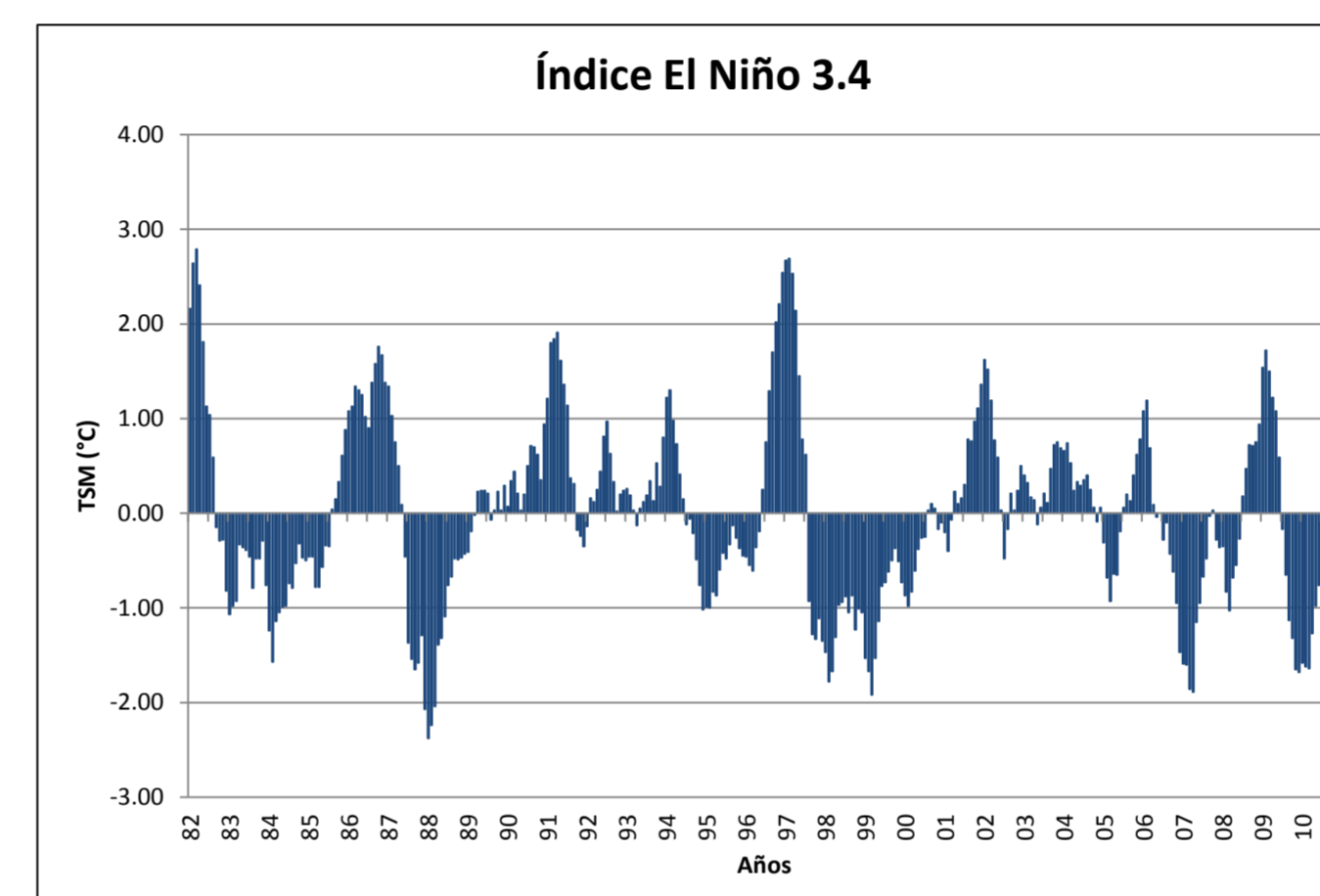


Figura 2 Residual anual normalizado de los valores de TCH de las zafras 1983/1984 – 2011/2012.

Al evaluar el grado de asociación entre los valores del residual anual normalizado con los valores del índice, por medio de análisis de regresión lineal simple (el análisis de regresión múltiple presentó colinealidad, por lo que se descartó), se evidenció que existe mayor asociación cuando los valores del índice son cercanos al mes de inicio de zafra (noviembre), tal y como se puede observar en el cuadro 1. Es importante mencionar que los valores mensuales del índice que se consideraron para el análisis corresponden al período de crecimiento y desarrollo de caña de azúcar durante el primer tercio (noviembre-diciembre).

Cuadro 1 Coeficientes de correlación y determinación entre valores mensuales del índice y el residual de TCH.

Mes	Residual anual normalizado de TCH	
	Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación
Noviembre	0.1666	0.0277
Diciembre	0.1744	0.0304
Enero	0.1421	0.0202
Febrero	0.1015	0.0103
Marzo	0.0935	0.0088
Abril	0.0435	0.0019
Mayo	0.3238	0.1048
Junio	0.4553	0.2073
Julio	0.5196	0.2700
Agosto	0.5588	0.3122
Septiembre	0.5692	0.3240
Octubre	0.6273	0.3935

El cuadro 1 presenta los coeficientes de correlación y de determinación del residual anual normalizado, en donde se observa que los valores de correlación de noviembre a abril presentan valores muy bajos (promedio 0.12), mientras que los valores de mayo a octubre presentan valores más altos (promedio de 0.50).

De igual forma, se puede observar que a partir del mes de mayo, los valores de correlación van aumentando paulatinamente hasta llegar al mes de octubre, con un valor máximo de 0.63.

5. Conclusiones

- Al eliminar los efectos de aplicaciones de nuevas tecnologías, intensidades de siembra y mejoramiento varietal en los valores históricos de producción en toneladas de caña por hectárea, quedaron en evidencia los efectos del clima en la producción de caña de azúcar, especialmente durante los años en los cuales un evento del ENSO (Niño o Niña) fue reportado.
- Durante las zafras 97/98 y 09/10, las intensidades de los eventos Niño evidenciaron la misma tendencia en los valores positivos del residual anual normalizado. Para los eventos Niña de las zafras 99/00 y 10/11, se evidenciaron las mismas tendencias de intensidad en valores negativos del residual anual normalizado.
- Se encontraron mayores correlaciones entre el residual anual normalizado y los valores del índice El Niño 3.4 a partir del mes de mayo y de manera creciente hasta el mes de octubre. Es posible que esta tendencia se deba a que la mayoría de eventos ENSO tienden a iniciar a partir de los meses de abril y mayo.

6. Recomendaciones

El utilizar el TCH promedio anual, enmascara el efecto del ENSO a nivel mensual sobre la producción, por lo cual es recomendable tratar de aislar este efecto considerando el TCH promedio por tercio o mes.

7. Literatura citada

- 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.
- Royce, F.S., 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.