

El fenómeno ENSO¹, sus efectos y expectativas para su seguimiento con fines de estimados en la producción. Zona cañera de Guatemala.

Otto René Castro Loarca*; Adlai Meneses**; Héctor Noé Monterroso Silvestre***

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de cuantificar los efectos producidos por el ENSO en la radiación global, lluvia, y de éstas sobre el TCH. Así también, establecer estrategias para su seguimiento y desarrollar lineamientos para los estimados de cosecha en mayo de cada año. Para tal fin se analizó información climática, oceanográfica y registros históricos de rendimiento de caña. Para interpretar los efectos se utilizó el análisis gráfico, la metodología de Mc Quigg para evaluar efectos meteorológicos y uso de índices ENSO emitido por NOAA. Los resultados indican que en agosto un ENSO-Episodio frío (La Niña) reduce la radiación global en el período de lluvia entre 53 a 60 por ciento (2,010); en un episodio ENSO-Episodio cálido (El Niño), en agosto la reducción fluctúa entre 28 a 36 por ciento (2,009). EL ENSO en episodios cálidos ha producido efectos meteorológicos positivos (El Niño) hasta de 13 TCH más, (1,997) y en episodios fríos (La Niña) produce efectos negativos de hasta -7 TCH menos, (2,010). El seguimiento y desarrollo de expectativas sobre su incidencia es factible lo que beneficiará la realización de los estimados de rendimiento en caña de azúcar a partir de mayo de cada año.

Palabras clave: Efectos del ENSO en caña de azúcar, expectativas de seguimiento del ENSO.

*Especialista en Riegos; **Coordinador de Transferencia de Tecnología y Capacitación; ***Técnico de Riegos, CENGICANA. Estación Experimental. Finca Camantulul Km 92.5 carretera a Santa Lucia Cotzumalguapa. Escuintla, Guatemala. ocastro@cengicana.org

INTRODUCCIÓN

Un aspecto importante del clima es su variabilidad. Cuando se analiza los registros históricos de las variables que definen el clima en la latitud 14° y longitud 90°, se observa que existe mucha variabilidad, principalmente, en el comportamiento de la lluvia y radiación solar que llega a la superficie terrestre. CENGICAÑA desde 1997 ha venido estudiando y asociando que esta variabilidad del clima en el tiempo y espacio se debe en gran medida a la incidencia de fenómenos meteorológicos como el ENSO (El Niño-oscilación del sur) que afectan también de forma global al planeta tierra. De esta manera se ha determinado que El ENSO es la causa principal de la variabilidad en el rendimiento productivo de la caña de azúcar en TCH (Castro, 2010). Se ha asociado que cuando el ENSO incide en su fase fría (La Niña), los rendimientos de TCH disminuyen (se considera una año malo) a pesar del buen manejo tecnológico y cuando el ENSO incide en su fase cálida (El Niño), los rendimientos de TCH aumentan (se considera una año bueno). El comportamiento de este fenómeno es también variable en el tiempo, en estudio realizado (Castro, 2010) utilizando información de la temperatura superficial del mar a partir de 1,950 (IRI, 2010), se ha determinado que por cada década este fenómeno incide en 6 años, del cual 3 años se presenta en su fase fría y 3 años en su fase cálida. Los efectos más notables del ENSO se presentan en el período de lluvia (abril- noviembre) de caña año. En los años ENSO fase fría la lluvia es mayor a lo normal y en su fase cálida es menor que lo normal, principalmente, en julio y agosto (Castro, 2010), esto a su vez incide, en el comportamiento del balance energético base para la producción de biomasa a través de la fotosíntesis.

Con base a este antecedente, se pretende cuantificar los efectos producidos por el ENSO en las variables: Energía solar que llega a la superficie terrestre, lluvia, y de éstas sobre el TCH. Así también, establecer estrategias técnicas para su seguimiento y desarrollar expectativas para los estimados de cosecha que se realiza en mayo de cada año.

MATERIALES Y MÉTODOS

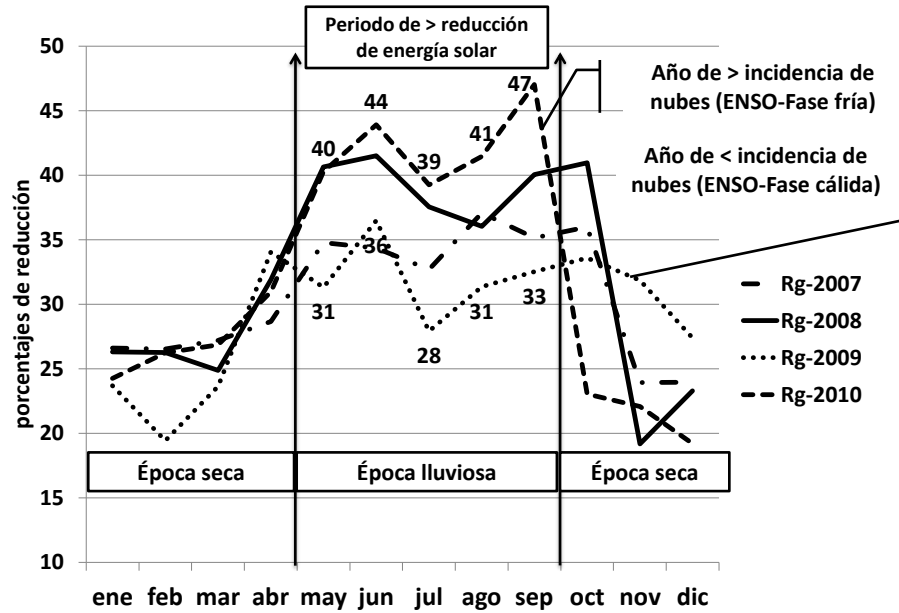
Para cumplir con los objetivos se recopiló información referente al: a). **Clima (ICC, 2011)**, para el cual se utilizó los registros históricos de 16 estaciones meteorológicas ubicadas en la zona cañera de Guatemala. b). **Océano (CPC, 2011)**, del cual se utilizó la serie histórica de la temperatura superficial del mar en la región 3.4 del Pacífico ecuatorial que define el comportamiento del ENSO. c). **Rendimiento de caña (Meneses, 2011)**, referente a la historia comercial de las toneladas de caña por hectárea (TCH). Para analizar e interpretar los efectos del ENSO en la producción de la caña se utilizó como herramientas: El análisis gráfico, la metodología de Mc Quigg 1,975 (citado por Ortiz C.A, 1987), para evaluar efectos meteorológicos en la producción de las TCH y uso de índices ENSO emitido por NOAA. Para el seguimiento y desarrollo de expectativas sobre el comportamiento del ENSO se utilizó la información que emite IRI (International Research Institute for Climate and Society) en sus boletines periódicos, analiza modelos dinámicos (alrededor de 14) y estadísticos de la temperatura superficial del mar (SST) en la región Niño 3.4 (alrededor de 8) de todo el mundo (IRI, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos del ENSO en la cantidad de radiación global en la superficie terrestre

a) Períodos de mayor reducción de radiación global

En caña de azúcar, los efectos negativos o positivos del ENSO se producen en la estación lluviosa, principalmente, del 18 de abril al 20 de agosto (período en que se recibe la mayor cantidad de energía en la latitud 14°). Por ejemplo, en un año de baja producción como la zafra 2,010/2,011 (ENSO-Episodio frío) la energía solar en el período de lluvia (mayo-septiembre) se redujo con un máximo de 53 por ciento en relación a la radiación que llega de un día despejado, mientras que en un año con alta producción como la zafra 2,009/2,010 (ENSO-Episodio cálido), la reducción máxima fue de 36 por ciento. Se observa que en la zafra 2,009/2,010 la reducción de la cantidad de radiación global en agosto, mes determinante en la fisiología de la caña, es más baja que los otros años indicados (Figura 1).



Fuente: promedio de Radiación global (Rg) de 13 estaciones meteorológicas automatizadas, ICC. ANALISIS: O. Castro, CENGICAÑA.

Figura 1. Porcentajes de reducción de la Radiación solar que llega a la superficie terrestre en los últimos cuatro años en la latitud 14°.

1. Efectos del ENSO en el balance hídrico

a) El Inicio de las lluvias (punto de vista agrometeorológico)

El efecto más significativo del ENSO en la latitud 14° y longitud 90° es la alteración en cuanto al comportamiento de la lluvia. En **el estrato alto (>300 metros sobre el nivel del mar)**, los efectos en el inicio de las lluvias está bien diferenciado (Figura 2), cuando se separa los efectos del ENSO según sus episodios. En un **ENSO-Episodio frío (La Niña)**, se traduce a más lluvia, representa una entrada del invierno más temprano, este período se caracteriza por presentarse muchos días con nubosidad. La entrada del invierno puede establecerse del día juliano 90 (31/marzo) al día juliano 130 (10/mayo). Mientras que en un **ENSO-Episodio cálido (El Niño)**, se traduce a más sequía, principalmente cuando los índices ONI (Oceanic Niño Index) son mayores a 1.8, en este caso, el invierno entra más tarde y existe menos nubosidad, como en 1997.

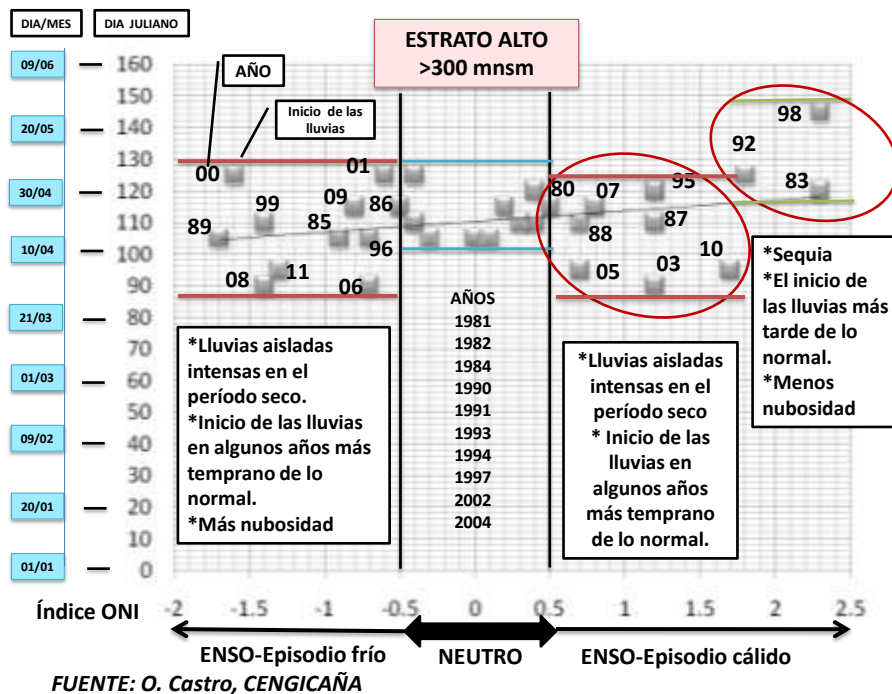


Figura 2. Efectos del ENSO en el inicio de las lluvias en el estrato alto de la zona cañera de Guatemala. Índice ONI, Región 3-4

Los efectos en el inicio de las lluvias para el **estrato litoral (0 – 40 metros sobre el nivel del mar)**, que es el otro extremo (Figura 3) también están bien diferenciados en relación al estrato alto. En este estrato, los efectos del ENSO-Episodio frío y cálido son similares, hasta índices ONI entre más y menos 1.5. La diferencia está que en un año con ENSO-Episodio cálido, cuando el índice ONI es mayor a 1.5, el inicio de las lluvias es más tardío; en este caso, las lluvias pueden iniciarse hasta en los primeros 10 días de junio, como sucedió en los años: 1,983, 1,992 y 1,998 como se observa en la Figura 3.

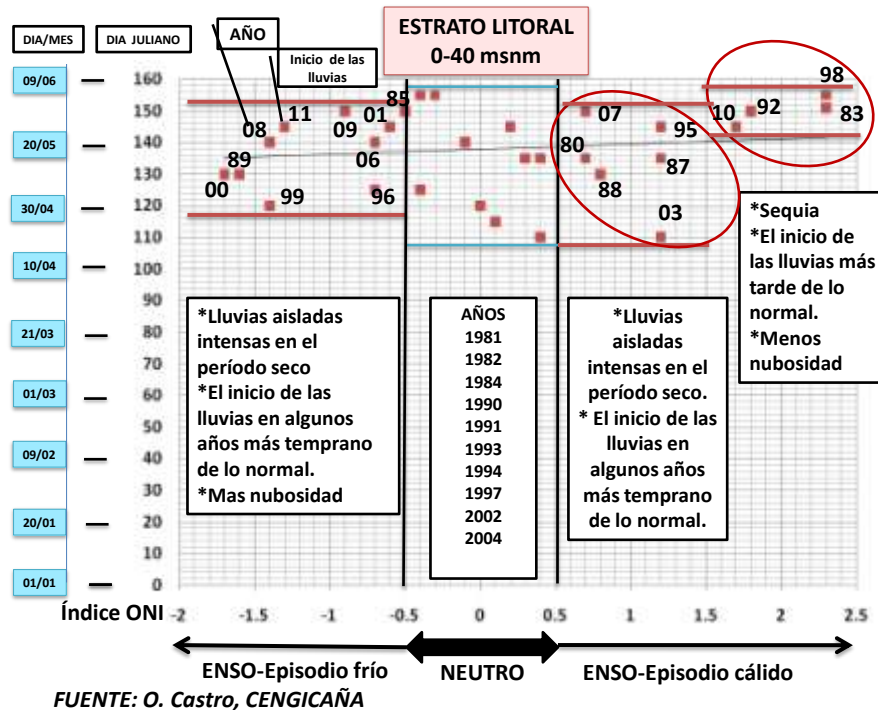


Figura 3. Efectos del ENSO en el inicio de las lluvias en el estrato litoral de la zona cañera de Guatemala. Índice ONI, Región 3-4

b) En la demanda climática (ETo)

En ENSO-Episodio cálido se incrementa la ETo, principalmente en el período de zafra, el cuál demanda mayor cantidad de agua para el riego, en la Figura 4 se observa el ejemplo de tres años contrastantes

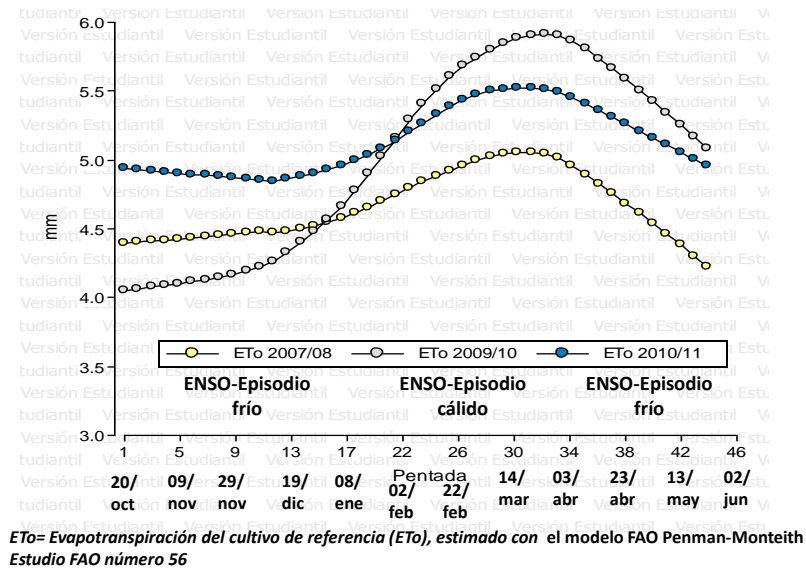


Figura 4. Efectos del ENSO en la demanda climática (ETo), caso del estrato litoral de la zona cañera de Guatemala

Efectos del ENSO en la producción de caña (TCH y TAH)

a) El ENSO y las toneladas de caña por hectárea (TCH)

Quando se analiza la historia productiva de la zona cañera de Guatemala, (Figura 5) se observa que los años con ENSO-Episodios cálidos se han obtenido los rendimientos de TCH más altos, hasta de 103 TCH, como sucedió en la zafra 2,009/2,010; mientras que en años ENSO-Episodios frío no se ha superado las 91 TCH máximo que se obtuvo en el año 2,008 (año ENSO-episodio frío calificado como débil). En la Figura 5 también se analiza las tendencias en el rendimiento de caña en TCH, éstas son positivas en los tres escenarios ENSO que se presentan; con coeficientes de regresión de 1.18, 0.82, y 0.9 para años calidos, fríos y neutros respectivamente; lo que refleja que el desarrollo tecnológico en el periodo 1986 a 2013 ha sido importante para maximizar y minimizar los efectos positivos y negativos del ENSO. En los últimos años ha existido contrastes bien marcados, el período de cultivo 2,009 (ENSO-Episodios cálidos, fuerte) con zafra record de 103 TCH y el período de cultivo 2,010 (ENSO-Episodios frío, fuerte) con una producción de 89 TCH, 14 por ciento menor que la obtenida en la zafra 2,009/2,010. Cuando se analiza los efectos de este fenómeno en relación a la cantidad de radiación global que se recibe en agosto (mes determinante en el

comportamiento de la floración) se determinó que en los episodios cálidos, la radiación global en promedio es mayor de 20 MJ/m²/día (mayor del 55 por ciento de brillo solar), mientras que en episodios fríos es menor de 18 MJ/m²/día (menor de 50 por ciento de brillo solar). En agosto de 2009 (episodio cálido) el porcentaje de brillo solar fue de 62 por ciento y en el 2010 (episodio frío) fue de 40 por ciento.

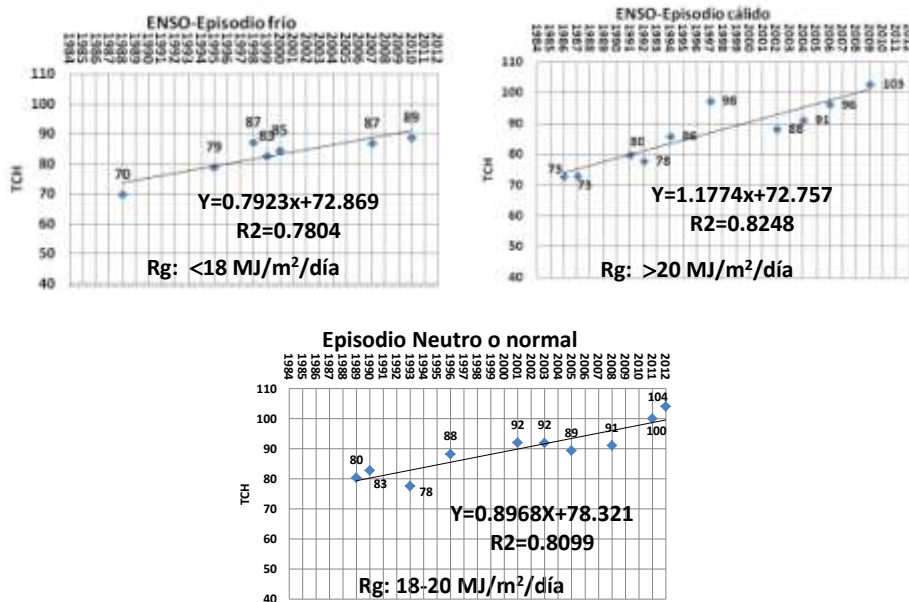


Figura 5. Análisis de los años de producción de la zona cañera de Guatemala en diferentes escenarios ENSO

Otra forma de analizar los efectos meteorológicos ocasionados por el ENSO es a través de la metodología de Mc Quigg (1,975), en el cual se puede analizar la variabilidad de los efectos meteorológicos, en la Figura 6, se observa valores positivos altos que sobresalen los efectos ENSO Episodio cálido, como los años 1,997, 2,006 y 2,009, episodios clasificados como fuertes; por otro lado, los valores negativos en el que sobresalen los efectos ENSO Episodio frío clasificados como fuertes, como los años 1,988, 2,007 y 2,010. Los efectos positivos son los más relevantes porque han contribuido al incremento de las TCH, como ejemplo de esto, el mayor efecto estimado fue lo que sucedió en el año 1997. Es importante señalar que los efectos positivos en las TCH han sucedido en

porcentajes de brillo solar alto en el mes de agosto, como lo muestran los valores en porcentajes entre paréntesis de la Figura 6.

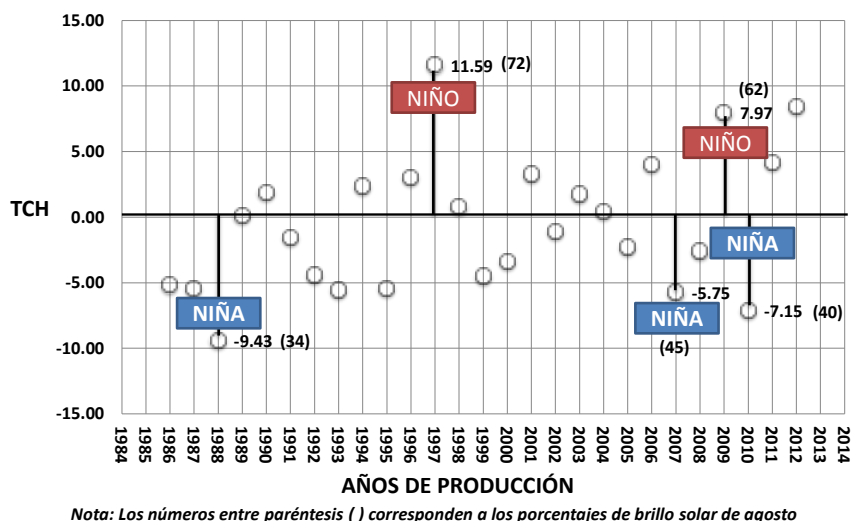


Figura 6. Efectos meteorológicos ocasionados por el ENSO a través de la metodología de Mc Quigg

b) El ENSO y la acumulación de azúcar

En el período de zafra (de noviembre a mayo), el comportamiento de **la amplitud térmica** (diferencia entre la temperatura máxima y mínima) es muy variable. Cuando se presentan días despejados las temperaturas mínimas son menores a 19°C y las temperaturas máximas alcanzan valores de 35°C. En días despejados la amplitud térmica supera los 15°C favoreciendo la acumulación de azúcar e intensidad de la fotosíntesis al incrementarse la ETo (demanda climática). En días nublados, se reduce la temperatura máxima y sube la temperatura mínima, la amplitud térmica puede llegar a valores cercanos a 15°C, condición que afecta la acumulación de azúcar y disminuye la ETo. Cuando se analiza el comportamiento general del rendimiento de azúcar durante la zafra y la amplitud térmica en el periodo 1999-2011 durante la época de zafra, se observa que los meses de mayor amplitud térmica (de diciembre a marzo) los rendimientos han sido mayores de 112 kg de azúcar/tonelada de caña, se destaca la zafra 1,999/2,000 (ENSO-Episodio frío) con 115.5 kg azúcar/TC y una amplitud térmica de 17.7. Noviembre,

abril y mayo, históricamente han sido los meses de menor rendimiento y está asociado a amplitudes térmicas menores de 15°C (Castro, 2012).

Desarrollo de expectativas para estimados de cosecha

Como se ha observado el comportamiento del ENSO proporciona elementos técnicos claros sobre los efectos en la producción de caña; un año con presencia de un ENSO-Episodio cálido principalmente en agosto, deberá crearse expectativas positivas sobre la producción. Caso contrario en un ENSO-Episodio frío en agosto deberá desarrollarse expectativas negativas sobre la producción. En ambos casos, la aplicación adecuada de tecnología permitirá maximizar y minimizar los efectos, como ejemplos, el uso del balance hídrico en la tecnología del riego (años Niño), el uso de la tecnología de drenaje en los períodos de excesos de agua (años Niña). Mientras que un ENSO-Episodio neutro, no se esperan condiciones extremas en cuanto a comportamiento de brillo solar y por consiguiente en la producción. Con esta base, se puede considerar que el seguimiento de pronósticos a partir de mayo sobre el desarrollo del ENSO, permitirá mejorar las expectativas para estimar producciones, actividad que normalmente, se inicia en mayo. En la Figura 7 se muestra un análisis sobre el comportamiento del ENSO y efectos meteorológicos y fisiológicos en caña de azúcar en los últimos 5 años. También se observa los índices reales conocidos como ONI (Oceanic Niño Index) emitidos por CPC de NCEP (NOAA) y el desarrollo de expectativas a partir de resultados promedios de modelos dinámicos y estadísticos analizados por IRI (<http://iri.columbia.edu/>).

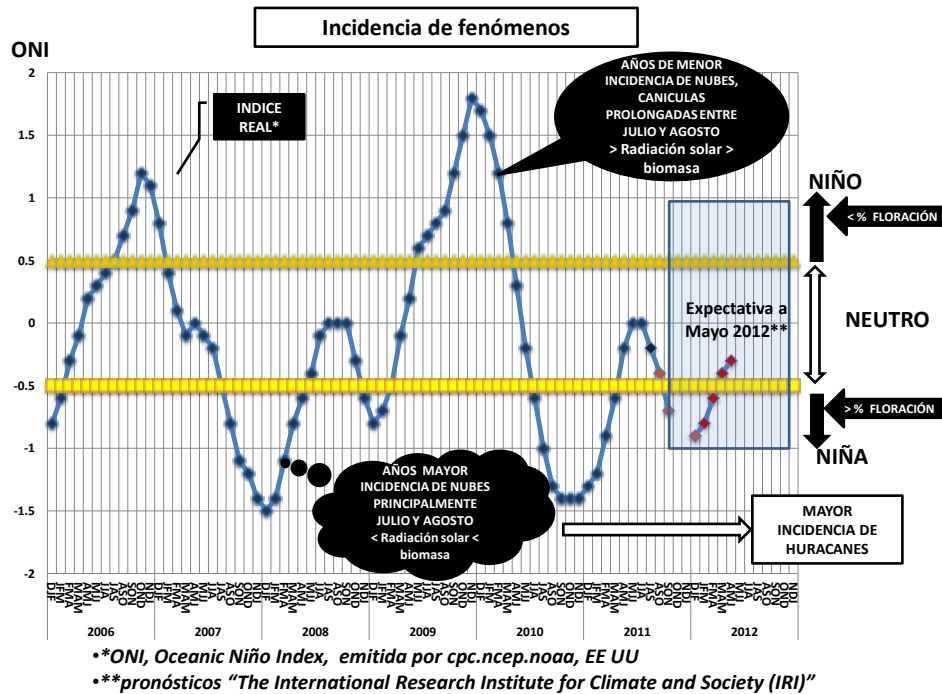


Figura 7. Desarrollo de expectativas climáticas a partir del análisis de IRI sobre el comportamiento del ENSO.

CONCLUSIONES

1. Los efectos del ENSO se producen en dos escenarios: Uno, un episodio cálido (la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial es más cálido de lo normal) y dos, en un Episodio frío (la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial es más frío de lo normal). Ambos alteran el clima en latitud 14° y longitud 90° , sus efectos positivos o negativos son más evidentes en la estación lluviosa, principalmente, agosto.
2. En los ENSO-episodios fríos como el 2010 la radiación global medida con el piranómetro se redujo en el período de lluvia entre 40 a 47 por ciento. En los ENSO-episodios cálidos la reducción de la energía es menor, como el caso de 2009 se redujo entre 28 a 36 por ciento.
3. En un ENSO-episodio frío, se traduce a más lluvia en el período seco, de esta forma, se presentan lluvias aisladas la mayoría de veces intensas, representa una entrada del invierno más temprano, este período se caracteriza por presentarse muchos días con nubosidad. En un **ENSO-Episodio cálido**, se

traduce a más sequía, principalmente cuando los índices ONI (Oceanic Niño Index) son altos. Las lluvias inician más tarde de lo normal.

4. En un ENSO-Episodio cálido se han obtenido los rendimientos más altos, principalmente, a partir de la década del 2,000 donde se ha alcanzado toneladas de caña por hectárea hasta de 103, como sucedió en la zafra 2,009/2,010; mientras que en años ENSO-Episodios frío no se ha superado las 91 TCH máximo que se obtuvo en el año 2,008 (año ENSO-episodio frío calificado como muy débil).
5. El índice conocido como ONI emitidos por CPC de NCEP (NOAA) y el desarrollo de expectativas a partir de resultados promedios de modelos dinámicos y estadísticos analizados por IRI son una alternativa técnica útil para orientar los estimados de rendimiento en mayo.

Agradecimiento: Al Ing. Agr. M. Sc. Ovidio Pérez por la revisión y sugerencias en la realización de este trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Castro, O.; Suarez, A. 2012. La Meteorología en caña de azúcar. **En:** El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. CENGICANÑA, Guatemala. pp 447-478
2. Castro, O, 2010. La variabilidad de la radiación solar en la superficie terrestre y sus efectos en la producción de caña de azúcar en Guatemala. **En:** Memoria de presentación de resultados de investigación. Zafra 2009-2010. CENGICANÑA. Guatemala. Pag.281-287.
3. Climate Prediction Center of The National Centers for Environmental Prediction. 2011. Cold & Warm Episodes by Season, ONI, Oceanic Niño Index. Disponible en <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>
4. ICC, 2011. Base de datos de variables meteorológicas de las estaciones meteorológicas ubicadas en la zona cañera de Guatemala, años 2007-mayo 2011. ICC.
5. International Research Institute for Climate and Society (IRI). 2011. Probabilidades de comportamiento ONI (Oceanic Niño Index). Disponible en <http://iri.columbia.edu/>

6. Meneses, A, 2011. Series históricas de producción, exportación y consumo de azúcar en Guatemala. CENGICAÑA. Boletín estadístico, año 12, No. 1. 8 p
7. Ortiz, S.; Carlos, A. 1987. Elementos de Agrometeorología cuantitativa. 3ª edición. Departamento de suelos. Universidad autónoma Chapingo, México. Páginas consultadas 18-53 y 306-321.