

<i>Nereis. Estudios y propuestas científico técnicas</i>	2	73 - 84	Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir	Valencia (España)	ISSN 1888-8550
--	---	---------	---	-------------------	----------------

El Niño-Oscilación del Sur y su impacto en la producción de leche en Cuba.

Y. García Quintana (†), R. Pérez Suárez (‡) y O. Solano Ojeda (∞)

(†) Oficina de Manejo Integrado Costero. Centro de Servicios Ambientales de Matanzas. Matanzas. CP: 42200. Cuba
yarisbel.garcia@gmail.com

(‡) Dpto. de Climatología. Instituto de Meteorología de Cuba. La Habana. Cuba
ramón.perez@insmet.cu

(∞) Dpto. de Agrometeorología. Instituto de Meteorología de Cuba. La Habana. Cuba
oscar.solano@insmet.cu



Instituto de
Investigación en
Medio Ambiente y
Ciencia Marina.



Universidad
Católica de
Valencia

GARCIA QUINTANA, Y., PEREZ SUÁREZ, R., y SOLANO OJEDA, O., 2008. El Niño-Oscilación del Sur y su impacto en la producción de leche en Cuba. *Nereis. Estudios y propuestas científico técnicas*. 2, 73-84.

ABSTRACT

The oceanic-atmosphere event known as El Niño-South Oscillation (ENSO) is the principal modulator of the climate variability in the tropics and in an important part of the middle latitude. In Cuba, this event disturbs the normal behavior of temperatures and precipitation pattern, which in turn rebound in the country agriculture. The cattle activity is not exempt of the influence of this climate influence. Therefore the present article has, as a principal objective to know how the Cuban milk production is affected under the influence of the ENSO event during the 1980-2007 period, using as cases of study the provinces of La Habana, Matanzas, Camagüey, Las Tunas and Granma. To this end, the mean behavior of the daily milk production per every cow under the warm phase of the ENSO and under the cold phase of the event and normal years is studied in all the cases. The obtained result shows the presence of a difference between the behaviors with a degreasing tendency of the production under the influence of the warm phase of the ENSO event. That difference is significant in the provinces of La Habana and Camagüey. The damage is bigger in the provinces where the milk production is highest, and where the beef cattle is better genetically and therefore more vulnerable. But even taking in count other factors is very complicated remove the overlapping of the human influence over the ENSO impact. It cannot be discarded the influence of other climate events over the productive indicators, like the process of drought during 2003-2004 that affected strongly the oriental zone of the country.

KEYWORDS: *climate variability, milk production, modulator*

RESUMEN

El evento oceánico-atmosférico El Niño-Oscilación del Sur es el principal modulador de la variabilidad climática en los trópicos y de una parte importante de las latitudes medias. En Cuba altera el comportamiento normal de los patrones de temperatura y precipitación, lo cual a su vez repercute en la agricultura del país. La actividad pecuaria no está exenta de esta influencia climática. Por ello el presente trabajo tiene como objetivo fundamental conocer cómo se ve afectada la producción lechera en Cuba ante la influencia del evento ENOS a lo largo del periodo 1980-2007, utilizando como casos de estudio las provincias La Habana, Matanzas, Villa Clara, Camagüey, Las Tunas y Granma. Se estudia en cada caso el comportamiento medio del rendimiento de leche diario por vaca ante la fase cálida del evento ENOS y ante la fase fría y años normales. El resultado obtenido muestra la existencia de una diferencia, con una tendencia al decrecimiento en presencia de la fase cálida en todas las provincias analizadas. Esta diferencia resultó ser significativa para las provincias La Habana y Camagüey (las más productoras en el periodo analizado). Notándose que existe una mayor afectación de la producción lechera sobre aquellas provincias que son más productoras y que por lo general contienen un ganado genéticamente mejorado pero menos rústico y por ende más vulnerable. Además la influencia de la mano del hombre, por mucho que se intenta discriminar puede solapar el impacto del evento. Se muestra una clara atenuación de las afectaciones ocasionadas por el fenómeno sobre las provincias orientales, dependiendo en gran medida dichas afectaciones de la intensidad del evento. No se debe despreciar la influencia de otros eventos climáticos sobre los indicadores productivos, como el proceso de sequía 2003-2004 que afectó fuertemente las provincias orientales.

PALABRAS CLAVES: *variabilidad climática producción, producción lechera, modulator*



INTRODUCCIÓN.

La mayor parte de la variabilidad interna del clima en el trópico y una parte importante de las latitudes medias está asociada al evento El Niño- Oscilación del Sur, más conocido por su forma abreviada "ENOS". El mismo, es un complejo evento de interacción océano- atmósfera, donde la componente oceánica es El Niño y la componente atmosférica la Oscilación del Sur (Solano, 2005).

De manera general, es un fenómeno natural que fluctúa irregularmente entre una fase cálida (El Niño) y una fase fría (La Niña). El Niño en su concepción original, ocurre sobre las costas occidentales de Suramérica. Este nombre le fue dado por los pescadores de la región en referencia al Niño Jesús, ya que el evento se presentaba en Diciembre, cerca de la Navidad e indica el calentamiento de las aguas del océano Pacífico tropical. La Niña se manifiesta a través de el enfriamiento de las mismas (Naranjo, 2001). Según Stefanski (2004) ambas fases suelen durar entre 8 y 18 meses y pueden variar en intensidad, no encontrándose dos eventos precisamente iguales.

El Índice de La Oscilación del Sur (IOS), basado en la diferencia de la presión atmosférica al nivel del mar entre dos estaciones (una en Darwin, Australia y otra en Tahití, en la Polinesia Francesa) indica la presencia de un episodio frío (La Niña; valores positivos) o la presencia de un episodio cálido (El Niño; valores negativos), (Solano, 2005).

Naranjo (1994, citado por Centella *et al.*, 1997) logró describir, bajo la influencia de la fase cálida del evento ENOS, la existencia de una expansión de los Oestes extratropicales invernales sobre Cuba, unido a un incremento de los transportes atmosféricos superficiales en dirección Norte-Sur. Como regla general esta situación favorece la formación de ciclones extratropicales sobre el Golfo de México, lo que provoca el aumento de la frecuencia de estos sistemas significativamente y de las lluvias en el período poco lluvioso sobre Cuba, básicamente en la mitad occidental. Estas lluvias, dadas las características de su ocurrencia afectan cultivos y provocan la pérdida de suelo y de agua por escorrentía. Otro elemento del clima que se ve influenciado es la temperatura. Durante la fase cálida del ENOS, ocurren importantes anomalías positivas en la temperatura media (Naranjo y Centella, 2001). Esto afecta los cultivos en dependencia de su fase fonológica y además al ganado lechero.

Durante la fase cálida se establece además una relación significativa entre las anomalías de temperaturas en el Pacífico

tropical y la actividad ciclónica en el océano Atlántico y el mar Caribe, siendo la misma menos activa según (Gray, 1984). Durante 1992, analizando los huracanes intensos, el propio autor encontró un claro decrecimiento de estos sistemas en presencia de dicha fase. En Cuba Ballester *et al.* (1995) confirmaron esta teoría y encontraron que las temporadas ciclónicas terminan más temprano y el potencial destructivo de los sistemas se reduce.

Dados los cambios observados en la frecuencia y naturaleza del evento ENOS, desde mediados de los años 70 del siglo XX, en Cuba, por ejemplo, ha ocurrido un ascenso en las temperaturas y una reducción del total de precipitaciones anuales en un rango de 10 a 20%, con la característica de que las precipitaciones han disminuido en el período lluvioso del año y han aumentado en el período poco lluvioso según Lapinel *et al.*, (1993). Centella *et al.*, (1997) observaron, a partir de la fecha antes señalada, un incremento significativo en el número e intensidad de las sequías. Se incrementó también la presencia de bajas extratropicales en el Golfo de México que produjeron el comportamiento extremo en la velocidad de los vientos y en las precipitaciones localmente intensas.

Cierto es que el evento ENOS por sí mismo no puede ser considerado un desastre natural, pero el mismo está asociado a la ocurrencia de anomalías climáticas que son capaces de producir grandes desastres en los países más afectados (Solano, 2005). Los estudios relacionados con los impactos del ENOS han centrado la atención de la comunidad científica, dada la enorme importancia socio-económica que sus impactos poseen a escala global (Ramos *et al.*, 2007).

Por ejemplo, para la producción de vacas lecheras en el trópico, el rango de temperaturas más confortables está entre los 15 y 25°C (Bodisco y Rodríguez-Voigt, 1985). El clima cálido es estresante para las vacas lecheras con una evidente repercusión en la productividad y la salud (Shearer y Bray, 1995), especialmente donde las deficiencias en el manejo del confort de los animales puedan exacerbar el problema (Rebhun, 1995). Es por ello que estas variaciones anómalas en la temperatura y las precipitaciones durante la fase cálida del evento ENOS, pueden poner en riesgo la producción lechera de Cuba, repercutiendo así en la economía del país. Dicha situación dio paso a la realización de estudios dirigidos al conocimiento de los agentes causales de los desastres que estaban ocurriendo en la agricultura. Por ello, el objetivo general del presente trabajo es: Profundizar en el conocimiento referente a la forma en



se ve afectada la producción lechera en Cuba ante la influencia del evento ENOS

Los objetivos específicos trazados son:

Conocer el impacto de la fase cálida del evento ENOS sobre el rendimiento de la producción de leche en las dos provincias más productoras de cada región de Cuba durante el período 1980-2007.

Verificar si el ENOS influye de la misma manera sobre las distintas regiones del país.

MÉTODOS.

Recopilación de los Datos.

Para evaluar el efecto de las diferentes fases del evento ENOS sobre la producción lechera en Cuba se trazó como meta, determinar cuál fue el daño originado en la producción de leche anual del país, expresado como el decremento de la producción y el rendimiento. La información respecto a la producción total de leche y el rendimiento nacional, fue obtenida a través de los registros oficiales del Grupo Agro-Industrial y Pecuário Arrocero (GAIPA) perteneciente al Ministerio de la Agricultura.

Los datos utilizados fueron:

Rendimiento por vaca: esta información aparece registrada para cada provincia del país, como el valor promedio diario durante el año analizado (expresado en litros de leche por vaca).

Producción total de leche: corresponde al volumen total de leche producida por cada una de las provincias estudiadas durante todo el año (expresado en miles de miles de litros de leche).

Cierto es que las variables utilizadas, que de esta manera son recopiladas por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), traen consigo dificultades a la hora de interpretar los datos, pues los valores reportados son anuales, y sin embargo los eventos ENOS no se presentan necesariamente al inicio del año ni tampoco finalizan en diciembre; sino que pueden estar desfasados del año natural. Es por ello que para clasificar los años en fase cálida y fase fría, de tal forma que la misma se adecue a la estructura de los datos utilizados se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Se tuvo en cuenta que de manera general los efectos del evento ENOS, dado las características de su inicio y desarrollo, su influencia y efectos se sienten de forma retardada sobre Cuba.

2. La ocurrencia de la fase cálida del evento ENOS por lo general comienza a finales de año y continúa hasta mediados del año siguiente. El año en que comienza el evento es conocido como año Niño y el siguiente año Niño+1. Teniendo en cuenta el retardo de la influencia del evento sobre Cuba, se toma como año ENOS el año Niño+1. Ejemplo: En la cronología de ocurrencia de los eventos de fase cálida y fase fría, que data desde 1902, recogida por el Centro Nacional del Clima, aparece 1997-1998 como año ENOS, siendo 1997 el año Niño y 1998 el año Niño+1. Ahora bien, en la clasificación hecha específicamente para este trabajo, el año ENOS que se toma es 1998.).

Análisis y Procesamiento de los datos obtenidos.

Se utilizó como herramienta de trabajo el Software Microsoft Excel 2003, que fue utilizado para organizar los datos, confeccionar los gráficos, las tablas y para hacer los cálculos iniciales, que solo requerían del empleo de métodos estadísticos descriptivos.

La información proporcionada acerca de la producción total de leche (que abarca desde el año 1980 hasta el año 2007), fue utilizada para seleccionar las dos provincias más productoras de cada región del país, las cuales fueron utilizadas para evaluar sobre ellas la influencia de ambas fases del evento ENOS.

La información del rendimiento lechero, se utilizó para comparar el efecto ocasionado por la fase cálida de este evento, con respecto al ocasionado en los años con presencia de fase fría y los años bajo condiciones normales. Se decidió analizar de manera conjunta los rendimientos correspondientes a los años con presencia de fase fría y años normales, ya que se comprobó que tal y como se había realizado en el análisis anterior (Solano, 2005), los rendimientos durante los años con la presencia de la fase fría del ENOS presentan un comportamiento similar o con poco cambio respecto al rendimiento resultante bajo condiciones normales. De tal manera en lo adelante se referirá como condiciones ENOS la presencia de la fase cálida del evento, y como condiciones No ENOS la presencia de la fase fría y de los años normales.

La información acerca de los años con presencia de condiciones normales y de las fases cálida y fría del evento ENOS, su intensidad y duración, fue aportada por el "Centro del Clima" del Instituto de Meteorología (Cárdenas y Naranjo, 1997). Basados en esta cronología, se realizó una clasificación a fin y correspondiente al período 1980-2007, que permitiera trabajar de forma adecuada con los datos de



rendimiento que son anuales. La clasificación se realizó teniendo en cuenta las consideraciones antes expuestas.

Utilizando esta clasificación, se identificó el rendimiento de leche de las provincias seleccionadas en los años bajo condiciones ENOS (Tabla 1) y el rendimiento correspondiente a los años No ENOS (Tabla 2), abarcando el período 1980-2007. Se tuvo así un total de nueve años con presencia de la fase cálida del evento ENOS y 19 años bajo la presencia de la fase fría y bajo condiciones normales (cuatro casos de fase fría y 15 normales).

Posteriormente se calcula el valor medio del rendimiento lechero bajo cada una de las condiciones que se analizan, durante todo el período 1980-2007 y para cada una de las provincias que se seleccionaron. La Tabla 3, muestra lo antes explicado.

Se comprobaron los rendimientos obtenidos para cada provincia, verificando así la existencia de diferencias significativas o no entre los rendimientos bajo condiciones ENOS y el rendimiento bajo condiciones No ENOS mediante la significación estadística Dóxicimas relativas a la diferencia de medias de dos poblaciones con varianzas desconocidas, ya que como la variable rendimiento (litros por vaca) es una media, se supone la distribución normal.

Los cálculos realizados para la búsqueda de la significación, fueron hechos manualmente, ya que la cantidad de provincias seleccionadas así lo permitía.

Esta prueba se realizó en dos pasos. Primero se realizó entre los rendimientos promedios correspondientes a los años con condición ENOS y los correspondientes a la condición No ENOS en cada provincia seleccionada. Posteriormente y debido a la estrechísima caída de los rendimientos a partir de los años 90, el período relativamente corto que se analiza y la gran influencia del factor humano en el comportamiento de los rendimientos de leche diarios por vaca, se efectuó el proceso exclusión de efectos (Solano, 1990), para eliminar la tendencia y tratar de minimizar la influencia de otros factores ajenos a la influencia climática.

La desaparición de la Unión Soviética y el Campo Socialista Europeo, provocó un fuerte desequilibrio en toda la economía cubana, y la producción lechera del país no quedó exenta de ello. Esto dejó una huella en la serie de datos con la cual se debe tener cuidado a la hora de hacer el análisis.

Para la realización del proceso de exclusión de efectos se traza la línea de tendencia que represente un mejor ajuste a los datos representados en el gráfico que muestra el comportamiento del rendimiento de leche diario por vaca de una provincia dada.

Luego se determina la desviación, mediante el cálculo de la diferencia entre los valores correspondientes a la línea de tendencia y los que representan el rendimiento. Los valores de esta desviación pueden ser positivos o negativos, pero es necesario que sean todos positivos.

Para ello se toma el menor valor negativo y se le suma su valor modular a toda la serie de datos. Este proceso elimina en alguna medida la influencia de aquellos factores que provocan el comportamiento, en este caso, de la tendencia decreciente tan brusca de los rendimientos de leche diarios por vaca en los últimos años. Por último y luego de la realización del proceso de exclusión de efectos se aplicó nuevamente la prueba de diferencias significativas.

Se debe reiterar que en el presente trabajo, sólo se tiene en cuenta al hacer los cálculos necesarios con los datos la influencia del factor clima, en este caso de las fases fría y cálida del evento ENOS. Ciertamente existen muchos otros factores que también influyen en el comportamiento de la producción total de leche y el rendimiento lechero de Cuba.

Tabla 1. Rendimientos de leche diarios por vaca correspondientes a los años con condiciones ENOS.

Años	La Habana	Matanzas	Villa Clara	Camagüey	Las Tunas	Granma
1983	9	7.3	5	4.6	4.5	5.1
1987	9.4	7.8	5.6	4.5	4	5.5
1992	3.3	2.4	2.8	3.2	3.6	3.1
1993	4	3.2	2.9	2.9	3.3	2.9
1995	4.3	4.3	3.2	3.3	3	3.1
1998	3.9	3.9	3.9	3.2	3.3	3.2
2003	4.5	3.4	6.2	3.4	3.2	2.9
2005	4.3	4.5	3	3.4	3.2	2.8
2007	4	4.6	3.4	3.7	3.8	3.4



Tabla 2. Rendimientos de leche diarios por vaca correspondientes a los años con condiciones No ENOS.

Años	La Habana	Matanzas	Villa	Camagüey	Las Tunas	Granma
1980	8.5	6.5	4.1	3.9	3.6	5
1981	9.2	7.3	4.4	4.5	4.1	5.4
1982	9	7.3	4.7	4.3	3.9	5.1
1984	9.4	7.4	4.9	4.7	4.1	4.9
1985	9.1	7.2	5.2	4.7	3.7	4.8
1986	9.5	7.4	5.2	4.7	3.9	5.2
1988	9.3	7.5	5.6	5.2	4.3	5.2
1989	9.1	7.6	6.1	5.2	4.5	5.1
1990	8.1	6.8	4.5	4.4	4.4	4.1
1991	6.4	4.4	4.5	3.9	3.7	3.7
1994	4.5	3.8	3.2	3.2	3.3	3.1
1996	4.7	4.2	3.3	3.5	3.3	3.1
1997	4.3	5.1	3.8	3.3	3	3.2
1999	4	3.2	3.6	3.3	3	3.1
2000	4	3.5	3.7	3.4	3	3
2001	4	3.4	5.1	3.4	3.3	3
2002	3.8	3.3	5.2	3.1	2.7	2.5
2004	4.4	4	2.8	2.9	2.9	2.6
2006	4.7	4.5	3.3	3.8	3.7	3.2

Algunos de ellos son la composición genética de la masa ganadera, el manejo del hombre para con el ganado, la higiene de los establecimientos de ordeño, la alimentación suplementaria que se le suministra al ganado (además del pasto y los forrajes) y la disponibilidad de los mismos, el trato que se le da a las áreas de pastoreo (las cuales necesitan de un tratamiento intensivo para que el pasto garantice las proteínas y vitaminas para la sustentación de un adecuado desarrollo del ganado y para que no sean invadidas por plantas indeseables como el marabú), el suministro de agua, tan necesario en los períodos de seca, en fin toda una serie de factores tras los cuales está involucrada la mano del hombre y por tanto son muy variables.

Tabla 3. Valores medios de los rendimientos de leche diarios por vaca bajo condiciones ENOS y No ENOS.

Provincias seleccionadas	ENOS	No ENOS
La Habana	5.2	6.6
Matanzas	4.6	5.5
Villa Clara	4.0	4.4
Camagüey	3.6	4.0
Las Tunas	3.5	3.6
Granma	3.6	4.0

RESULTADOS

El primer paso efectuado en el trabajo con la serie de datos del rendimiento lechero, fue calcular el valor medio del rendimiento durante los años ENOS y durante los No ENOS para cada una de estas seis provincias (ver Tabla 4).

En el caso de La Habana, si se observan los valores promedio de rendimiento por vaca durante la fase cálida del evento y años No ENOS, es evidente que es menor dicho indicador bajo condiciones ENOS y mayor bajo condiciones No ENOS.

Al realizar la prueba de significación se comprobó la no existencia de diferencias estadísticamente significativas para el período 1980-2007. Se decidió entonces disminuir el número de casos y comprobar si existían diferencias significativas en el período 1980-1998 y se encontró una diferencia con el 5% del nivel de significación.

Este hecho puede estar relacionado con la intensidad de los eventos ENOS ocurridos durante los años 2000-2007, los cuales no solo fueron débiles, sino que el valor de IE correspondiente a los mismos es en todos los casos menor al más débil de los ocurridos durante el período 1980-1998



(Tabla 5), y con la tendencia decreciente que poseen los rendimientos a partir del inicio de la década de los 90.

Debido a la evidente influencia del factor humano se realizó el proceso de exclusión de efectos para eliminar en lo posible aquellos otros elementos ajenos a la variabilidad climática utilizando una curva de tendencia polinomial de orden tres (Figura 1), ya que representa un buen ajuste respecto al comportamiento real de la variable que se analiza, con un valor de 0.8501 para el factor de correlación.

La Figura 2 muestra el comportamiento de los rendimientos, posterior a la exclusión de efectos.

Tabla 4. Valor medio del rendimiento

Provincia	Media para la fase cálida (9 años)	Media para las fases normal y fase fría (19 años)
Rendimientos por vaca (litros)		
La Habana	5,2	6,6
Matanzas	4,6	5,5
Villa Clara	4,0	4,4
Camagüey	3,6	4,0
Las Tunas	3,5	3,6
Granma	3,6	4,0
Producción total (millones de litros)		
La Habana	107,4	175,4
Matanzas	47,2	64,7
Villa Clara	30,4	37,9
Camagüey	86,0	95,1
Las Tunas	26,3	26,5
Granma	46,0	51,8

Tabla 5. Fases cálidas del evento ENOS ocurridas durante 1980-2007 y su intensidad.

ENOS	Valor IE.	Intensidad
1982-1983	1124.27	Muy fuerte
1986-1987	301.62	Moderado
1991-1992	384.8	Fuerte
1992-1993	150.67	Moderado
1994-1995	139.53	Débil
1997-1998	899.33	Muy fuerte
2002-2003	120.6	Débil
2004-2005	54.99	Débil
2006-2007	120.05	Débil.

La línea de tendencia (polinomial de tercer orden) expresa como fue relativamente eliminada la abrupta caída de los rendimientos lecheros.

Posteriormente se realizó nuevamente la prueba de diferencias significativas mediante el mismo método estadístico antes mencionado y tomando la nueva muestra, comprobándose la existencia de diferencias significativas entre ambos rendimientos con 5% del nivel de significación para el periodo estudiado. Se comprobó entonces que el rendimiento de leche es menor en los años con presencia de la fase cálida del evento ENOS y mayor durante su fase fría y los años normales, en la provincia La Habana.

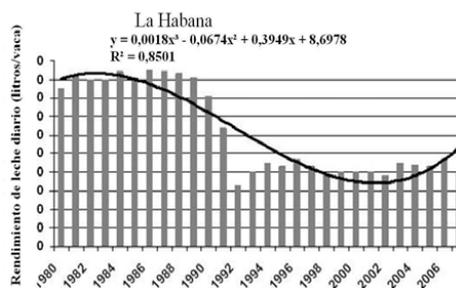


Fig. 1 Comportamiento de la tendencia de los rendimientos lecheros diarios de La Habana durante el periodo 1980-2007



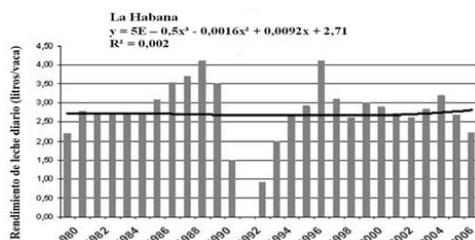


Fig 2. Rendimiento lechero diario de La Habana posterior a la exclusión de efectos.

Por otro lado, en Matanzas, según muestra la Tabla 4, el valor medio del rendimiento para un año ENOS es de 4.6 litros por vaca y de 5.5 para años AENOS y normales. Al igual que en el caso de La Habana, se evidencia una diferencia de rendimientos con afectación negativa durante la fase cálida del ENOS y positiva durante la fase fría y años normales.

Al realizar la prueba para comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los rendimientos, se detectó la existencia de diferencias con 5% del nivel de significación, para un 95% del coeficiente de confianza en el período 1980-1998 pero no en el período 1980-2007.

Esto al parecer también está relacionado con la debilidad de los eventos ocurridos durante este último período (tres casos) y la tendencia decreciente que poseen los rendimientos a partir del inicio de la década de los 90, antes explicada.

Luego se realizó, también para esta provincia, el proceso de exclusión de efectos para eliminar la tendencia del comportamiento de los rendimientos durante la última década del pasado siglo.

Para ello primeramente, se representó la tendencia del rendimiento durante el período estudiado mediante una curva de tendencia polinomial de tercer orden con un factor de correlación de valor 0.7625 (Figura 3).

La Figura 4 muestra el comportamiento de la tendencia (línea polinomial de tercer orden) de los rendimientos, posterior a la exclusión de efectos.

Se procedió entonces a comprobar si existían diferencias significativas entre los valores de esta nueva muestra correspondientes a cada una de las condiciones analizadas.

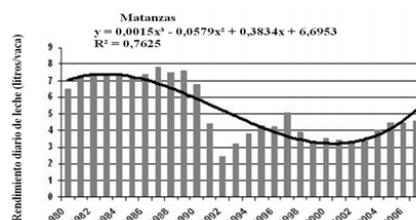


Fig 3. Comportamiento de la tendencia de los rendimientos diarios de leche por vaca de Matanzas durante el período 1980-2007

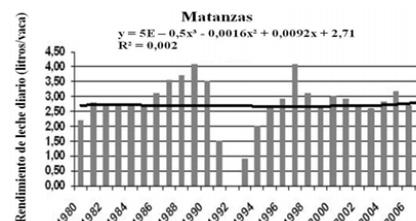


Fig 4. Rendimiento lechero diario de Matanzas posterior a la exclusión de efectos.

Esto se realizó mediante el mismo método estadístico antes mencionado y arrojó la existencia de diferencias significativas entre ambos rendimientos con 10% del nivel de significación, para un 90% del coeficiente de confianza en los años del período 1980-1998 no siendo así en el período 1980-2007.

Respecto a Villa Clara (Figura 5) se detectó, que estadísticamente tiene un 10% de nivel de significación la diferencia inicialmente calculada durante el período 1980-1998, no encontrándose significación en la diferencia detectada para el período 1980-2007.

Esto al parecer está relacionado con la debilidad de los tres eventos ENOS ocurridos durante el período 2000-2007 y además a la tendencia decreciente que poseen los rendimientos a partir del inicio de la década de los 90.

El proceso de exclusión de efectos posteriormente efectuado, de la misma manera que se ha hecho hasta el momento, utilizando una línea de tendencia polinomial de tercer orden muestra nuevas características.



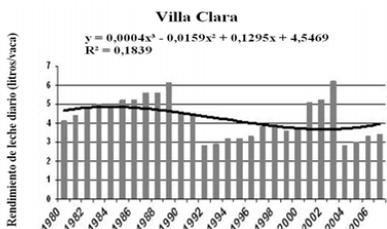


Figura 5. Comportamiento de la tendencia del rendimiento de leche de Villa Clara durante el período 1980-2007.

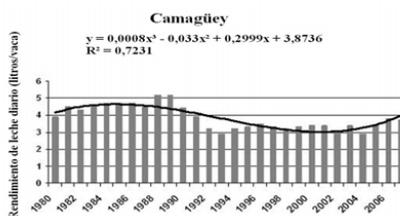


Figura 7. Comportamiento de la tendencia de los rendimientos de leche diarios por vaca de Camagüey durante el período 1980-2007

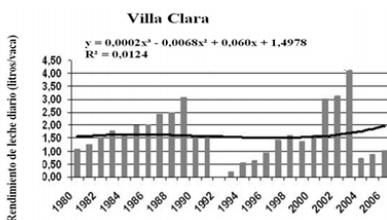


Fig 6. Rendimiento lechero diario de Villa Clara posterior a la exclusión de efectos

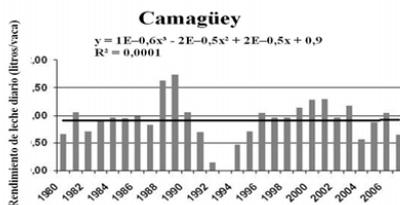


Fig 8. Rendimiento lechero diario de Camagüey posterior a la exclusión de efectos.

Los datos nuevamente graficados, demuestran que los factores que ocasionaban el comportamiento anterior de la misma fueron eliminados en gran medida (Figura 6). Al realizar otra vez la prueba de significación estadística el resultado arrojó la existencia de diferencias significativas con niveles de 5% o del 10% entre los nuevos valores de la muestra.

En Camagüey (Figura 7) al igual que para las anteriores provincias, se realizó la comprobación del nivel de significación de la diferencia encontrada. El resultado correspondiente, arrojó que estadísticamente esta diferencia tiene un 5% de nivel de significación, para un 95% del coeficiente de confianza, pero solo para el período 1980-1998. Esto al parecer está relacionado con la débil intensidad de los eventos ocurridos durante el período 2000-2007 y además a la tendencia decreciente que poseen los rendimientos a partir del inicio de la década de los 90.

Los valores obtenidos y graficados (Figura 8), posterior al proceso de exclusión de efectos, muestran como el comportamiento de la tendencia cambió grandemente. Al realizar nuevamente la prueba de significación estadística, se pudo comprobar la existencia de una diferencia con un 5% del nivel de significación, para un 95% del coeficiente de confianza para el período 1980-2007.

La provincia Las Tunas, muestra poca diferencia entre los rendimientos durante condiciones ENOS y de condiciones No ENOS. Para verificar la significación de la misma se realizó la prueba estadística, y no se determinó la existencia de significación en la diferencia inicialmente encontrada.

Esto al parecer se debe a tres causas: la débil intensidad de los eventos ocurridos en el último período 2000-2007, la tendencia mostrada por los rendimientos durante la última década del pasado siglo y la atenuación de la influencia del evento ENOS sobre el comportamiento normal del clima sobre la región oriental.



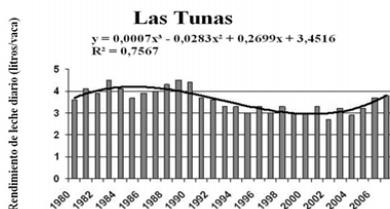


Fig 9. Comportamiento de la tendencia de los rendimientos de leche diarios por vaca de Las Tunas durante el período 1980-2007.

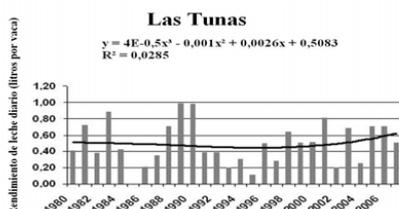


Fig 10. Rendimiento lechero diario de Las Tunas posterior a la exclusión de efectos.

Para eliminar la influencia de la tendencia, igualmente se realizó el proceso de exclusión de efectos (Figura 9). A raíz de ello, se comprueba cómo la línea de tendencia (polinomial de tercer orden) tiene otro comportamiento comparado con la representación anterior (Figura 10). La realización de la prueba estadística realizada nuevamente después del proceso de exclusión de efectos, no mostró la existencia de diferencia significativa con niveles de significación del 5% y el 10% entre los valores de la desviación.

Granma por último (Figura 11), también muestra una clara diferencia. En este caso al realizar la prueba estadística se comprobó la no existencia de significación en la misma para los períodos 1980-1998 ni 1980-2007, pero sí para el período 1980-1995 con nivel de significación del 5%. Esto al parecer se debe a tres causas: la débil intensidad de los eventos ocurridos en el último período 2000-2007, la atenuación de la influencia del evento ENOS sobre el comportamiento normal del clima sobre la región oriental y la tendencia mostrada por los rendimientos durante la última década del pasado siglo.

Al realizar el proceso de exclusión de efectos (línea de tendencia polinomial de segundo orden) los valores obtenidos mostraron que efectivamente la tendencia,

representada mediante la misma curva (Figura 12), mostraba un comportamiento diferente al anterior. Al realizar nuevamente la prueba estadística a los nuevos datos, no se comprobó la existencia de diferencia significativa alguna.

Como se pudo observar en los resultados, las provincias La Habana y Camagüey mostraron diferencias significativas entre el rendimiento correspondiente a la fase cálida del evento ENOS y el correspondiente a la fase fría y condiciones normales, para todo el período 1980-2007. La Habana es la provincia más productora del período que se estudia y sobre ella recae el peso fundamental del acumulado de la producción total durante estos años. Esta abastece el núcleo poblacional más grande de Cuba. Además, por encontrarse en la región occidental, es afectada fuertemente por la presencia del evento ENOS, el cual varía sus patrones normales de temperatura y precipitación y estos a su vez, modulan el desarrollo de la producción de leche.

Otra cuestión es que la masa ganadera de la región occidental, *es más refinada hacia la leche*. Este mejoramiento genético, hecho en años anteriores, se concentró en la región occidental en primer lugar, porque es en ella donde se encuentra la mayoría de las empresas genéticas ganaderas (Valle el Perú, Nazareno, Valle Picadura entre otras), y en segundo lugar por las características climáticas favorables que posee para el desarrollo de un ganado lechero menos rústico. La poca rusticidad de este ganado, hace que sea más vulnerable a las condiciones adversas que se establecen ante la presencia de la fase cálida del evento ENOS.

Camagüey, a pesar de ser la provincia más oriental de la región central y presentar características climáticas propias de la región, es una gran productora por excelencia, con altos rendimientos. A pesar de su ubicación físico-geográfica recibe el impacto del evento ENOS. De hecho, todo parece indicar que existe una tendencia hacia una mayor afectación del evento sobre las provincias de mayor producción lechera.



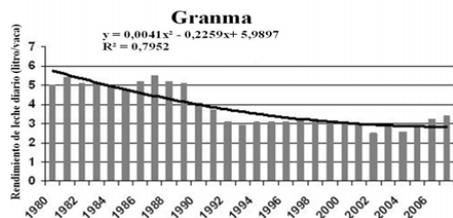


Fig 11. Comportamiento de la tendencia de los rendimientos de leche diarios por vaca de Granma durante el período 1980-2007.

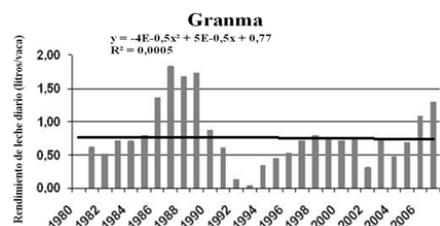


Fig 12. Rendimiento lechero diario de Granma posterior a la exclusión de efectos.

No se debe descartar que la mano del hombre esté implícita en el resultado obtenido para esta provincia ya que para la obtención de altos rendimientos el tamaño de la masa ganadera y la raza son fundamentales, solo que para el caso de Camagüey no es posible dilucidar qué factor ganadero provoca estos altos rendimientos, ya que la información necesaria para ello no está disponible.

En Matanzas, a pesar de pertenecer a la región occidental y presentar características climáticas similares, existen otros factores agrotécnicos que influyen en sus rendimientos. Los resultados de Villa Clara, Las Tunas y Granma se deben, al parecer, a la atenuación que sufre la influencia de ambas fases del evento ENOS sobre el comportamiento del clima hacia esas regiones (Figuras 13 y 14).

Es sabido que el evento ENOS no ocasiona una marcada influencia sobre las temperaturas y precipitaciones de la región oriental comparado con la influencia sobre la región central y en mayor medida en la occidental.

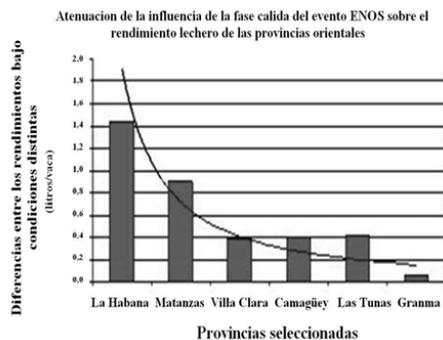


Fig 13. Diferencias entre los rendimientos de leche diarios por vaca de cada provincia bajo condiciones E NOS y No ENOS.

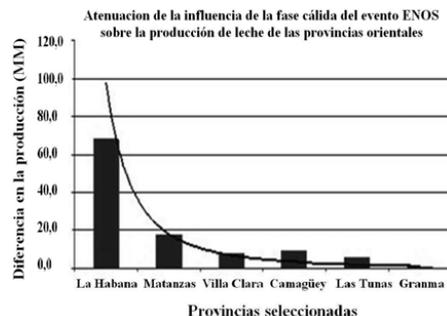


Figura 14. Diferencias entre la producción total de leche de cada provincia bajo condiciones ENOS y No ENOS

Además, dado que en las regiones central y oriental, la raza Holstein fue cruzada con otras como la Cebú, el Siboney (MINAGRI), las cuales proporcionaban descendencia menos productora pero de mayor rusticidad y más resistente al clima más cálido de estas regiones del país, hace que el resultado de esta influencia sea aun menor.

Además se debe tener en cuenta que en el período 1999-2005, se desarrollaron una serie de procesos de sequía, no relacionados con el evento ENOS que pueden de alguna manera solapar el efecto del mismo, además de la débil intensidad de estos. Por ejemplo: el proceso de sequía 2003-2004 que afectó las provincias desde Camagüey hasta Guantánamo y fue el más severo desde 1961 hasta esa fecha (INSMET, 2004). Sus impactos notables, desde el año 1996 hasta el 2005, persistieron significativamente, siendo más intensa en la provincia de Las Tunas.



CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten concluir que:

Durante la fase cálida del evento ENOS tanto los rendimientos de leche diarios por vaca como la producción total de leche, decrecen respecto a los rendimientos y producción correspondientes a los años con presencia de la fase fría y años normales, aún, cuando las condiciones de manejo, masa ganadera y alimentación, hayan cambiado drásticamente.

Existe un impacto más visible del evento ENOS sobre las provincias de mayor producción lechera, de las cuales una posee una masa ganadera genéticamente mejorada y por ende más vulnerable.

Existen factores agrotécnicos que intervienen en la reducción de los rendimientos y solapan o inhiben la influencia del evento ENOS sobre la producción total de leche.

Existe una atenuación de la influencia del evento sobre la producción de leche de las provincias más orientales dado por la poca influencia que ejerce el ENOS sobre los patrones de temperatura y precipitación de las provincias de la región oriental por la débil intensidad de los eventos ocurridos en el período 2000-2007, que hacen que la influencia del mismo sea menos perceptible aún sobre esta región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- BALLESTER, M., C. GONZÁLEZ y R. PÉREZ (1995): *Variabilidad de la ciclogénesis tropical en el Atlántico*. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. 20 pp.
- BODISCO V. y A. RODRÍGUEZ-VOIGT (1985): *Ganado de doble propósito y su mejoramiento genético en el trópico*. E. L. Editores. Maracay, Venezuela. 327 pp.
- CÁRDENAS, P. y L. NARANJO (1997): *Impacto y modulación de efectos del ENOS sobre elementos climáticos en Cuba. Informe científico técnico de Resultado de Investigación*. Centro del Clima, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. p8-20
- CENTELLA A., L. NARANJO, L. PAZ, P. CÁRDENAS, B. LAPINEL, M. BALLESTER, R. PÉREZ, A. ALFONSO, C. GONZÁLEZ, M. LIMIA, y M. SOSA (1997): *Variaciones y cambios del Clima en Cuba*. Informe Técnico Centro Nacional del Clima, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. 58 pp.
- GONZÁLEZ DE LA V.M. (2000): *Comportamiento social de las vacas lecheras en sistemas intensivos de producción y su relación con el estrés*. Tesis Maestría, F.M.V.Z.-U.N.A.M., Cd. México. p14-33
- GONZÁLEZ C., M. BALLESTER, M.T. LLANES, A. CAYMARES, Y. GIMENO, y E. MOJENA (2008): *Curso sobre ciclones tropicales. Tabloide*. Suplemento especial. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.
- GONZÁLEZ A., P. FERNÁNDEZ, A. BU, C. POLANCO, R. AGUILAR, J. DRESDNER y R. TANSINI (2004): *La ganadería en Cuba: desempeño y desafíos*. Instituto Nacional de Investigaciones Economicas. La Habana. Cuba. p5-20.
- GRAY, W. (1984): Atlantic seasonal hurricane frequency. Part I: El Niño and 30 mb quasi-bienal oscillation influence. *Monthly Weather Review*, 112: p1649 – 1668.
- HELMAN, M. (1983): *Ganadería Tropical*. Ed. Ateneo. Buenos Aires. Argentina. p. 20-44
- HORSFALL, F. (2006): *Catalogue of Indices and Definitions of El Niño and La Niña in Operational Use by WMO Members*. WMO Commission for Climatology. CCI-XIII (2005) Expert Team on El Niño and La Niña Definitions. WORLD Meteorological Organization. p12-17
- INSMET (2004): *El proceso de sequía del 2003-2004: antecedentes, actualidad y futuro*. Declaración Oficial del Instituto de Meteorología relacionada con el actual proceso de sequía que afecta a Cuba. Última versión revisada, noviembre 16 del 2004. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. p6-20
- LAPINEL B., R. E. RIVERO, V. CUTIÉ, R. R. RIVERO, N. VARELA y M. SARDINAS (1993): *Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía: Análisis del período 1931 – 1990*. Informe Científico Técnico, Centro Meteorológico Provincial de Camagüey, Cuba, 45 pp.



- NARANJO L. y A. CENTELLA (1997): *Variaciones interanuales de los campos meteorológicos en el Mar Caribe y el Golfo de México. Ira parte: Presión a nivel del mar y alturas en 500 hPa*. Instituto de Meteorología. 52 pp.
- NARANJO L. y A. CENTELLA (2001): *Variabilidad climática. Impactos y adaptación*. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. p 77 – 93.
- NARANJO L.R. (2001): *Cuando el Océano se Calienta. Una historia sobre El Niño y sus efectos*. Sistema de Avisos del ENOS (PROYECTO: 01301113), Parte III: Materiales Didácticos y de Divulgación, Resultado VII. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.
- PAZ L.R., R. PEREZ, C.M. LOPEZ, B. LAPINEL, A. CENTELLA (2007): *Cambio climático. Parte I*. Suplemento especial. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. p. 6
- REBHUN W. C. (1995): *Diseases of Dairy cattle*. Williams & Wilkins. U.S.A., p347-348.
- RODRÍGUEZ A. (2008): *El estrés calórico en el ganado bovino de leche. Su impacto en la productividad*. Tesis en opción al grado científico de Máster en Ciencias Meteorológicas. Instituto de Meteorología de Cuba. La Habana. Cuba, p10-47.
- SOLANO O. (1990): *Influencia de las condiciones agrometeorológicas sobre el crecimiento, desarrollo y el rendimiento del naranjo Valencia en Cuba*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas. Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba. La Habana. Cuba. 179 pp.
- SOLANO O, A. CENTELLA, R. STEFANSKI, E. PÉREZ, R. VÁZQUEZ, C. MENÉNDEZ, R. HOYOS, T. GUTIÉRREZ, E. MEJÍAS, A. FIGUEROA, P. FUENTES, A. PLANAS, G. LÓPEZ y M. FIGUEREDO(2005): *Efectos del evento ENOS en la agricultura, la ganadería y la pesca en América del Norte, América Central y el Caribe*. Informe del Grupo de Trabajo de la Asociación Regional para los países de América del Norte, América Central y El Caribe de la Organización Meteorológica Mundial. Centro de Meteorología Agrícola. Instituto de Meteorología de Cuba. La Habana. Cuba. p30-56.
- STEFANSKI R. (2004): *Agrometeorological information field crops: ENSO Impacts on RA-IV Agriculture*. RA-IV Working Group on Agricultural Meteorology. Christchurch, Barbados. p14 – 17 December 2004.