

## **Análisis económico del sector bananero y su relación con El Niño Oscilación del Sur (ENOS) en la provincia de El Oro (2001-2014)**

Kennedy Cabrera Verzosa<sup>a</sup>, Jennifer Arce Gallegos<sup>a</sup>, Yelena Vega Jaramillo<sup>a</sup>,  
Eduardo Luna Romero<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Unidad Académica Ciencias Empresariales, Universidad Técnica de Machala, Av.  
Panamericana Km. 5 1/2 Vía a Pasaje, Machala, Ecuador  
kcabrera\_est@utmachala.edu.ec, jjarce\_est@utmachala.edu.ec, fvega@utmachala.edu.ec

<sup>b</sup> Unidad Académica Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, Av.  
Panamericana Km. 5 1/2 Vía a Pasaje, Machala, Ecuador  
aeluna@utmachala.edu.ec

**Resumen.** La producción y exportación de banano en el Ecuador se inició en 1948, El Oro es la segunda provincia más productiva, ésta actividad agrícola es una de las principales fuentes de divisas para el país. La provincia posee una densa red hidrográfica y la producción de banano se desarrolla por debajo de los 200 msnm, la actividad agrícola es fuertemente influenciada por el modo de variabilidad climática interanual ENOS (El Niño Oscilación del Sur), provocando alteraciones meteorológicas que varían temporal y espacialmente. El fenómeno de El Niño (EN), anomalías positivas de la temperatura superficial del mar (TSM), genera inundaciones producto de las fuertes lluvias; el evento La Niña (LN), anomalías negativas de la TSM, produce sequías efecto del déficit de lluvias; ambos eventos tienen un fuerte impacto socioeconómico. La serie temporal 2001-2014 de la producción de banano registra una considerable variabilidad interanual ( $CV=0.24$ ); presenta tendencia de incremento del 2.54%, con significancia estadística de 95%, y cambio de la media en el 2006. La influencia de eventos ENOS en la producción se refleja hasta cierto punto con el coeficiente de correlación inversa ( $r=-0.55$ ) que existe con el índice C (Niño 3.4, Pacífico ecuatorial central), con un p-valor (0.04) por debajo de  $\alpha=0.05$ , mientras con el índice E (Niño 1+2, Pacífico ecuatorial Este) la correlación fue nula ( $r=-0.07$ ). Evidenciándose una disminución de la producción durante la presencia del fenómeno EN. Esto se puede contrastar con el número de eventos EN (3) antes del año de cambio de la media los cuales provocaron una menor producción.

**Palabras claves:** El Niño Oscilación del Sur (ENOS), tendencia, variabilidad, producción.

### **1. Introducción**

La producción y exportación de banano en el Ecuador surgió en el gobierno de Galo Plaza (1948-1952), se dio a partir de la sobreproducción que existía para el consumo interno y surgió la oportunidad de poder ofrecer el excedente al mercado internacional [1] [2] convirtiéndose luego en uno de los primeros apartados de divisas en la economía del Ecuador generando empleo a las familias ecuatorianas [3] [4].

La zona bananera está conformada por las provincias de El Oro, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas, Cañar y Loja, que se han especializado en la producción y exportación, gracias a las bondades del clima y las incomparables propiedades de sus suelos que permiten alcanzar altos niveles de productividad [5] [6].

Entre 1949 y 1950 los cultivos crecieron desde el sur del Guayas hasta las zonas de Machala, Pasaje y Santa Rosa, donde se extendieron en forma indiscriminada incluso en las tierras bajas no drenables, pero que tienen la ventaja de estar ubicadas a poca distancia de Autoridad Portuaria de Puerto Bolívar [7].

De toda la producción nacional sólo la provincia de El Oro representa el 28.5% del total de productores, siendo la segunda provincia con mayor influencia en la producción de la fruta después de la provincia de Los Ríos [8].

El clima en el Ecuador está condicionado por dos factores principales: la circulación atmosférica general y las masas de aire locales que resultan del relieve de la cordillera Occidental. Toda la costa ecuatoriana está influenciada por las corrientes oceánicas principalmente la corriente fría de Humboldt que se aproxima a la costa entre los meses de mayo y octubre [6].

La fuerte precipitación de la variabilidad climática interanual está asociada con El Niño Oscilación del Sur (ENOS), tanto en los trópicos como a escala global. [9]. El término El Niño fue utilizado por los pescadores en Paita-Piura para describir el calentamiento del mar en el Pacífico norte peruano desde el sur de Ecuador y las lluvias que se presentaban en época de Navidad y por varios meses. Anomalías positivas (calentamiento) en la temperatura superficial del mar (TSM) del norte de Perú y sur de Ecuador se relaciona con los cambios a escala global de la atmósfera, la "Oscilación del Sur"; surgiendo el término ENOS [10], donde la fase cálida es denominada El Niño (EN) mientras que la fase fría es denominada La Niña (LN) [11].

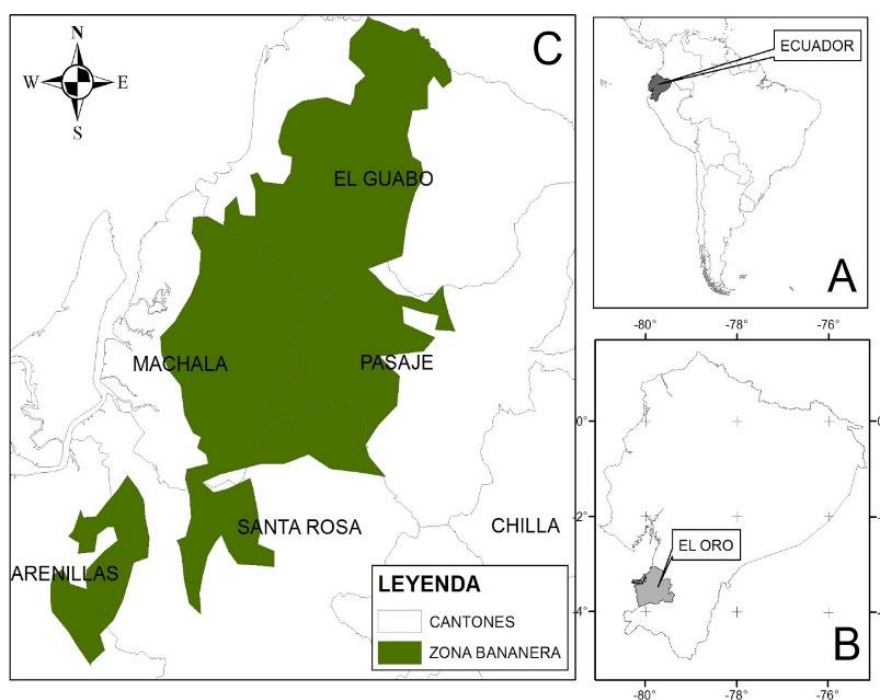
Durante 1997 y 1998, la presencia del fenómeno EN afectó la producción nacional, especialmente la actividad agropecuaria de la costa ecuatoriana que debió enfrentar serias dificultades debido a la destrucción de gran parte de la infraestructura productiva y de la red vial. Esto alteró el ciclo económico y agravó las tendencias negativas latentes en materia de evolución de la inflación, solvencia del sistema financiero y de la propia estabilidad macroeconómica [12] [13].

Los eventos ENOS en el Ecuador y los cambios en patrones de precipitación, son responsables de una influencia directa en el caudal de ríos provocando desbordamientos, los mismos que afectan directamente a la agricultura especialmente el banano, que es uno de los principales productos de exportación, perjudicando la productividad y la disponibilidad para la exportación, así también el aumento en la inflación y un efecto negativo en el PIB [14] [15] [16].

El objetivo principal del presente trabajo ha sido analizar la influencia y correlación de los eventos ENOS en la productividad del sector bananero de la provincia de El Oro para el periodo 2001-2014. Además de determinar si los eventos ENOS son una causa, para que existan de-crecimientos en la producción y, por otro lado, conocer la variabilidad y tendencia de la producción de banano.

## 2. Materiales y Métodos

La provincia de El Oro se encuentra ubicada en el extremo sur-occidental del Ecuador, entre las siguientes coordenadas geográficas 3° 02' y 3° 53' de latitud Norte, 80° 20' y 79° 21' de latitud Oeste; el área de estudio fue la zona bananera que abarca una superficie de aproximadamente 54400 ha para el periodo 2000-2014 y comprende cinco cantones (El Guabo, Pasaje, Machala, Santa Rosa y Arenillas), ver Figura 1. Existen dos épocas estacionales bien marcadas, una que va desde enero a mayo (presencia de lluvias) y otra desde junio a diciembre (periodo de estiaje). La provincia ha aportado a la población económicamente activa con el 54% de la Región 7 (El Oro, Zamora Chinchipe, Loja) y el 3% de la fuerza laboral del país [17].



**Figura 1.** Mapa de ubicación, A) Ubicación del Ecuador en Sudamérica, B) Ubicación de la provincia de El Oro en el territorio de Ecuador, C) Zona bananera (polígonos de color verde) y cantones productores de Banano.

Los datos de la producción bananera ( $Tm.año^{-1}$ ) de la provincia para la serie temporal 2001-2014 se obtuvieron a escala de tiempo anual desde el Sistema Nacional de Información del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), a través de su portal (<http://sinagap.agricultura.gob.ec>), información que es de libre acceso. La Tabla 1 detalla la producción de banano, donde el año 2013 registra la mayor

producción (2.594.000,41 Tm) mientras el valor más bajo se presenta en el 2014 (1.062.266,94 Tm).

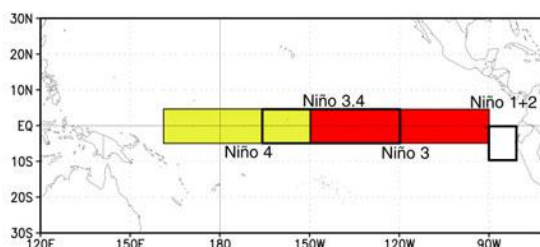
**Tabla 1.** Producción de banano para la provincia de El Oro, periodo 2001-2014.

Años	Producción (Tm.año <sup>-1</sup> )	Años	Producción (Tm.año <sup>-1</sup> )
2001	1.363.744,00	2008	2.104.645,10
2002	1.420.937,00	2009	1.861.662,00
2003	1.915.876,00	2010	1.892.647,37
2004	1.550.653,73	2011	2.443.672,99
2005	1.643.974,00	2012	2.269.901,37
2006	1.479.036,34	2013	2.594.000,41
2007	1.901.074,28	2014	1.062.266,94

Con la finalidad de evaluar la relación entre la producción de banano y los eventos ENOS, se utilizaron los índices oceánicos C (zona Niño 3.4) y E (zona Niño 1+2) que representan la variabilidad del Pacífico ecuatorial central y del Pacífico ecuatorial Este, respectivamente (Figura 2). Estos índices fueron construidos, en función de la temperatura superficial del mar (TSM), utilizando funciones ortogonales empíricas [18] [19], la información de los índices C y E se descargaron del portal del Instituto Geofísico del Perú (<http://www.met.igp.gob.pe>), disponibles a una escala de tiempo mensual.

La provincia de El Oro cuenta con una densa red hidrográfica, la producción bananera se desarrolla en las llanuras de la provincia, por debajo de los 200 msnm, y en las riberas de los ríos, teniendo como un ejemplo claro el valle del río Jubones donde se desarrolla una extensa zona bananera [20]. Por lo tanto, se establece una idea clara que, en el periodo lluvioso, enero-mayo, se puede presentar el riesgo de inundaciones en la parte baja de la provincia.

Las excelentes condiciones climáticas y ecológicas han permitido que los productores de la fruta pueden cosechar durante todo el año pudiendo así satisfacer la demanda del mercado internacional [3]. La producción y exportación bananera, ha ido creciendo paulatinamente a pesar de que ha tenido que sobrellevar varias etapas tanto de auge y de déficit ya sea por cuestiones climáticas o políticas [8].



**Figura 2.** Representación de las 4 regiones El Niño, el cuadro amarillo, representa el área que cubre la zona Niño 4, el recuadro con bordes negro indica la zona Niño 3.4, el

rojo la región Niño 3 y el cuadro blanco, cerca de la costa de Ecuador y Perú, representa la región Niño 1+2.

**Fuente:** [21]

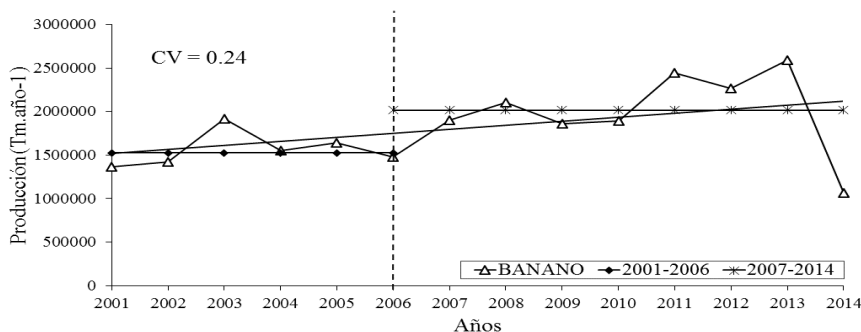
“Hablar de la producción bananera en la provincia es hablar del recurso más importante que impulsa el desarrollo económico, y que esta actividad se ha convertido en el pilar económico de la provincia y de las personas de todas las clases sociales que intervienen en la misma directa o indirectamente, las exportaciones que se realizan a través del puerto marítimo Puerto Bolívar ha permitido generar empleo y a contribuir con una mejor calidad de vida” [8].

Para analizar la distribución temporal de la producción de banano, conocer si existe una tendencia a aumentar o disminuir. En el presente trabajo se utilizó dos test estadísticos. El primero es el test de Mann-Kendall [22] [23], prueba no paramétrica para detectar la tendencia en una serie temporal, es comúnmente utilizada para detectar tendencia en variables climáticas [24], además, no necesita de un alto número de observaciones y es tolerable al ruido de la serie [25], para la medida de tendencia se utilizó un índice  $I=(b/x)100$  propuesto por [26], donde  $b$  es la pendiente de la línea de tendencia y es  $x$  promedio de la serie. El segundo el test de Cusum (suma acumulativa multivariada), prueba no paramétrica que detecta el cambio de la media de una serie temporal [27] [28]. El nivel de significancia ( $\alpha$ ) es la probabilidad de que una prueba detecte tendencia o un cambio en la media [26]. En el presente estudio, la hipótesis nula en las pruebas estadísticas se rechaza para  $\alpha=0.05$ , es decir el nivel de significancia al 95%.

Con el objetivo de conocer el grado de correlación entre los eventos ENOS y la producción de banano de la provincia de El Oro, se estandarizó los datos observados (producción) para poder determinar el coeficiente de correlación de Pearson frente a los índices oceánicos C y E [19]. La bibliografía especializada registra diferentes clasificaciones de los eventos ENOS, para diferenciar los eventos en el análisis del presente trabajo se ha utilizado la clasificación de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), intensidad de los eventos EN y LN para la zona C, disponible en su portal (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>), para el periodo 2000-2014 se destacan los siguientes periodos: El Niño débil (END; 2004-05, 2006-07), El Niño moderado (ENM; 2002-03, 2009-10), La Niña débil (LND; 2000-01, 2011-12), La Niña moderada (LNM; 2007-08, 2010-11).

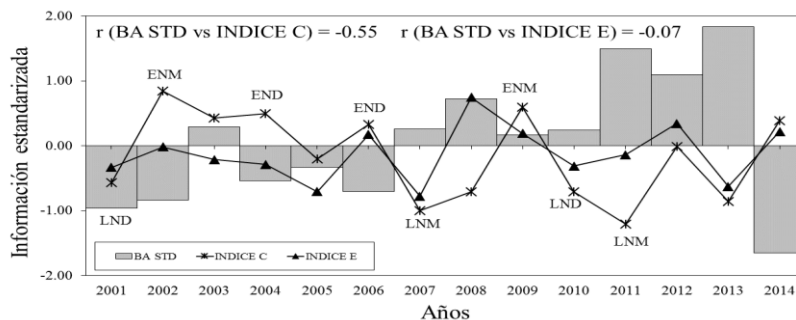
### 3 Resultados

La producción de banano para el periodo 2001-2014, presenta un valor promedio de 1821720.82 Tm y una desviación estándar de 434616.09 Tm, además de un coeficiente de variabilidad (CV) interanual de 0.24. Los resultados indican que existe una tendencia significativa, de acuerdo al test de Mann-Kendall con un nivel estadísticamente significativo de 0.05, de incremento en la producción de 2.54% según el índice de [27]. Además, se presenta cambio en la media en el año 2006; pasando de 1562370.60 Tm, valor medio de la serie 2001-2006, a 2016233.80 Tm, valor medio de la serie 2007-20014 (Figura 3).



**Figura 3.** Representación de la producción anual de banano para el periodo 2001-2014 (línea gris con triángulos). La línea de color negro representa la tendencia utilizando regresión lineal, la línea vertical discontinua representa el año de cambio de la media (CUSUM), la línea con diamantes representa la media para el periodo 2001-2006 y la línea con asteriscos representan la media para el periodo 2007-2014.

Considerando que en este trabajo se basa en una serie temporal relativamente corta (14 años) de la producción de banano a una escala de tiempo anual, para determinar la influencia de los eventos ENOS en la producción se establece la relación con los índices C y E. Inicialmente se estandarizó la información de entrada de la producción, expresada en toneladas métricas (Tm), se estimó el promedio anual (enero a diciembre) de los índices oceánicos, Así, la correlación entre la producción de banano estandarizada (BA STD) y el índice E es muy baja ( $r = -0.07$ ), mientras con el índice C muestra una moderada correlación ( $r = -0.55$ ) con un p-valor (0.04) por debajo de  $\alpha=0.05$ , es decir, con significancia estadística de 95% (Figura 4).



**Figura 4.** Valores anuales (enero a diciembre) para el periodo 2001-2014 de la producción de banano (barras grises) versus índice E (línea negra con triángulos sólidos), índice C (línea negra con asteriscos). Se resaltan los eventos ENOS, El Niño débil (END), El Niño moderado (ENM), La Niña débil (LND), La Niña moderada (LNM) clasificación realizada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) para la zona Niño 3.4.

La presencia de eventos ENOS en una región se pueden sentir de dos formas: i) alteraciones meteorológicas que varían en escala temporal y espacial, ii) impacto en

ecosistemas naturales y en sectores socioeconómicos. En la serie temporal de estudio se presenta una considerable variabilidad temporal de la producción ( $CV=0.24$ ), un posible efecto de las alteraciones climáticas atribuidas al modo de variabilidad interanual ENOS. La economía ecuatoriana, en este caso de estudio la provincia de El Oro, se fundamenta principalmente en actividades que son fuertemente influenciadas por la variabilidad climática (ENOS) como es el caso de la agricultura [29]. Los eventos EN con mayor impacto en la economía ecuatoriana como consecuencia de las inundaciones producto de las fuertes lluvias, fueron los de los años 1982-1983 y 1997-1998, provocando pérdidas de 640.6 y 2794.2 millones de dólares, respectivamente.

La información obtenida del Sistema Nacional de Información del MAGAP, representa de forma abstracta la producción de banano de la provincia, presenta una correlación inversa y significativa con el índice C (Niño 3.4). Por lo tanto, cuando se han presentado eventos EN (anomalías positivas en TSM), aumento de las precipitaciones y presencia de inundaciones, la producción ha disminuido; y por otro lado en presencia de LN (anomalías negativas en TSM), disminución de lluvias (estiaje y/o sequías), la producción ha incrementado y esto se puede atribuir que en tiempo de estiaje el productor bananero compensa las necesidades hídricas por medio de los sistemas de riego.

En ciertos años donde se han producido los eventos ENOS existe un patrón diferente al expuesto anteriormente, donde el comportamiento del mercado internacional entorno a la exportación de banano asociado con los desastres naturales que sufren los países competidores, juegan un rol importante y es donde la correlación entre la producción y el índice oceánico C se limita y/o debilita. El valor de la producción más bajo se registra en el 2014; mismo año que se presenta anomalías positivas en TSM, pero no llega a ser considerado como evento EN extremo. Sin embargo, la producción descendió de forma drástica con relación a toda la serie temporal, según representantes de la Asociación de Exportadores de Banano de Ecuador (AEBE) y exportadores orenses en el 2014 se perdieron dos importantes compradores, uno de Italia y otro de Alemania. En el caso de otras compañías, hay clientes de Holanda y Suiza que han preferido la fruta de otros mercados que tienen menos aranceles como Colombia, Perú, Costa Rica, Honduras y Guatemala [30].

Para el periodo 2001-2006 se presenta los valores más bajos de producción de la serie temporal, aunque se destaca el 2003 que presenta un aumento, información confirmada por el PIB agrícola del periodo 2002-2009 [31]. Los valores más altos de producción registran sus picos en los años 2008, 2011 y 2013, coincidiendo con anomalías negativas en la TSM (LN), ver Figura 4. De forma particular el año 2011 se incrementó la demanda de la fruta como consecuencia la producción aumentó significativamente, siendo los países Bálticos y Rusia los principales destinos con alrededor de 23% cada uno [32] [2] [33] [34].

#### **4. Conclusiones y Recomendaciones**

El presente trabajo implementa un análisis de correlación entre la producción de banano de la provincia de El Oro y los eventos ENOS utilizando los índices C y E definidos por [18]. Además, se analiza la variabilidad y tendencia de la producción de banano

para el periodo 2001-2014. Este estudio con un enfoque puramente estadístico ha llevado a sintetizar lo siguiente:

La producción de banano para la serie temporal analizada, muestra una considerable variabilidad interanual ( $CV = 0.24$ ), la misma que está influenciada por la fluctuación de la demanda de los países consumidores de la fruta y además por la variabilidad climática (ENOS). A pesar de registrarse en el 2014 el valor más bajo de la producción, la tendencia de la producción ha sido positiva con un índice de crecimiento de 2.54% (nivel de confianza del 95%), con un cambio de la media en el año 2006, es decir a partir del 2007 aumentó la producción llegando su nivel máximo para el 2011 y 2013.

Se evidencia una correlación inversa significativa ( $r = -0.55$ ) entre el índice C (Pacífico ecuatorial central) y la producción de banano, comprobándose de ésta manera hasta cierto punto la influencia de eventos ENOS sobre la producción. Existiendo una disminución durante la presencia del fenómeno EN. Por otro lado, durante el fenómeno LN (sequías) los productores han mitigado la ausencia de las lluvias a través de los sistemas de riego. La influencia del modo de variabilidad interanual ENOS en la producción de banano se puede contrastar con el número de eventos EN (3) antes del año de cambio de la media (2006, expuesto en el párrafo anterior) los cuales provocaron una menor producción; y, por otro lado, después del año de cambio se registra un evento EN y tres LN periodo en el cual aumentó la producción.

Para próximos estudios se recomienda poder utilizar información de producción mensual con el objetivo de establecer en primera instancia el promedio anual, pero como año hidrológico (septiembre a agosto), y así realizar un mejor análisis de correlación con eventos ENOS.

## 5. Referencias

1. Plaza, G. La industria bananera ecuatoriana 1. AEBE Publicaciones-. 1–19 (1952).
2. Ulloa, I. J. F. & Rojas, C. E. V. DIAGNÓSTICO DE LA CADENA LOGÍSTICA DE EXPORTACIÓN DEL BANANO ECUATORIANO HACIA ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Dialnet. (2014)
3. ProEcuador. Análisis del sector banano 2013. *Revista Latinoamericana Ecuador* 1–30 (2013).
4. Armas, H. El banano en el Ecuador. *Revista Flacso* (1980).
5. Gonzabay, R. Cultivo del banano en el Ecuador. *Afese* 1, 113–142 (2010).
6. Lehalleur, P. Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31600706>. (1998).
7. Carlos Larrea M. Malva Espinosa y Paola Sylva Charvet. en "*EL BANANO EN EL ECUADOR. Revista Flacso*. (1987).
8. Alaña, M. La producción de banano en la provincia de El Oro 2009- 2010. 107 (2011).
9. Ropelewski, C. F. & Halpert, M. S. Global and Regional Scale Precipitation Patterns Associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Mon. Weather Rev.* 115, 1606–1626 (1987).
10. Bjerknes, J. A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tell'Us* 18, 820–829 (1966).
11. Wang, C., Deser, C., Yu, J.-Y., DiNezio, P. & Clement, A. El Niño and southern oscillation (ENSO): a review. *Coral reefs of the Eastern Pacific* 3–19 (2012).
12. Curtis, T. D. LA ECONOMÍA ECUATORIANA 1990. (2013).



13. Orellana, M. Hechos estilizados del ciclo económico de Ecuador: 1990-2009. *Revista de Ciencias Sociales Y Humanas*. (2011).
14. Santos, J. L. Advances in Geosciences ~ – Southern Oscillation Events The Impact of El Niño on South America. *Adv. Geosci.* 6, 221–225 (2006).
15. Enriquez, O. Análisis del comportamiento de la precipitación en el municipio de Buenaventura (Valle del Cauca, Colombia) en condiciones de desarrollo de los fenómenos El Niño y La Niña. *Cuadernos de Geografía* 23, 165–178 (2014).
16. García, F. & Avellaneda, J. Una nota sobre los efectos en la economía del Fenómeno del Niño Observatorio Económico Colombia. (2015).
17. Descentralizado, G. A. Plan desarrollo Ordenamiento Territorial. (2010).
18. Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K. & Dewitte, B. ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophys. Res. Lett.* 38, (2011).
19. Lavado Casimiro, W. S. & Espinoza, J. C. Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorología* 29, 171–182 (2014).
20. GAD. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE EL ORO, 2014 - 2025. (2014).
21. Noa, A. ENSO Cycle: Recent evolution, current status and predictions. (2010).
22. Mann, H. B. Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica* 13, 245–259 (1945).
23. Kendall, M. G. Rank Correlation Methods; Charles Griffin: London. *There is no corresponding record for this reference* (1975).
24. Burn, D. H. & Hag Elnur, M. A. Detection of hydrologic trends and variability. *J. Hydrol.* 255, 107–122 (2002).
25. Miró, J., Navarro, M. & Pastor, F. Análisis comparativo de tendencias en la precipitación, por distintos “inputs”, entre los dominios hidrológicos del Segura y del Júcar (1958-2008). *Investigaciones* (2009).
26. Espinoza Villar, J. C. *et al.* Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974–2004). *J. Hydrol. Revista Science*. 375, 297–311 (2009).
27. Pignatiello, J. J. & Runger, G. C. Comparisons of multivariate CUSUM charts. *J. Commod. Sci. Technol. Qual.* (1990).
28. Qiu, P. & Hawkins, D. A rank-based multivariate CUSUM procedure. *Technometrics* (2012).
29. Santos, J. L. El conocimiento sobre El Evento de El Niño: Una perspectiva local dentro de un contexto global. *Revista Tecnológica - ESPOL* 19, (2006).
30. Ecuador, Agencia Pública de noticias del. [En línea] <http://www.andes.info.ec/es/economia/sector-exportador-banano-atribuye-disminucion-venta-fruta-baja-produccion.html>. (2013).
31. García Pascual, F. El sector agrario del Ecuador: incertidumbres (riesgos) ante la globalización. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, Vol. 24, 71 (2013).
32. Escribano, Dr. Julián Briz. [En línea]. <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1192/1/T-SENESCYT-000322.pdf>. (2013).
33. Central, B. REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO. Publicación Banco Central del Ecuador. (2015).
34. Estudios, D. G. D. La Economía Ecuatoriana Luego de 10 Años de Dolarización. *Dirección General de Estudios* 4–78. Publicación Banco Central del Ecuador. (2010).