

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de las variables climáticas en el rendimiento de cultivos transitorios en la provincia Los Ríos, Ecuador

Influence of climatic variables on the yield of transient crops in the province in Los Ríos, Ecuador

Betty Beatriz González Osorio¹ , Roberto Barragán Monrroy² , Luis Simba Ochoa¹ ,
Marisol Rivero Herrada² 

¹ Proyecto de investigación Esquemas de adaptación y reducción del cambio climático en la agricultura para el Litoral Ecuatoriano, FOCICYT-UTEQ, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), km 1½, Vía Sto. Domingo de los Tsáchilas, Quevedo, Ecuador

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), km 1½, Vía Sto. Domingo de los Tsáchilas, Quevedo, Ecuador

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 30/05/2020
Aceptado: 15/09/2020

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

CORRESPONDENCIA

Betty Beatriz González Osorio
bgonzalez@uteq.edu.ec
Roberto Barragán Monrroy
roberto.barragan2014@uteq.edu.ec
Luis Simba Ochoa
lsimba@uteq.edu.ec
Marisol Rivero Herrada
mrivero@uteq.edu.ec



RESUMEN

El objetivo fue determinar los cambios y efectos que ocasionan las variables climáticas en el rendimiento de cultivos transitorios, en la provincia de Los Ríos, Ecuador. La temperatura y precipitación se analizaron con base en series históricas de 1981-2015, series actuales (2016-2019) y proyecciones (2019-2050), se consideró el *Software* ArcGis 10.3 para medir la variabilidad de estos parámetros. El análisis de vulnerabilidad, se basó en la producción bajo el efecto de las condiciones climáticas. Los resultados indican que la variación media multianual de temperatura es de 25,86 °C y la precipitación de 2 202,83 mm; obteniendo una producción de 5 225 kg ha⁻¹ de maíz, 3 076, 8 kg ha⁻¹ arroz y 1 147 kg ha⁻¹ de Soja; se determinó en las proyecciones climáticas periodo 2016-2050 un incremento de 1,07 °C en la variable temperatura y disminución de la precipitación (303 mm) lo que generará una disminución en los rendimientos de los cultivos en 29; 27 y 24 % para el maíz, el arroz y la soja respectivamente.

Palabras Clave: adaptación, cambios climáticos, producción agrícola

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the changes and effects of climate variables on transient crop yields in the

province of Los Ríos, Ecuador. Temperature and precipitation were analyzed based on historical series from 1981-2015, current series (2016-2019) and projections (2019-2050). ArcGis 10,3 software was used to measure the climatic variability of these parameters. Vulnerability analysis considered production under the effect of weather conditions. Results indicate that the average multi-year temperature variation is 25,86 °C and the precipitation is 2 202.83 mm, what favored the production of 5 225 kg ha⁻¹ of maize, 3 076.8 kg ha⁻¹ rice and 1 147 kg ha⁻¹ of soybeans. According to climate projections for 2016-2050, an increase of 1.07 ° C in the temperature variable and decrease in precipitation (303 mm) which will generate a decrease in crop yields in 29; 27 and 24 % for corn, rice and soy respectively.

Keywords: adaptation, climatic changes, agricultural production

INTRODUCCIÓN

La modificación del clima se expresa a través del incremento en cantidad e intensidad de fenómenos como sequías, lluvias y huracanes, que tienen consecuencias importantes para la sociedad, principalmente en poblaciones vulnerables de áreas rurales caracterizadas por la dependencia de la agricultura como primer eslabón de la población económicamente activa. Otro efecto la disminución de la producción, cadena de suministro, comercio, inversiones hasta relaciones políticas a nivel territorial lo que conlleva a asegurar que el cambio climático es una amenaza constante para el crecimiento económico de los pueblos, la seguridad alimentaria y situaciones adversas para la sociedad (IPCC, 2014).

El sector agrícola es altamente vulnerable a las variaciones y cambios del clima. Según el cuarto Informe de Evaluación (AR4) de 2007 del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), la producción agrícola estará probablemente amenazada en muchas regiones y países, lo cual afectará adversamente la seguridad alimentaria y agravará la desnutrición. En América Latina, el número de personas que estarán adicionalmente bajo riesgo de padecer hambre probablemente alcanzará entre 5, 26 y 85 millones en 2020, 2050 y 2080 respectivamente (Aguilar, 2013).

La población rural en el Ecuador esta representa en un 50 % por la actividad agropecuaria, en la provincia de Los Ríos el 62 % de la población está vinculada a la agricultura de manera directa y en segundo término lo representa el comercio debido a que la materia

prima es comercializada fuera de las fincas por los agricultores, lo cual genera la cadena de valor en el ámbito de comerciantes, intermediarios y exportadores. Los principales cultivos que se siembran en esta provincia son los de ciclo transitorio, por ser de fácil manejo, adaptados a las condiciones climáticas y por ser un legado para la familia de ellos, el maíz (*Zea mays* L.) alcanza rendimientos de 566 043 t ha⁻¹, el arroz (*Oryza sativa* L.) 242 879 t ha⁻¹ y la soja (*Glycine max* L.) 4 178 t ha⁻¹, al relacionarlos con los rendimientos nacionales, representan el 39,42; 22,77 y 92,95 % respectivamente, con lo cual se logra abastecer la seguridad alimentaria en un 7,25 % de la demanda nacional (ESPAC, 2017), el objetivo fue determinar los cambios y efectos que ocasionan las variables climáticas en el rendimiento de cultivos transitorios en la provincia Los Ríos, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

La provincia Los Ríos se encuentra ubicada en el Litoral ecuatoriano, es parte vital de la cuenca del río Guayas, con una extensión de 7 509 km², equivalente al 2,8 % del territorio nacional. Tiene una población de 778 115 habitantes (ESPAC, 2017). El área de labor agrícola, tiene una superficie aproximada de 529 702 ha, se encuentra ubicada al S 1° 10' / S 1° 0" de Latitud Sur y W 79° 30' / W 79° 15' de longitud occidental (Figura 1), dentro de una zona subtropical (PDYOT, 2015).

Para determinar las condiciones climáticas se recurrió a fuentes primarias y secundarias utilizando el método inductivo y deductivo; considerando el periodo (1981-2015), en cuatro

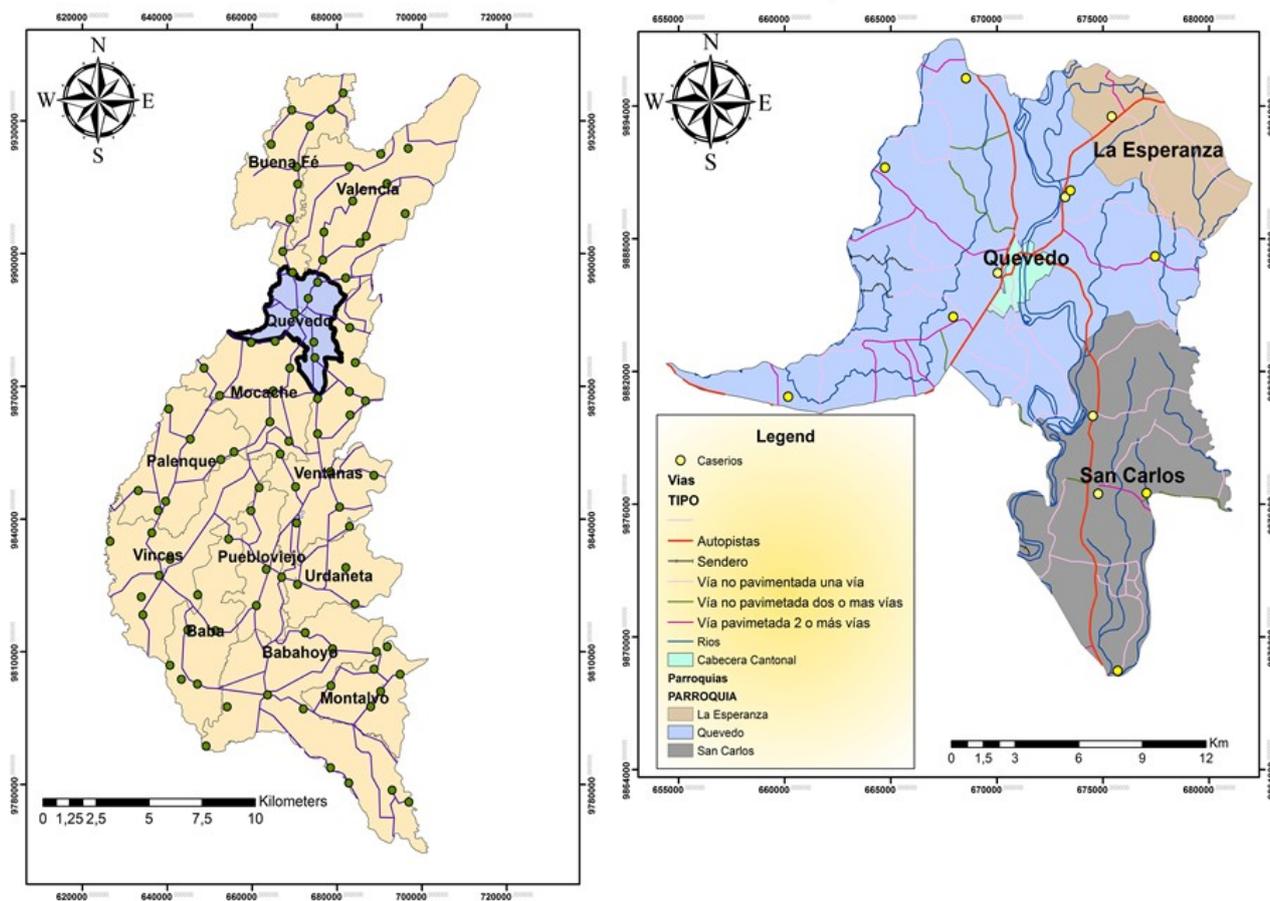


Figura 1. Mapa de localización

estaciones meteorológicas del INAMHI (Figura 2), se analizaron la temperatura y las precipitaciones durante dos épocas (invierno y verano), adicionalmente, se elaboraron los mapas de interpolación y de estimaciones de siembra, mediante ArcGis 10,3, herramientas de *ArcToolBox*, *Spatyal Analyst*, *clip*, *Kriging*, *Raster to convert*, *Feature to raster*, utilizando capas georreferenciadas del geoportal de INAMHI, Sigtierras, Ministerio de Agricultura Ganadería. El rendimiento de los cultivos se obtuvo según el número de hectáreas sembradas y el rendimiento por hectárea, para lo cual se usaron fuentes de información primaria (encuesta) y secundaria (estadística del ESPAC, 2017).

El pronóstico de la variabilidad climática se dio en función al requerimiento de temperatura y precipitación óptima de los tres cultivos bajo estudio, según los valores establecidos por el Escenario compromiso del cambio climático del

IPCC AR4, del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) y NCAR (Centro Nacional de Investigación Atmosférica). La proyección de temperatura y precipitación se realizó hasta el 2050 mediante dos puntos: (1) (X 667444,627 - Y 9885178,584) y (2) (X 682986,007 - Y 9863316,298).

Para la interpolación de las variables de temperatura y precipitación se tomó la resolución de la rejilla mediante la metodología de Inhobe (2016), así como el método geoestadísticos descrito por Henríquez *et al.* (2013) y finalmente, para la modelización espacial de las variables se usó el método de Kriging Ordinario, el método kriging es similar al de IDW en que pondera los valores medidos circundantes para calcular una predicción de una ubicación sin mediciones. La fórmula general para ambos interpoladores se forma como una suma ponderada de los datos

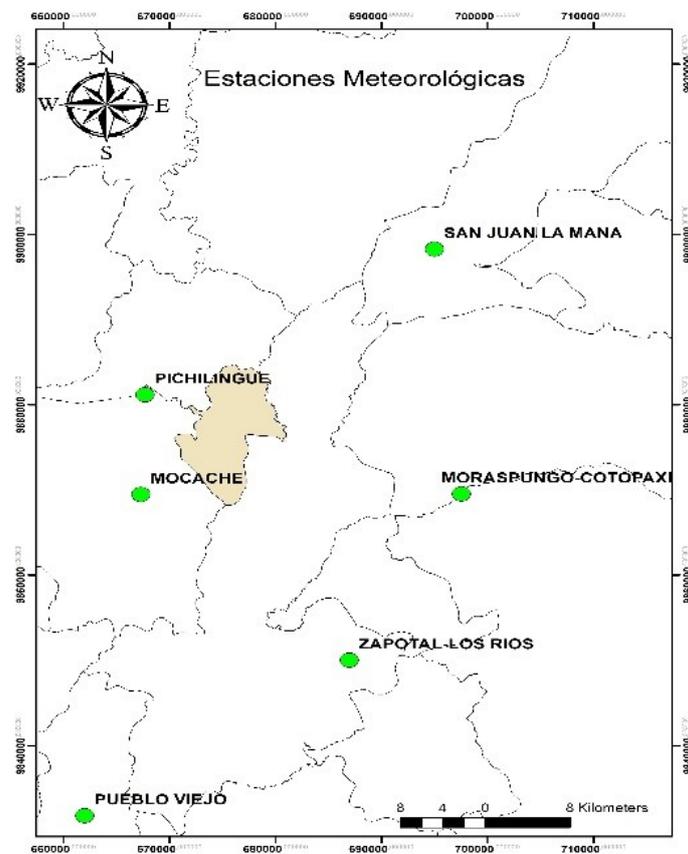


Figura 2. Estaciones Meteorológicas

(Ecuación 1) (ArcGIS, 2016).

$$Z(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

Donde:

Z(si) = el valor medido en la ubicación i

li = una ponderación desconocida para el valor medido en la ubicación i

S0 = La ubicación de la predicción

N = La cantidad de valores medidos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura

La variación de la temperatura en la época lluviosa se encuentra entre 25,846 a 27,052 °C y en la seca de 24,58 a 25,97 °C; al comparar la temperatura entre las épocas seca y lluviosa el promedio asciende de 25,21 a 26,51 °C (Figuras 3 y 4). Este comportamiento progresivo se da en

34 años, lo que afianza la actividad agrícola en esta provincia. Estudios realizados durante el periodo 1990-2014 demuestran que los promedios de temperatura multianual fueron de 14 °C y 300 a 600 mm/año de precipitación (Erreis, 2015).

Precipitación

El promedio de la precipitación durante el periodo de 1981 hasta 2015 fue de 2050 mm y la variación fue 1837,19 - 2342,90 mm en un rango progresivo aproximadamente en 34 años, este comportamiento se debe al clima y a la ubicación geográfica del Ecuador que cuenta con dos estaciones (invierno y verano) y condiciones favorables para el desarrollo de cultivos tropicales durante todo el periodo anual (Figura 5).

Producción y rendimiento

El rendimiento promedio alcanzó cifras de 5 225; 3 076,8 y 1 147 kg ha⁻¹ en maíz, arroz y soja

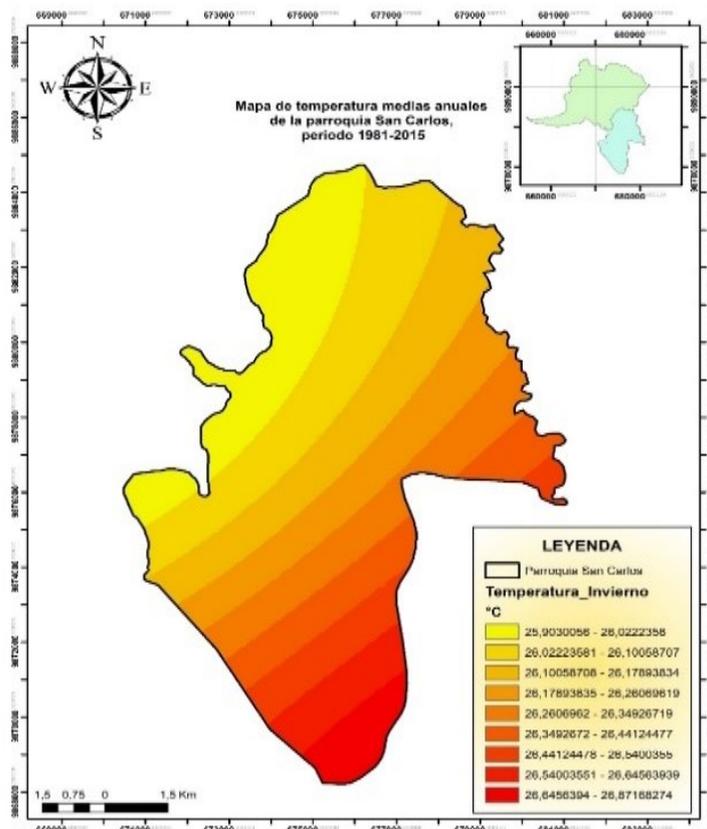


Figura 3. Mapa de temperatura, época lluviosa

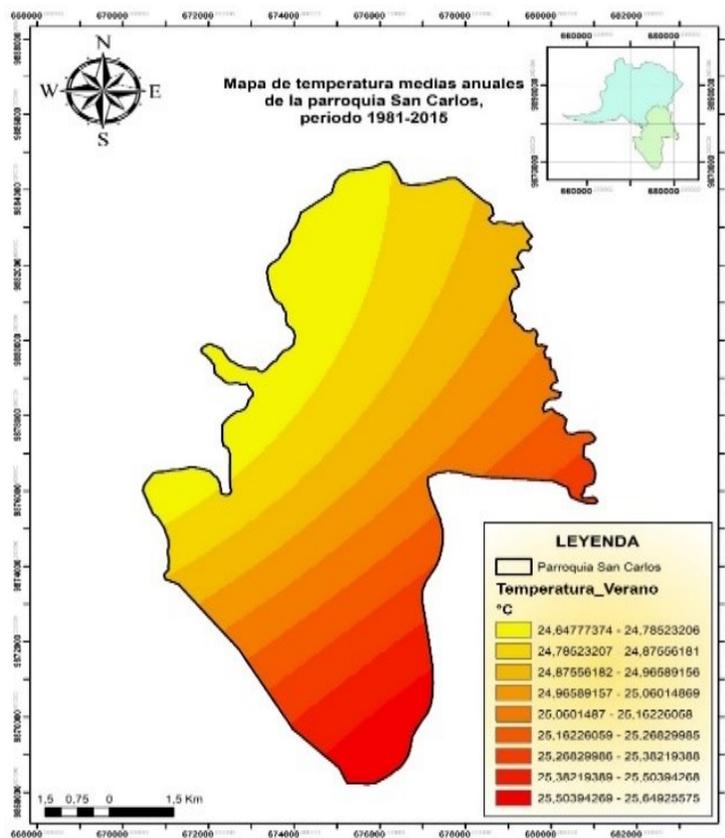


Figura 4. Mapa de temperatura, época seca

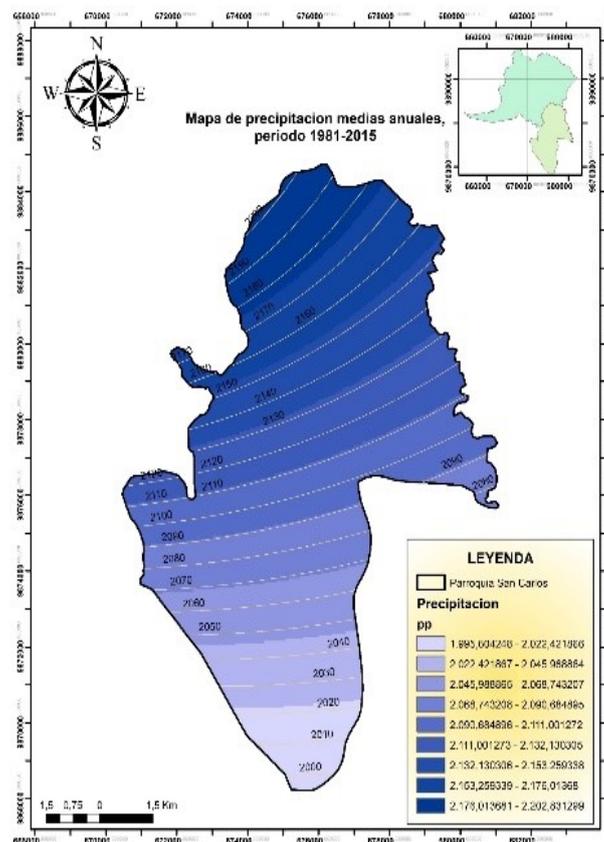


Figura 5. Mapa de precipitación

durante el 2017, pero la producción ha disminuido sobre la base del rendimiento promedio del periodo anterior que tuvo una producción de 12 700,8; 8 500 y 3 629 kg ha⁻¹ para maíz, arroz y soja respectivamente; estas disminuciones concuerdan con la investigación científica de Increase in crop losses to insect pests in a warming climate, quienes indican que las pérdidas en la producción de cultivos obedecen al aumento de temperatura que ocasiona, lo que favorece la presencia de plagas llegando a tener pérdida hasta del 31 % para maíz y 19 % en arroz (Deutsch, *et al.*, 2018). Este fenómeno también se observa en el cultivo de café en la provincia de Manabí-Ecuador que debido a la prolongación de la época seca la producción ha disminuido en un 30 % (Jarma *et al.*, 2012) y se estima que esa cifra va en aumento a medida que los efectos climáticos se presenten, por lo que se estima una disminución en el rendimiento del 70 %, para el 2050.

En la Tabla 1, se presentan valores máximos y mínimos de temperatura que los cultivos requieren para desarrollarse en condiciones

normales lo que concuerda con Netafim (2014), quien indica que la variación de temperatura afecta el proceso de germinación de las semillas. La semilla de maíz requiere entre 18 y 21 °C para su desarrollo productivo, si la temperatura está por debajo de 13 °C se reduce significativamente el crecimiento y menos de 10 °C no se presenta germinación ni crecimiento de la planta (Peña *et al.*, 2017).

La producción del cultivo de maíz es 5 225 kg ha⁻¹, pero en los últimos 10 años presentó una producción promedio de 12 700,8 kg ha⁻¹ al comparar estas cifras con el rendimiento anterior este disminuye en un 29 %, esto se debe a que las semillas de los híbridos son muy exigentes a factores externos como el clima, suelo, nutrientes, precipitaciones, vientos; y factores internos, (semilla, manejo, fertilizantes, pesticidas). Mera y Montaña (2015) indican que en la Evaluación de Arreglos Espaciales y Densidades Poblacionales en Híbridos de Maíz Comercial en Zonas de Bosque Tropical Seco durante la Época Lluviosa se alcanzó una excelente germinación de la semilla, desarrollo

Tabla 1. Temperatura, precipitación y rendimiento promedio en cultivos de ciclo transitorio en la zona sur de la provincia Los Ríos, 2019

Temperatura/rendimiento	Cultivos transitorios		
	Maíz	Arroz	Soja
Temperatura máxima requerida por cultivo (°C)	21	27	25
Temperatura mínima requerida por cultivo (°C)	18	23	20
Precipitación promedio requerida por cultivo (mm)	800	1200	600
Rendimiento promedio (kg ha ⁻¹)	12700,8	8500	3629
Temperatura Promedio actual (°C)	25,86	25,863	25,863
Precipitaciones promedio actual (mm)	2050,11	2050,107	2050,107
Rendimiento promedio (kg ha ⁻¹)	523	3076,8	1147
Temperatura proyectada al 2050 (°C)	26,93	26,93	26,933
Rendimiento promedio (kg ha ⁻¹)	5017,4	2 954,6	1101,4
Precipitaciones proyectadas al 2050 (mm)	1746,397	1746,397	1746,397
Rendimiento promedio (kg ha ⁻¹)	4,451	2,621	977

de la planta y llenado del grano.

Para el caso del cultivo del arroz, los resultados muestran que los promedios de temperaturas críticas están por debajo de los 20 °C y por arriba de los 32 °C; la temperatura óptima para la germinación de la semilla, el crecimiento del tallo, de las hojas y de las raíces, y llenado del grano está entre los 23 y 27 °C. Un desbalance en esta variable provoca pérdidas económicas para los agricultores y escasas en el mercado local ya que esta zona aporta el 7 % de la seguridad alimentaria del país; por otra parte, referente al comportamiento botánico de la planta, los tejidos son más blandos, sensibles y susceptibles al ataque de plagas y enfermedades (SAG, 2010). Las variaciones de temperatura obtenidas en 34 años señalan un rango óptimo para el desarrollo normal de la planta de arroz con una temperatura media multianual de 25,86 °C.

La producción del cultivo de arroz en el año 2017 fue de 8 500 kg ha⁻¹ y para el presente año de 3 076,8 kg ha⁻¹ cifra que ha disminuido en un 27 % y para el 2050 la producción disminuirá a 2 954,6 kg ha⁻¹. El comportamiento agronómico de este cultivo es adecuado en temperaturas óptimas entre 23 a 27 °C lo cual conlleva el 100 % del desarrollo de la planta, mediante la utilización de variedad de arroz SFL12 y SFL09, en las temperaturas actuales se puede lograr una germinación de 88 % a 93 % (Pantoja, 2018).

Para el óptimo crecimiento de la soja el rango térmico es de 18 a 35 °C, con un óptimo entre 25 y 20 °C. Cuando la temperatura es inferior a 20 °C, se retrasa la iniciación de la floración y la formación de las vainas y a temperaturas menores de 14 °C, no existe formación de vainas (Gómez *et al.*, 2014). Las variaciones de temperatura en la provincia de Los Ríos permiten obtener buena producción de soja; así mismo la variación de la precipitación en los 34 años no afectó el rendimiento, alcanzando valores promedios de 3 629 kg ha⁻¹ y 1 147 kg ha⁻¹ para el año 2017, decreciendo un 24 % la superficie de siembra estimada se puede evidenciar en la figura 6. La germinación de la soja en temperaturas óptimas alcanza el 100 %, con temperatura promedio de 25,86 °C se puede lograr una germinación del 97 %, lo cual se evidencia en el estudio de profundidad de siembra de soya bajo esta temperatura, pues no influyó en el proceso de germinación y desarrollo de la planta (Castro, 2017).

Según la OMM si las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropógeno siguen aumentando, la temperatura media de la atmósfera inferior de la Tierra podría incrementar en más de 4° C y disminuir las precipitaciones. Según la proyección los cultivos se verán afectados por el cambio climático poniendo en alerta la seguridad alimentaria del

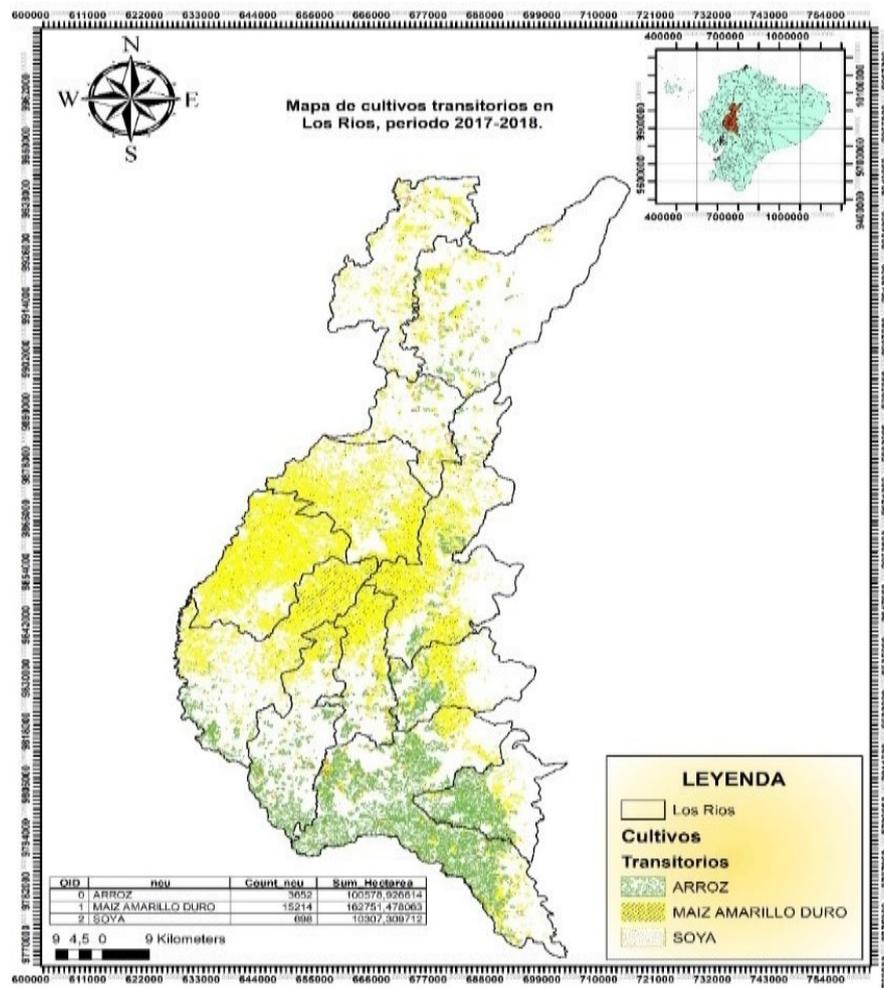


Figura 6. Superficie de siembra de cultivos transitorios

sector agrícola de esta región.

Las variaciones de precipitaciones presentan cifras de 1 837,19 hasta 2 342,90 mm en el periodo 1981-2015, dando una media multianual de 2050,11 mm lo cual es bueno para el desarrollo de cultivos transitorios, precipitaciones elevadas en épocas de invierno sin embargo en la zona sur oeste las precipitaciones suelen ser más bajas; mediante las estimaciones de los escenarios del IPCC pronostica que las precipitaciones al 2050 disminuirá cerca de -22 mm considerando las medias multianuales de las estaciones meteorológicas del INAMHI hasta el 2015.

Proyección climática de temperatura y precipitación

La proyección determina que la provincia de Los Ríos tendrá una temperatura media en el periodo 2019-2050 de 26,93 °C, es decir la

temperatura aumentará progresivamente 1,07 °C, pero la producción disminuirá considerablemente a 5 017,4 kg ha⁻¹ de maíz 2 954,6 kg ha⁻¹ arroz y 1 101,4 kg ha⁻¹ soja (Tabla 1). Indudablemente un aumento progresivo de la temperatura y disminución en la precipitación ocasiona efectos negativos en el sector agrícola al retardar el proceso de germinación, presencia de plagas, bajas producciones, granos pequeños y enfermos de los cultivos transitorios, entre otros problemas.

En estudios similares realizados en la zona de Santa Rosa de Cusubamba, cantón Cayambe, provincia de Pichincha, se obtuvieron las proyecciones climáticas del escenario A2 del IPCC que indicaron durante el periodo 2020-2049 un ligero incremento de temperatura (0,4 °C) y precipitaciones (69-89 %) por lo cual el rendimiento del maíz podría verse afectado en un 15 % (Erreis, 2015), resultados que concuerda con los obtenidos en la investigación del IPCC

referente a las proyecciones de los diferentes escenarios climáticos y las posibles afectaciones en el proceso de germinación de los cultivos transitorios que favorecerá como estrategia el camino de la fecha de siembra y cosecha, la inclusión de híbridos y variedades resistentes, manejo efectivo de pesticidas y fertilizantes, entre otras alternativas resilientes.

Así mismo, se evidencia un incremento de temperatura, lo que conlleva una disminución de 5 017,4; 2954,6 y 1 101,4 kg ha⁻¹ en producción de maíz, arroz y soja, el estudio “Variabilidad y Cambio Climático, Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe” señala que una de las principales estrategias para enfrentar y reducir sus efectos negativos del cambio climático es llevar a cabo procesos de adaptaciones, con la construcción de protocolos de manejo que pueden aplicarse en el periodo de crecimiento de la planta (Conde & López, 2016), lo que conlleva un incremento en los costos de producción y en el precio de los productos, ya que a mayor escasez mayor precio.

Finalmente, la proyección de la variable precipitación durante el periodo comprendido 2019-2050 es de 1 746,4 mm por lo que se evidencia una disminución en relación de las medias multianuales de las estaciones meteorológicas de 303,71 mm, lo cual provocará un ligero decremento en la producción de los cultivos maíz, arroz y soja, ya que disminuirán

en 4 451,0; 2 621,0, y 977,1 kg ha⁻¹ respectivamente (Figura 7).

CONCLUSIONES

Las variaciones de temperatura durante el periodo 1981-2015, en la época seca y lluviosa alcanzó una media de 25,86 °C, alcanzando rendimientos de 5 225; 3 076,8 y 1 147 kg ha⁻¹ para maíz, arroz y soja, en ese orden. En el 2050 la temperatura se incrementará en 1,07 °C, equivalente a 26,93 °C, este escenario indudablemente afectará los rendimientos del maíz, arroz y soja en 5017,4; 2954,6 y 1101,4 kg ha⁻¹ respectivamente.

Las variaciones de precipitaciones se ubican en un rango de 1 837,19 mm hasta los 2 342,90 mm en el periodo 1981-2015, dando una media multianual de 2 050,107 mm buen pronóstico para el desarrollo de cultivos transitorios.

La seguridad alimentaria será afectada por la variación de las condiciones climáticas al disminuir la productividad de los cultivos por lo cual se requiere encontrar nuevas alternativas en semillas, manejo, insumos, fertilizantes, entre otros que sean resilientes al cambio climático.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica estatal de Quevedo, Dirección de Investigaciones de la UTEQ, proyecto de la sexta convocatoria FOCICYT “Esquemas de adaptación y reducción del cambio climático en la agricultura para el Litoral

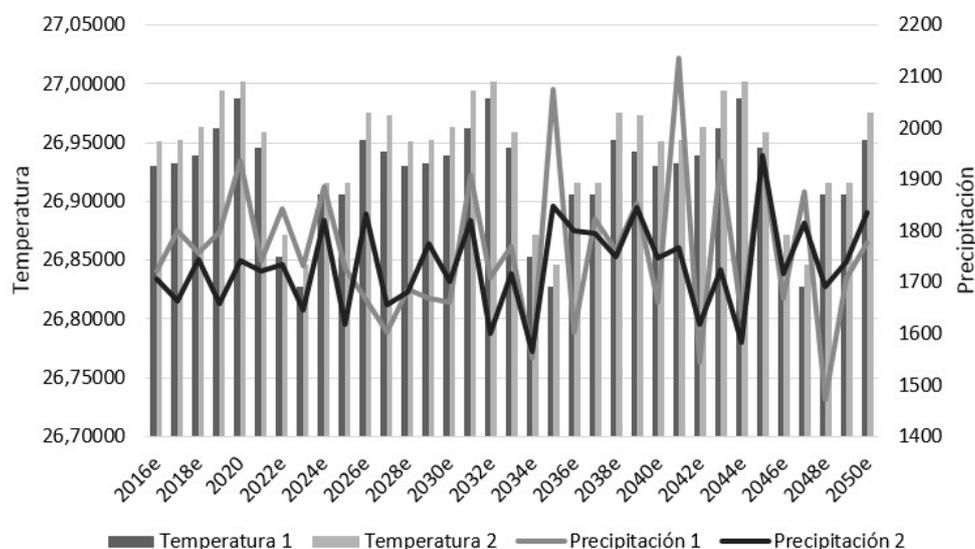


Figura 7. Proyección climática de temperatura y precipitación, periodo 2019-2050

ecuatoriano”, 2018.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Betty Beatriz González Osorio: realizó y ejecutó el proyecto, elaboró el manuscrito (Conceptualizó y formuló los objetivos generales de la investigación. Interpretó los resultados del análisis estadístico y redactó el borrador del manuscrito, ajustó el manuscrito a las normas de la revista.

Roberto Barragán Monrroy: contribuyó en la aplicación de las técnicas estadísticas utilizadas para analizar o sintetizar los datos de estudio obtenidos en conjunto con el equipo de trabajo.

Luis Simba Ochoa: Investigador principal del proyecto, responsable de la conservación de los datos y anotaciones tomadas en el transcurso de la investigación. Hizo la revisión crítica del borrador y recomendó modificaciones, supresiones y adiciones en el mismo.

Marisol Rivero Herrada: contribuyó con la búsqueda de la Revista y el formato de la misma para ajustar el manuscrito al formato establecido y colaborar en la parte de correcciones del borrador final.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, Y. 2013. Impactos del cambio climático en la agricultura de América central y en las familias productoras de granos básicos. En: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN40I34.pdf> Último acceso: 02 Diciembre 2018.

ArcGIS. 2016. Crear un mapa de la superficie de predicción con el método kriging. En: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm> Último acceso: 02 Diciembre 2018.

CASTRO, J. 2017. Profundidad de siembra de semillas de soja (*Glycine max* L.) y su efecto sobre el proceso de germinación y desarrollo. Universidad Técnica de Babahoyo, en sitio web: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3098> Último acceso: 02 Diciembre

2018.

CONDE, A. y LÓPEZ, J. 2016. Variabilidad y Cambio Climático. Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México, 144 p.

DEUTSCH, C. A., *et al.* 2018. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361 (6405): 916-919, DOI: [10.1126/science.aat3466](https://doi.org/10.1126/science.aat3466).

ERREIS, R. 2015. Evaluación del efecto del cambio climático en los cultivos de la zona de Santa Rosa de Cusubamba, cantón Cayambe, provincia de Pichincha. En: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12373> Último acceso: 02 Diciembre 2018.

ESPAC. 2017. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. En: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf Último acceso: 04 Diciembre 2018.

GÓMEZ, R., MORALES, P., MARTINEZ, E. y ZARAZUA, M. 2014. Tecnología para la producción de soja en el estado de Hidalgo. México, INIFAP, 48 p. En: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/4291> Último acceso: 21/03/2017.

HENRÍQUEZ, C., MENDEZ, J.C. y MASIS, R. 2013. Interpolación de variables de fertilidad de suelo mediante el Análisis kriging y su validación. *Agron. Costarricense*, 37 (2): 71-82, ISSN 0377-9424.

Inhobe. 2016. Elaboración de escenarios regionales de cambio climático de alta resolución sobre el País Vasco. Proyecto Klimatek, NEIKER-Tecnalia, Predictia Intelligent Data Solutions S. L., Bilbao, España, 104 p.

IPCC. 2014. Cambio climático Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Ministerio de

- Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, España, 58 p.
- JARMA, A., CARDONA, C. y ARAMÉNDIZ, H. 2012. Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, Issue 15, pp. 63-76.
- MERA, A. y MONTAÑO, C. 2015. Evaluación de Arreglos Espaciales y Densidades Poblacionales en Híbridos de Maíz Comercial en Zonas de Bosque Tropical Seco durante la Época Lluviosa. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 71 p.
- Netafim. 2014. Mejores Prácticas para el Maíz. En: <http://www.netafim-latinamerica.com/managements> Último acceso: 01 Diciembre 2018.
- PANTOJA, P. 2018. Determinación de los rangos de conductividad eléctrica, para el diagnóstico del porcentaje de germinación en trigo y arroz. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, Quito, Ecuador, 64 p.
- PDYOT. 2015. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. En: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1260028740001_PDF-SAN-CARLOS%20%20PDyOT%20CONSEJO%20DE%20PLANIFICACION%20corregido_16-10-2015_22-49-37.pdf Último acceso: 04 Diciembre 2018.
- PEÑA, A., *et al.* 2017. H-326: Híbrido de maíz blanco precoz para El Bajío y Región Norte Centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (8): 1891-1896.
- SAG. 2010. Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria. En: <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf> Último acceso: 20 Diciembre 2018.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional*. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.