

**“VERIFICACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS
ESTACIONALES DE PRECIPITACIÓN A NIVEL
NACIONAL PARA LA TEMPORADA DE
LLUVIAS 2016-2017”**

**YURY WILSON ESCAJADILLO FERNANDEZ
FERNANDO JONATHAN PASTOR DALE
CHRISTIAN BARRETO SCHULER**

Estudio desarrollado en el marco del POI-2017

Subdirección de Predicción Climática
Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica
SENAMHI



DICIEMBRE 2017

CONTENIDO

I INTRODUCCIÓN	3
II OBJETIVO	4
III MARCO TEORICO	4
3.1 PRONÓSTICO ESTACIONAL OPERATIVO	4
a. Predictor	4
b. Predictante	4
c. Climate Predictability Tool (CPT).....	5
d. Consenso	5
e. Pronóstico final	5
3.2 “R “.....	5
IV MATERIALES Y MÉTODOS	6
4.1 Materiales	6
4.2 Métodos	6
V RESULTADOS	8
VI CONCLUSIONES	16
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

I INTRODUCCIÓN

Los pronósticos estacionales de precipitación son uno de los servicios que brinda la Subdirección de Predicción Climática (SPC) del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI); este servicio se realiza a nivel nacional y mediante un conceso previo con los profesionales involucrados. Sin embargo, es importante saber si estos pronósticos probabilísticos acertaron en las categorías “Bajo”, “Normal” y “Superior” en cada una de las estaciones meteorológicas que conforman la red a nivel nacional del SENAMHI. Por tal motivo, la verificación de estos pronósticos es importante porque brinda información acerca de la cantidad de aciertos y desaciertos permitiendo implementar estrategias para mejorar el pronóstico.

El objetivo que guía este estudio es la de verificar a nivel nacional los pronósticos de precipitación en la temporada de lluvias 2016-2017. Para ello, se utiliza el software Climate Predictability Tool (CPT) que permite realizar los pronósticos en base a áreas predictoras y a una serie mensual de datos observados que serán pronosticados en las categorías “Bajo”, “Normal” y “Superior” a escala de tiempo trimestral. Luego, se utiliza el *script* desarrollado que facilita todo el proceso de cálculo y elaboración de mapas, lo que permite implementar el proceso de la verificación de manera operativa.

Finalmente, se aclara que los pronósticos ensamblados del verano 2016-2017 del ECMWF (Modelo Europeo) no están disponibles para el uso libre por lo que el presente informe aborda solamente la verificación del pronóstico operativo generado en la Subdirección de Predicción Climática.

II OBJETIVO

Verificar a nivel nacional los pronósticos de precipitaciones para la temporada de lluvias 2016-2017.

III MARCO TEORICO

3.1 PRONÓSTICO ESTACIONAL OPERATIVO

El Pronóstico Estacional Operativo generado en la Subdirección de Predicción Climática es un proceso que involucra el análisis estadístico y de los procesos dinámicos que modulan las lluvias y temperaturas extremas en el territorio nacional a una escala temporal de tres meses, de esta manera las actualizaciones del pronósticos son mensuales con perspectivas trimestrales en promedio ; el pronóstico muestra la probabilidad de ocurrencia de tres escenarios: Sobre lo Normal, Alrededor de lo normal y Bajo lo normal, y los umbrales que definen estos escenarios son los percentiles 66 y 33. A continuación se detalla aspectos importantes para la generación del Pronostico Estacional Operativo:

a. Predictor

El predictor es la “variable explicativa” que es utilizada para estimar el valor de un predictante (Ian T. Jolliffe & David B. Stephenson, 2003), emplean variables predictoras como la temperatura superficial del mar y Vientos zonales en el Pacifico Ecuatorial, estas variables son obtenidas de la Biblioteca de Datos Climáticos del IRI. (International Research Institute for Climate and Society).

b. Predictante

Es la variable observada que va a ser pronosticada. Es conocida como la “variable de respuesta” que será estimada a partir de un predictor. (Ian T. Jolliffe

& Dabid B. Stephenson, 2003). Las variables a predecir son Precipitación, Temperatura Máxima y Temperatura Minina, estas variables son obtenidas de la base de datos del Senamhi reportadas desde la red de estaciones a nivel Nacional; cabe resaltar que los datos utilizados para la generación del pronósticos son las que contienen el record histórico más extenso.

c. Climate Predictability Tool (CPT)

El Climate Predictability Tool (CPT) es un paquete de software en el que su diseño ha sido adaptado para producir pronósticos climáticos estacionales usando correcciones de Modelo de Salida Estadística (MOS, por sus siglas en inglés) a las predicciones climáticas del Modelo de Circulación General (GCM, por sus siglas en inglés), o para producir pronósticos usando predictores (International Research Institute for Climate and Society)

d. Consenso

Esta actividad se encuentra enfocada en el análisis del monitoreo climático a nivel nacional, resultados obtenidos del CPT y de algunos productos disponibles de los principales Centros Climáticos (the Lead Centre for Longe Range Forecast Multi-Model Ensemble-WMO, North American Multi-Model Ensemble del Centro de Predicción Climática de la NOAA, etc.)

e. Pronóstico final

EL pronóstico final es diagramado en un mapa a nivel nacional para luego ser actualizado en la plataforma web del SENAMHI.

3.2 “R “

R es un lenguaje y un entorno de computación y gráficos estadísticos. Es un proyecto GNU, lo que significa que forma parte de la colección de muchos programas como aplicaciones, herramientas de desarrollo y hasta juegos. R fue desarrollado en los laboratorios Bell por Jhon Chambers y colegas. Se encuentra

disponible como software libre bajo los términos de la licencia pública general del GNU de la Free Software Foundation (R – Project, 2017).

3.2 Proporción Correcta (PC):

Es la fracción de aciertos¹ respecto al número total de pronósticos y se denota con la siguiente ecuación (1) y Tabla 1:

$$PC = 100 * \left(\frac{A+E+I}{N}\right) \dots(1) \quad N: \text{Cantidad total de pronósticos (A+B+C+D+E+F+G+H+I)}$$

Tabla 1

		PRONOSTICO		
		SUPERIOR	NORMAL	BAJO
OBSERVADO	SUPERIOR	A	B	C
	NORMAL	D	E	F
	BAJO	G	H	I

IV MATERIALES Y MÉTODOS

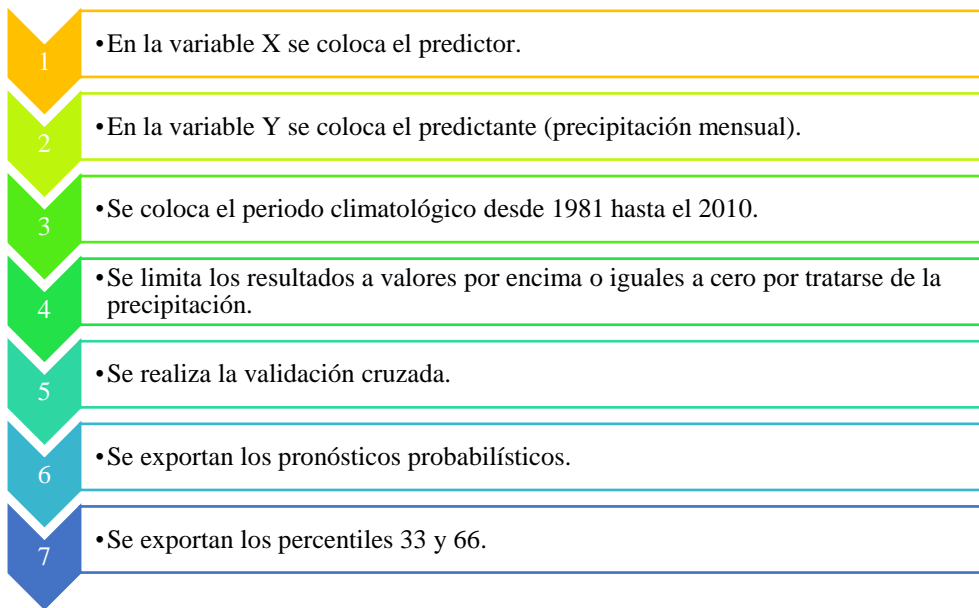
4.1 Materiales

Se desarrolló en lenguaje R un *script* para realizar la verificación de los pronósticos estacionales representados en mapas y gráficos, para esto fue necesario la recopilación de los pronósticos generados en el último periodo lluvioso, así como los registros observados.

4.2 Métodos

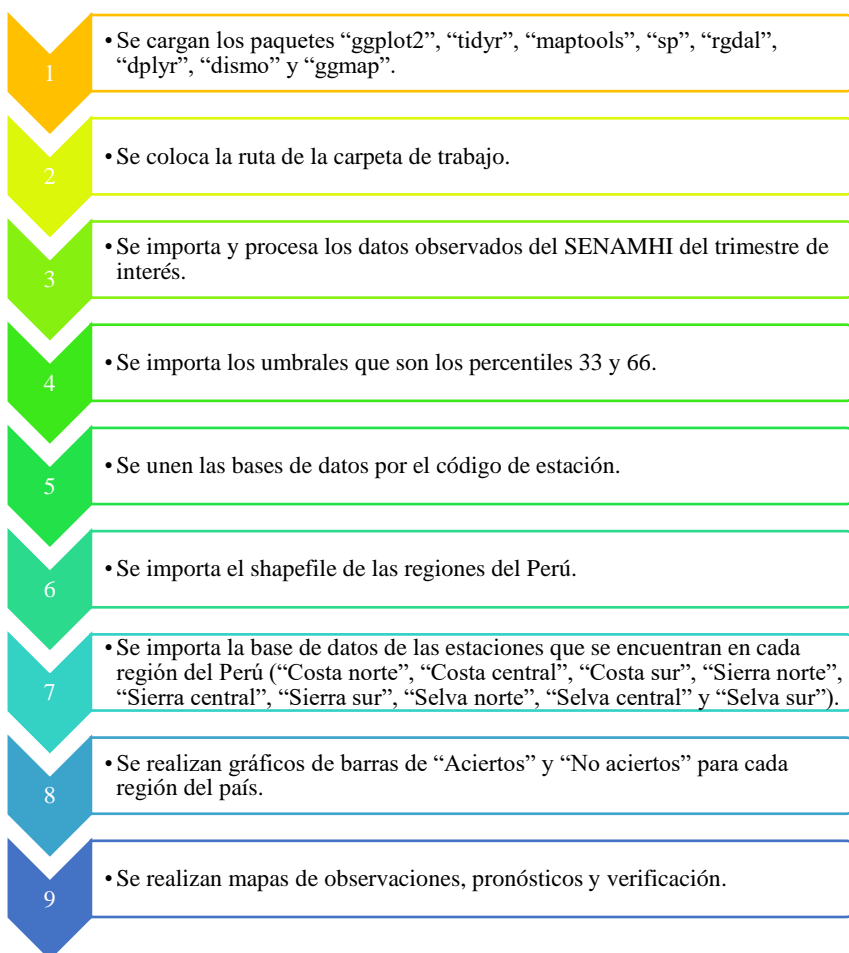
En términos generales, el procedimiento para generar un pronóstico con el CPT es de la siguiente manera:

¹ En el presente informe se entenderá como “Acierto” al pronóstico (escenario o categoría con mayor probabilidad) que coincida con la categoría observada, y “No Acierto” al pronóstico que no coincida con la categoría observada.



Cabe recordar que estos resultados son consensuados a través de reuniones técnicas con los especialistas de las Direcciones Zonales del SENAMHI.

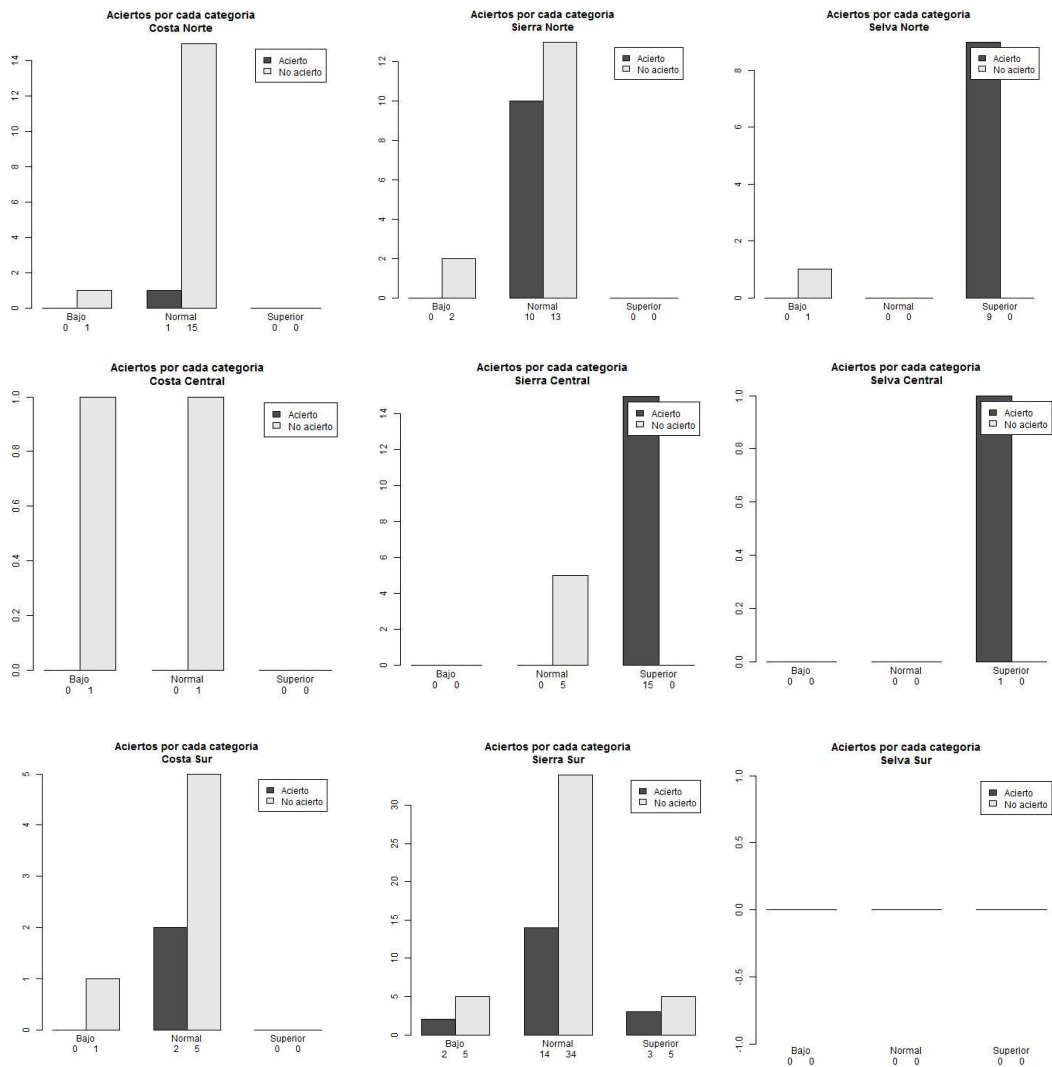
El método que se utilizó en el lenguaje R se presenta a continuación.



V RESULTADOS

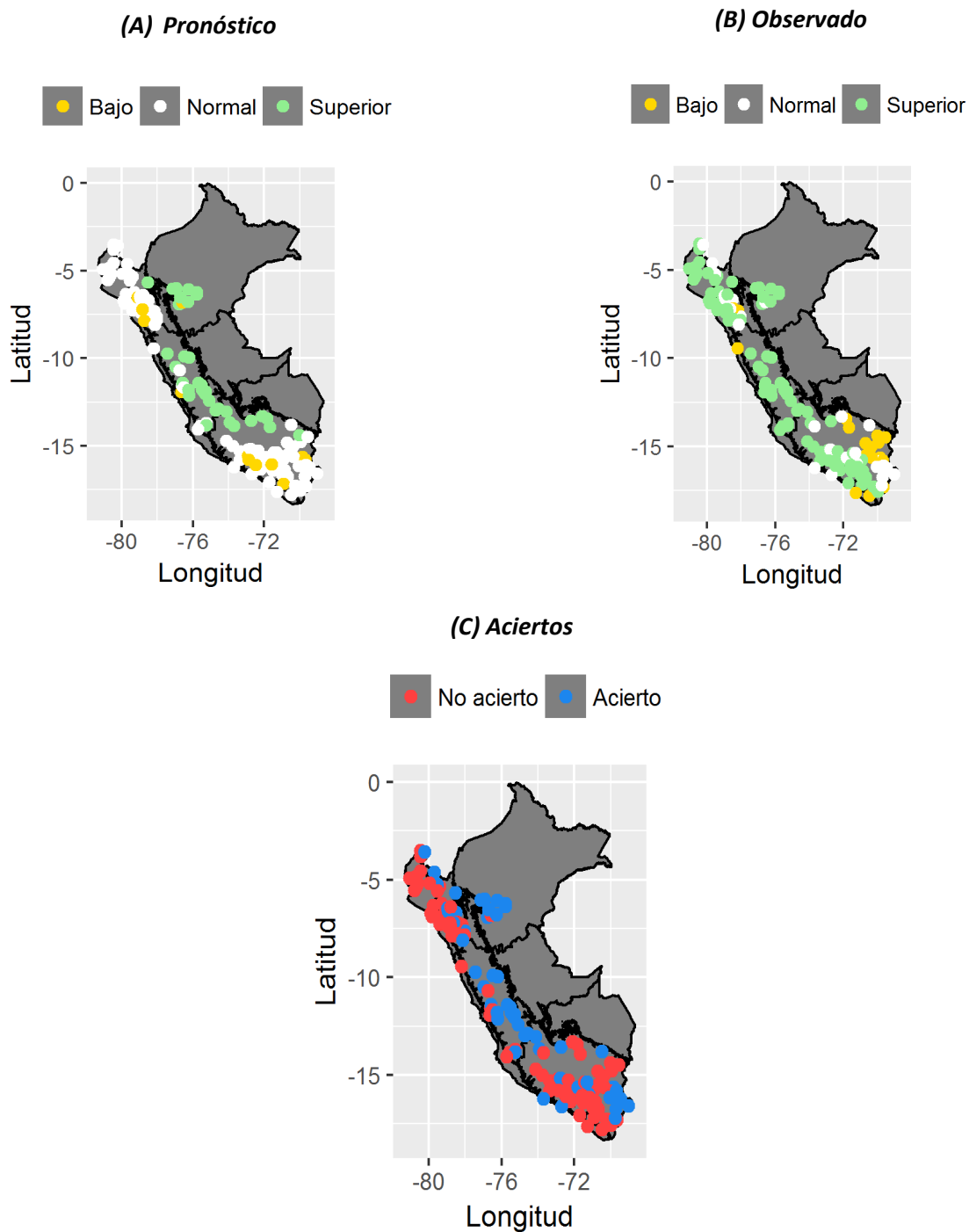
Se presentan los resultados de la verificación de los pronósticos estacionales de precipitación a niveles regional y nacional.

Ilustración 1: Verificación de los pronósticos de precipitación del trimestre DEF del 2016 - 2017 por Regiones.



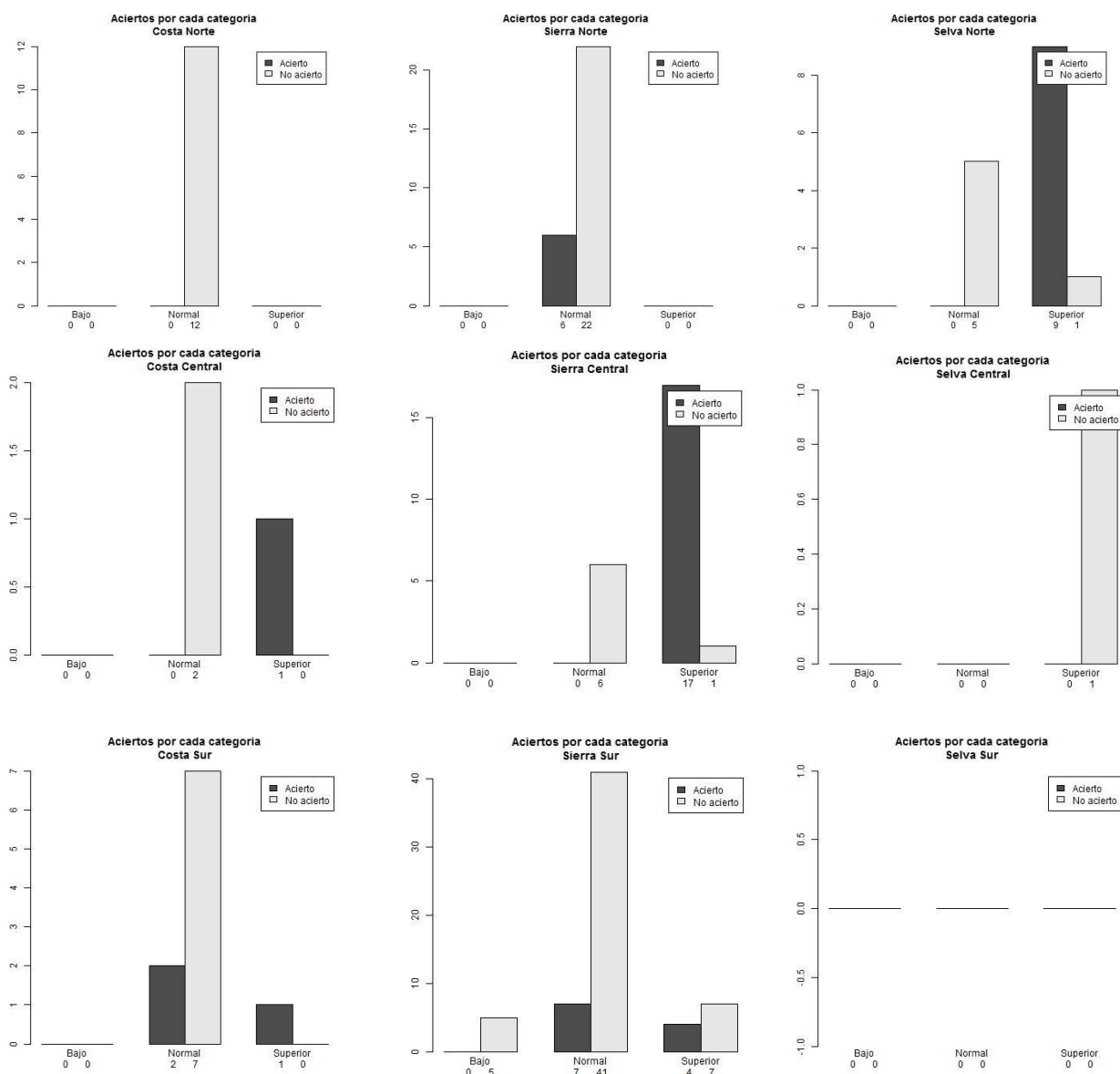
Trimestre diciembre 2016-febrero 2017: Las barras de tonalidad clara son lo “No Aciertos” (n° de categorías pronosticadas no acorde con las categorías observadas) y las barras de tonalidad oscura son los “Aciertos” (n° de categorías pronosticadas acorde con las categorías observadas)

Ilustración 2: Verificación de los pronósticos de precipitación a nivel nacional del trimestre DEF del 2016 - 2017.



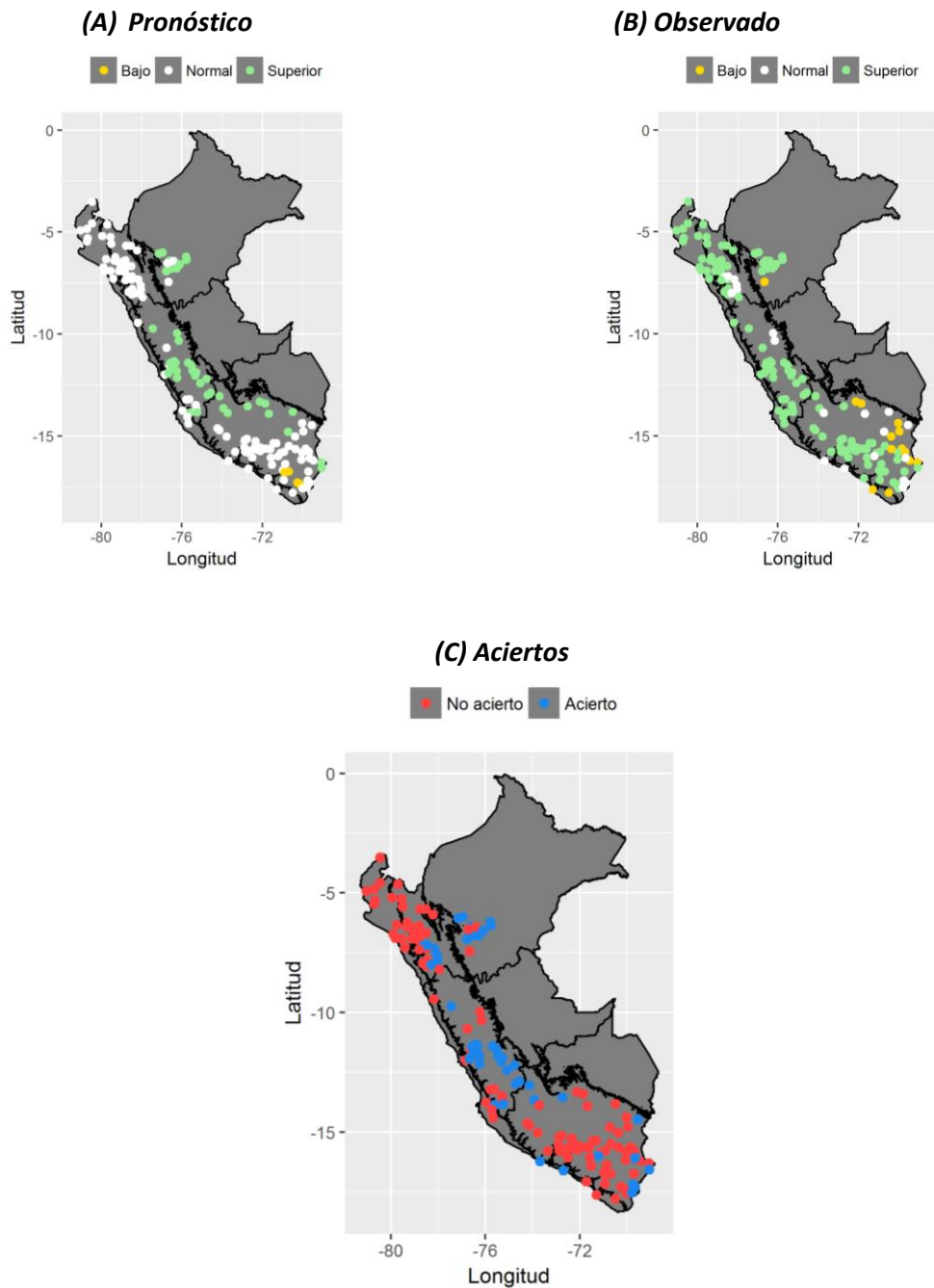
Trimestre diciembre 2016-febrero 2017: Los mapas A y B muestran las categorías pronosticadas (Superior/Verde, Normal/Blanco y Bajo/Amarillo) y observadas, el mapa C muestra en rojo los “no aciertos” y en azul los “aciertos”.

Ilustración 3: Verificación de los pronósticos de precipitación a nivel regional del trimestre EFM del 2017.



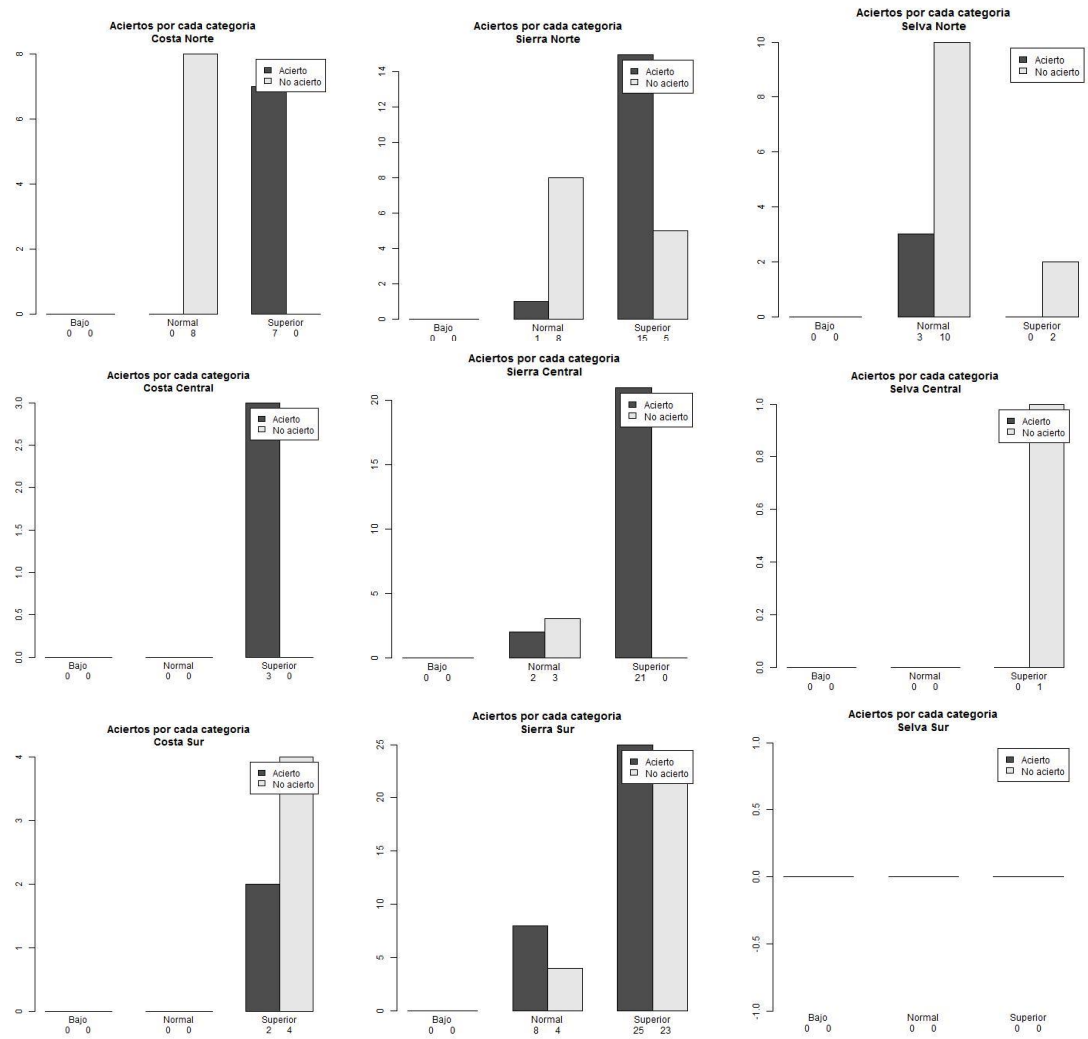
Trimestre enero - marzo 2017: Las barras de tonalidad clara son lo “No Aciertos” (n° de categorías pronosticadas no acorde con las categorías observadas) y las barras de tonalidad oscura son los “Aciertos” (n° de categorías pronosticadas acorde con las categorías observadas).

Ilustración 4: Verificación de los pronósticos de precipitación a nivel nacional del trimestre EFM del 2017.



Trimestre enero - marzo 2017: Los mapas A y B muestran las categorías pronosticadas (Superior/Verde, Normal/Blanco y Bajo/Amarillo) y observadas, el mapa C muestra en rojo los “no aciertos” y en azul los “aciertos”.

Ilustración 5: Verificación de los pronósticos de precipitación a nivel regional del trimestre FMA del 2017.



Trimestre febrero - abril 2017: Las barras de tonalidad clara son lo "No Aciertos" (n° de categorías pronosticadas no acorde con las categorías observadas) y las barras de tonalidad oscura son los "Aciertos" (n° de categorías pronosticadas acorde con las categorías observadas).

Ilustración 6: Verificación de los pronósticos de precipitación a nivel nacional del trimestre FMA del 2017.

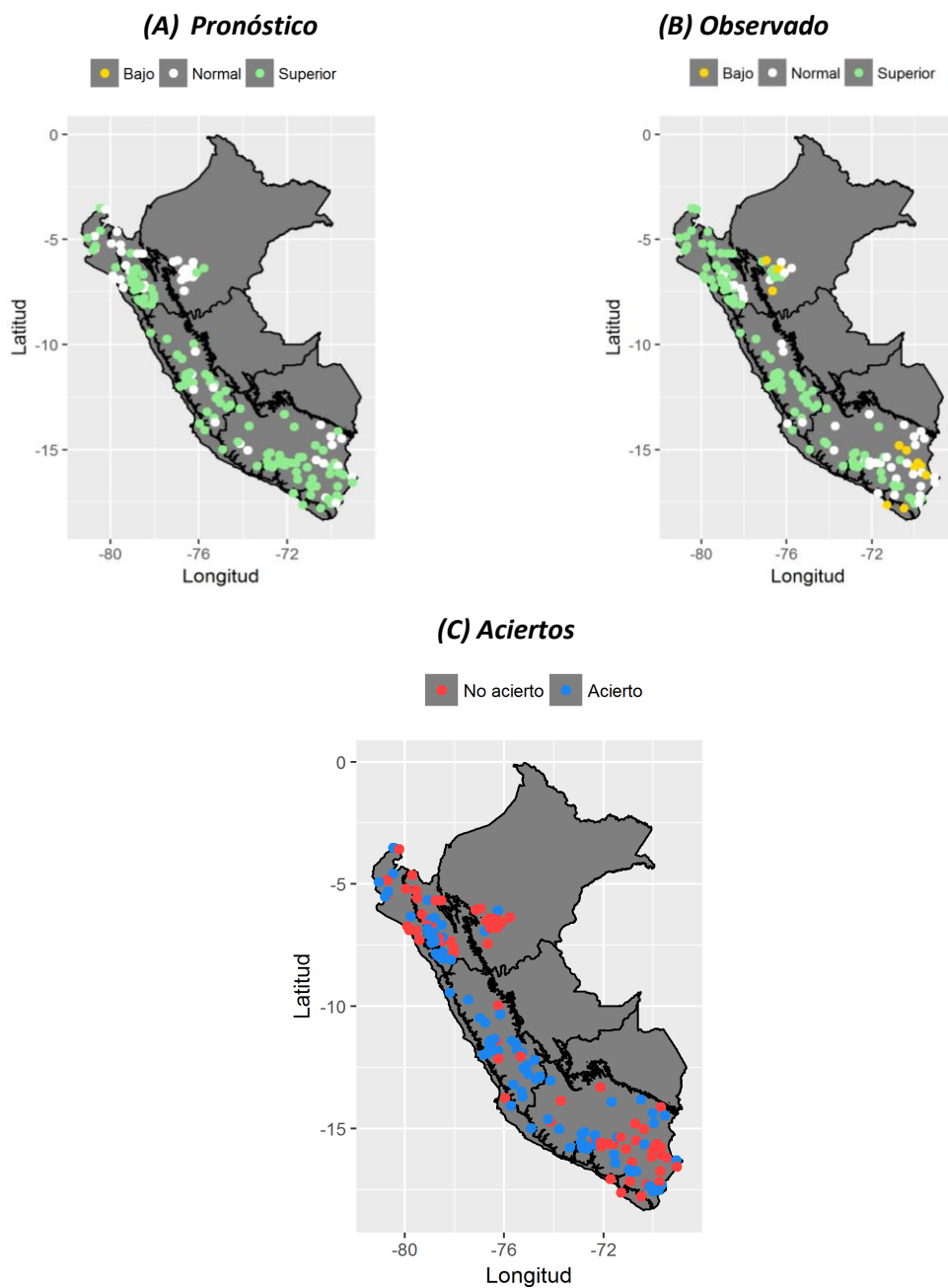
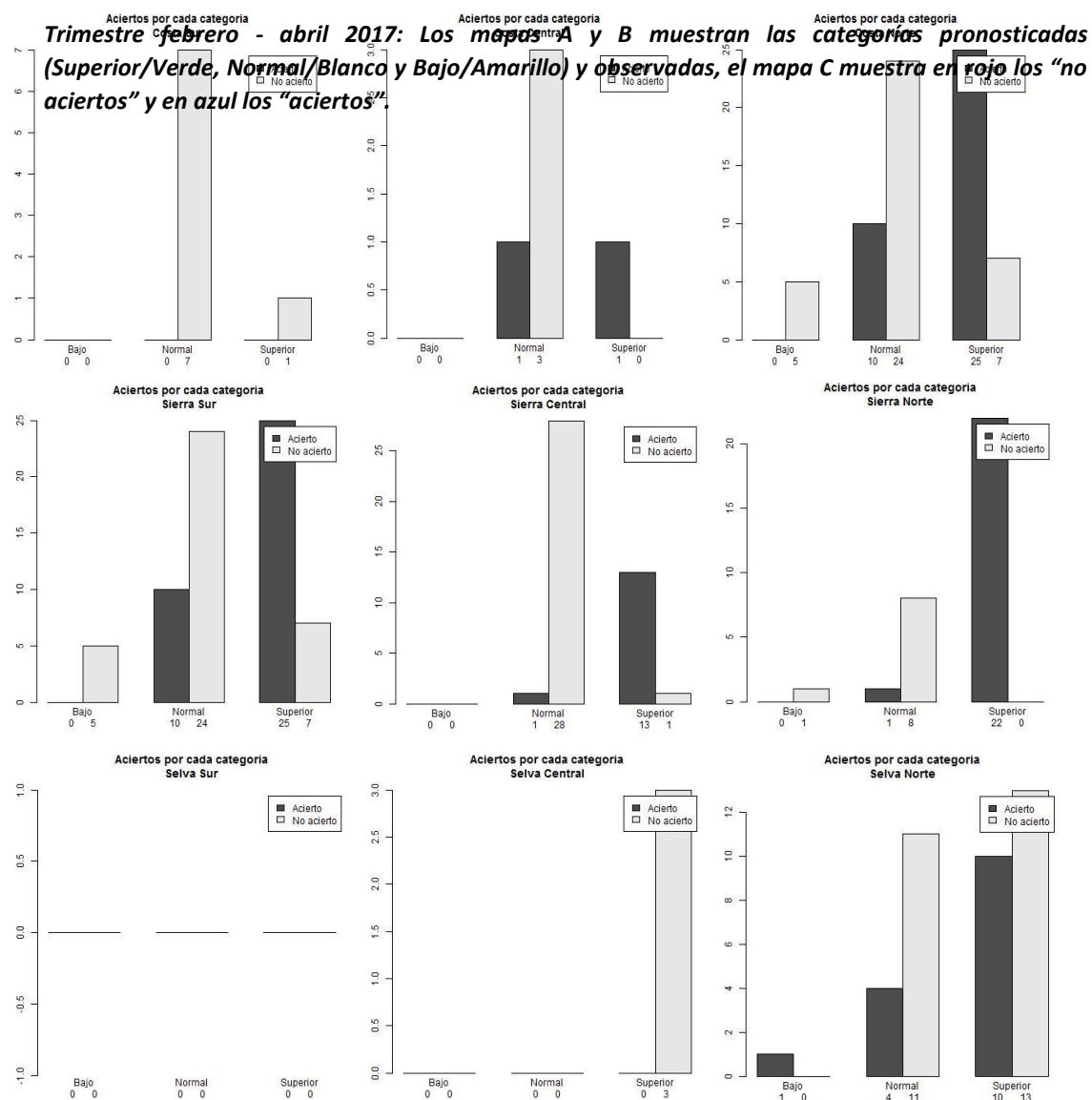
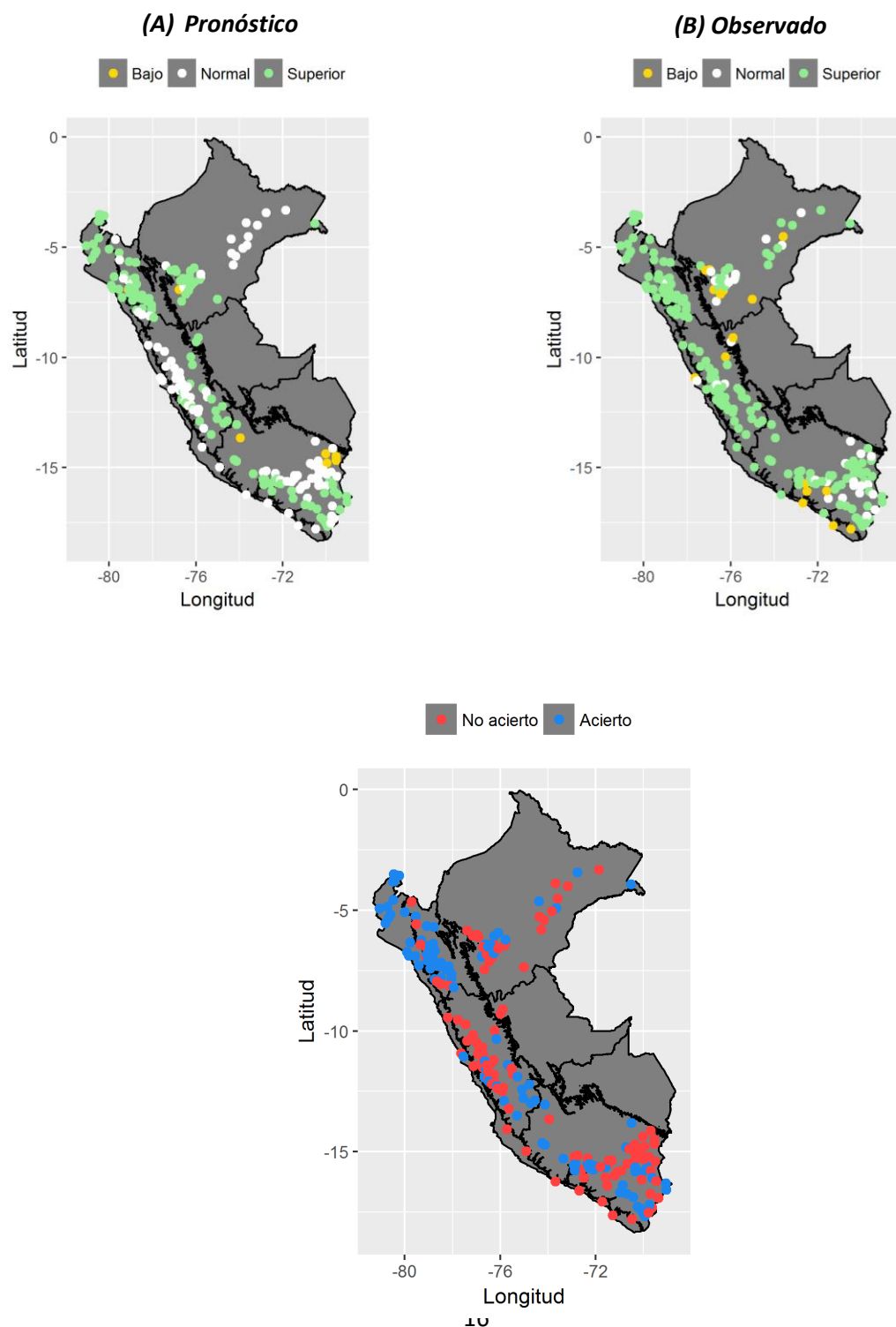


Ilustración 7: Verificación de los pronósticos de precipitación a nivel regional del trimestre MAM del 2017.



Trimestre marzo - mayo 2017: Las barras de tonalidad clara son lo "No Aciertos" (n° de categorías pronosticadas no acorde con las categorías observadas) y las barras de tonalidad oscura son los "Aciertos" (n° de categorías pronosticadas acorde con las categorías observadas).

Ilustración 8: Verificación de los pronósticos de precipitación a nivel nacional del trimestre MAM del 2017



Trimestre marzo – mayo 2017: Los mapas A y B muestran las categorías pronosticadas (Superior/Verde, Normal/Blanco y Bajo/Amarillo) y observadas, el mapa C muestra en rojo los “no aciertos” y en azul los “aciertos”.

(C) Aciertos

VI CONCLUSIONES

- De la verificación de los pronósticos estacionales de la precipitación para los trimestres DEF (2016-2017), EFM (2017), FMA (2017) y MAM (2017) se puede concluir que la cantidad de aciertos asociada a la temporada de verano es mayor en las regiones de la sierra.
- El trimestre con mayor performance fue febrero-abril con una PC de 53%, seguido del trimestre marzo-mayo con un PC de 49%.
- El ultimo evento “El Niño Costero” 2017 generó cambios en los regímenes de lluvia a escala de tiempo más cortos en comparación con la escala estacional limitando la predictibilidad en la zona norte del país a inicio del periodo lluvioso.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. H. Murphy, A. (1993). What is a Good Essay? An Essay on the Nature of Goodness in Weather Forecasting. *Weather and Forecasting*. P. 281 – 283.
2. Jae-Won Lee & Ernest C. Kung. (2000). Seasonal-range forecasting of the Ozark climate by a principal component regression scheme with antecedent sea surface temperatures and upper air conditions. *Atmosfera*. Vol. 13. P. 223 – 244.
3. J. Mason, S. (2011). Seasonal Forecasting Using the Climate Predictability Tool (CPT). *Science and Technology Infusion Climate Bulletin*.
4. J. Mason, S. & P. Weigel, A. (2008). A Generic Verification Framework for Administrative Purposes. *Monthly Weather Review*. P. 331 – 334.
5. Lazenby, M. J. et al. (2014). Seasonal temperature prediction skill over Southern Africa and human health. *Meteorological Applications*. P. 963 – 974.
6. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2017). *National Weather Service Glossary*.

7. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2017). Glossary of TAO/TRITON terminology.
8. Quispe Gutiérrez, N & Gálvez Chavarri, J. (2017). Curso: Pronóstico Climático Estacional. Módulo 1: Climatología Sinóptica de Sudamérica. Lima – Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
9. Shabar, A. & Barnston, A. G. (1996). Skill of Seasonal Climate Forecast in Canada Using Canonical Correlation Analysis. *Monthly Weather Review*. Vol. 124. P. 2370. 2375.
10. S. Wilks, D. (2006). *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. 2 ed. United States. Elsevier. P. 9, 85-86, 255 – 335, 404-405, 409-421, 429, 463, 477, 509-513, 517, 519-520.
11. T. Jolliffe, Ian & B. Stephenson, David. (2003). *Forecast Verification. A practitioner's Guide in Atmospheric Science*. England. Wiley. P. 1 – 22, 66 – 75, 203 - 212.
12. World Meteorological Organization (WMO). (2016). Curso: Verificación de pronóstico estacional con R. Lima – Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Curso virtual.