

**CLIMA, FERIADOS, Y RESULTADOS
EDUCATIVOS EN EL PERÚ. ¿ES POSIBLE
CONSEGUIR MEJORES RESULTADOS
ALTERANDO EL CALENDARIO ESCOLAR?**

HUGO ÑOPO Y FERNANDO FERNÁNDEZ



FORGE

FORTALECIMIENTO
DE LA GESTIÓN DE LA
EDUCACIÓN EN EL PERÚ

Canada

 **GRADE**

El presente documento se realizó por encargo del Proyecto Fortalecimiento de la Gestión de la Educación en el Perú (FORGE) que es implementado por el Grupo de Análisis para el Desarrollo – GRADE con el apoyo técnico y financiero del Gobierno de Canadá a través de Global Affairs Canada. (Proyecto N° A-034597)

CLIMA, FERIADOS, Y RESULTADOS EDUCATIVOS EN EL PERÚ. ¿ES POSIBLE CONSEGUIR MEJORES RESULTADOS ALTERANDO EL CALENDARIO ESCOLAR?

Informe final: Proyecto FORGE

Lima, enero 2018

Autores: Hugo Ñopo y Fernando Fernández, con la colaboración de Ana Paula Franco y Sebastián Sardón.

Cuidado de estilo: María Fernanda Torres

Las opiniones y recomendaciones vertidas en este documento son responsabilidad de sus autores y no representan necesariamente los puntos de vista de GRADE ni de las instituciones auspiciadoras.

Resumen Ejecutivo

En este estudio examinamos si las diferencias en condiciones climáticas en el Perú pueden explicar las diferencias regionales en resultados educativos. Para esto combinamos datos climáticos (precipitaciones y temperatura) para diferentes regiones del territorio nacional con información de asistencia escolar, presencia docente y aprendizajes en Matemática y Comunicación.

Utilizamos diferentes modelos econométricos para analizar la relación empírica entre diferencias climáticas y la dispersión en resultados educativos. En la mayoría de los casos, encontramos que los efectos estimados son estadísticamente no significativos. Cuando los impactos tienen significancia estadística, son pequeños en magnitud. En tales casos encontramos que las condiciones extremas tienden a reducir la asistencia escolar y la presencia docente (porcentaje de aulas con un docente presente). Por ejemplo, la asistencia estudiantil cae 2 puntos porcentuales cuando la temperatura medida a las 7:00 AM del mismo día es muy baja (menor a 4 grados centígrados), muy elevada (mayor a 24 grados centígrados) o cuando el nivel de precipitaciones es superior a 10 milímetros. Tomando en cuenta que las reducciones son pequeñas y las tasas de asistencia estudiantil y presencia docente son bastante elevadas, los resultados indican que las variables climáticas juegan un rol modesto en explicar dichas tasas.

Los datos disponibles permiten hacer estas estimaciones para los meses de abril a noviembre. Basándonos en estas estimaciones y con información climática de marzo y diciembre estimamos la pérdida de asistencia estudiantil para estos meses de inicio y fin de año lectivo. Para el año 2015, los resultados indican que de 30 días lectivos, solamente en 4.4 de ellos se perdieron más de 2 puntos porcentuales de asistencia, en promedio. Para el 2016, estimamos que estas pérdidas ocurrieron en solo 2.7 de 23 días lectivos. Esto confirma el bajo impacto que tiene el clima en la asistencia, aún en los meses de precipitaciones y temperaturas extremas.

Adicionalmente, el rendimiento académico, medido a final del año en la ECE no parece responder a cambios en los factores climáticos. Así, la evidencia sugiere que la relación entre el clima y resultados educativos es débil.

Con la finalidad de explorar impactos locales, más allá de los nacionales, hicimos una réplica del análisis en tres regiones del país: Piura (costa norte), Puno (sierra sur) y San Martín (selva). Esto permite explorar con mayor detalle el rol del clima en los resultados escolares. Los resultados confirman, también intra-regionalmente, que la influencia del clima en resultados educativos es débil y de magnitud pequeña. Los resultados también revelan que las condiciones climáticas atípicas (y no las recurrentes) son las que pueden tener mayor impacto en los indicadores educativos discutidos.

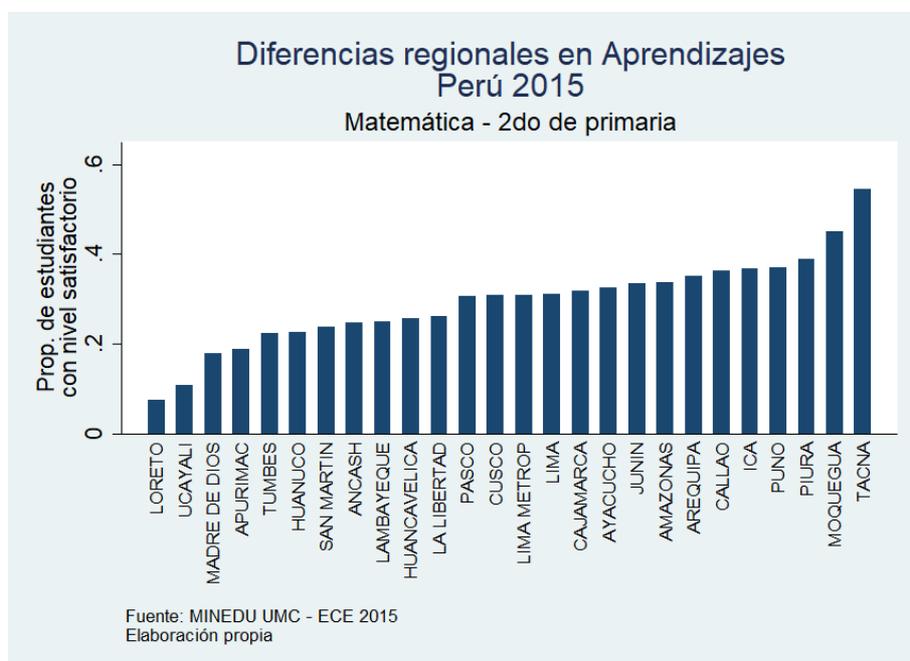
Complementamos el análisis con información detallada sobre las festividades locales y el calendario agrícola del país. Encontramos que la ocurrencia de festividades locales tiende a reducir la asistencia escolar y presencia docente y el rendimiento en la ECE. Sin embargo, estos resultados no muestran un patrón estadísticamente claro en las diferentes especificaciones econométricas. Los periodos de siembra guardan correlación con la inasistencia estudiantil (más no con la docente), especialmente en las secundarias rurales. Esto se traduce en menores desempeños en matemáticas, pero en magnitudes muy pequeñas (la reducción es aproximadamente un punto porcentual en la probabilidad de alcanzar el nivel satisfactorio).

1. Introducción

El Perú es un país diverso y heterogéneo en múltiples dimensiones y la educación es una ellas (Benavides y otros, 2014; Escobal, 2011; Yamada y Castro, 2012). A pesar de las mejoras sostenidas de los últimos años, aún persisten brechas importantes cuyo cierre sigue siendo una tarea pendiente. Entre ellas resaltan las de género, lengua materna, nivel socioeconómico, y regional/geográfica (Escobal y otros, 2012).

Las brechas regionales en resultados educativos son marcadas en nuestro país. El gráfico 1 muestra datos de la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) aplicada a estudiantes de segundo grado de primaria en el 2015. Dos regiones, Tacna y Moquegua, lideran los resultados con un 50% de alumnos con resultados satisfactorios en Matemáticas. En el otro extremo, en Ucayali y Loreto, menos del 10% de alumnos obtiene resultados satisfactorios. Con información de los últimos años de la ECE, se encuentran resultados similares con los desempeños en comprensión lectora, tanto en primaria como en secundaria. Hay dos o tres regiones con desempeños consistentemente más altos y entre dos y cuatro con desempeños consistentemente más bajos.

Gráfico 1



Una fuente de tal heterogeneidad en desempeños podría estar relacionada con diferencias en la geografía y el clima. La idea de que el clima afecta distintos resultados

relacionados al desarrollo se remonta a la década de 1960 (Gallup y otros, 2003). Existe amplia literatura mostrando estas diferencias *entre* países: altas temperaturas están vinculadas a menor ingreso *per cápita* (Gallup y otros, 1999; Sachs, 2001; Dell y otros, 2009). Literatura más reciente utiliza variación en el clima en regiones *dentro* de países a lo largo del tiempo. En general, los estudios muestran que la temperatura y las precipitaciones tienen impacto significativo sobre resultados como productividad laboral (Zivin y Niedell, 2014), salud (Deschenes y Greestone, 2011), estabilidad política (Miguel y otros, 2004) y crimen (Jacob y otros, 2007). Sin embargo, cabe anotar que la literatura no está exenta de controversias.

Un número relativamente reducido de estudios analiza específicamente la relación entre el clima y resultados educativos. Utilizando datos de Estados Unidos, Zivin y otros (2015) encuentran que las altas temperaturas tienen un impacto inmediato y negativo sobre el rendimiento en pruebas de matemática. Según los autores, esto ocurre porque las altas temperaturas tienen efectos adversos sobre el funcionamiento del cerebro humano. De manera similar, Zamand & Hyder (2016) estiman una relación negativa entre sequías y habilidades cognitivas en Etiopía, India, Perú y Vietnam. Estos autores argumentan que las sequías causan desnutrición, que a su vez causa una reducción en la habilidad cognitiva.

Los efectos del clima sobre la asistencia estudiantil son menos claros. El mismo estudio referido de Zamand y Hyder (2016) no encuentra una relación fuerte entre precipitaciones y asistencia estudiantil entre los países estudiados: los estimadores cambian de un país a otro y no suelen ser estadísticamente significativos. Korkeala (2012) y Colmer (2013) llegan a la misma conclusión analizando la población de Indonesia.

Aun así, las marcadas diferencias geográficas y climáticas de nuestro país, podrían traducirse en diferentes niveles de asistencia a la escuela por parte de estudiantes y docentes. Esto ocurriría porque las instituciones educativas siguen un único calendario escolar en todo el país, sin tomar en cuenta las diferencias climáticas entre regiones. Por esto, cabe preguntarse ¿no tendría sentido tener calendarios diferenciados según región/clima? Esta pregunta cobra mayor relevancia al considerar el cambio climático: el clima será cada vez más variable y la probabilidad de alcanzar temperaturas y precipitaciones extremas irá en aumento (IPOC, 2007).

La idea de un calendario escolar alternativo que considere factores climáticos no es nueva en el Perú, sobre todo en el mundo rural andino se ha discutido entre los líderes regionales durante años debido a la estrecha dependencia con el calendario agrícola. En años recientes, la propuesta de un calendario alterno ha ido ganando terreno en otras zonas del país. Incluso, a la fecha, existen dos casos de calendarios alternativos. El primero en la provincia de Maynas (región Loreto) debido a las inundaciones recurrentes. En este caso, las clases iniciaron en el mes de mayo en lugar de marzo. El segundo caso es en la provincia de Castilla (región Arequipa), donde las bajas temperaturas combinadas con la lejanía de las escuelas dificultan las labores de estudiantes y docentes. Para evitar la exposición al frío, se extendió el horario de clases y se estableció un internado cinco días a la semana. Luego de los cuales, los estudiantes iban a sus casas por cinco días. No obstante, el Perú parece ser uno de los países con menor avance en cuanto a flexibilización del calendario dentro de la región (Escobal 2017).

Un calendario alternativo basado en factores climáticos suena razonable. Sin embargo, existe una interrogante que parece no haber sido respondida hasta ahora: ¿se necesita un calendario alternativo en Perú? ¿Existe una relación entre los factores climáticos y la asistencia a las escuelas o los resultados académicos? Este estudio busca proveer evidencia empírica para responder a esta pregunta.

A la diversidad geográfica y climática, debemos añadir los diferentes calendarios agrícolas en zonas rurales. Los ciclos de siembra y cosecha de los distintos productos agrícolas se traducen en diferentes calendarios agrícolas. Estas diferencias podrían afectar la asistencia escolar debido a la necesidad de trabajo adicional o las fluctuaciones en los ingresos derivadas de dichos ciclos.

Desafortunadamente, no se dispone de información detallada y sistematizada de los calendarios agrícolas a nivel distrital o provincial. Sin embargo, hemos encontrado información minuciosa y detallada sobre los calendarios de festividades locales y nacionales. Las festividades locales - celebraciones culturales propias de una región o distrito - varían en su frecuencia, fechas de ocurrencia y duración. Estas variaciones reflejan, en cierta medida, la diversidad cultural del país. Como veremos más adelante, estas celebraciones están ligadas a fiestas de origen andino, cristiano, y otras costumbres locales. Esta información sobre festividades nos permitirá explorar si las diferencias en aprendizajes pueden ser parcialmente explicadas por los diferentes calendarios de festividades de cada localidad.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 discutimos las fuentes de datos que combinamos en el marco de este informe. En la sección 3 discutimos algunas estadísticas descriptivas de los datos a analizar. En la sección 4 presentamos los modelos econométricos a estimar. En la sección 5 mostramos los resultados acerca de la asociación estadística entre las variables de interés (clima, festividades, calendario agrícola y resultados escolares). En la sección 6 estimamos el efecto del clima sobre la asistencia estudiantil y la presencia docente durante los meses de marzo y diciembre. Finalmente, la sección 7 presenta nuestras conclusiones.

2. Datos

2.1. Evaluación Censal de Estudiantes (ECE)

En primer lugar, utilizamos la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) de los años 2015 y 2016. Esta información nos permite identificar los desempeños académicos de los estudiantes de 2do de primaria y 2do de secundaria en pruebas estandarizadas de matemática y lectura. Esta evaluación busca ser una medida de los aprendizajes que deberían ser desarrollados por todos los estudiantes en el grado evaluado según el currículo. Esta prueba es tomada hacia el final del año académico, en noviembre, cubriendo un universo amplio de instituciones educativas del país.

De acuerdo a los puntajes obtenidos, los desempeños de los estudiantes pueden ser catalogados según niveles de logros. Los cortes en los puntajes que determinan cada nivel varían según el grado educativo y la materia evaluada. A continuación, se muestran los puntos de corte para el 2015 y el 2016:

Tabla 1: Puntajes de corte según niveles en la Evaluación Censal de Estudiantes en 2015 y 2016

-Segundo de primaria, 2015 y 2016

	En inicio	En progreso	Satisfactorio
Lectura	Menor a 458	Entre 458 y 583	Mayor a 583
Matemática	Menor a 512	Entre 512 y 638	Mayor a 638

-Segundo de primaria, 2015 y 2016

	Previo al inicio	En inicio	En progreso	Satisfactorio
Lectura	Menor a 505	Entre 505 y 580	Entre 581 y 640	Mayor a 640
Matemática	Menor a 520	Entre 520 y 595	Entre 596 y 648	Mayor a 648

Esta información nos permite calcular, para cada estudiante y materia, una medida de aprendizajes ($aprendizajes_i$) que toma el valor de 1 si el estudiante alcanza un puntaje para el nivel “Satisfactorio” y 0 en otro caso.

2.2 Semáforo Escuela

La segunda fuente importante de información es Semáforo Escuela (SE). Esta es una herramienta de gestión implementada por el Ministerio de Educación (Minedu) con el objetivo de ayudar a las instancias descentralizadas del sector (Unidades de Gestión Educativa Local -UGEL- y las Direcciones Regionales de Educación -DRE-) en el monitoreo de sus avances. Los indicadores, que incluyen asistencia estudiantil y presencia docente, se recogen con una frecuencia mensual en escuelas muestreadas aleatoriamente.

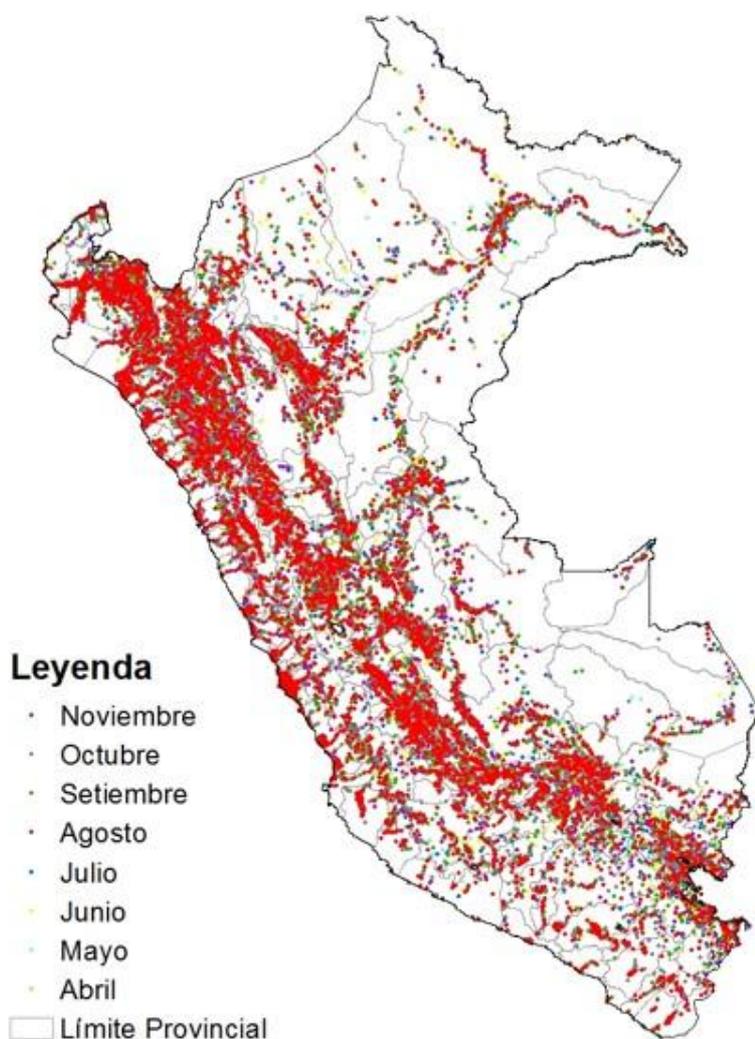
Se realiza un muestreo por UGEL incluyendo escuelas públicas y privadas de nivel primario y secundario. El gráfico 2 muestra el número de escuelas monitoreadas durante el 2015 y 2016 según el mes de la visita. Podemos apreciar que las visitas fueron realizadas entre abril y noviembre, en ambos años. Es decir, se excluye el primer y

último mes del calendario escolar. Esta limitación en los datos supone una limitación en el análisis pues no contamos con medidas de asistencia estudiantil o presencia docente en meses clave para la inasistencia.

Gráfico 2

Escuelas monitoreadas por Semáforo Escuela, 2015-2016

De Abril a Noviembre



Fuente: Semáforo Escuela 2015-2016.

Para este informe, los dos indicadores relevantes son la asistencia de estudiantes y la presencia de docentes. La asistencia de estudiantes se mide a partir del número de niños presentes el día de la visita de SE y del número total de niños matriculados en ese período en ese nivel (primario o secundario). El número de estudiantes matriculados se recoge del Sistema de Información de Apoyo a la Gestión de la Institución Educativa (SIAGIE). La variable debe interpretarse la asistencia estudiantil del nivel educativo (primaria o secundaria). No es posible definir medidas de asistencia estudiantil por grado.

En el caso de docentes, la medida recogida por Semáforo Escuela no es exactamente la de asistencia docente sino más bien una de *presencia docente*. La presencia se mide a partir del número de aulas con un docente presente el día de la visita de SE y del total de aulas con niños en la institución. Es decir, la variable de presencia docente sería igual a 100% en las escuelas donde cada aula tiene un docente presente. La medida de presencia docente sería igual a 50% si la mitad de las aulas no cuentan con un docente en la fecha de la visita. Sin duda, esta medida de presencia docente está fuertemente correlacionada con la asistencia docente pero no son exactamente iguales. Más aún, esta medida no permite conocer si el docente en el aula es el maestro titular o algún suplente; o si se trata del profesor de matemáticas, comunicación o alguna otra materia.

Esta información nos permite calcular dos variables relevantes para cada escuela: (i) asistencia de estudiantes y (ii) presencia de docentes. Además, contamos con información sobre la ubicación geográfica (el distrito) de la escuela y el día, mes y año de la visita.

2.3 Festividades y feriados

Para identificar los feriados nacionales consultamos el Compendio de Normas Sobre la Legislación Laboral del Régimen Privado del Ministerio de Trabajo. Este documento presenta una lista de los feriados nacionales (días no laborables) en el territorio nacional. En las estimaciones usamos esta información para controlar por los días en que debería esperarse inasistencia (estudiantil y docente) en la escuela.

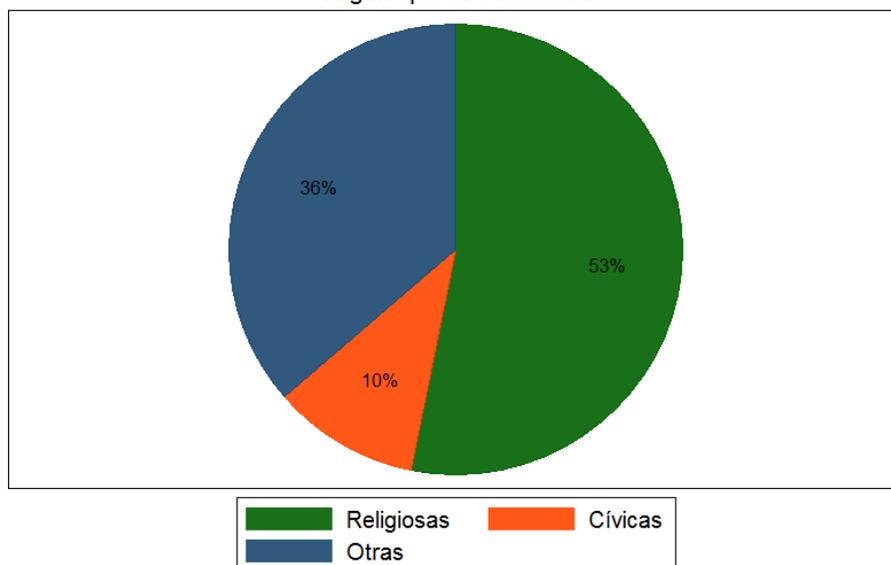
En los círculos de decisiones sobre políticas públicas, un argumento comúnmente utilizado a favor calendarios diferenciados según región es el calendario agrícola. El argumento aquí es que las faenas de siembra y cosecha, que comúnmente están asociadas a festividades (y también asociadas a cambios en el clima), imponen limitaciones a la asistencia escolar. En ausencia de información precisa sobre tal calendario agrícola y sin información cercana que pueda sustituirlo, buscamos información sistemática sobre otro tipo de actividades que pueda irrumpir el proceso normal de clases en la escuela.

Por ello decidimos utilizar información sobre festividades distritales, provinciales y regionales, para el 2015 y 2016, proporcionada por la oficina nacional de turismo PromPerú. La información nos permitió identificar la localidad en la que cada festividad se desarrolla y las fechas de inicio y fin de cada una de ellas. En total, contamos con información de 246 festividades. Con el fin de ilustrar dichas festividades, el anexo B recoge una lista de ejemplos. Así por ejemplo, en Tumbes, tenemos el aniversario de la Cruz de la conquista, una fiesta de carácter religioso, que se celebra el 18 de agosto en el distrito de la Cruz. En la región de Madre de Dios, se celebra el aniversario regional el día 10 de julio. En Tacna se conmemora el aniversario de la reincorporación de la región al Perú el día 28 de agosto. En la provincia de Mariscal Nieto, en Moquegua, se celebra la fiesta patronal de Santa Fortunata el 14 de octubre. Estas festividades pueden ser feriados, pero no necesariamente días no-laborables.

Así contamos con información precisa y detallada sobre eventos o celebraciones públicas que, por normativa o tradición, podrían influir en la asistencia de estudiantes o docentes a la escuela. Así podremos identificar periodos en los cuales será más probable observar bajas tasas de asistencia estudiantil o docente, lo que llevaría a menos tiempo lectivo.

Adicionalmente, de la información brindada por PROMPERU podemos postular una clasificación de las mismas en tres categorías: religiosas, cívicas y otras. El gráfico 3 presenta la distribución de días festivos en nuestra base de datos según el tipo de festividad asociado a cada día festivo.

Gráfico 3
Distribución de Días Festivos
Según tipo de Festividad



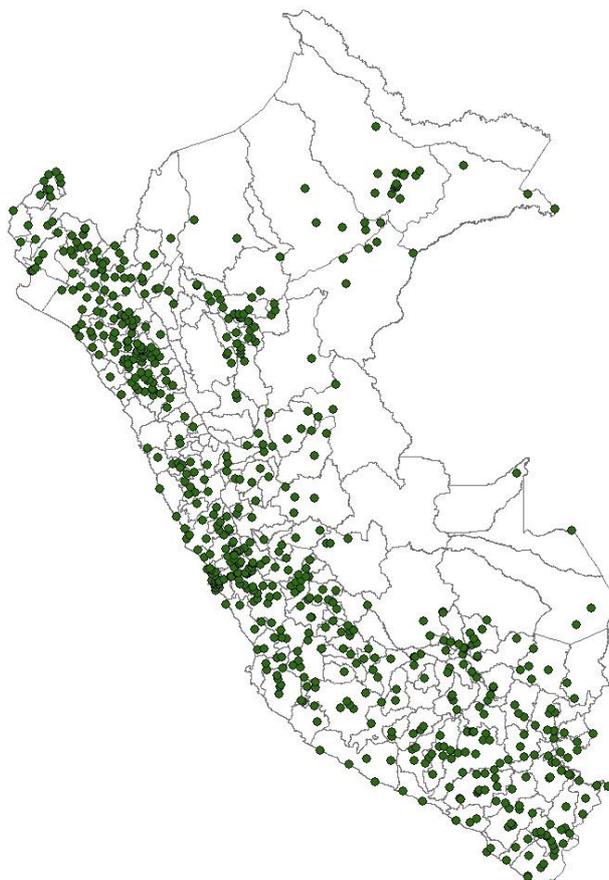
Fuente: Calendario de festividades 2015-2016 de PromPerú. Elaboración Propia.

2.4. Clima

Para identificar variables climáticas con una frecuencia diaria, utilizamos los datos publicados por el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAHMI). Encontramos 478 estaciones en funcionamiento, que reportan información para la mayoría de días durante el período 2015-2016. El Gráfico 4 presenta la distribución espacial de estas estaciones.

Gráfico 4:

Estaciones meteorológicas en funcionamiento



Fuente: SENAHMI 2017. Elaboración Propia

Estamos interesados en los efectos de las precipitaciones y la temperatura. Para ello, es necesario realizar algunas definiciones. En primer lugar, definimos la variable $precipitaciones_{s,t}$ como las precipitaciones en la ubicación de la escuela s durante el día t ¹. En segundo lugar, definimos la variable $temperatura_{s,t}$ como la temperatura en la ubicación de la escuela s a las 7:00 a.m del día t .

El número de escuelas es sustancialmente mayor que el de las estaciones del SENHAMI. Por ello, no contamos con mediciones climáticas directas para todas las escuelas del país. Los valores de las variables $precipitaciones_{st}$ y $temperatura_{st}$ para cada escuela deben ser estimadas a partir de las mediciones diarias realizadas en las estaciones. Como consecuencia de esta limitación de datos, nuestras variables asociadas al clima

¹ Más precisamente, $precipitaciones_{i,t}$ es igual a las precipitaciones acumuladas entre las 7:00 p.m. del día $t - 1$ y las 7:00 p.m. del día t .

sufrirán de error de medición. La implicancia de este error de medición es que los impactos estimados estarán atenuados: serán magnitudes más pequeñas (en valor absoluto) de lo que obtendríamos si todos los distritos tuvieran una estación. En el Anexo D, comparamos las escuelas con una estación con aquellas que no tienen estación en el distrito. En los gráficos se muestra, que en términos de asistencia estudiantil y presencia docente, ambos grupos de escuelas se ven similares. Asimismo, en cuanto a aprendizajes en matemática, la evidencia indica que los dos grupos de escuela son similares y presentan tendencias paralelas. Solo en el área de comunicación se observan diferencias significativas entre ambos grupos de escuelas. Esta diferencia representa una limitación en nuestro análisis pues implica que los coeficientes estimados para los aprendizajes de comunicación tendrán un sesgo.

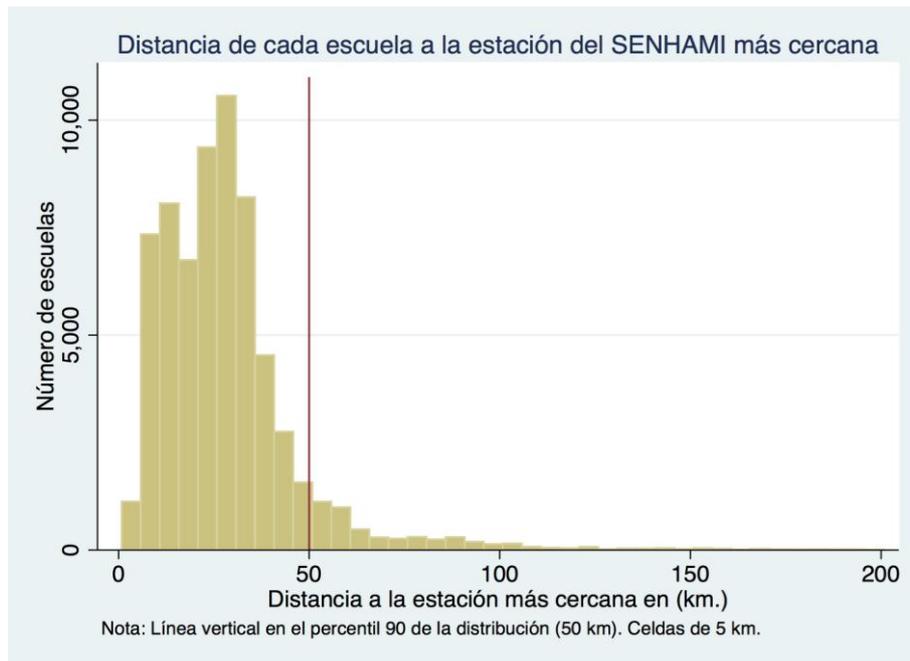
Los resultados principales de este estudio están basados en el método *Nearest Neighbor*. Este método consiste en asignar a cada escuela la medición de interés realizada por la estación del SENHAMI más cercana. Por su simplicidad, el método *Nearest Neighbor* genera predicciones fáciles de interpretar (Buytaert et al., 2006). Además, está exento del problema de *over-smoothing*² que inducen los métodos basados en promedios ponderados, tales como el *Inverse Distance Weighting* y el *Kriging* (Shen et al., 2001). Dado que estamos interesados en el impacto de temperaturas y precipitaciones extremas, esta propiedad del método *Nearest Neighbor* es particularmente atractiva.

La variable crítica para la precisión de estas predicciones es la distancia de cada escuela a la estación más cercana, en adelante $distancia_{st}$. Valores altos de $distancia_{st}$ implican que la estación más cercana es poco informativa sobre el clima en la escuela s . Por lo tanto, la predicción *Nearest Neighbor* será imprecisa para estas escuelas. El Gráfico 5 presenta la distribución de $distancia_{st}$ para las escuelas que rindieron la ECE (primaria) en los años 2015 y 2016³. Esta distribución es asimétrica: un grupo relativamente reducido de escuelas presenta altos valores de $distancia_{st}$. Incluir en la muestra escuelas con altas distancias a la estación más cercana es riesgoso. En adelante, eliminaremos de la muestra al 10% de escuelas con la mayor distancia a la estación más cercana. En el Gráfico 5, estas escuelas son aquellas ubicadas a la derecha de la línea vertical.

Gráfico 5

² El *over-smoothing* se debe al hecho de que el promedio de variables aleatorias suele ser menos volátil que cada variable aleatoria por separado.

³ La distribución de $distancia_{st}$ para las escuelas inspeccionadas por Semáforo Escuela es cualitativamente igual.



El método que utilizamos para interpolar las variables de clima es solo uno de entre muchas alternativas posibles. Dell et al. (2014) recomiendan validar los resultados obtenidos a partir de variables interpoladas utilizando métodos de predicción alternativos. Como una prueba de robustez, consideramos métodos de predicción alternativos. Estos son el Kriging y el Cokriging. Las predicciones a partir de estos métodos son promedios ponderados de las mediciones más cercanas a cada escuela. Para más detalles sobre estos dos métodos, ver el Anexo A.

2.5. Calendario agrícola

Esta información proviene del Sistema Integrado de Información Agraria (SIEA) del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)⁴. La base de datos que construimos a partir de esta fuente nos permite conocer cómo se distribuyeron la siembra y cosecha de los 75 principales cultivos del país a lo largo de los doce meses del año durante el periodo 2009-2015. Contamos con esta información de cultivos para cada distrito del país. Esto es, para cada distrito, conocemos cuál fue la siembra (cosecha) mensual promedio de cada uno de estos productos, en términos relativos a la siembra (cosecha) promedio anual del distrito para dicho cultivo.

⁴ La información se encuentra en <http://siea.minagri.gob.pe/calendario/>.

Para facilitar el análisis estadístico de esta información de siembras y cosechas, resumimos la misma en índices, uno para las siembras y otro para las cosechas. Estos índices, que varían según el distrito y mes, miden la intensidad promedio de siembras y cosechas a lo largo del año. Estos se obtienen calculando promedios ponderados de la siembra (cosecha) mensual relativa utilizando información de *todos* los cultivos producidos en cada distrito. El ponderador de cada cultivo en este promedio es el área cultivada que el distrito asignó a dicho cultivo, en términos relativos al área cultivada que el distrito asignó a todos los cultivos que produce.

Concretamente, definimos $siembras_{c,d,m}$ como la fracción de siembras anuales del cultivo c que el distrito d realizó durante los meses calendario m . Definimos $cosechas_{c,d,m}$ de manera análoga⁵. Asimismo, $a_{c,d}$ denota la superficie que el distrito d dedica a la producción del cultivo c y A_d la superficie que el distrito d dedica a todos sus cultivos, en total. Nuestros índices son definidos como

$$I_{siembras,d,m} = \sum_C w_{c,d} siembras_{c,d,m} ,$$

$$I_{cosechas,d,m} = \sum_C w_{c,d} cosechas_{c,d,m} ,$$

donde C es el conjunto de 75 cultivos sobre los que tenemos información y $w_{c,d} = \frac{a_{c,d}}{A_d}$.

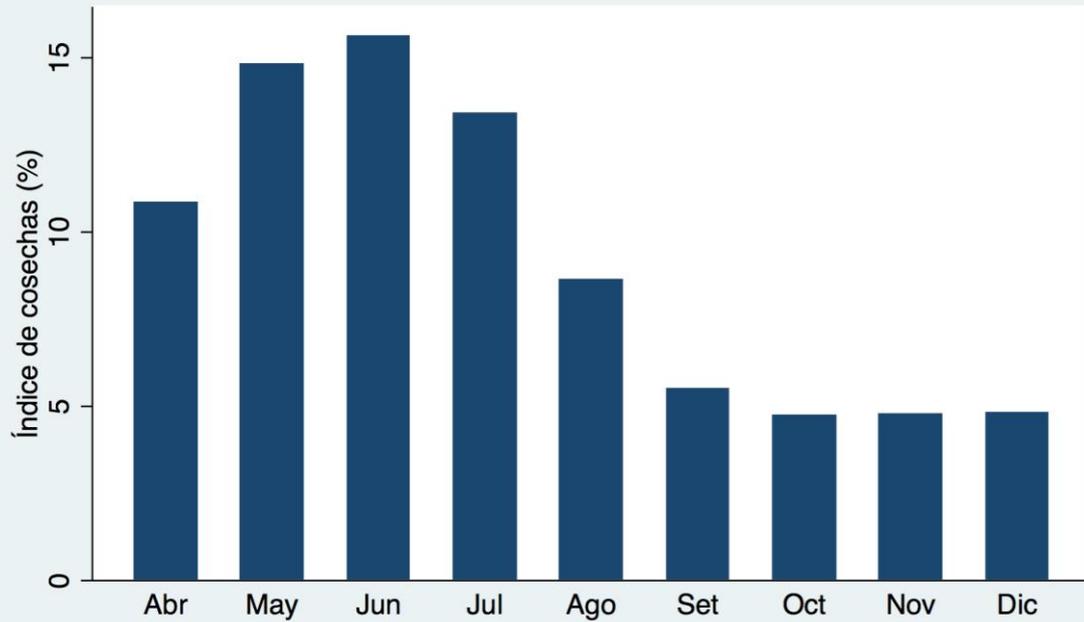
Así definidos, los índices están en el rango $[0,1]$, donde el valor 0 para un índice en un distrito-mes significa que el distrito no tuvo siembras (cosechas) en el mes en cuestión y el valor 1 significa que el 100% de las siembras (cosechas) de los 75 productos bajo análisis sucedieron en el mes en cuestión.

Los gráficos siguientes presentan los promedios mensuales del índice de cosechas y del de siembras en cada mes calendario. Como puede notarse, a pesar de que cada distrito presenta valores diferentes para los índices, existe una sincronización de los mismos. Los valores altos del índice de siembras son más frecuentes alrededor de octubre mientras que los valores altos del índice de cosechas son más frecuentes alrededor de junio.

Gráfico 6

⁵ Así, por ejemplo, $siembras_{arroz,d,junio} = 60\%$ indica que el distrito d realizó el 60% de sus siembras del producto arroz durante los meses de junio durante el periodo 2009-2015.

Índice de cosechas por mes calendario Perú 2009-15



Fuente: Calendario agrícola del MINAGRI 2009-15
Elaboración propia

Gráfico 7



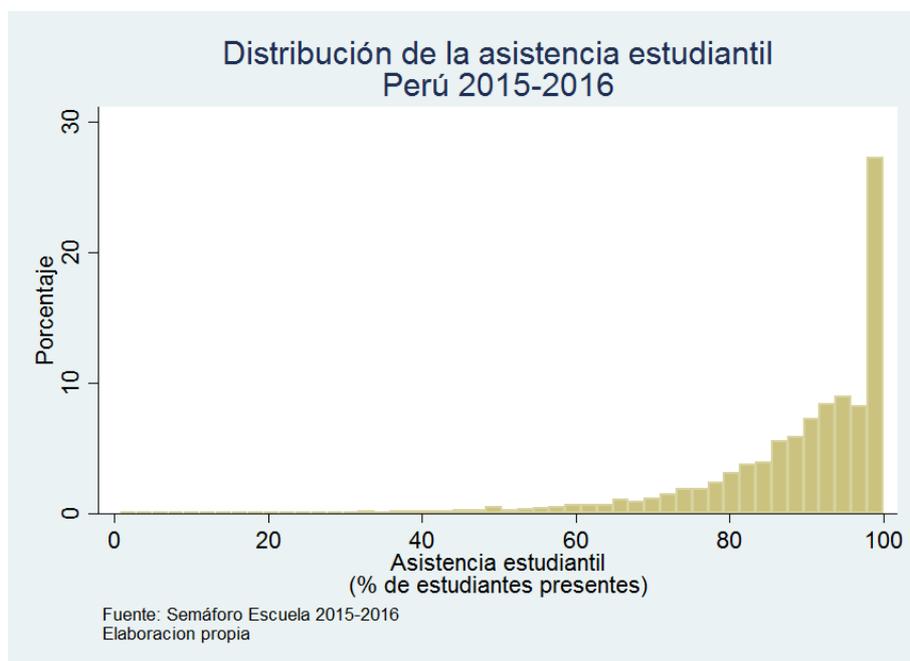
3. Estadísticas descriptivas

En esta sección describimos algunas estadísticas básicas de las dos variables de interés de asistencia: estudiantil y docente. Las estadísticas descriptivas de desempeños en la prueba estandarizada ya fueron presentadas líneas arriba. Como veremos, tanto la asistencia estudiantil como la presencia docente que se capturan con Semáforo Escuela presentan tasas elevadas, tanto en los diferentes ámbitos geográficos (urbano y rural) como también a lo largo del calendario escolar.

Asistencia estudiantil

Utilizando la información proveniente del Semáforo Escuela en 2015 y 2016, empezamos examinando la asistencia estudiantil. En el siguiente gráfico, podemos observar que la asistencia es bastante elevada. El 25% de las escuelas analizadas tiene una tasa de asistencia igual a 100%. Es decir, en una de cuatro escuelas tenemos asistencia completa. Otra buena parte de las escuelas tiene tasas de asistencias entre 80% y 100%.

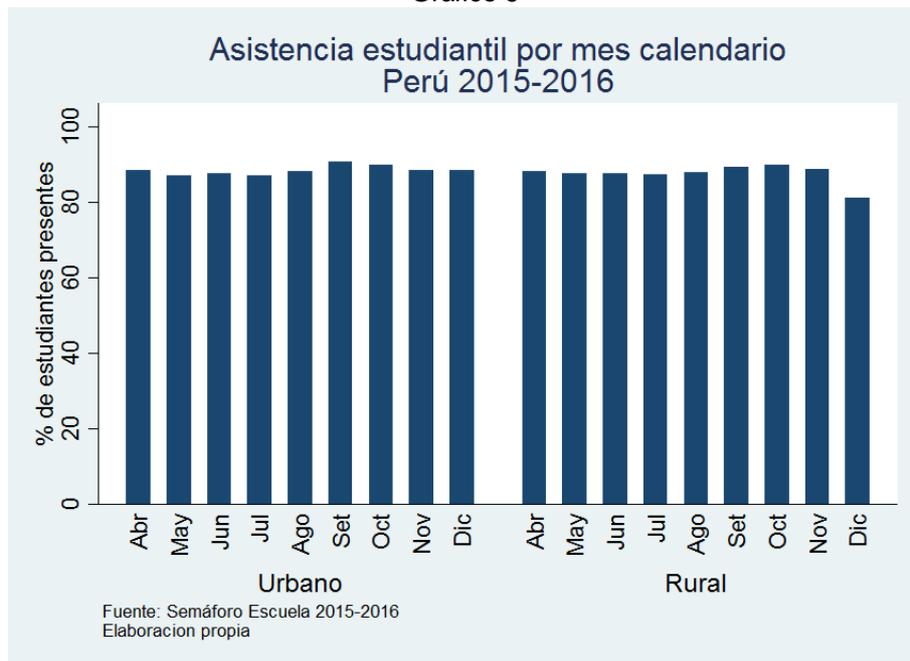
Gráfico 8



Desagregando la información por área geográfica y mes obtenemos diferencias en la tasa de asistencia, que se presentan en el siguiente gráfico. Primero, observamos que la asistencia no es constante a lo largo del año, pero las diferencias de un mes a otro son pequeñas. Por ejemplo, se observa que en la segunda mitad del año la asistencia es ligeramente mayor que en la primera.

Segundo, este patrón se repite tanto en el mundo urbano (panel izquierdo) como en el rural (panel derecho). Este hecho puede resultar sorprendente si tomamos en cuenta que el calendario agrícola y las fluctuaciones climáticas podrían generar mayor dispersión en la asistencia escolar de las áreas rurales. Como dijimos anteriormente, no contamos con información para el mes de marzo.

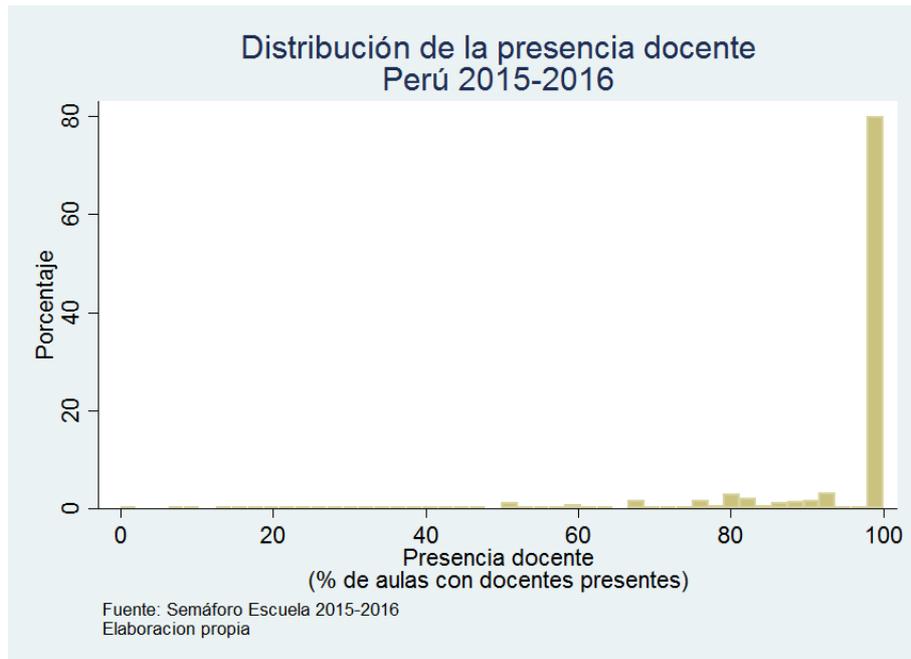
Gráfico 9



Presencia docente

Las observaciones de Semáforo Escuela también permiten examinar la presencia docente. Esta variable indica el porcentaje de aulas con un docente presente. Los datos del año 2015, presentados en el siguiente gráfico, nos revelan que casi el 80% de las escuelas tienen una tasa de presencia docente de 100%. Esto quiere decir que la gran mayoría de aulas tienen un docente presente.

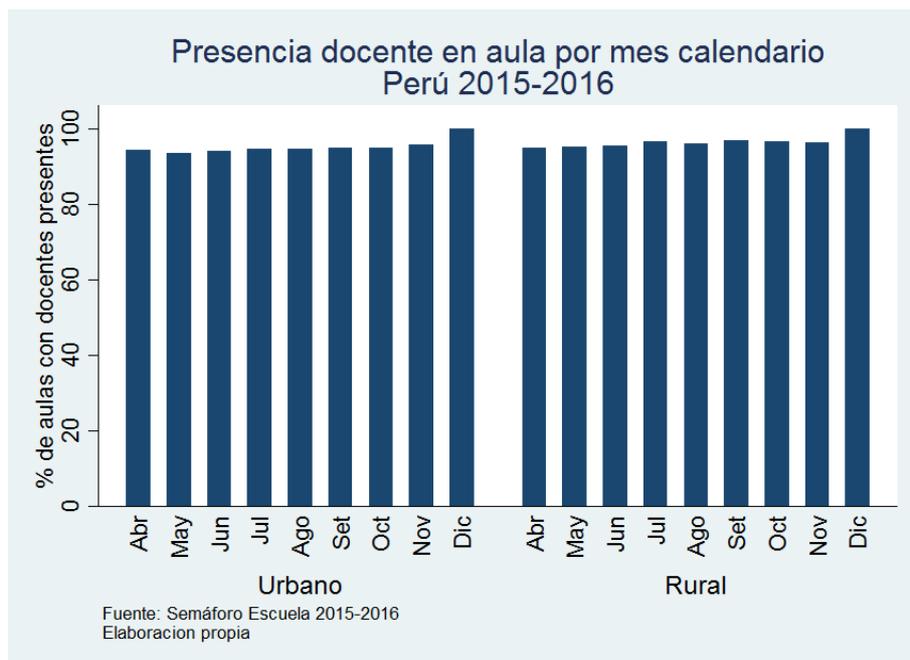
Gráfico 10



En el siguiente gráfico mostramos la presencia docente en cada mes, para los ámbitos urbano y rural. Encontramos que la presencia docente se mantiene relativamente constante y es cercana a 90%. Es interesante notar que la tasa de presencia más alta ocurre en diciembre, último mes del calendario escolar.

Comparando el ámbito urbano con el rural, podemos observar que existen muy pocas diferencias. En ambos casos, encontramos tasas de presencias constantemente altas. Estas similitudes, nuevamente, pueden resultar sorprendentes dado que uno podría esperar ver mayores variaciones en mundo rural.

Gráfico 11



En resumen, podemos decir que tanto la asistencia escolar como la presencia docente presentan tasas altas. Estas cifras elevadas cambian de mes a mes pero las diferencias son pequeñas. Asimismo, encontramos grandes similitudes entre las escuelas urbanas y rurales. Dicho esto, es importante reconocer que estos datos podrían sufrir de errores en la medición y estos podrían limitar la validez del análisis.

4. Análisis econométrico

Para analizar el impacto del clima y las festividades en asistencia y aprendizajes, utilizaremos modelos lineales que estimaremos mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Como hemos visto, la unidad de observación para la asistencia estudiantil y presencia docente es la escuela. Por ello, en las regresiones correspondientes la unidad de análisis será la escuela. Sin embargo, los efectos serán estimados a partir de comparar escuelas dentro de una misma Dirección Regional de Educación (DRE) pero expuestas a diferentes condiciones climáticas.

Las ecuaciones a estimar para las variables climáticas y de festividades son las siguientes:

$$Y_{sr} = \alpha_r + \beta_1 Clim_1 + \beta_2 Clim_2 + \beta_3 Clim_3 + \beta_4 Clim_4 + \beta_5 Clim_5 + \epsilon_{sr} \quad (1)$$

$$Y_{sr} = \alpha_r + \delta_1 Fest_Entrevista + \delta_2 Fest_SemanaPrevia + \mu_{sr} \quad (2)$$

La ecuación (1) refleja la relación entre asistencia y condiciones climáticas. La variable dependiente Y_{sr} puede ser la asistencia escolar o la presencia docente en la escuela s , ubicada en la DRE r . El término α_r es un efecto fijo que captura características inobservadas pero comunes dentro de cada DRE. La inclusión de estos términos implica lo enunciado líneas arriba: los efectos serán estimados a partir de comparar escuelas dentro de una misma DRE, pero expuestas a diferentes condiciones climáticas.

Las variables climáticas son discretas e indican que la temperatura o el nivel de precipitaciones pertenecen a un determinado rango. La variable $Clim_1$ denota temperaturas menores a 8 grados Celsius, mientras que la variable $Clim_2$ denota temperaturas entre 8 y 12 grados Celsius, $Clim_3$ indica temperaturas entre 12 y 16 grados Celsius, $Clim_4$ está asociada a temperaturas entre los 20 y 24 grados Celsius y, finalmente, $Clim_5$, indica temperaturas elevadas (más de 24 grados Celsius). Esto nos permite explorar no-linealidades en los impactos del clima. Tal como se verá líneas abajo, tales no-linealidades son importantes. Esta división de temperaturas se realiza de tal manera que en cada rango haya un número similar de observaciones.

Hemos omitido el intervalo de temperaturas entre los 16 y 20 grados (días relativamente templados) de manera que los coeficientes β_i miden cambios en la asistencia escolar (o presencia docente) con respecto a días templados. Esta es la categoría base. Es decir, β_1 captura la diferencia en asistencia entre un día frío (menos de 8 grados) y un día templado (17 grados). Análogamente, β_5 mide la diferencia en asistencia entre un día caluroso (más de 24 grados) y un día templado. Para estimar los efectos de las precipitaciones, dividimos los niveles de lluvia en 4 intervalos (desde 0 a más de 10 mm cúbicos) y omitimos la categoría asociada a ausencia de lluvia (precipitación igual a cero). En el caso de las precipitaciones, los coeficientes estimados miden diferencias en asistencia con respecto a un día sin lluvia. Finalmente, el término de error es denotado por ϵ_{sr} y refleja cualquier otro determinante no observado de la asistencia. Como ambas variables climáticas se miden a nivel de distrito, permitimos que los errores

estén correlacionados para escuelas dentro de un mismo distrito. Esto implica que agrupamos los errores estándar a nivel de distrito.

La segunda ecuación relaciona la asistencia escolar (o presencia docente) con la ocurrencia de festividades. Podemos notar que en esta regresión también incluimos efectos fijos de DRE. En la ecuación, insertamos dos variables relacionadas a la ocurrencia de festividades. *Fest_Entrevista* denota que ocurrió una festividad en el día de la entrevista (observación) a la escuela, mientras que *Fest_SemanaPrevia* indica que en la semana previa a la entrevista ocurrió alguna festividad (en un día lectivo). Los coeficientes δ_1 y δ_2 miden diferencias en asistencia cuando ocurren festividades en el día de la observación o en la semana previa, con respecto a días sin festividades. El término de error es μ_{sr} y también permitimos que esté correlacionado para escuelas dentro de un mismo distrito (porque las festividades también están medidas a ese nivel).

Luego de analizar la relación empírica entre asistencia, clima y festividades, pasamos a examinar los posibles impactos en aprendizajes. Para los aprendizajes, utilizamos dos especificaciones. En primer lugar, analizamos el efecto de la variable de interés (temperatura, lluvia o festividad) sobre el aprendizaje a nivel de estudiante. La regresión correspondiente se define a continuación:

$$Satis_{iSR} = \vartheta_r + \pi X_{sr} + \varepsilon_{iSR} \quad (3)$$

donde $Satis_{iSR}$ indica que el estudiante i , de la escuela s en la DRE r , obtuvo el nivel satisfactorio en la evaluación. No utilizamos el puntaje (variable continua) porque esta variable tiene una escala que es menos comparable entre diferentes estudios. El término ϑ_r es un efecto fijo de DRE, y la variable de interés es X_{sr} (temperatura, precipitaciones o festividades). El parámetro π mide el cambio en la probabilidad de obtener el nivel satisfactorio ante cambios en la variable de interés X_{sr} (cambios de temperatura, del nivel de lluvias o en la ocurrencia de alguna festividad).

Una limitación de la ecuación (3) es que no toma en cuenta la *habilidad* o *eficiencia* de cada escuela para generar aprendizajes. Para superar esta limitación, se estimará la siguiente ecuación a nivel de cada escuela (ya no a nivel de estudiante):

$$Frac_Satis_{srt} = \vartheta_r + \rho Frac_Satis_{srt-1} + \pi X_{sr} + \varepsilon_{srt} \quad (4)$$

donde $Frac_Satis_{srt}$ es la fracción de estudiantes de la escuela que alcanzan el nivel satisfactorio en la evaluación de los años 2015-2016 (esta variable sí es continua). Como variable explicativa adicional, incluimos a $Frac_Satis_{srt-1}$, la fracción de estudiantes con nivel satisfactorio del año 2014. Al hacer esto, intentamos aproximar la habilidad de cada escuela para generar aprendizajes satisfactorios. El parámetro ρ mide la persistencia en los desempeños escolares. Valores altos de este coeficiente indican alta persistencia en aprendizajes. Así, podemos estimar el impacto del clima y las festividades, tomando en cuenta el desempeño pasado de la escuela.

Antes de presentar los resultados de estas estimaciones, queremos mencionar que nos concentraremos en el impacto de corto plazo del clima y la ocurrencia de festividades. Por ejemplo, en el caso de asistencia estudiantil, prestaremos atención a cómo responde esta variable ante los factores climáticos en el día de la observación de Semáforo Escuela. Aunque podría ser interesante saber si el clima durante el mes previo o el semestre previo influyen en la asistencia, esta pregunta requeriría modelos de estimación distintos y, sobre todo, no nos ayudaría a identificar las respuestas inmediatas en la asistencia ante diferentes condiciones climáticas.

En el caso de aprendizajes, examinaremos si el clima o las ocurrencias de festividades en la semana previa al examen pueden tener impactos en el desempeño de la prueba. Los motivos de tal enfoque responden, por un lado, a utilizar modelos econométricos sencillos y de fácil interpretación y, por el otro, a medir los efectos en el corto plazo de las interrupciones escolares ocasionadas por factores climáticos o culturales. Es evidente de que el desempeño en una prueba no solo depende de lo que ocurre en la semana anterior al examen, pero también consideramos que las interrupciones más cercanas a la prueba (más recientes) son las que mayor influencia deberían tener en el desempeño de la misma, en comparación a interrupciones que ocurrieron varios meses atrás.

5. Resultados

En esta sección presentamos y discutimos los resultados de las relaciones empíricas de nuestras variables de interés. Como hemos enunciado previamente, convertimos las variables climáticas (que son continuas, como la temperatura) en una serie de variables dicotómicas y estimamos por Mínimos Cuadrados Ordinarios el coeficiente asociado a cada una de estas variables dicotómicas. El objetivo de trabajar con variables discretas (en lugar de continuas) es capturar la posible heterogeneidad (no-linealidades) en los impactos que puedan tener diferentes grados de clima. En el caso de las festividades, examinamos el impacto de la ocurrencia de éstas en la semana previa a la visita de Semáforo Escuela y en el mismo día de la visita.

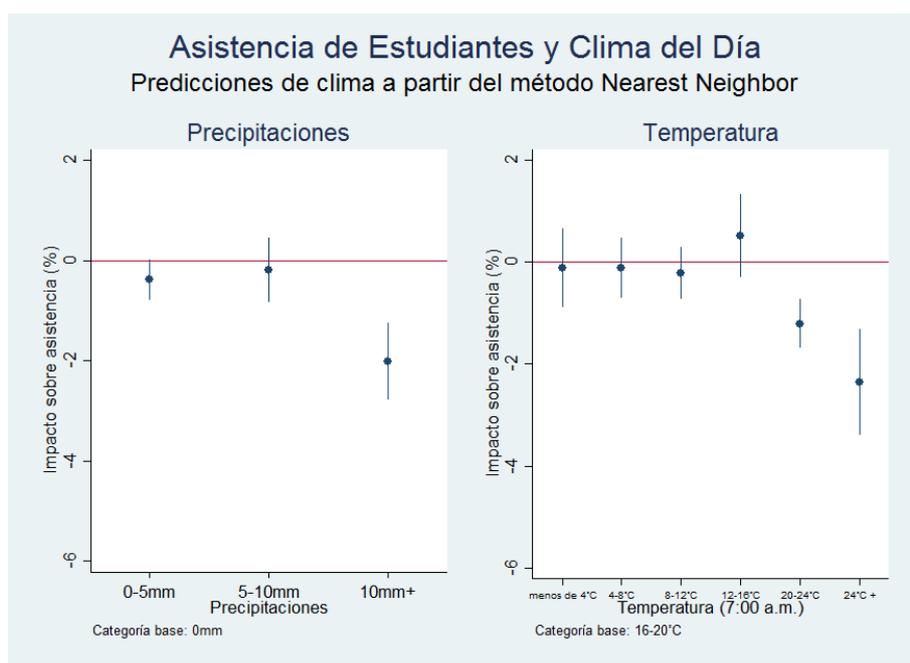
5.1 Asistencia estudiantil y clima

A continuación, presentamos nuestras estimaciones sobre los efectos de las precipitaciones y de la temperatura en la tasa de asistencia de cada escuela. Nuestras variables climáticas son las precipitaciones y la temperatura en el distrito de cada escuela durante el día en el que cada escuela es visitada por Semáforo Escuela. Las precipitaciones se miden en milímetros diarios y la temperatura es aquella registrada a las 7 de la mañana, medida en grados centígrados.

El siguiente gráfico presenta las estimaciones correspondientes a la ecuación (1). Mostramos gráficamente solo los coeficientes asociados a las variables de interés. En el gráfico de la izquierda mostramos la relación entre asistencia escolar y precipitaciones. Se observa que la asistencia está negativamente relacionada con el nivel de precipitaciones. Los resultados revelan que mayores niveles de lluvias están asociados a reducciones en la tasa de asistencia. Más aún, las caídas en asistencia son mayores a medida que aumentan las precipitaciones. En zonas donde hay una temporada marcada de lluvias podemos esperar que existan tasas menores de asistencia. Por ejemplo, en regiones como la selva peruana, podemos esperar que la asistencia será menor en días con lluvias. La magnitud de estos efectos, sin embargo, es pequeña, en relación a la tasa de asistencia promedio, que es cercana al 80% y la reducción más grande es 2%. Esto significa que la diferencia entre un día sin lluvia y otro con lluvia intensa es equivalente a pasar de una tasa de asistencia de 80% a una tasa de 78%.

En el lado derecho del gráfico, mostramos la relación entre asistencia y temperatura. La evidencia indica que temperaturas extremas (días de frío intenso o calor intenso) conllevan a caídas en la asistencia escolar. Los resultados nos dicen que en días con bajas temperaturas la asistencia cae en 2 puntos porcentuales en relación a días con temperaturas promedio. Por otro lado, días con calor extremo tiene un efecto negativo más grande en la asistencia: la caída puede ser de hasta 4 puntos porcentuales.

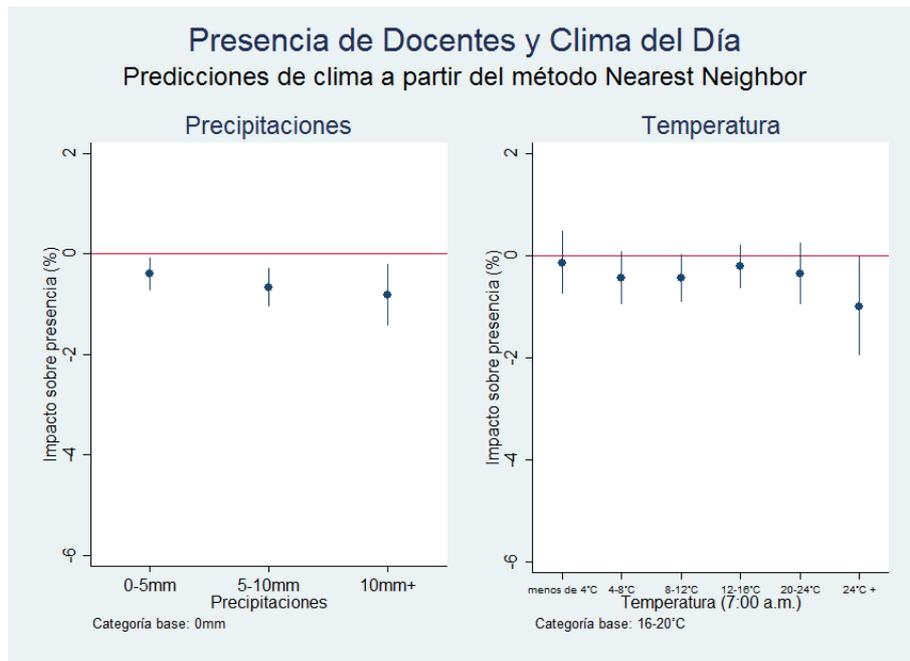
Gráfico 12



Los impactos de las precipitaciones y temperatura en la presencia docente se muestran en el siguiente gráfico. Por un lado, observamos que para cualquier nivel de lluvia, la presencia es menor cuando llueve que en días sin lluvia. Las reducciones en la presencia docente son más grandes para lluvias más intensas, pero no logran ser mayores a 1 punto porcentual. Esto quiere decir que el efecto negativo de las lluvias es pequeño.

Por otro lado, los coeficientes estimados correspondientes a diferentes niveles de temperatura no son estadísticamente significativos. Estos resultados indican que los impactos de la temperatura en la presencia docente son nulos. De esta manera, no encontramos evidencia que respalde la idea de que la presencia docente se ve influenciada por cambios en la temperatura.

Gráfico 13



5.2 Aprendizajes y Clima

A través la reducción en asistencia, u otros canales, el clima puede tener un efecto sobre los aprendizajes de los alumnos. El análisis procederá de forma similar al realizado para la asistencia. Sin embargo, ahora también exploramos la posibilidad de que el clima de la semana previa a la prueba ECE tenga efectos. Si el mecanismo mediante el cual el clima tiene efectos en aprendizajes es la reducción en asistencia, esperaríamos que el clima de la semana previa tenga efectos significativos sobre los puntajes de esta prueba.

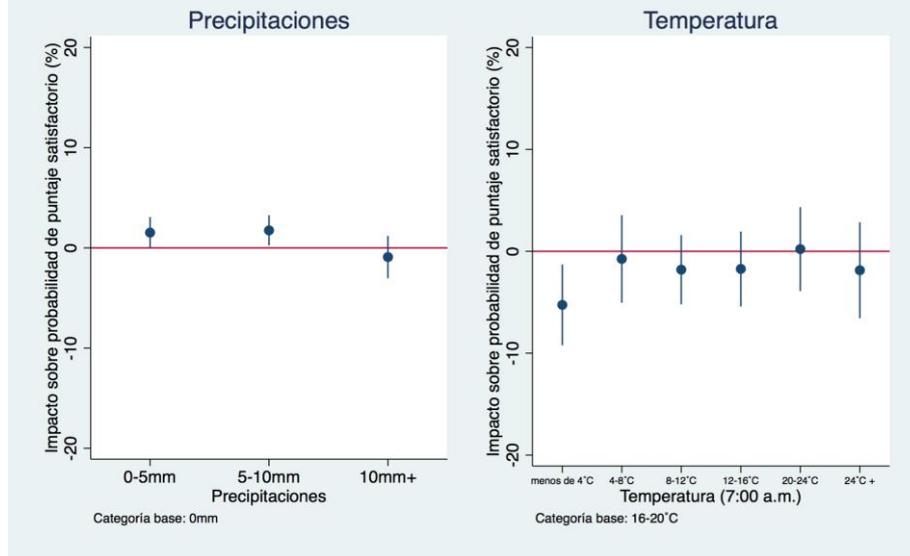
A continuación, presentamos los resultados de la ecuación (4). En esta especificación, trabajamos con datos a nivel de escuela y la variable dependiente es el porcentaje de estudiantes en el nivel satisfactorio. De este modo, podemos controlar por el desempeño en la prueba del año anterior.

Comenzamos por mostrar los efectos del clima en los desempeños en Comunicación. En el panel izquierdo del gráfico siguiente, encontramos que niveles bajos de precipitación están asociados con pequeñas mejoras en el desempeño de la escuela.

Gráfico 14

Aprendizajes en Comunicación y Clima de la Semana Anterior

Predicciones de clima a partir del método Nearest Neighbor



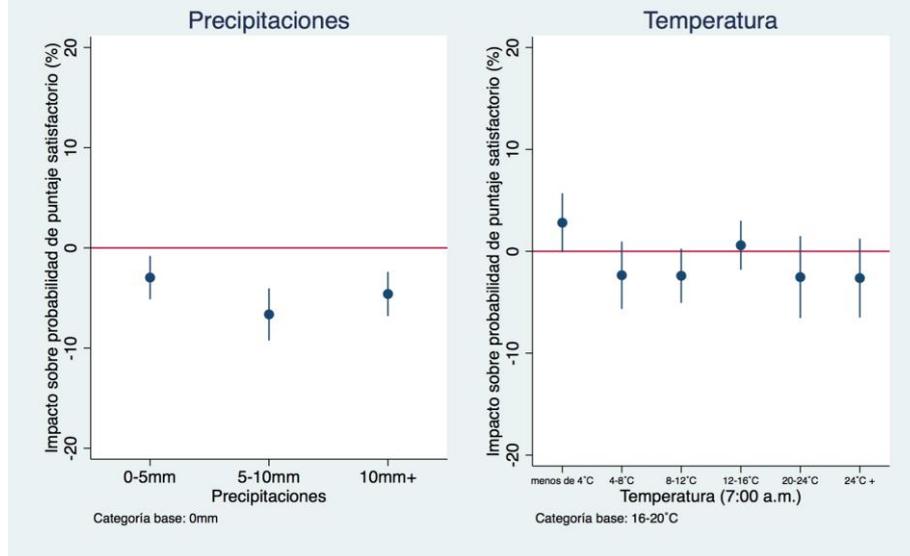
En el panel derecho, mostramos los efectos de la temperatura en el porcentaje de estudiantes que alcanzan el nivel satisfactorio. La evidencia muestra que temperaturas menores a 4 grados están asociadas con porcentajes menores de estudiantes que logran aprendizajes satisfactorios. Los coeficientes asociados a otros niveles de temperatura no son estadísticamente diferentes de cero, lo que sugiere que solamente temperaturas extremadamente bajas tienen consecuencias negativas en el rendimiento de los estudiantes en la prueba de Comunicación.

Los resultados para la prueba de Matemática se muestran en el gráfico siguiente. En el panel izquierdo, encontramos que los niveles de precipitación tienen un impacto negativo en el desempeño. Estas caídas son de magnitudes considerables pues oscilan entre los 4 y 8 puntos porcentuales. La evidencia gráfica muestra que escuelas afectadas por lluvias tienen menor porcentaje de estudiantes en el nivel satisfactorio que escuelas no expuestas a lluvias.

Gráfico 15

Aprendizajes en Matemática y Clima de la Semana Anterior

Predicciones de clima a partir del método Nearest Neighbor

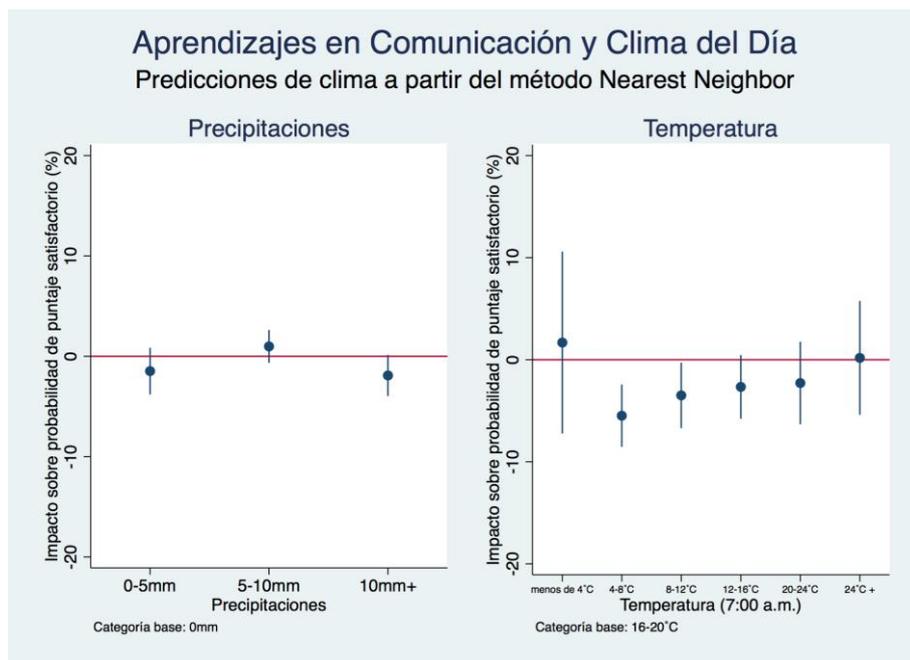


En el panel derecho, se muestran los coeficientes asociados a diferentes niveles de temperaturas. La mayoría son cercanos a cero y no significativos, sugiriendo que la temperatura durante la semana previa no influye en el desempeño de la prueba de Matemática.

A continuación, presentamos los resultados del efecto del clima en el día de la prueba sobre el rendimiento en Comunicación. En el panel izquierdo del gráfico siguiente, encontramos los efectos estimados de las precipitaciones sobre el porcentaje de estudiantes que logran el nivel satisfactorio. Los resultados indican que las precipitaciones en el día de la evaluación no tienen influencia en el desempeño de la prueba de Comunicación.

En el panel derecho, mostramos los impactos de la temperatura del día de la prueba en el rendimiento. Las estimaciones indican que temperaturas bajas (entre 4 y 12 grados) se asocian con desempeños menores en la evaluación de Comunicación. Las temperaturas altas no tienen consecuencias en el rendimiento de los estudiantes.

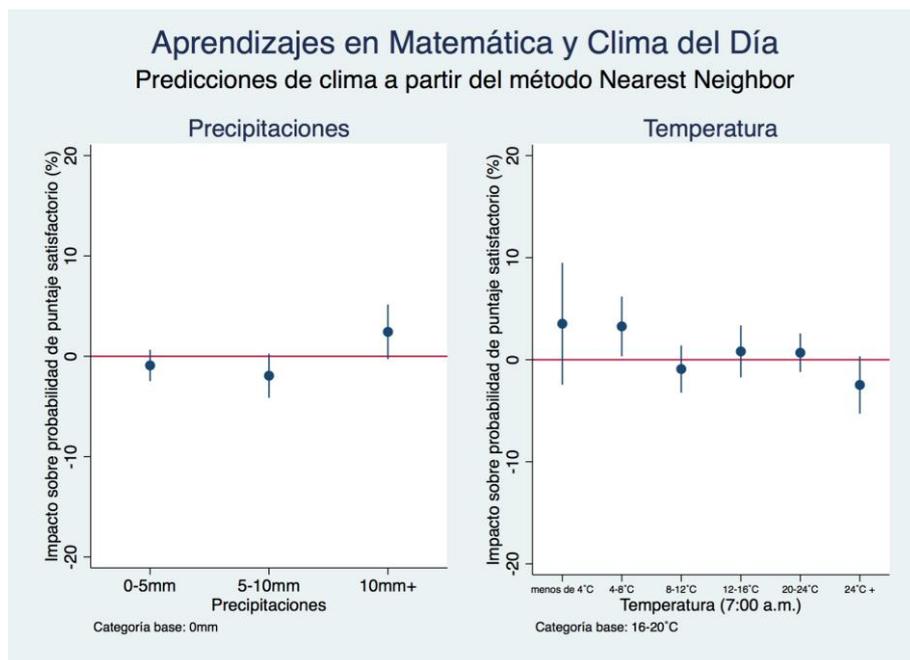
Gráfico 16



En el gráfico que se presenta a continuación, mostramos las estimaciones de los impactos del clima en el día de la prueba sobre el desempeño en Matemática. En el lado izquierdo, encontramos los coeficientes asociados a diferentes niveles de precipitaciones. Nuevamente, los estimadores son estadísticamente no significativos, sugiriendo que los niveles de lluvia en el día de la prueba no afectan el desempeño de los estudiantes.

En el lado derecho del gráfico, presentamos los efectos estimados de la temperatura en el día de la prueba sobre el desempeño. En línea con los resultados de precipitaciones, los coeficientes son no significativos y reflejan que la temperatura en el día de la evaluación no tiene influencia sobre el rendimiento de los estudiantes en la prueba de Matemática.

Gráfico 17



Para resumir, hemos encontrado evidencia que indica que el clima durante la semana previa a la evaluación tiene efectos sobre el rendimiento. Lluvias intensas y temperaturas muy bajas están asociadas con menor rendimiento estudiantil. Esta reducción es estadísticamente significativa, incluso cuando el modelo controla por el desempeño de la escuela en el año anterior. En contraste, las condiciones climáticas en el mismo día de la prueba parecen no tener efectos sobre el desempeño escolar.

5.3 Clima y Resultados Educativos: Análisis regional

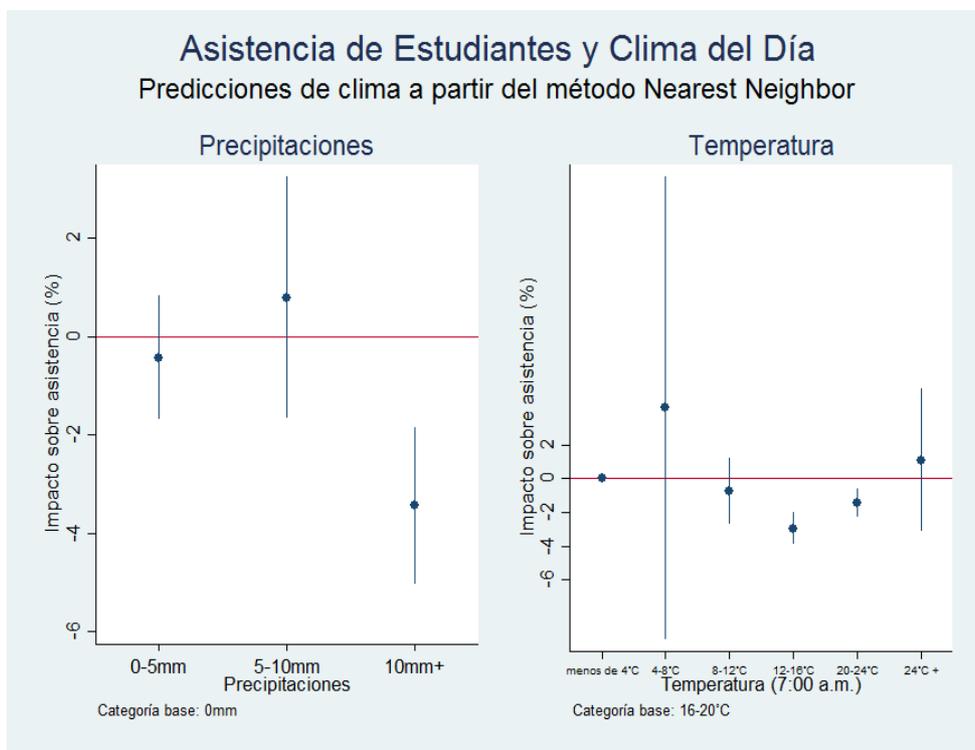
En esta sub-sección, presentamos resultados específicos a tres regiones del país: Piura, Puno y San Martín. Cada una corresponde a una región natural del territorio y, por tanto, poseen características climáticas diferentes. Piura, por ejemplo, está caracterizada por altas temperaturas. En contraste, Puno es uno de los lugares con temperaturas más bajas en el país. Finalmente, tenemos a San Martín, con lluvias propias de la selva.

Los resultados corresponden a las mismas estimaciones de la sección anterior (mismos modelos econométricos), pero utilizando datos específicos a cada región. El propósito de este análisis es explorar la relación entre clima y resultados educativos en regiones específicas.

5.3.1 Piura

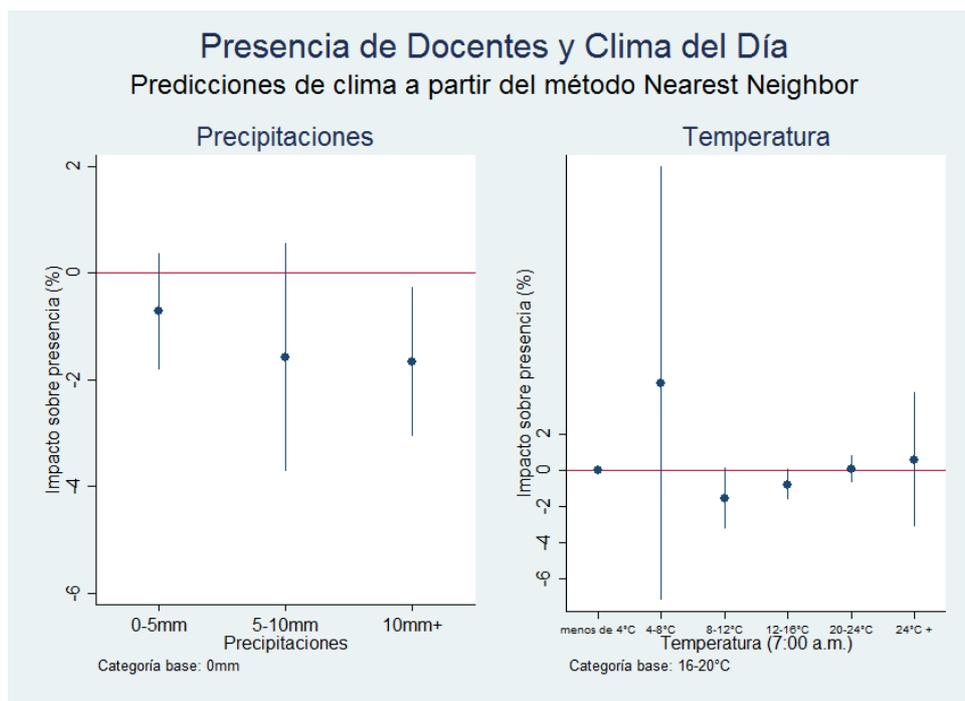
Empezamos analizando el rol del clima en la región Piura, en la costa norte del país. En el siguiente gráfico, mostramos los impactos de diferentes niveles de precipitaciones y temperatura en la asistencia estudiantil. En el lado izquierdo, podemos ver que niveles altos de precipitaciones (10mm o más) están asociados con reducciones de 4 puntos porcentuales en la asistencia. En el lado derecho, notamos que los diferentes niveles de temperatura no afectan la asistencia escolar. Esto quiere decir que la asistencia estudiantil no reacciona a cambios en temperatura en Piura.

Gráfico 18



A continuación, examinamos el impacto del clima en la presencia docente. Por un lado (panel izquierdo), encontramos que altos niveles de lluvias están asociados con una reducción de 2 puntos porcentuales en la presencia docente. Esta caída es estadísticamente significativa pero su magnitud es pequeña, en comparación a la tasa promedio de presencia docente. Por otro lado (panel derecho), observamos que la presencia docente no varía según los diferentes niveles de temperatura.

Gráfico 19

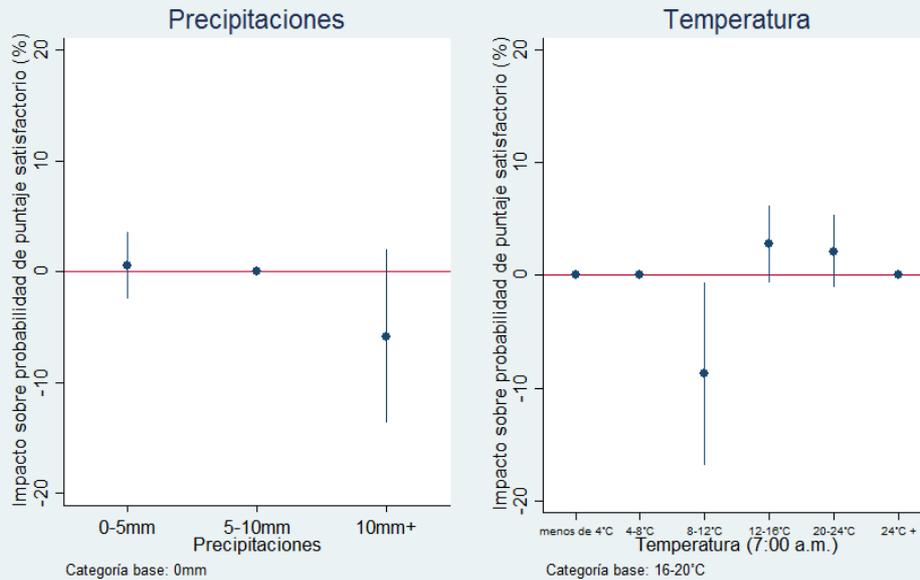


En el gráfico siguiente, presentamos la relación entre el desempeño en la prueba de Matemática y el clima en la semana previa a la evaluación. La mayoría de los coeficientes son estadísticamente iguales a cero, lo que revela que no existe relación entre el clima en la semana previa a la prueba y el desempeño en la misma.

Gráfico 20

Aprendizajes en Matemática y Clima de la Semana Anterior

Predicciones de clima a partir del método Nearest Neighbor



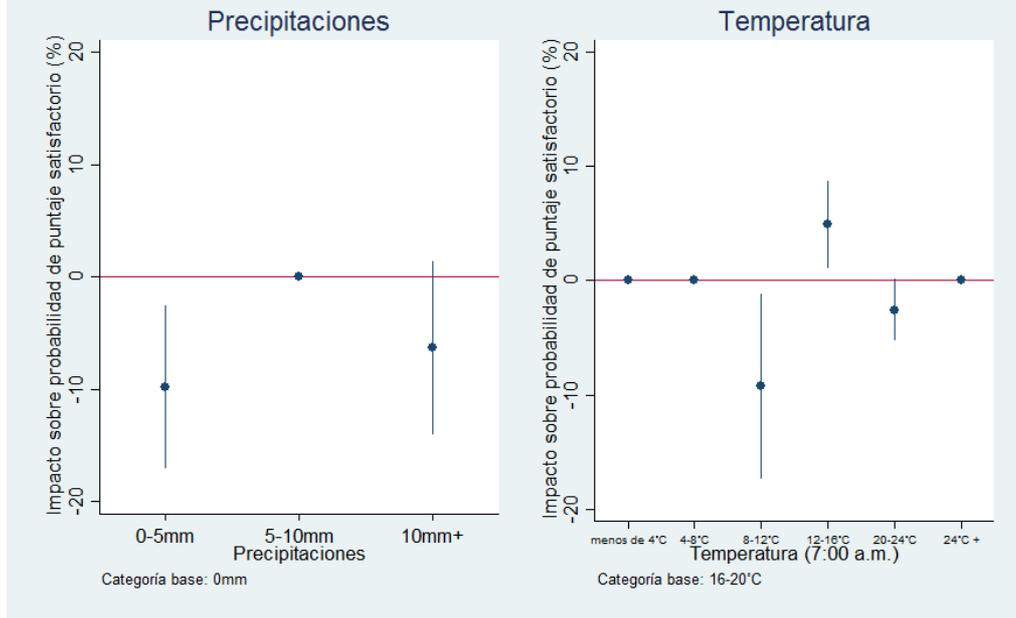
El único coeficiente que resulta significativo es el correspondiente a temperaturas frías, entre los 8 y 12 grados. Este coeficiente es negativo y representa una caída de 10 puntos porcentuales en la probabilidad de lograr el nivel satisfactorio en la prueba de Matemática. De esta manera, estudiantes que enfrentaron temperaturas más frías en la semana previa a la prueba tienen peor rendimiento que sus similares con temperaturas más cálidas.

En el siguiente gráfico, examinamos la relación entre el clima del día de la prueba y el rendimiento en la misma. En el panel de la izquierda, notamos que lluvias ligeras (0-5mm) están asociadas con peores desempeños. La reducción en la probabilidad de obtener el nivel satisfactorio es 10 puntos porcentuales, en comparación a escuelas que no fueron afectadas por la lluvia. Con respecto a la temperatura, nuevamente observamos que el rendimiento es menor en días fríos (entre 8-12) que en días más cálidos.

Gráfico 21

Aprendizajes en Matemática y Clima del Día

Predicciones de clima a partir del método Nearest Neighbor



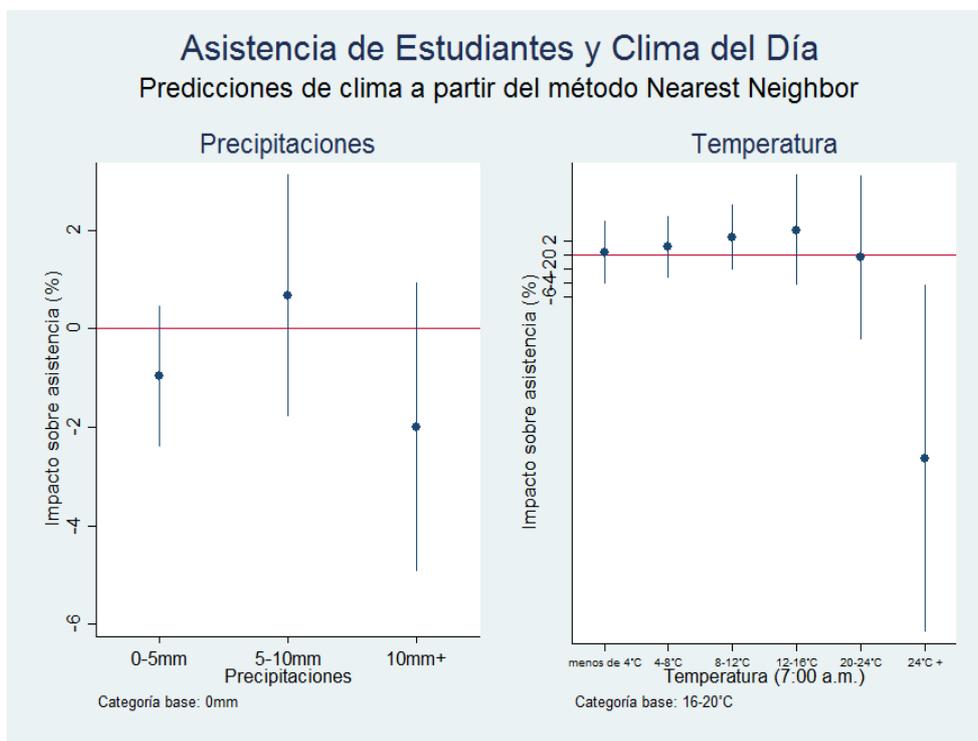
En resumen, la asistencia escolar y presencia docente no responden a cambios en la temperatura, pero sí se ven reducidos cuando ocurren altos niveles lluvia. El desempeño en la prueba ECE, en cambio, parece ser más influido por la temperatura que por las lluvias. En particular, la evidencia sugiere que el rendimiento es menor en días fríos que en días cálidos.

5.3.2 Puno

Ahora, vamos a examinar la relación entre el clima y resultados educativos en la región Puno. Empezamos a analizar la relación entre clima y asistencia escolar en el siguiente gráfico.

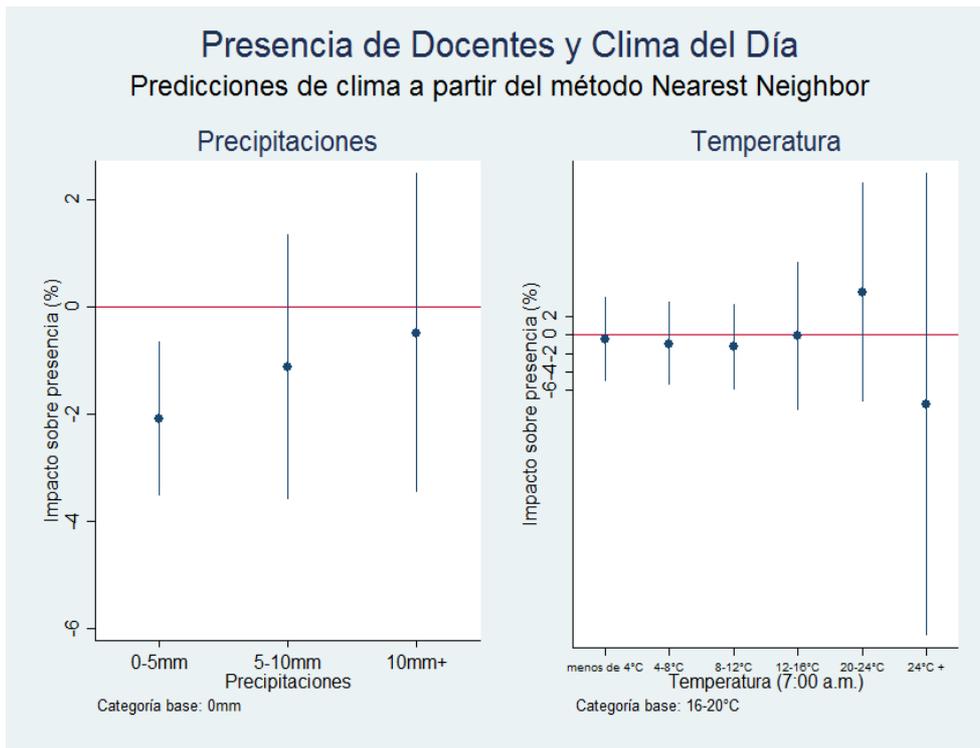
En el lado izquierdo, notamos que los coeficientes asociados a diferentes niveles de precipitaciones son cercanos a cero y estadísticamente no significativos. Esto quiere decir que la asistencia estudiantil no guarda relación con los niveles de lluvia en Puno. En el lado derecho, presentamos los coeficientes asociados a los niveles de temperatura. En este caso, resulta que las temperaturas frías -mayormente usuales en esta región- no generan cambios en la asistencia. En cambio, días con altas temperaturas (24 grados o más) se traducen en menor asistencia escolar.

Gráfico 22



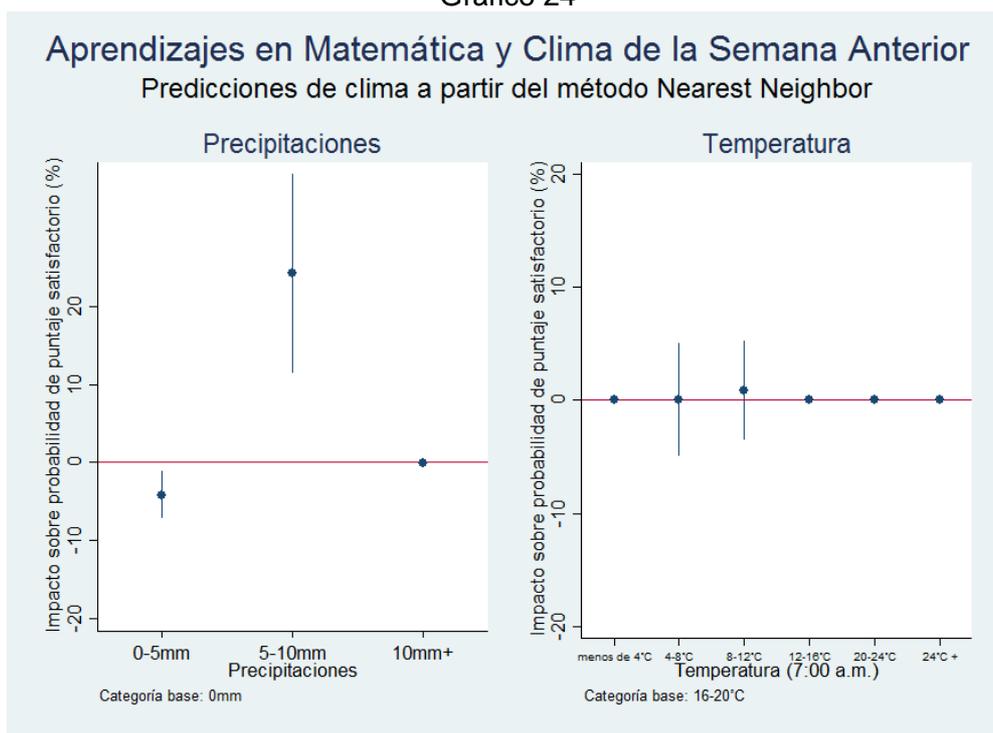
Las estimaciones relacionadas a la presencia docente, se presentan en el gráfico siguiente. En él, podemos encontrar que la mayoría de coeficientes son no significativos. El único coeficiente que es estadísticamente diferente de cero es el correspondiente a niveles de lluvias entre 0 y 5 mm (panel izquierdo). El coeficiente es negativo e indica que la presencia docente con ese nivel de lluvia es 2 puntos porcentuales menores a días cuando no hay lluvia. Asimismo, el panel derecho nos revela que la presencia docente en Puno no tiene relación con los niveles de temperatura.

Gráfico 23



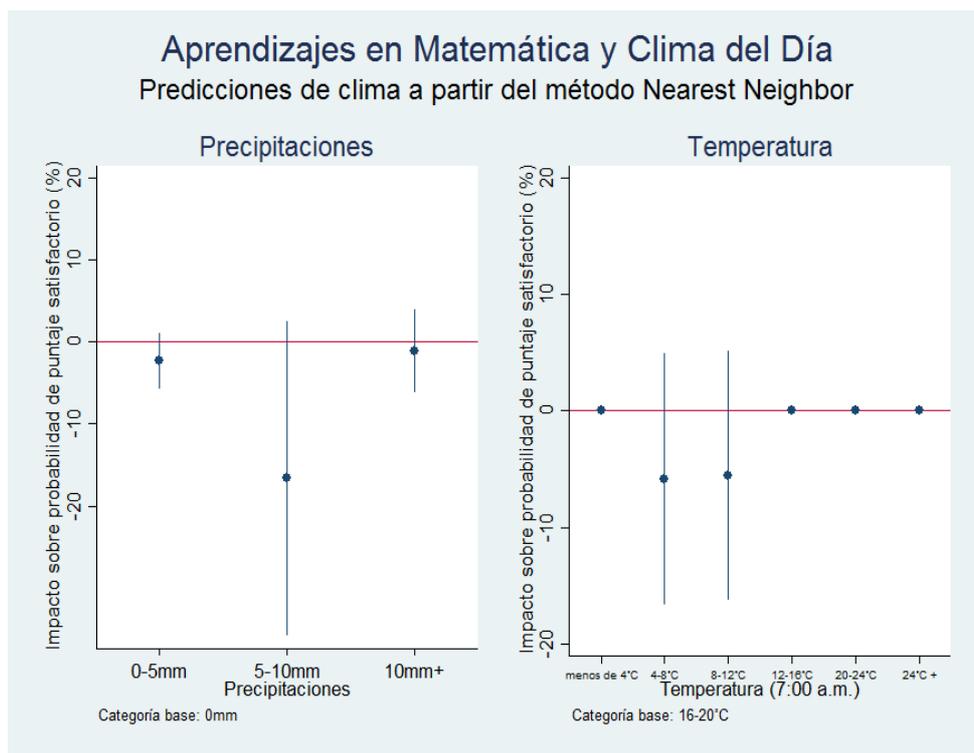
Ahora, pasamos a estudiar la relación entre el rendimiento en la prueba ECE y el clima durante la semana previa al examen. En el siguiente gráfico, observamos que no existe una relación clara entre las precipitaciones o la temperatura y el desempeño debido a que los coeficientes son no significativos.

Gráfico 24



En el gráfico siguiente, presentamos la relación entre el desempeño en la prueba y el clima en el día de la evaluación. De manera similar al gráfico anterior, encontramos que los coeficientes estimados no son estadísticamente significativos. Esto indica que el rendimiento estudiantil no se ve influenciado por las condiciones climáticas del día de la prueba.

Gráfico 25

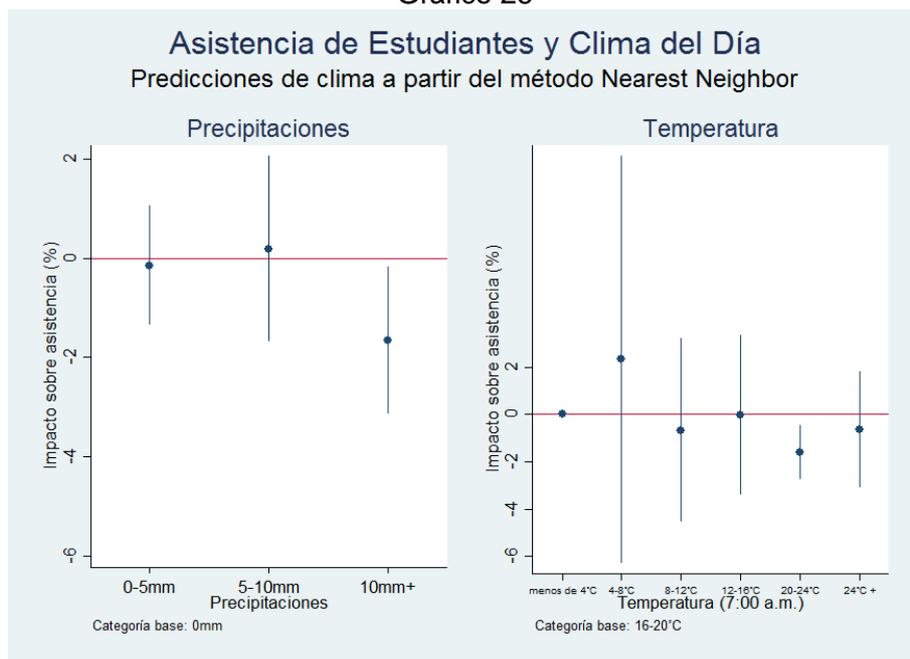


Los resultados obtenidos para la región Puno sugieren que tanto la temperatura como las lluvias no influyen en la asistencia escolar, la presencia docente ni los desempeños en la prueba ECE.

5.3.3 San Martín

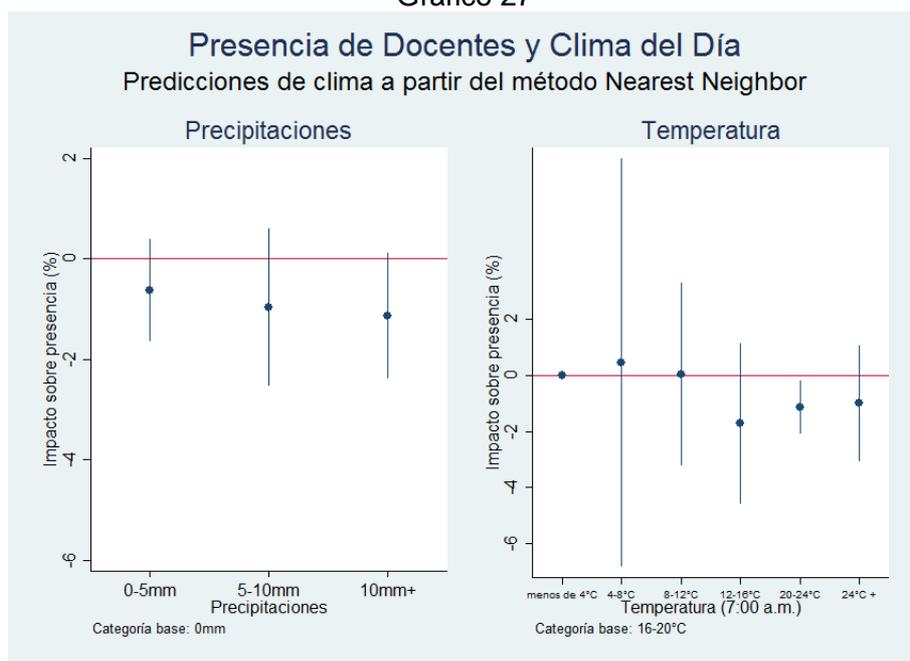
Iniciamos el análisis de la región San Martín examinando la relación entre la asistencia estudiantil y el clima. En el gráfico que se muestra a continuación, encontramos los coeficientes estimados para el efecto del clima en la asistencia escolar. En el panel izquierdo, encontramos que altos niveles de lluvia (más de 10mm) están asociados con una reducción de 2 puntos porcentuales en la tasa de asistencia escolar. En el panel derecho, observamos que la asistencia no responde a diferentes niveles de temperatura en la mayoría de los casos.

Gráfico 26



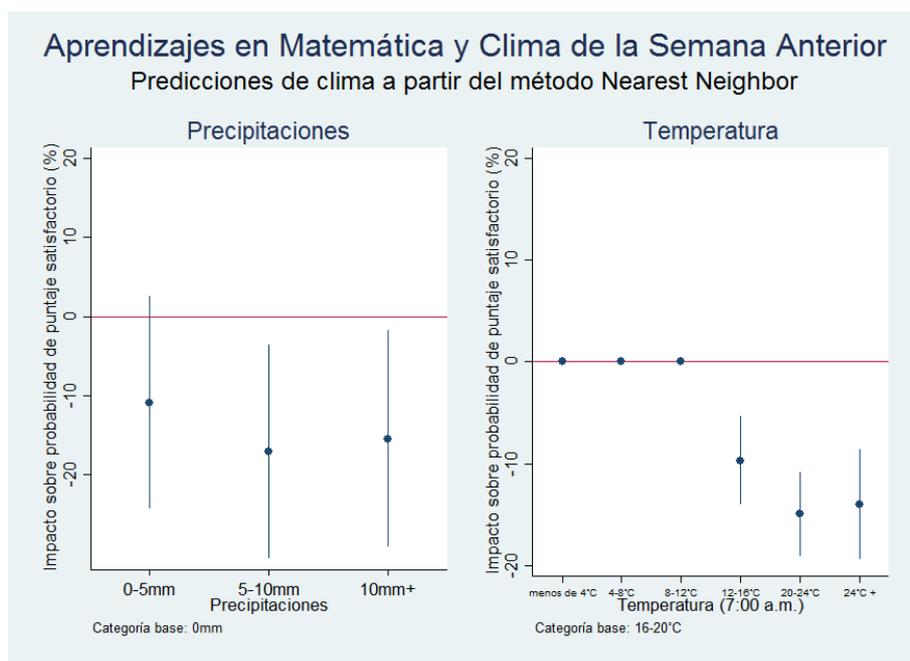
A continuación, exploramos el rol de clima en la presencia docente en San Martín. En este caso, tanto los coeficientes de las precipitaciones como de la temperatura son no significativos. Estos resultados indican que la presencia docente en las escuelas de esta región no se ve afectada por diferentes niveles de lluvia o de temperatura.

Gráfico 27



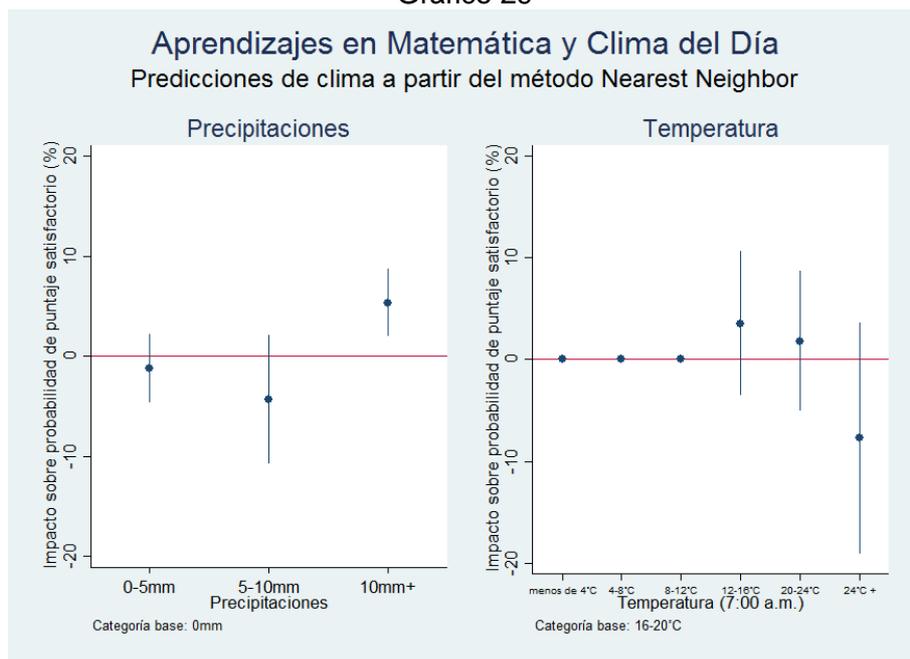
Luego de mostrar la relación entre clima y asistencia escolar y presencia docente, pasamos a examinar si el desempeño en la ECE se ve influenciado por el clima en la semana previa a la prueba. Los resultados del panel izquierdo muestran que las precipitaciones altas (por encima de 5mm) tienen un efecto negativo en el rendimiento de la prueba. Lluvias fuertes están asociadas con caídas de 20 puntos porcentuales en la probabilidad de alcanzar el nivel satisfactorio. Asimismo, en el panel derecho, encontramos los impactos negativos de altas temperaturas en el desempeño. La magnitud, sin embargo, es menor: las caídas en la probabilidad de obtener el nivel satisfactorio son cercanas a 10 puntos porcentuales.

Gráfico 28



Así, la evidencia señala que el clima durante la semana previa a la prueba sí influye en el rendimiento escolar en San Martín. En el siguiente gráfico, presentamos el efecto del clima en el día de la prueba sobre el rendimiento de la misma. En el lado izquierdo, encontramos que los niveles más altos de lluvia (mayores a 10mm) en el día de la prueba están asociados con un mejor rendimiento. En contraste, el panel derecho sugiere que diferentes niveles de temperatura no influyen en el desempeño de la prueba.

Gráfico 29



En resumen, el análisis regional revela el rol del clima en es limitado y pequeño en explicar la asistencia escolar, la presencia docente y el desempeño en la prueba ECE. La diversidad regional también sugiere que las temperaturas frías hacen más daño en Piura que en Puno. Este resultado podría significar que en Puno, donde las temperaturas son frías usualmente, el impacto marginal de mayor frío es pequeño, en comparación con el impacto que puede tener en Piura, donde usualmente las temperaturas son más altas. Por tanto, lo que parece relevante no es tanto el nivel de la temperatura (baja o alta) sino qué tan inusual es el nivel en cada región (típico o atípico). Aun así, los impactos de las lluvias y temperaturas son, mayormente, estadísticamente no significativos (estadísticamente iguales a cero), o de pequeña magnitud y heterogéneos según la región.

5. 4 Asistencia y Festividades

Iniciamos esta sección reportando los impactos de las festividades en la asistencia estudiantil. En el siguiente gráfico, podemos encontrar los cambios en la tasa de asistencia (medidos en puntos porcentuales) según la ocurrencia de festividades en la semana previa a la observación (lado izquierdo) o en el mismo día de la observación (lado derecho). Cada coeficiente corresponde a una muestra diferente. Los coeficientes

en azul corresponden a la muestra completa (incluyendo todas las escuelas de Semáforo Escuela). En este caso, notamos que si ocurrieron festividades en la semana previa a la observación, no hay cambios en la asistencia estudiantil. Sin embargo, encontramos que si ocurre una festividad en el día de la observación la asistencia cae en dos puntos porcentuales.

Gráfico 30



En color rojo, se reportan los impactos para las escuelas rurales. Los estimadores revelan que el impacto es nulo en áreas rurales. En contraste, podemos ver que existen reducciones en la asistencia en escuelas urbanas (color verde). Cuando la observación de Semáforo Escuela coincide con una festividad, la asistencia escolar en zonas urbanas cae en 3 puntos porcentuales.

En las últimas dos muestras exploramos el impacto de las festividades para la asistencia en escuelas de nivel primaria y secundaria. Se puede observar que la asistencia en primaria (en amarillo) no responde a la ocurrencia de festividades, pero sí encontramos reducciones en asistencia en secundaria (en gris). En particular, encontramos que si la

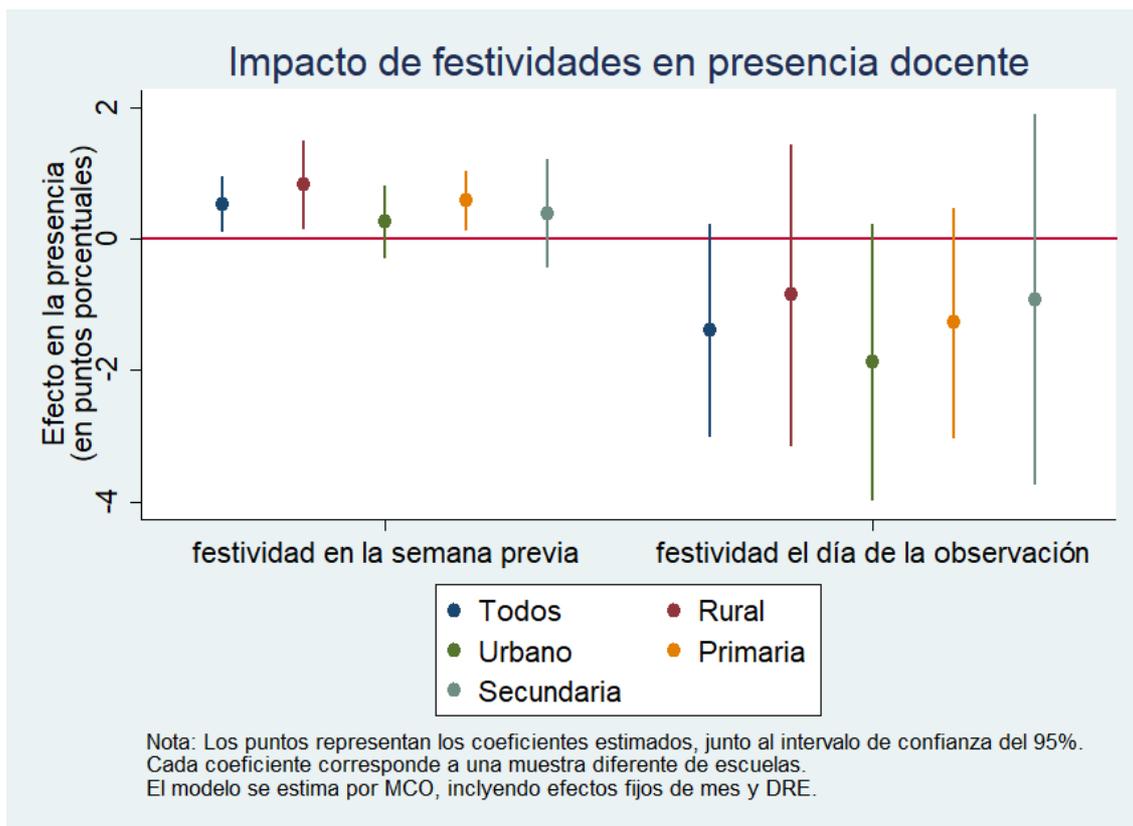
observación toma lugar mientras ocurre una festividad la asistencia cae en 3.6 puntos porcentuales. Este coeficiente es el de mayor magnitud en el gráfico e indica que la asistencia de los estudiantes de nivel secundaria responde más fuertemente a la ocurrencia de festividades.

A continuación, examinaremos la relación entre presencia docente y la ocurrencia de festividades alrededor de la observación de Semáforo Escuela. En el gráfico siguiente, mostramos los coeficientes estimados según la ocurrencia de festividades en relación al día de la observación.

Empezamos analizando cómo la ocurrencia de festividades en la semana previa a la observación influye la presencia docente (lado izquierdo). Usando la muestra de todas las escuelas (en azul), la evidencia gráfica indica que, si ocurrieron festividades en la semana previa a la observación, existe mayor presencia docente en la fecha de observación. Este aumento es menor a un punto porcentual, lo cual revela que es un efecto bastante pequeño. Este ligero aumento en la presencia docente puede darse porque en los días posteriores a las festividades los docentes deben acudir a las escuelas a "ponerse al día".

Los impactos para diferentes sub-grupos de escuelas también los encontramos en el mismo gráfico. Los coeficientes estimados son positivos, pero bastante pequeños. Por un lado, en las escuelas rurales (en rojo) y escuelas de nivel primaria (en amarillo), los coeficientes son menores a un punto porcentual, sugiriendo que la presencia docente es ligeramente mayor en los días posteriores a la ocurrencia de festividades. Por otro lado, en las escuelas urbanas (en verde) y de nivel secundario (en gris) los coeficientes no son estadísticamente diferentes de cero, lo que sugiere que no presencia docente no varía en los días posteriores a la ocurrencia de festividades.

Gráfico 31



En el lado izquierdo del gráfico, mostramos el cambio en la presencia docente cuando la observación coincide con la celebración de una festividad. En todos los casos, vemos que los coeficientes son negativos, lo que señala que la presencia docente se reduce en días de festividades. No obstante, los coeficientes no son estadísticamente diferentes de cero.

En resumen, podemos decir que la relación entre presencia docente y festividades es débil y, en los casos donde los impactos son estadísticamente significativos, las magnitudes de tales efectos son bien pequeñas.

5.5 Aprendizajes y Festividades

En esta sub-sección, analizamos la relación entre aprendizajes y ocurrencia de festividades. Primero veremos los resultados de la ECE de nivel primaria y después los de secundaria. Utilizando el calendario de festividades locales, hemos creado una variable que indica si en la semana previa al examen hubo alguna festividad. Las

variables dependientes son iguales a 1 si el estudiante logra el nivel satisfactorio (en Matemática o Comunicación) y 0, en caso contrario.

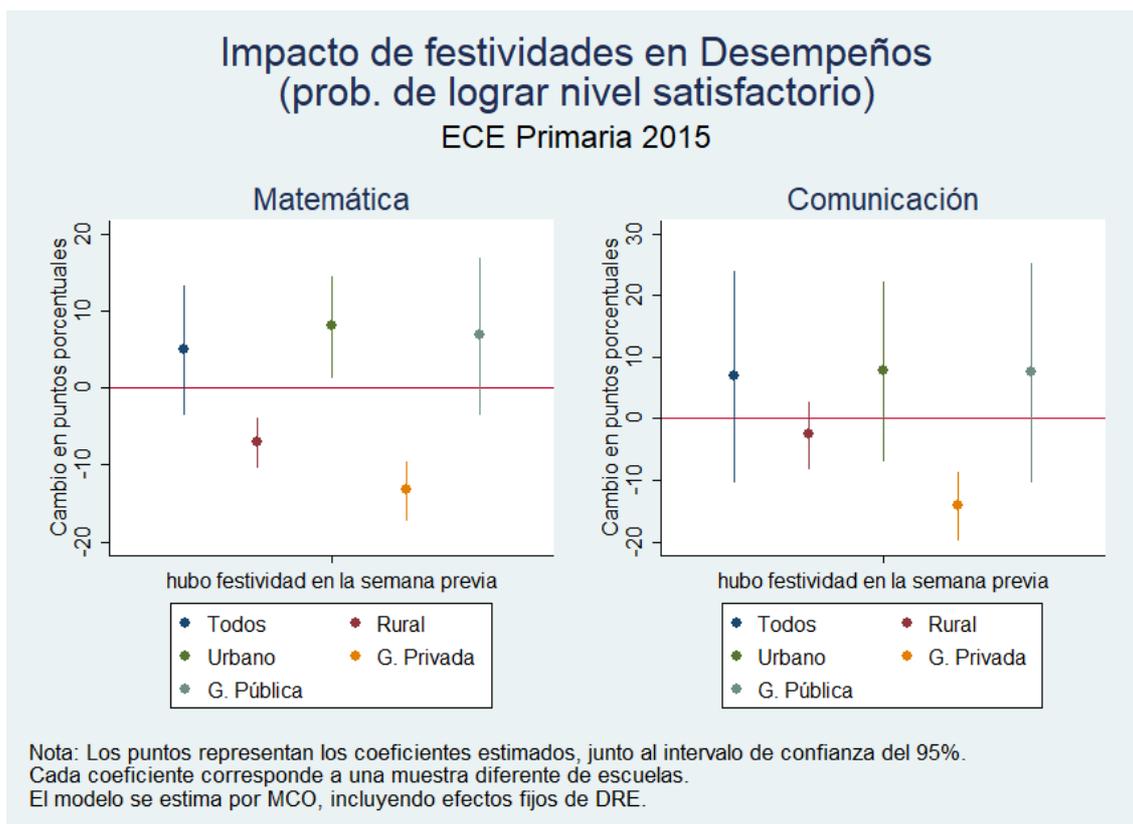
En el gráfico siguiente, mostramos los impactos de la ocurrencia de una festividad en el distrito durante la semana previa al examen. Estos resultados corresponden a la ecuación 3 (donde la unidad de análisis es el estudiante).

En el panel izquierdo, presentamos los resultados para la evaluación de matemática. El impacto de la ocurrencia de festividades en la probabilidad de alcanzar el nivel satisfactorio en matemática para la muestra completa de estudiantes está representado de color azul. El coeficiente estimado es positivo, pero estadísticamente no significativo lo que sugiere que la relación entre aprendizajes y festividades es débil.

Al partir la muestra por área geográfica, encontramos impactos heterogéneos. En escuelas de zonas rurales (en rojo), el coeficiente es negativo y significativo, indicando que los estudiantes de estas escuelas tienen menor probabilidad de alcanzar el nivel satisfactorio en matemática cuando ocurren festividades en la semana previa a la prueba. En zonas urbanas, el coeficiente (en verde) tiene el signo contrario, indicando que los estudiantes tienen una mayor probabilidad de obtener puntajes más altos cuando ocurren festividades en los días previos al examen. Es difícil entender por qué las respuestas son opuestas, pero puede tratarse de diferentes mecanismos explicativos. En el mundo rural las festividades pueden estar asociadas con menor tiempo de estudio mientras que lo contrario podría suceder en zonas urbanas.

Finalmente, se muestra el coeficiente para escuelas de gestión privada y pública, respectivamente. Para el caso de las escuelas de gestión privada (amarillo), los resultados señalan que la ocurrencia de festividades en la semana previa a la prueba reduce en 13 puntos porcentuales la probabilidad de alcanzar el nivel satisfactorio en matemática. Este es el impacto de mayor magnitud y refleja una fuerte relación negativa entre festividades y aprendizajes en escuelas privadas. En cuanto a las escuelas de gestión pública, el coeficiente (en gris) no es estadísticamente diferente de cero, lo que sugiere que no hay relación entre la celebración de festividades locales y el desempeño estudiantil en estas escuelas.

Gráfico 32

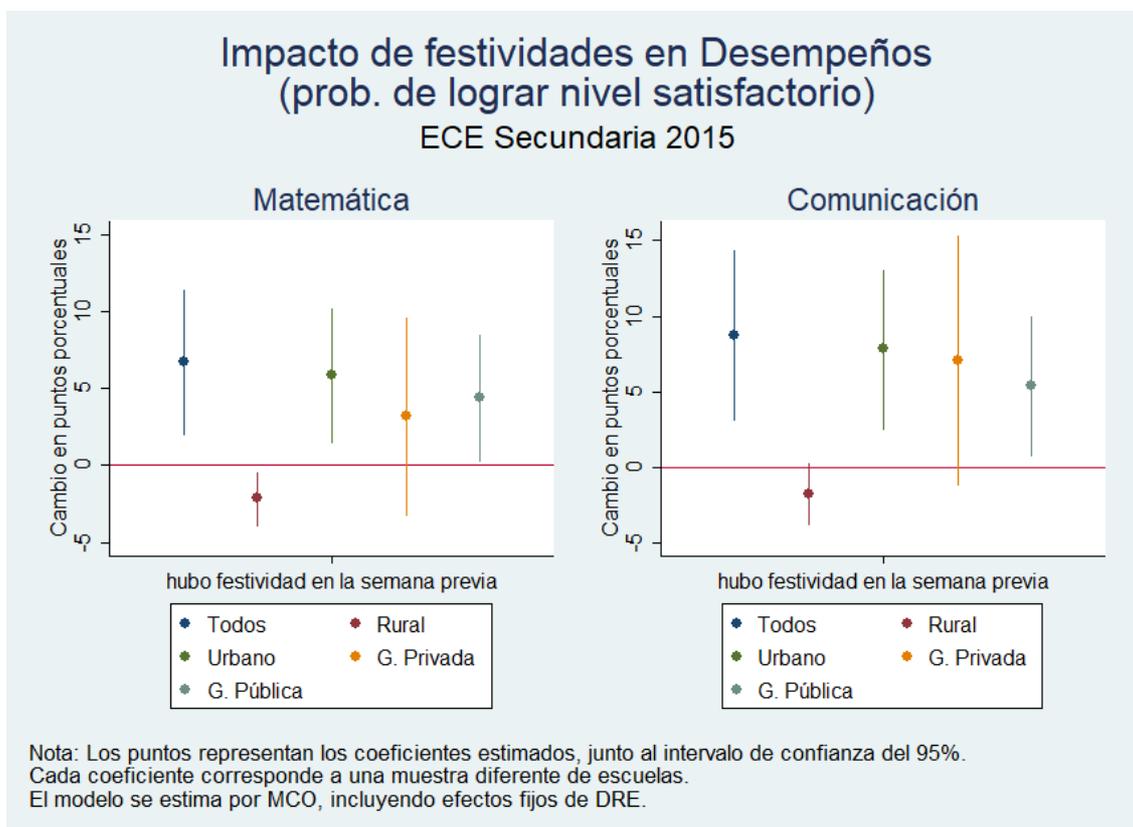


En el panel derecho, reportamos los coeficientes asociados a la evaluación de comunicación. En este caso, la mayoría de coeficientes son estadísticamente no significativos, sugiriendo que el impacto de las festividades en aprendizajes es nulo. La única excepción es el coeficiente asociado a la muestra de estudiantes de escuelas de gestión privada (en amarillo). En este único caso, se encuentra un impacto negativo y de gran magnitud. El coeficiente estimado indica que la probabilidad de obtener el nivel satisfactorio en la prueba de comunicación cae en 14 puntos porcentuales cuando ocurren festividades en la semana previa a la evaluación. Esta gran disminución en el rendimiento puede estar asociada a horarios más interrumpidos de las escuelas de gestión privada.

Ahora pasamos a examinar la relación entre festividades y aprendizajes en el nivel secundario. En ambos paneles (tanto matemática como comunicación), el coeficiente asociado a la ocurrencia de festividades es significativo y positivo. Este resultado indicaría que la probabilidad de obtener mejor rendimiento aumenta cuando ocurren festividades en la semana previa a la prueba. En escuelas rurales, la relación entre festividades y aprendizajes es negativa (en rojo). Las estimaciones reflejan que la

probabilidad de obtener el nivel satisfactorio se reduce cuando ocurren festividades, tanto en matemática como comunicación.

Gráfico 33



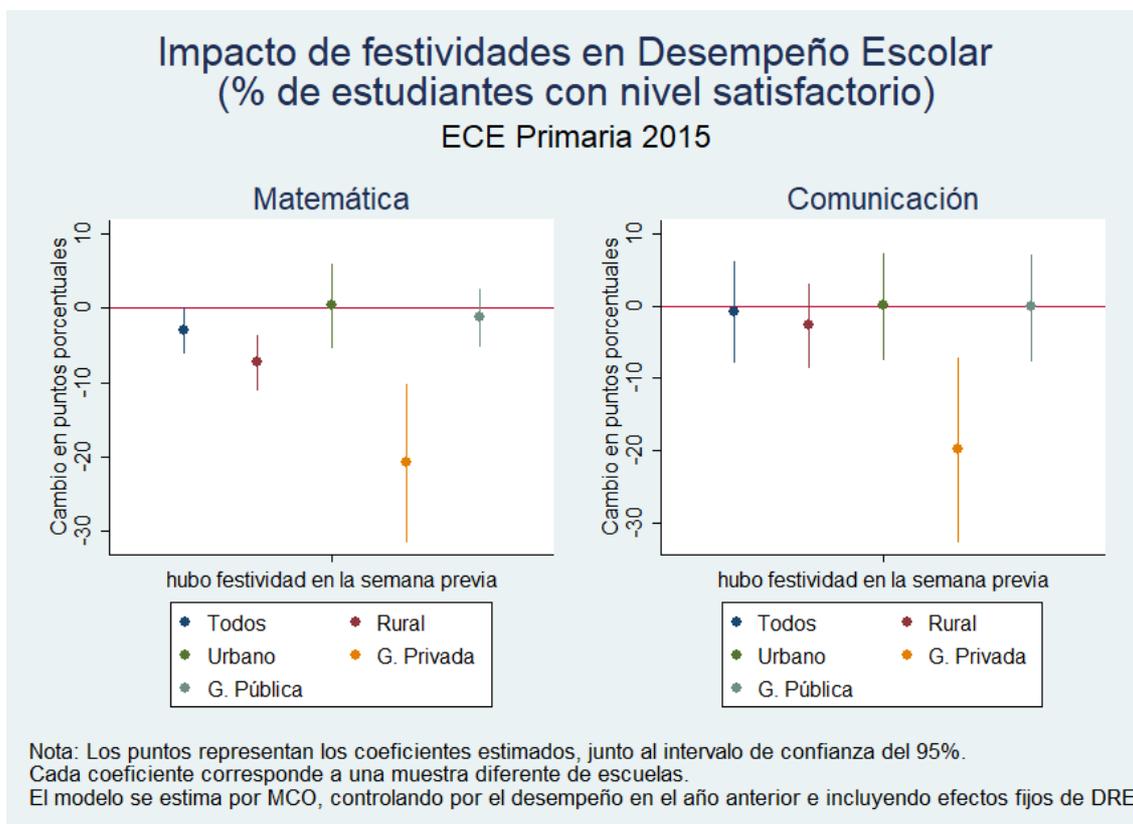
Encontramos que el coeficiente asociado a las escuelas urbanas (en verde) tiene signo positivo en ambas pruebas. La ocurrencia de festividades en la semana previa a la evaluación está asociada con un incremento de 6-8 puntos porcentuales en la probabilidad de alcanzar el nivel satisfactorio en las escuelas urbanas. Las estimaciones de las últimas dos sub-muestras (escuelas de gestión privada y pública) indican que el rendimiento en las pruebas es mejor cuando ocurren festividades en la semana previa al examen. En estos dos casos, sin embargo, los coeficientes (en amarillo y gris) apenas resultan ser estadísticamente significativos (al 95%).

A continuación, presentamos los resultados de la ecuación 4, correspondientes al impacto de las festividades en aprendizajes del nivel primaria, cuando incluimos como variable explicativa el desempeño de la escuela en el año anterior. En esta regresión, la unidad de análisis es la escuela y la variable dependiente es el porcentaje de

estudiantes que alcanzaron el nivel satisfactorio en cada escuela. Recordemos que esta estimación es preferible a la anterior porque nos permite aislar el efecto de la ocurrencia de festividades, luego de controlar por el desempeño pasado de la escuela.

En el siguiente gráfico, reportamos el coeficiente asociado a la ocurrencia de festividades en la semana previa al examen para la muestra completa de escuelas y diferentes sub-muestras.

Gráfico 34



Con referencia a la prueba de Matemática (panel izquierdo), el primer coeficiente es negativo y significativo al 10%. Esto quiere decir que la fracción de estudiantes en el nivel satisfactorio cae 3 puntos porcentuales cuando ocurre una festividad en la semana previa al examen. Como la fracción promedio es 22%, esta reducción supone una caída del 10% para la escuela promedio. Examinando los siguientes coeficientes, encontramos que la ocurrencia de festividades tiene impactos negativos y significativos en las escuelas rurales (en rojo) y aquellas de gestión privada (en amarillo). Es

importante notar que la caída en desempeño es cercana a 20 puntos porcentuales en escuelas privadas.

En el panel izquierdo, mostramos los impactos sobre los aprendizajes en Comunicación. En este caso, en la mayoría de columnas los coeficientes son estadísticamente no significativos. Solo en el caso de las escuelas de gestión privada encontramos que la ocurrencia de festividades está asociada con fuertes caídas en el desempeño de la escuela.

Con este conjunto de resultados, podemos ver que la ocurrencia de festividades está asociada con menores aprendizajes en Matemática, pero no en Comunicación en la prueba de primaria. Los resultados presentados indican que, incluso controlando por el desempeño anterior, el impacto negativo de las festividades en los aprendizajes se mantiene.

5.6 Asistencia y Calendario Agrícola

En esta sub-sección, indagamos por la correlación entre el calendario agrícola y los dos resultados de participación escolar que venimos analizando: asistencia estudiantil y presencia docente. Los dos gráficos siguientes muestran los resultados, para estudiantes y docentes, respectivamente. En cada uno de ellos se distingue según área geográfica y nivel educativo.

Una regularidad interesante, y probablemente inesperada, es que la asistencia (de ambos, estudiantes y profesores) aumenta en los meses de siembras. Durante los periodos intensos en cosechas, en contraste, la asistencia cae pero en magnitudes que no siempre son estadísticamente significativas.

Para los estudiantes, las correlaciones son estadísticamente significativas en secundaria y en escuelas rurales. Este resultado está en cierta medida en línea con lo reportado por Escobal (2017). Sin embargo, vale anotar que los efectos son de pequeña magnitud. Un aumento unitario en el índice de cosechas (siembras) está asociado con una caída (subida) en la asistencia de dos puntos porcentuales (esto es, un estudiante de cada cincuenta).

Para los profesores, no hay una relación clara entre la actividad agrícola y la presencia docente. En periodos de cosecha, la alta oferta laboral del sector agrícola parece ser atendida por los estudiantes más que por los maestros.

Gráfico 35

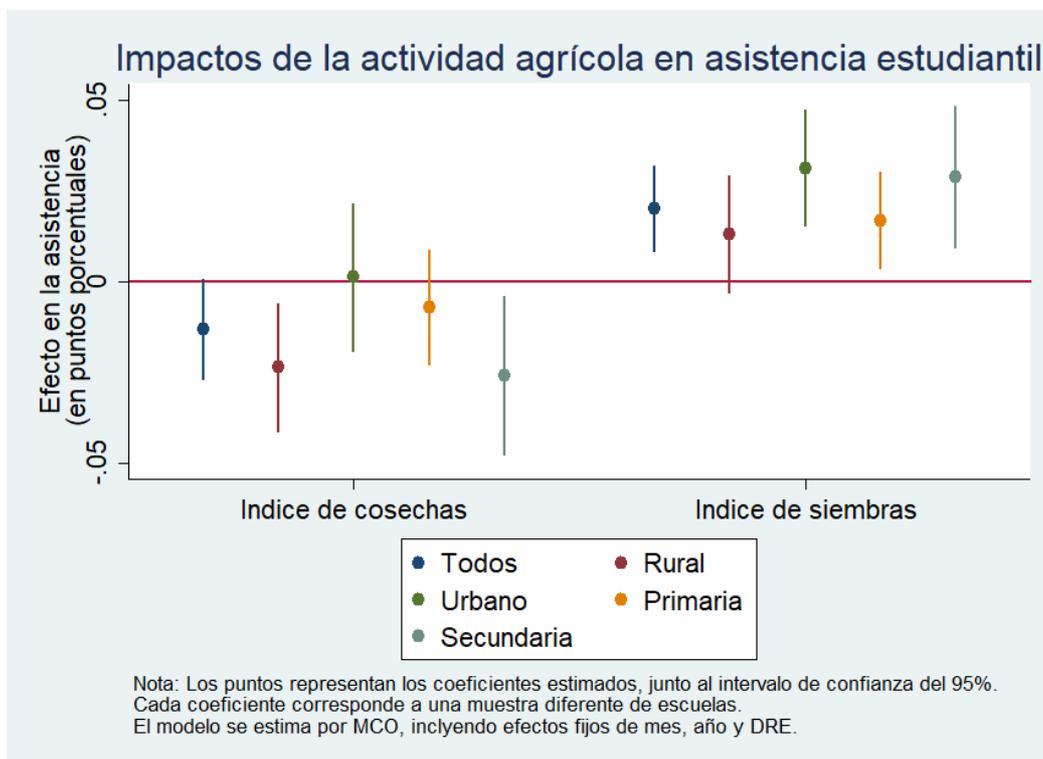
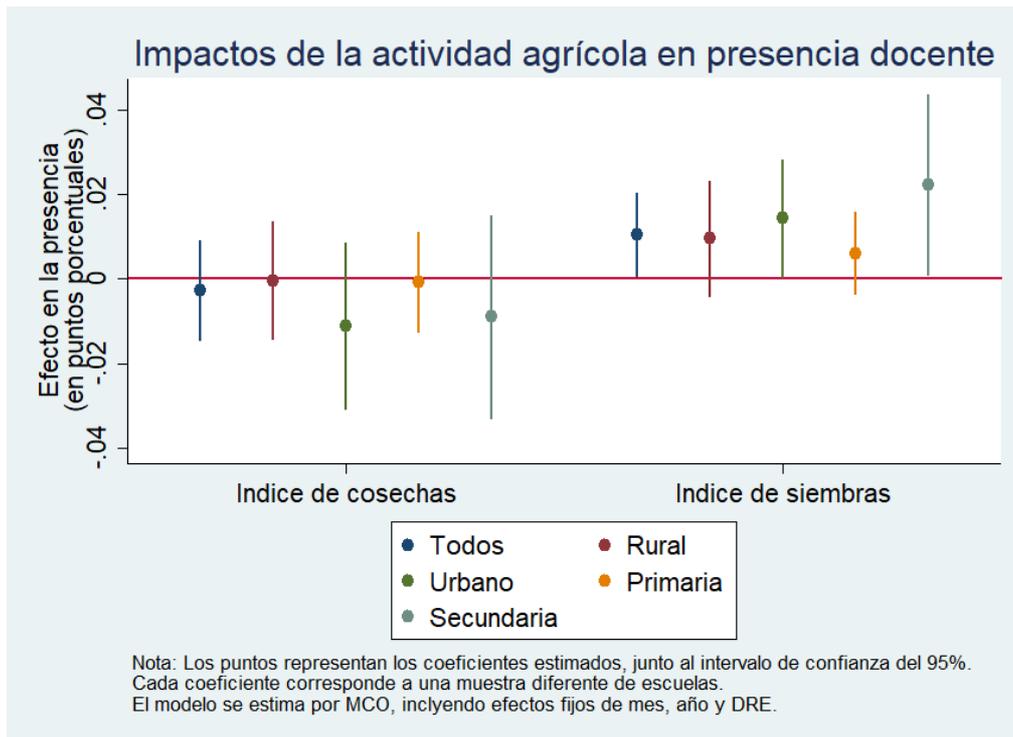


Gráfico 36



5.7 Aprendizajes y Calendario Agrícola

Para las correlaciones entre la actividad agrícola y los desempeños educativos utilizamos información de los meses previos a la evaluación censal: octubre y noviembre. En la regresión especificada anteriormente, donde tenemos el desempeño en matemáticas en el lado izquierdo de la ecuación, insertamos ahora la intensidad de siembra y cosecha para cada distrito en estos dos meses.

Tanto en primaria como en secundaria es posible observar que los estimadores de la correlación de las cosechas con desempeños son estadísticamente indistinguibles de cero. Para la correlación entre siembra y desempeños escolares si es posible afirmar la existencia de una correlación estadísticamente significativa y negativa, aunque solo para secundaria y no en primaria. La intensidad de siembra en los meses de octubre y noviembre puede estar asociada a un menor desempeño en matemáticas en secundaria. Pero nuevamente, este potencial impacto es pequeño. A saber, un cambio unitario en el índice estaría asociado con una caída de 10% en la probabilidad de alcanzar el nivel satisfactorio para los estudiantes de un distrito. Sin embargo, como pudo apreciarse en las estadísticas descriptivas del índice, la variabilidad del índice nunca llega a ser unitaria. Una variabilidad típica es 0.1, con lo cual el impacto en desempeños es de aproximadamente un punto porcentual.

Gráfico 37

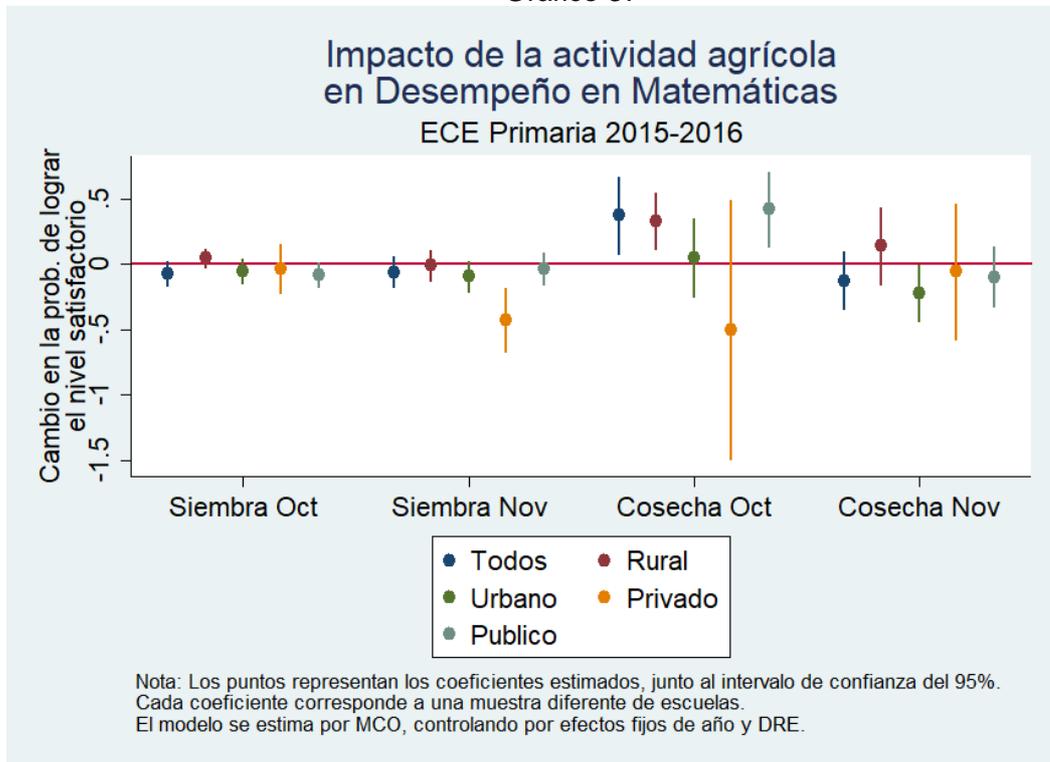
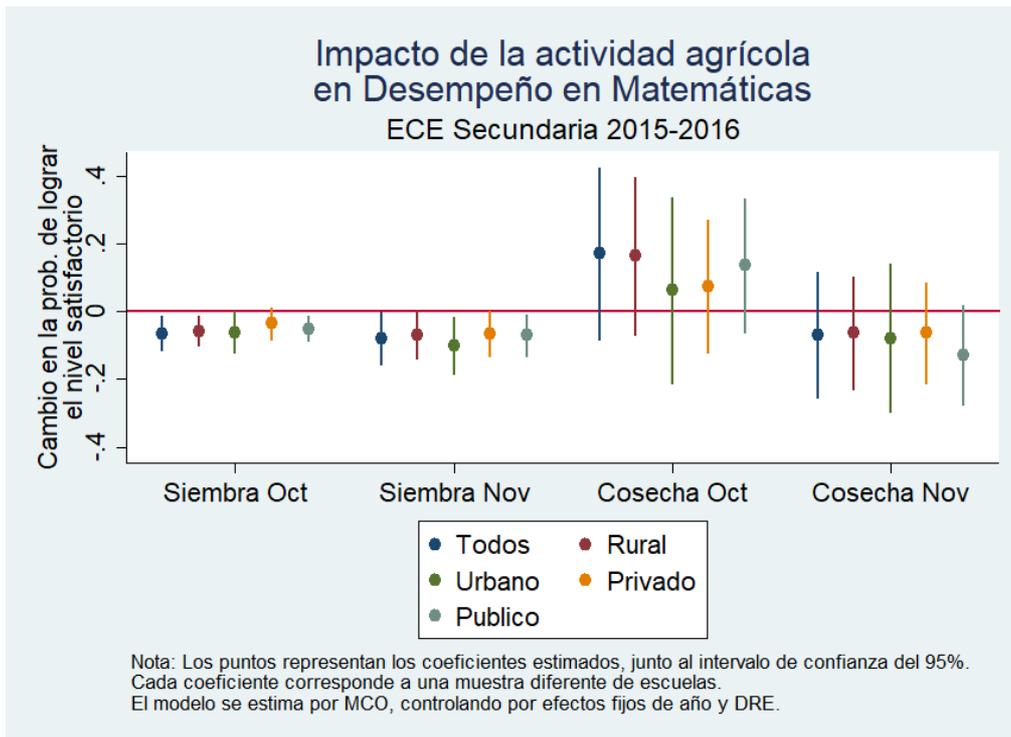


Gráfico 38



6. Estimaciones imputadas de pérdidas de clases en marzo y diciembre

La información de asistencia escolar y presencia docente de Semáforo Escuela no está disponible para marzo y diciembre. Por ello, las estimaciones de la sección anterior han sido hechas solo para los meses comprendidos entre abril y noviembre. En esta sección, presentamos los resultados de un ejercicio de predicción utilizando los efectos estimados del clima para la asistencia estudiantil y presencia docente en los meses de marzo y diciembre, primer y último mes del calendario escolar, respectivamente.

La predicción se ha realizado de la siguiente manera. En primer lugar, hemos utilizado la información climática correspondiente a los meses de marzo y diciembre y contabilizado los días lectivos con condiciones climáticas que, según nuestras estimaciones, tienen impactos negativos en la asistencia estudiantil y presencia docente. En segundo lugar, utilizando los coeficientes estimados, hemos estimado para cada día la reducción correspondiente en asistencia estudiantil y presencia docente. En tercer lugar, hemos agregado dichas reducciones para obtener una medida de reducción acumulada para cada mes (Marzo y Diciembre). Con estas predicciones, podemos examinar la influencia del clima en la asistencia estudiantil y presencia docente, tanto al inicio como al final del año escolar.

Empezamos con los resultados correspondientes a la asistencia estudiantil. En el siguiente gráfico mostramos las reducciones acumuladas en marzo y diciembre, para los años 2015 y 2016. Las reducciones se miden como porcentaje de días lectivos. Primero, observamos que las disminuciones en el mes de marzo son de mayor magnitud que las de diciembre. Segundo, encontramos que las reducciones más grandes ocurrieron en 2015 y fueron más pequeñas en 2016. En 2015, el efecto *acumulado* del clima sobre la asistencia estudiantil en marzo es equivalente a una caída de 12% en la asistencia de un solo día. En diciembre, el efecto es equivalente a una caída de 7%. Es difícil saber cuál reducción es más grave para el aprendizaje de los estudiantes sin conocer en qué mes se cubren contenidos más importantes o complejos. Lo que sí podemos concluir es que el primer mes del calendario escolar es especialmente sensible a las condiciones climáticas.

Gráfico 39

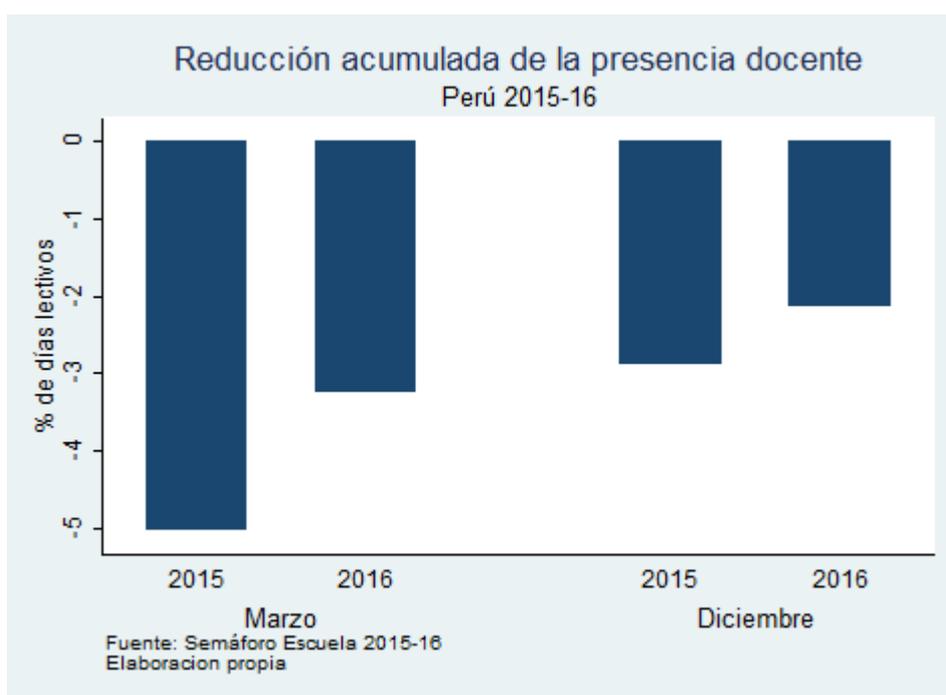


Las estadísticas presentadas en el Gráfico 33 representan promedios a nivel nacional. Estos promedios ocultan una gran heterogeneidad entre regiones. Para la región de San Martín, estimamos que los efectos acumulados del clima de marzo y diciembre del 2015 son equivalentes a una reducción de 45% en la asistencia de un solo día. Estos efectos son similares en Piura, donde equivalen a una reducción de 41% en la asistencia de un

día. Sin embargo, en Puno son mucho menores: la reducción alcanza solo 5%. Los efectos acumulados del clima durante marzo y diciembre del 2016 presentan un patrón similar. Para San Martín, Piura y Puno la pérdida en asistencia equivale al 28%, 24% y 3% de la asistencia de un día, respectivamente.

A continuación, examinamos las reducciones acumuladas en presencia docente tanto al inicio como al cierre del año escolar. En semejanza con la asistencia estudiantil, las reducciones de presencia docente fueron más fuertes en 2015 que en 2016, y el mes de marzo acumula mayores reducciones que el mes de diciembre. No obstante, en todos los casos, estamos ante reducciones de menor magnitud que en la asistencia estudiantil. La caída más grande es de 5% de días lectivos, que ocurrió en marzo de 2015. La menor caída ocurrió en diciembre de 2016 y fue cercana a 3%.

Gráfico 40



De estas predicciones, podemos extraer las siguientes conclusiones. El mes de marzo, al inicio del calendario escolar, se ve influenciado por factores climáticos que se traducen en reducciones en los días lectivos. Eso no sucede en diciembre. Los efectos del clima parecen volverse más pequeños de un año al otro, aunque los datos no nos permiten determinar si esta tendencia se extenderá a otros años. La asistencia estudiantil responde más fuertemente al clima que la presencia docente.

La tabla siguiente permite reforzar la idea que las pérdidas en asistencia estudiantil son pequeñas. En tal tabla mostramos los resultados que se obtienen de las mismas regresiones previas pero, en este caso, reportando más allá de los promedios. Lo que se muestra es la distribución de frecuencias de los porcentajes de inasistencia estudiantil (como porcentaje de días lectivos).

Como puede notarse, las pérdidas de asistencia muy marcadas (digamos, por encima del 30% de días lectivos) están concentradas en la selva, tanto en marzo como diciembre. Estas se dan también, aunque en menor medida en la costa durante marzo. En la sierra, en contraste, en ninguno de esos dos meses se experimentaron inasistencias muy marcadas.

Tabla 2: Pérdida de asistencia estudiantil por regiones naturales

Panel A: Marzo			
Reducción como % de días lectivos	Costa	Sierra	Selva
	Frecuencias relativas		
0	5.21	19.41	3.50
0-15	53.34	76.02	21.32
16-30	32.40	4.42	42.20
Más de 30	9.06	0.16	32.98

Panel B: Diciembre			
Reducción como % de días lectivos	Costa	Sierra	Selva
	Frecuencias relativas		
0	59.42	29.91	8.12
0-15	31.66	61.85	28.71
16-30	8.21	8.24	41.32
Más de 30	0.70	0.00	21.85

Sin embargo, vale la pena subrayar que estas estimaciones son extrapolaciones (estimaciones fuera del soporte). Hemos utilizado información estadística de la correlación entre clima y asistencia de los meses abril-noviembre para hacer estimaciones en los meses de marzo y diciembre. Si bien el estimador puede tener

algunas limitaciones, es indicativo de la pequeña magnitud de las inasistencias generadas por el clima.

7. Conclusiones

¿Regiones diferentes, con características climáticas y culturales específicas, podrían estar mejor si tuvieran calendarios escolares específicos? Esta pregunta, en el marco de la actual descentralización de la gestión educativa, cobra relevancia. Algunos gestores educativos sostienen que en un país tan diverso como el Perú no es conveniente mantener un calendario común para todas las regiones. Otras voces, sin embargo, alertan sobre las complejidades administrativas y logísticas que pudieran estar detrás de una decisión de este tipo.

En este informe, damos un primer paso para proveer evidencia empírica sobre la manera en que diferencias en factores climáticos y socio-culturales pueden afectar la asistencia a la escuela (de estudiantes y maestros) y los aprendizajes. Para tal fin, hemos combinado diversas fuentes de información sobre condiciones climáticas y calendarios de eventos socio-culturales con datos del MINEDU (Semáforo Escuela y Evaluación Censal).

Nuestros hallazgos con respecto a la relación entre el clima y el mundo escolar se resumen de la siguiente manera. Primero, encontramos que la asistencia escolar es menor cuando se enfrentan temperaturas extremas (días muy fríos o muy calurosos). Segundo, la asistencia estudiantil también cae cuando ocurren lluvias intensas. Tercero, la temporada de siembra tiene correlación con caídas leves en asistencia estudiantil en secundaria. Cuarto, la relación entre temperaturas y lluvias con aprendizajes (medidos como desempeño en la ECE) es mucho más débil y menos consistente. Es decir, la evidencia no muestra una relación clara entre las condiciones climáticas y el rendimiento escolar. En resumidas cuentas, la relación es pequeña en magnitud y no siempre estadísticamente significativa (es decir, no en todos los modelos estimados).

Por otro lado, la relación entre ocurrencia de festividades y asistencia escolar es compleja. En general, la asistencia escolar cae en los días que se celebran festividades locales, siendo los estudiantes de zonas urbanas y de nivel secundaria los que responden más (caídas mayores en asistencia). Con respecto a la presencia docente en aula, esta cae en el día que se celebra alguna festividad, pero sube en la semana

posterior. El patrón temporal sugiere que ambos efectos (caída y subida) podrían compensarse.

La información del Semáforo Escuela en los años 2015 y 2016 presenta algunas limitaciones en su medición de asistencia estudiantil y presencia docente. Una limitación importante es que no miden estas variables en Marzo y Diciembre, el primer y último mes del año escolar. Para superar esta limitación llevamos adelante un ejercicio de imputación. Las predicciones realizadas con los coeficientes estimados y la información climática de marzo y diciembre indican que el clima ocasiona reducciones pequeñas en la asistencia estudiantil durante el primer y último mes del calendario escolar. Las de marzo ligeramente mayores, pero las de diciembre menores.

En cuanto a aprendizajes en 2do de primaria, la ocurrencia de festividades en la semana previa a la prueba ECE tiene impactos heterogéneos dependiendo del área geográfica y tipo de gestión de la escuela. El rendimiento en la prueba cae en zonas rurales, pero no en escuelas urbanas. Asimismo, cuando ocurren festividades en los días previos al examen, el desempeño cae en escuelas de gestión privada pero no en las públicas. En la prueba de secundaria, los resultados sugieren que la ocurrencia de festividades en la semana previa al examen está asociada con mejores desempeños. Es posible que tal mejora pueda ocurrir si los estudiantes aprovechan el tiempo fuera de la escuela para prepararse para la prueba.

Para cerrar, vale la pena insertar unas palabras de precaución al lector respecto a la interpretación de los estadísticos reportados. Estos miden correlaciones entre el clima y los resultados escolares. En ausencia de fuentes de variación exógena de las variables bajo análisis, los resultados difícilmente podrían interpretarse como relaciones causales entre unas y otras. Adicionalmente, lo que econométricamente hemos podido capturar es el efecto de variaciones extremas y atípicas del clima. No hemos explorado aquí los efectos de las condiciones habituales del clima en los resultados escolares. Esto último, con la data disponible, estaría plagado de muchos problemas de endogeneidad (causalidad inversa).

Referencias

Benavides, Martin, Juan León y Manuel Etesse (2014). "Desigualdades educativas y segregación en el sistema educativo peruano. Una mirada comparativa de las pruebas PISA 2000 y 2009." *Avances de Investigación* 15. GRADE. Lima, 2014.

Buytaert, Wouter, Rolando Celleri, Patrick Willems, Bert De Bievre, and Guido Wyseure. "Spatial and temporal rainfall variability in mountainous areas: A case study from the south Ecuadorian Andes." *Journal of hydrology* 329, no. 3 (2006): 413-421.

CEPAL-Naciones Unidas y BID (2014). "La economía del cambio climático en el Perú." Diciembre, 2014

Colmer, J. (2013). *Climate Variability, Child Labour and Schooling: Evidence on the intensive and extensive margin* (No. 81.2013). Nota di Lavoro, Fondazione Eni Enrico Mattei.

Dell, Melissa, Benjamin Jones y Benjamin Olken (2014). "What Do We Learn from the Weather? The New Climate-Economy Literature". *Journal of Economic Literature*, 52(3): 740-798

Deschênes, Olivier y Michael Greenstone (2011). "Climate Change, Mortality, and Adaptation: Evidence from Annual Fluctuations in Weather in the US." *American Economic Journal: Applied Economics*, 3(4): 152–85.

Escobal, Javier (2011). "Multidimensional Poverty and Inequality of Opportunity in Peru: Taking Advantage of the Longitudinal Dimension of Young Lives." Oxford: Young Lives. Working paper, 79. 60 p.

Escobal, Javier, Ricardo Fort, and Eduardo Zegarra. "Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario." MISC, 2015.

Escobal, Javier (2017). "Estado de la cuestión sobre el contexto y la normativa de los calendarios educativos en México, Brasil, Perú y Colombia", GRADE. Lima, 2017

Gallup, John Luke, Jeffrey Sachs y Andrew Mellinger (1999). "Geography and Economic Development." *International Regional Science Review* 22 (2): 179–232

Gallup, John Luke, Alejandro Gaviria y Eduardo Lora (2003). "Is Geography Destiny? Lessons from Latin America." SERIES: LATIN AMERICAN DEVELOPMENT FORUM. Stanford University Press. 2003. 188 pp.

Holdaway, Margaret R. "Spatial modeling and interpolation of monthly temperature using kriging." *Climate Research* (1996): 215-225.

IPOC (2007). Climate change 2007: The physical science basis. *Agenda*, 6(07), 333.

Jacob, Brian, Lars Lefgren y Enrico Moretti (2007). "The Dynamics of Criminal Behavior: Evidence from Weather Shocks." *Journal of Human Resources*, 42(3): 489–527.

Korkeala, O. (2012). *The effect of weather shocks and risk on schooling and child labour in rural Indonesia* (No. 4112).

Miguel, Edward, Shanker Satyanath y Ernest Sergenti (2004). "Economic Shocks and Civil Conflict: An Instrumental Variables Approach." *Journal of Political Economy*, 112(4): 725–53.

Sachs, Jeffrey (2001). "Tropical Underdevelopment." National Bureau of Economic Research Working Paper 8119.

Shen, Samuel SP, et al. "Interpolation of 1961–97 daily temperature and precipitation data onto Alberta polygons of ecodistrict and soil landscapes of Canada." *Journal of applied meteorology* 40.12 (2001): 2162-2177.

Yamada, Gustavo y Juan Francisco Castro (2012). "Poverty, inequality, and social policies in Peru: As poor as it gets." Documento de Discusión DD/07/06 CIUP. Lima, 2012.

Zamand, M., & Hyder, A. (2016). Impact of climatic shocks on child human capital: evidence from young lives data. *Environmental hazards*, 15(3), 246-268

Zivin, J. S. G., Hsiang, S. M., & Neidell, M. J. (2015). *Temperature and human capital in the short-and long-run* (No. w21157). National Bureau of Economic Research

Zivin, Joshua y Matthew Neidell (2014). "Temperature and Allocation of Time: Implications for Climate Change". *Journal of Labor Economics*, 32(1): 1-26.

Anexo A: Métodos Geo-estadísticos

En primer lugar, el país es representado como una matriz de cuadrados o *raster*. Aquí surge una primera decisión: mientras más pequeños sean estos cuadrados más precisa será la predicción, pero también será más exigente computacionalmente. Para este estudio, siguiendo a CEPAL (2014) utilizamos cuadrados con dimensiones de 1km.

Luego, utilizando la información de cada estación del SENHAMI se busca predecir o *interpolar* la temperatura y las precipitaciones en cada cuadrado del mapa. El resultado de este ejercicio es una superficie suave que nos proporciona una predicción de la distribución espacial del clima. Creamos una de estas superficies con cada método para cada día de los años 2015 y 2016. Finalmente, a cada colegio se le asigna una predicción de $precipitaciones_{st}$ y $temperatura_{st}$ según el valor predicho para el cuadrado en el que se ubica, durante para el día t .

Kriging

El método Kriging consiste en interpolar una variable a partir de estimadores de la auto-correlación espacial de la misma variable. Para cada cuadrado del mapa, el Kriging genera predicciones calculando promedios ponderados de las mediciones en torno al cuadrado. Los ponderadores son mayores para las mediciones realizadas más cerca al cuadrado y menores para las realizadas lejos. La forma funcional exacta de los ponderadores dependerá de la *auto-correlación* estimada para la variable que se quiere interpolar (Holdaway, 1992).

Cokriging

Este método es una generalización del método Kriging. Busca mejorar las predicciones utilizando información de alguna variable explicativa, distinta a la que se quiere interpolar. En nuestro caso, elegimos como variable explicativa a la altitud de cada cuadrado del mapa. La información de altitud proviene de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Esta variable está altamente correlacionada con el clima, especialmente en regiones montañosas como el Perú (Buytaert et al. 2006). Otros autores que han utilizado la altura como variable explicativa para interpolar variables de clima en el Perú son, por ejemplo, CEPAL (2014) y Escobal et al. (2015).

Anexo B: Lista con ejemplos de festividades

Nombre	Región	Fechas	Tipo	Extensión
Aniversario de Amazonas	Amazonas	21 de Nov	Cívica	Regional
Festividad Patronal Virgen del Rosario Mama Huarina	Ancash	7 de Oct	Religiosa	Provincial (Huari)
Aniversario de Apurímac	Apurímac	28 de Abr	Cívica	Regional
Aniversario de Arequipa	Arequipa	15 de Agos	Cívica	Regional
Aniversario de Ayacucho	Ayacucho	25 de Abr	Cívica	Regional
Carnaval Cajamarquino	Cajamarca	Variable	Otros	Distrital (Cajamarca)
Aniversario del Distrito de Echarati	Cusco	14 de Jul	Cívica	Distrital (Echarati)
Aniversario de Huancavelica	Huancavelica	1 de Agos - 4 de Agos	Cívica	Regional
Aniversario de la Provincia de Ambo	Huánuco	17 de Nov	Cívica	Provincial (Ambo)
Fiesta Patronal del Señor de Luren	Ica	17 de Oct	Religiosa	Provincial (Ica)
Fiesta Patronal Señor de Muruhuay	Junín	3 de Mayo	Religiosa	Distrital (Acobamba)
Fiesta Patronal Virgen de Alta Gracia	La Libertad	15 de Agos	Religiosa	Distrital (Huamachucho)
Fiesta Patronal Sant. Cruz del Chalpón de Motupe	Lambayeque	1 de Agos - 14 de Agos	Religiosa	Distrital (Motupe)
Fiesta Patronal Señor de los Milagros	Lima	28 de Oct	Religiosa	Distrital (Cercado de Lima)
Fiesta Patronal de San Juan Bautista en Loreto	Loreto	24 de Jun	Religiosa	Regional
Aniversario de Madre de Dios	Madre de Dios	10 de Jul	Cívica	Regional
Fiesta Patronal Santa Fortunata	Moquegua	14 de Oct	Religiosa	Provincial (Mariscal Nieto)
Fiesta Patronal del Señor de Ancara	Pasco	28 de Mayo	Religiosa	Distrital (Paucartambo)
Fiesta Patronal Señor Cautivo de Ayabaca	Piura	13 de Oct - 14 de Oct.	Religiosa	Provincial (Ayabaca)
Aniversario de Puno	Puno	4 de Nov	Cívica	Regional
Fiesta Patronal de la Virgen de la Natividad en Lamas	San Martín	8 de Set	Religiosa	Provincial (Lamas)
Aniversario de la Reincorporación de Tacna a la Patria	Tacna	28 de Agos	Cívica	Regional
Aniversario de la Cruz de la Conquista	Tumbes	18 de Agos	Religiosa	Distrital (La Cruz)
Aniversario de Ucayali	Ucayali	13 de Oct	Cívica	Regional

Anexo C: Resultados adicionales del impacto de festividades

Tabla C1: Impactos de festividades en Asistencia Estudiantil

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Variabes	Todos	Rural	Urbano	Primaria	Secundaria
hubo festividad en la semana previa	-0.198 (0.283)	0.184 (0.438)	-0.602* (0.351)	-0.358 (0.326)	0.092 (0.440)
hubo festividad el día de la observación	-1.719** (0.828)	-0.289 (1.137)	-2.912** (1.161)	-0.142 (0.947)	-3.673*** (1.324)
Escuelas	40,122	19,192	20,930	26,145	13,977
R-cuadrado	0.053	0.067	0.045	0.056	0.064
Media de la variable dependiente	86.74	86.37	87.08	88.33	83.77

Nota: Errores estándares (agrupados a nivel de distrito) entre paréntesis. El modelo se estima por MCO, incluyendo efectos fijos de mes y DRE.

Tabla C2: Impactos de festividades en presencia docente

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Variabes	Todos	Rural	Urbano	Primaria	Secundaria
hubo festividad en la semana previa	0.541** (0.216)	0.833** (0.336)	0.266 (0.281)	0.597*** (0.224)	0.398 (0.419)
hubo festividad el día de la observación	-1.387* (0.826)	-0.844 (1.168)	-1.871* (1.074)	-1.268 (0.889)	-0.913 (1.431)
Escuelas	41,270	19,651	21,619	26,805	14,465
R-cuadrado	0.016	0.017	0.021	0.020	0.020
Media de la variable dependiente	93.63	94.11	93.20	95.91	89.41

Nota: Errores estándares (agrupados a nivel de distrito) entre paréntesis. El modelo se estima por MCO, incluyendo efectos fijos de mes y DRE.

Tabla C3: Impactos de Festividades en Aprendizajes en nivel primaria

Variables	(1) Todos	(2) Rural	(3) Urbano	(4) Privado	(5) Público
<u>Panel A: Matemática</u>					
hubo festividad en la semana previa a la evaluación	0.050 (0.043)	-0.070*** (0.017)	0.081** (0.033)	-0.133*** (0.020)	0.069 (0.052)
Estudiantes	507,702	73,370	434,332	143,879	363,823
R-cuadrado	0.029	0.040	0.027	0.010	0.045
Media de la variable dependiente	0.295	0.177	0.315	0.258	0.310
<u>Panel B: Comunicación</u>					
hubo festividad en la semana previa a la evaluación	0.069 (0.088)	-0.025 (0.028)	0.078 (0.075)	-0.141*** (0.028)	0.076 (0.091)
Estudiantes	507,702	73,370	434,332	143,879	363,823
R-cuadrado	0.055	0.048	0.038	0.008	0.065
Media de la variable dependiente	0.510	0.234	0.557	0.604	0.473

Nota: Errores estándares (agrupados a nivel de distrito) entre paréntesis. El modelo se estima por MCO, incluyendo efectos fijos de DRE.

Tabla C4: Impactos de Festividades en Aprendizajes en nivel secundaria

Variables	(1) Todos	(2) Rural	(3) Urbano	(4) Privado	(5) Público
<u>Panel A: Matemática</u>					
hubo festividad en la semana previa a la evaluación	0.068*** (0.024)	-0.021** (0.009)	0.059*** (0.022)	0.032 (0.033)	0.044** (0.021)
Estudiantes	488,821	54,415	434,406	122,050	366,771
R-cuadrado	0.026	0.014	0.022	0.011	0.018
Media de la variable dependiente	0.0968	0.0200	0.106	0.198	0.0631
<u>Panel B: Comunicación</u>					
hubo festividad en la semana previa a la evaluación	0.088*** (0.029)	-0.018* (0.011)	0.078*** (0.027)	0.071* (0.042)	0.054** (0.024)
Estudiantes	488,821	54,415	434,406	122,050	366,771
R-cuadrado	0.043	0.029	0.033	0.011	0.028
Media de la variable dep.	0.151	0.0202	0.167	0.304	0.0996

Nota: Errores estándares (agrupados a nivel de distrito) entre paréntesis. El modelo se estima por MCO, incluyendo efectos fijos de DRE.

Tabla C5: Impactos de festividades en Aprendizajes en nivel Primaria. Controlando por el desempeño del año anterior.

Variables	(1) Todos	(2) Rural	(3) Urbano	(4) Privado	(5) Público
<u>Panel A: Matemática</u>					
hubo festividad en la semana previa a la evaluación	-0.029* (0.016)	-0.072*** (0.019)	0.004 (0.029)	-0.206*** (0.054)	-0.011 (0.020)
Porcentaje de estudiantes con nivel satisfactorio en 2014	0.410*** (0.013)	0.279*** (0.018)	0.483*** (0.014)	0.529*** (0.017)	0.351*** (0.012)
Escuelas	18,835	6,575	12,260	5,907	12,928
R-cuadrado	0.222	0.151	0.276	0.312	0.215
Media de la variable dep.	0.227	0.176	0.255	0.200	0.240
<u>Panel B: Comunicación</u>					
hubo festividad en la semana previa a la evaluación	-0.008 (0.036)	-0.027 (0.030)	0.000 (0.038)	-0.198*** (0.065)	-0.002 (0.038)
Porcentaje de estudiantes con nivel satisfactorio en 2014	0.478*** (0.012)	0.299*** (0.016)	0.490*** (0.011)	0.494*** (0.016)	0.434*** (0.013)
Escuelas	18,835	6,575	12,260	5,907	12,928
R-cuadrado	0.352	0.161	0.317	0.274	0.313
Media de la variable dep.	0.403	0.224	0.499	0.534	0.344

Nota: Errores estándares (agrupados a nivel de distrito) entre paréntesis. El modelo se estima por MCO, incluyendo efectos fijos de DRE.

Anexo D: Distritos con y sin estaciones meteorológicas

Gráfico D1:

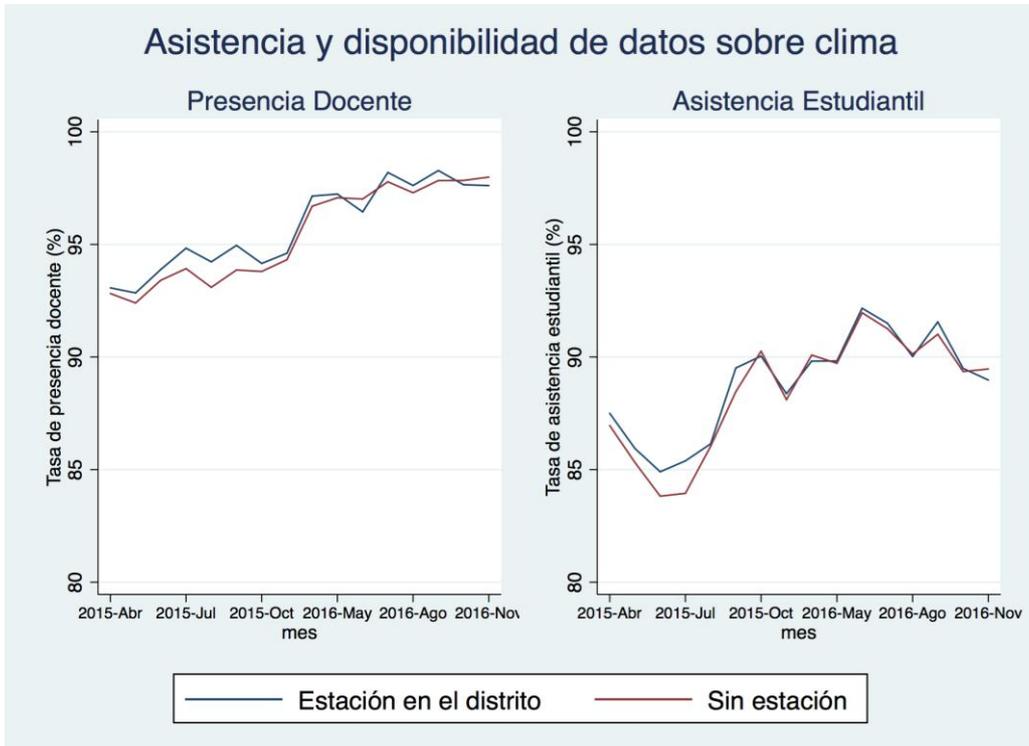


Gráfico D2:

