



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**  
ESCUELA DE POSGRADO

ASOCIACIÓN ENTRE EL FENÓMENO  
EL NIÑO Y EL RETRASO DE  
CRECIMIENTO  
EN LA INFANCIA

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN  
INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLÓGICA

OLIVER ANTONIO  
ELORREAGA REYES

LIMA - PERÚ  
2020



Asesor de Tesis:

Andrés Guillermo Lescano Guevara<sup>1</sup>, PhD

Co-Asesor:

Luis Huicho Oriundo<sup>2</sup>, MD

Afiliaciones institucionales:

<sup>1</sup>Facultad de Salud Pública y Administración, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima-Perú. Emerge, Unidad de Investigación en Enfermedades Emergentes y Cambio Climático.

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Salud Materna e Infantil, Centro de Investigación para el Desarrollo Integral y Sostenible y Facultad de Medicina, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.

Jurado de Tesis:

Patricia Jannet García Funegra, PhD.  
Presidente

Laura Catherine Altobelli Meier, PhD.  
Vocal

Stella María Hartinger Peña, PhD.  
Secretario(a)

Para Vilma.

**Agradecimientos:**

Este trabajo de tesis fue realizado como parte de las actividades de la Maestría en Ciencias en Investigación Epidemiológica ofrecida por la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH).

La maestría forma parte del programa 2D43 TW000393 “Consortio Internacional de Entrenamiento en Investigación Epidemiológica”, auspiciado por el Centro Internacional Fogarty de los Institutos Nacionales de Salud de los EEUU (NIH/FIC).

Quiero agradecer a la Unidad de Investigación y Consorcio de Entrenamiento en Enfermedades Emergentes y Cambio Climático (Emerge), quien me otorgó una beca completa para los estudios de maestría, en especial agradecimiento para Andrés (Willy) G. Lescano por su dedicación y mentoría constante.

**Fuente de financiamiento**

La presente tesis fue financiada como parte del programa de entrenamiento NIH/Fogarty 2D43 TW007393

**Conflicto de intereses**

El autor declara que no tiene conflictos de intereses.

## Contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Marco Teórico.....	4
<b>2. Justificación del estudio.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Metodología:.....</b>	<b>14</b>
4.1 Diseño del estudio.....	14
4.2 Población.....	15
4.3 Muestra.....	16
4.3.1 Criterios de inclusión y exclusión.....	17
4.3.2 Definición del grupo Piura.....	18
4.3.3 Definición del grupo de comparación.....	19
4.3.4 Definición de grupos etarios.....	20
4.4 Procedimientos de campo.....	22
4.5 Operacionalización de variables.....	22
4.5.1 Variable dependiente: desnutrición crónica.....	22
4.5.2 Variable independiente: exposición al Fenómeno El Niño.....	24
4.5.3 Otras covariables relevantes.....	25
4.6 Plan de análisis.....	26
4.6.1 Comparación sin emparejamiento.....	26
4.6.2 Comparación con emparejamiento.....	26
4.6.3 Análisis estadístico.....	29
4.6.4 Grupos etarios más afectados.....	33
4.6.5 Cálculo de potencia estadística.....	34
4.7 Consideraciones éticas.....	35
<b>5. Resultados.....</b>	<b>36</b>
5.1 Piura y el grupo de comparación.....	38
5.1.1 Comparabilidad pre emparejamiento.....	38
5.1.2 Comparabilidad post emparejamiento.....	40
5.3 Análisis de regresión multivariable.....	42
5.4 Grupos etarios más afectados.....	44
<b>6. Discusión.....</b>	<b>49</b>
<b>7. Conclusiones.....</b>	<b>55</b>
<b>8. Referencias.....</b>	<b>56</b>
<b>9. Anexos.....</b>	<b>68</b>

## Resumen

**Introducción:** El Niño 1997-1998 generó uno de los desastres naturales más importantes en el Perú del s. XX. Afectó a 502,000 personas, siendo Piura la región más golpeada, con el 23% de este total. No obstante, se desconoce en qué medida la infancia pudo ser afectada, por lo que evaluamos la asociación entre la exposición a El Niño 1997-1998 y el retraso del crecimiento infantil en la costa norte de Perú.

**Métodos:** Usamos la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar ENDES de 1996 y 2000, con un enfoque de dobles diferencias. Nuestro desenlace fue la desnutrición crónica en niños menores de cinco años; y la exposición fue el fenómeno El Niño entendido por la interacción de vivir en Piura y residir allí en el año 2000. Primero, comparamos Piura versus otros departamentos de la costa (grupo de comparación), con una muestra sin emparejamiento. Segundo, utilizamos una sub muestra, post emparejamiento entre Piura y el grupo de comparación empleando un emparejamiento por puntaje de propensión 1:2 (PSM por sus siglas en inglés) para hacerlos más comparables. En ambos casos, con y sin emparejamiento, obtuvimos razones de prevalencia (RP) del desenlace, empleando modelos lineales generalizados. Adicionalmente, realizamos un sub análisis por grupo etario para identificar grupos potencialmente más afectados. Finalmente, empleamos PSM alternativos para evaluar la consistencia de los resultados. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética UPCH.

**Resultados:** Analizamos 817 niños menores de cinco años de Piura y los comparamos con 2801 niños de otras regiones costeras, de la ENDES 1996 y 2000 combinadas. La prevalencia de desnutrición crónica en Piura en 1996 fue 25%. Luego, tanto la regresión sin emparejamiento como la regresión PSM 1:2 sugirieron un incremento de la desnutrición crónica, pero sin significancia estadística, con  $RP=1.37 [0.93-2.01]$  y  $RP=1.45 [0.66-3.18]$ , respectivamente. El análisis por grupos etarios reveló un incremento de la desnutrición crónica consistente en niños de 0 a 11 meses de edad. En la regresión sin PSM, este grupo mostró un  $RP=2.48 [1.11-5.54]$ ; mientras que, después del PSM 1:2,  $RP=2.69 [1.03-7.03]$ . El análisis de los otros grupos etarios no mostró un incremento significativo y los PSM alternativos fueron consistentes con estos resultados.

**Conclusiones:** Los hallazgos sugieren que el fenómeno El Niño pudo incrementar la desnutrición crónica en la infancia de la costa de Piura. Específicamente, los niños de 0 a 11 meses habrían tenido hasta 2.6 veces mayor riesgo de padecer desnutrición crónica posterior a El Niño, respecto al grupo de comparación. Este mayor riesgo fue consistente en diferentes estimaciones con y sin PSM.

**Palabras clave:** Desnutrición crónica, Fenómeno El Niño, ENOS, Desastre natural, Perú.



## Abstract

**Background:** The 1997-1998 “El Niño” phenomenon was the cause of the most important natural disaster in 20th century Peru. It affected 502,000 people, 23% of whom lived in the Piura region. Nevertheless, it is unknown what extent the natural disaster affected child development, so we assessed the association between the 1997-1998 “El Niño” and childhood growth stunting on Peru’s north coast.

**Methods:** We used Peruvian Demographic Health Survey (DHS) data, from 1996-2000, using a double difference approach. Our primary outcome was childhood growth stunting, and our exposure was the “El Niño” phenomenon. The population of interest was from Peru’s Piura coast, and the comparison group was from southern coastal regions, which were less affected by “El Niño”. First, we conducted a regional analysis using a sample without matching. We then used a second sub sample post propensity score matching (PSM 1:2), to ensure comparability between Piura and the comparison group. For both cases, we then estimated adjusted prevalence ratios (PR) of childhood growth stunting using generalized linear models. In addition, we conducted a sub-analysis by childhood age groups, and we also applied alternative PSM to check the results consistency. This study was approved by UPCH’s institutional review board.

**Results:** We analyzed 817 children from Piura and 2801 from the comparison group, using DHS 1996 and 2000 survey data. The prevalence of stunting under five in Piura was 25%. Both regressions with and without PSM suggest increased prevalence of stunting, but without statistical significance: PR=1.37 [0.93-2.01] and PR=1.45 [0.66-3.18], respectively. Furthermore, we found a potential and consistent effect on children aged 0 to 11 months. In the regression without PSM, this group showed a PR=2.48 [1.11-5.54]; whereas, after PSM 1-to-2, PR=2.69 [1.03-7.03], the analysis of the other age groups showed a PR without statistical significance, while alternative PSM were also consistent with these results.

**Conclusions:** Our findings suggest that the “El Niño” phenomenon could have increased childhood stunting on the coast of Piura. More specifically, children aged 0 to 11 months had double the risk of stunting, during a critical period of the El Niño phenomenon, compared to those not affected. Our results were highly consistent with and without PSM.

**Key words:** Stunting, El Niño phenomenon, ENSO, Natural disaster, Peru.

## **1. Introducción**

El desarrollo infantil en los primeros años de vida depende de diferentes factores, tales como una adecuada alimentación, inmunizaciones oportunas, acceso a servicios de salud, educación de los padres, entre otras condiciones de su entorno. La infancia también está expuesta a diferentes amenazas que pueden alterar su desarrollo. Una de estas son los desastres naturales, eventos que pueden propiciar la aparición de enfermedades (1), limitar el acceso a servicios de salud, recortar la capacidad del hogar para cubrir necesidades básicas (2), entre otras repercusiones. Un ejemplo lo constituyen las consecuencias generadas por el fenómeno El Niño, que pueden alcanzar niveles catastróficos.

El fenómeno El Niño es una alteración climática extrema que se da cada tres a siete años y que desencadena intensas lluvias, inundaciones y sequías (3), especialmente en el litoral peruano. Los eventos de 1997-1998 y 1982-1983, fueron los que tuvieron mayor intensidad en el siglo XX y son considerados como “mega-Niños” por los cambios acentuados en la temperatura del océano Pacífico. Estos se distinguen de otros 21 eventos del mismo siglo, pero de menor magnitud (1,4); asimismo, El Niño 1997-1998 es considerado como uno de los ocho episodios de este fenómeno que tuvieron las consecuencias más graves entre 1578-2000 (5,6).

La aparición del fenómeno El Niño ocasiona que la superficie del mar del Pacífico central y oriental tenga una temperatura mayor de lo normal (7,8). Es decir, las costas de Perú y Ecuador resultan con aguas más cálidas, lo que desencadena fuertes lluvias en su litoral, así como sequías en la región del Pacífico occidental (9). Este

fenómeno causa estragos en el sustento de la población costera de Perú debido a que las precipitaciones excesivas resultantes se dan en territorios normalmente áridos (10,11).

Diferentes estudios han abordado el efecto de este fenómeno en el surgimiento de enfermedades (12–15) y otras consecuencias sociales (10), pero existe poca evidencia sobre los efectos que podría tener en el desarrollo de la infancia. En Perú, Danysh et al. (2014) (16), específicamente para la región Tumbes, encuentra que el fenómeno El Niño 1997-98 habría reducido la trayectoria de mejora interanual del puntaje Z de talla para la edad en 0.04 desviaciones estándar. Sin embargo, tal como señalan los autores, aun cuando el Perú se encuentra periódicamente afectado por desastres naturales como El Niño, el estudio de la relación entre desastres y desnutrición es un tema todavía marginal y que merece mayor atención.

Estudios en otras regiones del mundo, como Asia (17–21) y las Américas (22,23), han sugerido el posible efecto negativo que tienen lluvias e inundaciones sobre indicadores de desarrollo infantil, así como terremotos, huracanes y otros eventos adversos (24,25). Dichas evaluaciones encuentran un menor puntaje Z de talla para la edad entre 0.1 y 0.2 desviaciones estándar (22), así como un 60% y 80% mayor de prevalencia de desnutrición crónica y aguda (17,18), respectivamente. La mayor proliferación de enfermedades, la menor seguridad alimentaria por problemas de suministro y destrucción de cultivos, la destrucción de la vivienda y pérdida de activos, el acceso restringido a servicios de salud, así como la pérdida de ingresos, hacen que la infancia pueda encontrarse en una especial condición de vulnerabilidad

(22,26). En suma, estos serían parte de los mecanismos que perjudican esta población, que además tiene una alta dependencia del hogar (27).

Nuestro desenlace de interés, la desnutrición crónica, es la forma más común de malnutrición infantil (28), y tiene diferentes implicancias que la constituyen como un indicador de desarrollo infantil muy importante. Las principales consecuencias de la desnutrición crónica, además de una menor estatura (29,30), son no alcanzar el máximo potencial intelectual (31,32), menor desarrollo cognitivo (33–36), una menor capacidad de trabajo físico (37,38), e incluso compromete la formación de capital humano (39,40) y su productividad (41,42). En el caso de mujeres esto es más grave, ya que la desnutrición en su infancia puede generar complicaciones durante el parto, así como niños nacidos con bajo peso (43,44), generando un ciclo pernicioso de malnutrición.

La estimación del efecto del fenómeno El Niño sobre la desnutrición infantil adquiere mayor importancia en el contexto actual de cambio climático, ya que la intensidad o periodicidad de este tipo de eventos climáticos extremos podrían agravarse (45). Al mismo tiempo, estudiar la relación entre desastres naturales y desarrollo infantil permite prever situaciones de riesgo y mitigación, así como dirigir intervenciones sociales. En el caso de la desnutrición, sería crucial poder focalizar la población objetivo en las edades de mayor riesgo (41,46), de modo que las implementación de políticas posea indicadores concretos y de los que puedan establecerse mediciones longitudinales (47).

El objetivo del presente trabajo es analizar si la exposición al fenómeno El Niño 1997-1998 se asoció a un aumento de la desnutrición crónica infantil en niños menores de cinco años de la costa de Piura, comparado con otras regiones menos afectadas. El análisis estadístico aplica un enfoque de dobles diferencias con la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) 1996-2000, y aplicamos un emparejamiento, junto con análisis multivariable.

### **1.1 Planteamiento del problema**

El problema de estudio que abordamos es la posible asociación entre la exposición al fenómeno El Niño 1997-1998 y cambios en la desnutrición crónica en niños menores de cinco años, ubicados en la costa del departamento de Piura. Este tema adquiere relevancia en el contexto peruano, donde este evento es recurrente y existen zonas con alta vulnerabilidad de ser afectadas, al mismo tiempo que su frecuencia podría intensificarse como parte del calentamiento global. Además, es particularmente importante comprender el impacto que podría tener este tipo de desastre en la población infantil, dada su condición de vulnerabilidad y alta dependencia del hogar afectado.

### **1.2 Marco Teórico**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la desnutrición crónica se determina utilizando el puntaje Z (desviación estándar) de la adecuación de talla para la edad. Dicho puntaje compara la estatura y edad del niño, respecto de la mediana esperada de un niño del mismo sexo y edad, según patrones de crecimiento infantil de la OMS. Luego, la desnutrición crónica total se define como

aquella talla para la edad con un puntaje Z por debajo de dos desviaciones estándar a la mediana de referencia OMS (48).

Evidencia de otros estudios que analizan eventos climáticos extremos muestran que el fenómeno El Niño podría tener al menos cinco mecanismos causales a través de los cuales podría incidir sobre el crecimiento y desarrollo infantil (16–19,25).

**1. Mayor morbilidad infantil.** En el Perú, El Niño 1997-1998 generó el aumento de enfermedades como diarrea (12), cólera (13,14) y malaria (15,49), lo cual se evidencia también en las curvas epidémicas del Ministerio de Salud (1). En otros países aumentó la presencia de hantavirus (50), dengue (51) y neumonía viral (52). La mayor incidencia de estas enfermedades, debido a las nuevas condiciones climáticas (lluvias, temperaturas altas) y mayor proliferación de vectores de transmisión de enfermedades (4), no solo podría afectar directamente a la infancia debido al mayor riesgo de transmisión de enfermedades, sino que también pudo perjudicar la capacidad de los adultos para proveer alimentación y cuidados en el hogar, cuando los jefes de hogar o personas a cargo de los cuidados estuvieron enfermas.

**2. Afectación de la nutrición infantil.** Eventos climáticos como El Niño 1997-98, asociado a intensas lluvias e inundaciones han mostrado ser una de las principales causas de la desnutrición en bebés y niños pequeños (19,21). Esto se aclara considerando la escasez de alimentos (53), la disminución de los niveles de lactancia, la enfermedad diarreica entre los

niños y su menor ingesta calórica (39), generando un nexo con la desnutrición infantil. Además, los hogares afectados enfrentaron dificultades para acceder y cocinar los alimentos al igual que en otras regiones afectadas por el desastre (10), afrontando condiciones de higiene y salubridad inadecuadas (4), que pudieron afectar finalmente la calidad de los alimentos ingeridos por la población infantil.

**3. Precariedad de las condiciones de vida.** Durante y después de El Niño, las condiciones de vida del hogar empeoraron, ya que muchas familias tuvieron una pérdida total o parcial de sus viviendas y bienes materiales. Por ejemplo, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) reportó que Piura tuvo 115 mil personas damnificadas, lo que representó el 23% de un total de 502 mil damnificados a nivel nacional (2). Solo en Piura, se registraron 46 muertes; 13,672 viviendas destruidas y 24,122 afectadas.

Adicionalmente, miles de afectados tuvieron que alojarse en campamentos temporales que se mantuvieron durante meses, lo que pudo haber incrementado el hacinamiento y reducido acceso a servicios básicos como electricidad y agua potable. Asimismo, se presentaron problemas vinculados al sistema de desagüe, recojo de basura y colapso de rellenos sanitarios (4), lo cual también aumentó el riesgo de contraer enfermedades.

**4. Menor acceso a servicios de salud.** Esto se vio mermado por el daño en infraestructura vinculado a la atención médica. En Piura, las inundaciones generadas por El Niño destruyeron cinco centros de salud (2) y afectaron

120 establecimientos de salud (1); o sea el 30% de un total de 394 establecimientos que operaban antes de El Niño (54). Estos daños en la infraestructura de los servicios de salud pudieron derivar en una reducción de la atención pre y post natal, menos partos atendidos e inmunizaciones (25), lo cual afecta a la infancia en su etapa de mayor ganancia de talla y peso (55). Junto a esto, podemos agregar un aumento de los costos de transporte y el tiempo de acceso a los servicios de salud que siguieron operando durante y después del desastre.

**5. Reducción de los ingresos.** En términos macroeconómicos, entre 1997 y 1998, el PBI pesquero se redujo en 13.4% y el volumen de la exportación de productos marinos tuvo una caída del 66% (4,56). Por otro lado, en Piura se afectaron 13,820 ha. de cultivo que servían como medio de subsistencia e ingreso (2). Así, el presupuesto de la canasta básica familiar fue probablemente afectado durante El Niño, y en meses posteriores. Esto socavó la capacidad económica del hogar para hacer frente a esta crisis y pudo perjudicar la compra de bienes de primera necesidad como alimentos, insumos de higiene, etc.

En este contexto, de pérdida de ingresos aunada al aumento de gastos para hacer frente a los daños materiales (25), es posible que las familias hayan optado por reducir su demanda de cuidados de salud. En este sentido, la necesidad de reubicar o reconstruir la vivienda, proveer alimentos y/o reemplazar el ganado perdido pudo desplazar o retrasar las inversiones



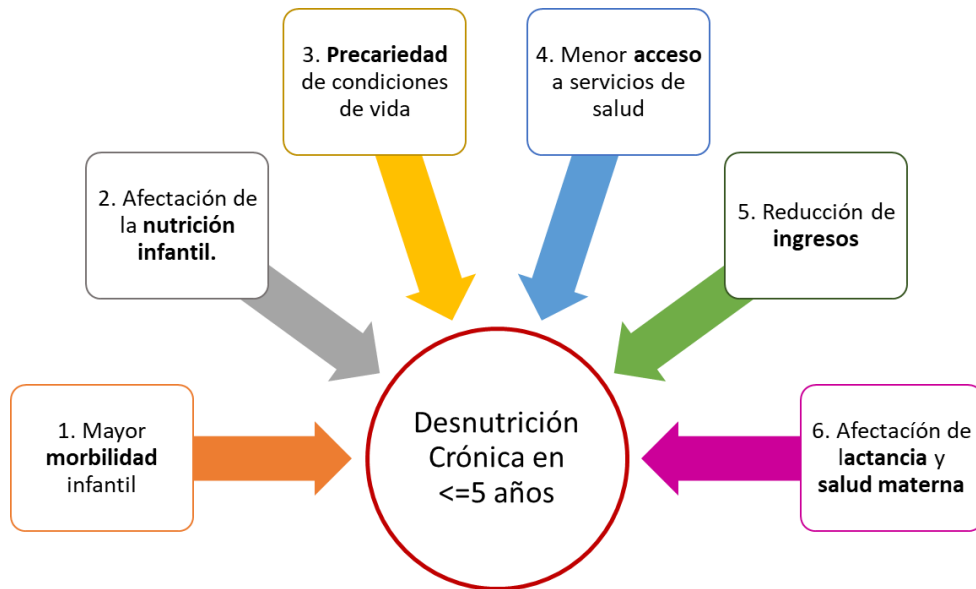
críticas en salud de la primera infancia, tales como mantener una adecuada nutrición y recibir inmunizaciones (25).

**6. Afectación de lactancia y salud materna.** Estudios previos han mostrado que el estrés en las madres gestantes podría recortar el tiempo de gestación y un generar un menor crecimiento intrauterino (57,58), así como indicadores de desarrollo infantil (53,59,60). Del mismo modo, para una madre lactante, su estado nutricional determina la salud y el desarrollo de su bebé amamantado, especialmente durante los primeros seis meses de vida, en los cuales la lactancia es crucial (61). En suma, en el contexto del desastre, la salud de la madre gestante podría perjudicar el crecimiento del niño tanto en su fase fetal como en su período lactante, los cuales son factores de riesgo importantes en la génesis de desnutrición crónica infantil.

En resumen, El Niño 1997-1998 probablemente tuvo diferentes mecanismos que podrían incidir sobre la desnutrición infantil, ya sea de manera directa a través de la mayor morbilidad y merma de la seguridad alimentaria, o indirecta, a través de las dificultades económicas y sociales que tuvieron que afrontar los padres y el hogar, para proporcionar cuidados de salud adecuados (62). También hemos considerado el entorno económico, como factor que redujo el ingreso de la región Piura. En este sentido, podemos establecer un marco teórico donde el Fenómeno El Niño puede tener diferentes mecanismos complementarios que terminan impactando en la desnutrición crónica, siendo esto de suma importancia en el contexto peruano.

### Gráfico 1

Posibles mecanismos causales entre el Fenómeno El Niño y el retraso del crecimiento infantil.



## **2. Justificación del estudio**

Los desastres naturales tienen un impacto negativo sobre la calidad de vida de las familias (63,64), y en especial, podrían tener un efecto perjudicial el desarrollo infantil (22,65,66). Esto ha sido observado en inundaciones (17–19), variaciones en condiciones agroclimáticas (67), terremotos (68), huracanes y otros eventos (65,69). En nuestro caso, el fenómeno El Niño (70) es un acontecimiento que genera intensas lluvias e inundaciones (3), lo cual deviene en una serie de problemas que afectan a los miembros del hogar y de la localidad (2,10).

En el Perú, encontramos diferentes investigaciones que abordan la mayor prevalencia de enfermedades posiblemente generadas por desastres (12,13). No obstante, su impacto en la malnutrición infantil parece ser un tema que todavía no ha recibido la atención necesaria.

Danysh et al. (2014) es una de las pocas investigaciones que analiza la relación entre El Niño de 1997-1998 y retrasos en el crecimiento infantil en Perú (16). Dicho estudio recopiló información primaria en los años 2008-2009, se enfocó en comunidades de Tumbes y estudió trayectorias de crecimiento en la población evaluada, encontrando que la población de comunidades afectadas tuvo una mejora de la mitad (44%) en el puntaje Z de talla para la edad, respecto al período pre-Niño (1991-1997). Por nuestra parte, la investigación que desarrollamos tiene diferencias en el diseño del estudio, la población es evaluada cuando son menores de cinco años, la muestra de la población es regional y centrada en la costa de Piura. Además, Piura se compara con población menos expuesta de otras regiones costeras. A lo

que se agrega que el método de estimación y forma de evaluar el desenlace son diferentes.

El presente estudio evalúa las posibles consecuencias que tendría El Niño sobre la desnutrición crónica de los niños menores de cinco años en la costa de Piura. Este fue el departamento más afectado en términos de infraestructura, proliferación de enfermedades y número de damnificados. Los reportes de daños indican que Piura tuvo al menos 37,794 viviendas afectadas y 142 km de carreteras destruidas y 115 mil damnificados, de un total de 502 mil a nivel nacional (1,2). Estas cifras solo son comparables con las del fenómeno de 1982–1983 (14,71). Además, es probable que Piura continúe siendo uno de los departamentos que reciban el mayor impacto de este fenómeno en los próximos años.

En general, la costa norte peruana fue muy afectada, departamentos como Ancash, La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes sufrieron intensas lluvias e inundaciones. Las temperaturas superficiales del océano Pacífico presentaron incrementos por encima de valores normales (72,73). En la estación de Paita (Piura) se registraron anomalías de 8,1°C; y de 7,4°C a 7,5°C en las estaciones de Chimbote, Huacho y Callao (4). Como resultado, la costa de Piura soportó más de 3000 mm de precipitación. Entre diciembre 1997 y abril 1998, los niveles de precipitación alcanzaron los 3520mm y 1742mm en Chulucanas y Piura ciudad, excediendo así en 1600% y 2900%, respectivamente, sus promedios históricos.

Por otro lado, la desnutrición crónica continúa siendo un indicador de primera relevancia para políticas públicas y que forma parte de la agenda nacional en salud materno-infantil. Según las estadísticas más recientes compiladas por UNICEF (74), Perú todavía se encuentra por detrás de los logros alcanzados en Chile, Uruguay, Paraguay, Colombia y Brasil. Asimismo, dadas las consecuencias multisectoriales que tiene el fenómeno El Niño, atender a la infancia en dicho contexto cobra mayor relevancia, no solo para Latinoamérica sino también para el sureste asiático, así como el este y sur de África que son también afectados (75,76).

Finalmente, en el contexto reciente de calentamiento global, el cambio climático parece haber potenciado los fenómenos naturales (45,77). Con esto su efecto sobre la población más vulnerable también se acentúa (53,78), principalmente en países pobres o vías de desarrollo que tienen niveles de seguridad social más limitados.

### **3. Objetivos**

Objetivo principal: Analizar la asociación entre la exposición al fenómeno El Niño 1997-1998 y la desnutrición crónica en niños menores de cinco años de la costa de Piura comparada con población de regiones menos afectadas.

Objetivos específicos:

- Determinar si el incremento observado en la prevalencia de desnutrición crónica es consistente o depende del emparejamiento o ajuste de covariables.
- Explorar qué grupos etarios de los niños, en el momento más crítico del desastre, podrían haber sido los más afectados

Hipótesis:

- La exposición al fenómeno El Niño 1997-1998 generó un aumento de prevalencia de desnutrición crónica de los niños menores de cinco años de la costa de Piura, comparado con otras regiones menos afectadas.

## **4. Metodología:**

### **4.1 Diseño del estudio.**

Los datos analizados provienen de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) de los años 1996 y 2000. Las ENDES son encuestas de corte transversal con el objetivo de brindar una actualización de la situación en salud a nivel departamental y recolectó información de niños menores de cinco años. Gracias a ello, podemos estudiar este indicador de desarrollo infantil y conocer los determinantes socioeconómicos del hogar. Ambas encuestas son parte de las encuestas DHS (79), impulsadas por USAID y ejecutadas por el INEI (80).





Evaluamos el posible impacto sobre la desnutrición crónica en niños menores de cinco años a raíz de su exposición a los desastres generados por el fenómeno El Niño. Para ello, comparamos el grupo de niños de la costa de Piura contra un grupo de niños de departamentos que fueron los menos afectados por inundaciones, lluvias y sequías asociadas al fenómeno.

Se aplicó el método de diferencias en diferencias, también llamado dobles diferencias (69,81–83). Este calculará el ratio de prevalencias de desnutrición crónica (Año 2000 / Año 1996) en la costa de Piura, comparada con ese mismo ratio en regiones costeras menos afectadas, para evaluar el potencial impacto que tuvo el fenómeno El Niño. Este método utilizará información de dos momentos. Primero, con la ENDES 1996 se obtiene una línea de base de población infantil, pre fenómeno El Niño 1997-1998. Luego, utilizamos la información de ENDES 2000 como población post El Niño. Evaluaremos si diferencias en la desnutrición crónica pueden ser atribuibles a los

eventos generados por El Niño, tal como sugieren otras investigaciones que abordan desastres naturales (22,65,66)

## Gráfico 2

### Diseño de diferencias en diferencias

	ENDES 1996 Pre Niño	ENDES 2000 Post Niño	Diferencias
Piura (expuesto)	$P_{Piura\ 1996}$	$P_{Piura\ 2000}$	 $D_{Piura} = P_{Piura\ 2000} / P_{Piura\ 1996}$
Resto de costa (no expuesto)	$P_{Costa\ 1996}$	$P_{Costa\ 2000}$	 $D_{Costa} = P_{Costa\ 2000} / P_{Costa\ 1996}$
Diferencias en diferencias (dobles diferencias)	 /  $DID = D_{Piura} / D_{Costa}$		

La evaluación de Piura y el grupo de comparación se da primero utilizando como contrafactual toda la población de los cuatro departamentos costeros seleccionados. Segundo, se refina y selecciona una sub muestra de Piura y el grupo de comparación utilizando un emparejamiento para hacerlos más uniformes entre sí. El emparejamiento por puntaje de propensión (PSM por sus siglas en inglés), entre Piura y el grupo de comparación empleó principalmente un ratio 1:2 con reemplazo, pero también 1:1 y 1:3, con reemplazo y 1:1 sin reemplazo, los que ofrecen otras sub muestras para evaluar la consistencia de los resultados.

## **4.2 Población**

La población objetivo de las encuestas ENDES 1996 y 2000 son las mujeres de 15 a 49 años de edad y los niños menores de 5 años. La encuesta comprende una muestra de hogares particulares y sus miembros, incluyendo residentes habituales



más personas que no son residentes habituales pero que pernoctaron en la vivienda la noche anterior a la entrevista.

### **4.3 Muestra**

El marco muestral de la ENDES 1996 y 2000 proviene del censo nacional de 1993, actualizado con proyecciones de crecimiento poblacional. El diseño de las ENDES fue multietápico, estratificado, ponderado por departamentos y ámbito urbano-rural.

En ambas encuestas el muestreo contó con tres etapas: la primera fue una selección sistemática de centros poblados con probabilidad proporcional a su tamaño. Segundo, se dividió el centro poblado en conglomerados (de tamaño alrededor de 100 viviendas) para proceder a la selección de ellos. Finalmente, se seleccionó un número de viviendas en cada conglomerado, manteniendo una fracción muestral uniforme para cada vivienda dentro de cada departamento (84,85).

En 1996 la ENDES se realizó entre agosto y noviembre, recolectando información de 16,600 niños y 28,951 mujeres en edad fértil de todo el país. En el 2000, la ENDES se llevó a cabo entre julio y noviembre, incluyendo 27,843 mujeres en edad fértil y 13,130 niños.

### **4.3.1 Criterios de inclusión y exclusión**

#### Criterios de inclusión

En las ENDES 1996 y 2000, la inclusión considera únicamente aquellos residentes habituales del hogar o que, no siendo residentes, pernoctaron en la vivienda la noche anterior a la entrevista (86,87). A este criterio, agregamos los siguientes requisitos.

1. Hogares únicamente de la región de Costa.
2. Hogares que se encuentre por debajo de los 2300 msnm, la altitud de la región natural Yunga Fluvial (88).
3. Hogares con al menos un niño menor de cinco años evaluado.

#### Criterios de exclusión

Las ENDES 1996 y 2000 excluyen los hogares que no cuenten con una mujer de 15 a 49 años de edad, que pueda ser la informante (86,87). Adicionalmente, los criterios de exclusión del estudio son:

1. En la ENDES 2000 excluimos a los niños cuyas madres tuvieron menos de cuatro años viviendo en la localidad donde se le aplicó el cuestionario. Es decir, nos quedamos con quienes viven en la misma localidad por lo menos desde 1996, lo cual busca una mejor comparabilidad entre ENDES 1996 y 2000, reduciendo el posible sesgo por migraciones.
2. En la ENDES 2000, retiramos aquellos nacidos a partir de agosto de 1999 en adelante<sup>1</sup>, ya que al haber nacido dieciocho meses después del

---

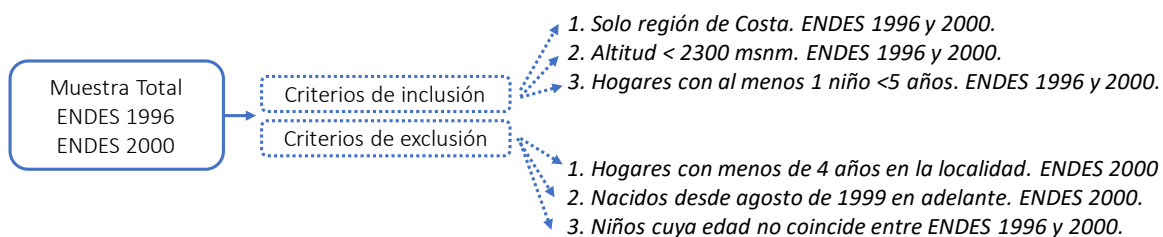
<sup>1</sup> Esta fecha se basó en el inicio de las actividades de reconstrucción post-Niño (4) que se dio en los primeros meses de 1999. Los nacidos hasta julio de 1999 serían posibles afectados, en tanto atravesaron al menos tres meses de gestación en 1998.

pico del desastre (febrero 1998), estos niños estuvieron menos expuestos al posible impacto asociado al fenómeno El Niño, sea de manera directa o indirecta a través del vientre materno (58).

3. En la ENDES 1996, conservamos sólo aquellos niños cuyo rango de edad (13-59 meses) coincide con la edad de los niños evaluados en la ENDES 2000. Es decir, nos aseguramos que los niños de ambas encuestas hayan tenido la misma edad en el momento en que fueron evaluados en los indicadores de crecimiento (talla/edad).

### Gráfico 3

#### Criterios de inclusión y exclusión



#### **4.3.2 Definición del grupo Piura**

La población del departamento de Piura en 1996 fue de 1,467,538 habitantes; y en el 2000, fue 1,545,771. En 1996, la población fue 71% urbano, las mujeres en edad fértil tuvieron 4 hijos en promedio, y el 39% de la población en general era menor de 15 años, con una situación muy similar en el año 2000 (89).

La distribución política del departamento no presentó cambios entre 1996 y 2000, teniendo 8 provincias (Piura, Ayabaca, Huancabamba, Morropón, Paita, Sullana, Talara y Sechura) y 64 distritos en total.

#### **4.3.3 Definición del grupo de comparación**

El grupo de comparación ha sido seleccionado geográficamente asegurando que el impacto del fenómeno El Niño haya sido mínimo o mucho menor que en la costa norte, y sirve para construir el contrafactual de la costa de Piura. Para esto, se han revisado reportes del INDECI (2) y el Ministerio de Salud (1), que detallan los desastres generados por El Niño. Los departamentos del grupo de comparación debieron cumplir dos requisitos; primero, estar al margen de las áreas afectadas por las inundaciones y sequías; y segundo, que parte del departamento esté en la costa. De esta manera, se tienen cuatro departamentos: Arequipa, Lima, Moquegua y Tacna.

Por el contrario, se descartó regiones como Ancash, Cajamarca, Ica, La Libertad, Lambayeque y Tumbes, al tratarse de regiones que, según registros de INDECI (2), CAF (2,4) y recuentos periódicos de las inundaciones (90–94), también fueron fuertemente afectadas por El Niño. Adicionalmente, se descartaron regiones como San Martín, Loreto, Amazonas, Ucayali y Madre de Dios por ser de la Amazonía, un contexto distinto en términos geográficos, epidémicos y de acceso a servicios. Así como Cusco, Huancavelica y Puno al pertenecer a regiones naturales marcadamente distintas.

#### **4.3.4 Definición de grupos etarios**

El análisis por grupos etarios explora si existieron grupos etarios más o menos afectados por el fenómeno El Niño. Para ello, usaremos como referencia la edad que tuvieron los niños afectados (ENDES 2000) en el período más crítico del desastre generado por El Niño (febrero 1998), mes considerado como el pico del desastre. En este mes se dieron el mayor nivel de precipitaciones e incrementos de temperaturas en el océano. En febrero 1998 también se observó un gran incremento en los caudales de los ríos, alcanzando promedios máximos entre febrero y marzo del mismo año (2,4,95).

La estimación del efecto de El Niño en grupos etarios específicos busca la comparación de niños de un mismo rango de edad entre las encuestas ENDES 1996 y 2000. Para ello, los niños de la encuesta ENDES 2000 se dividieron en cinco grupos etarios o cohortes de nacimiento (96–99) según la edad que tuvieron los niños en febrero 1998. Luego, en cada uno de estos cinco grupos por separado se analizó el posible efecto de El Niño, lo que servirá para explorar en qué etapa de crecimiento estuvieron los niños más afectados.

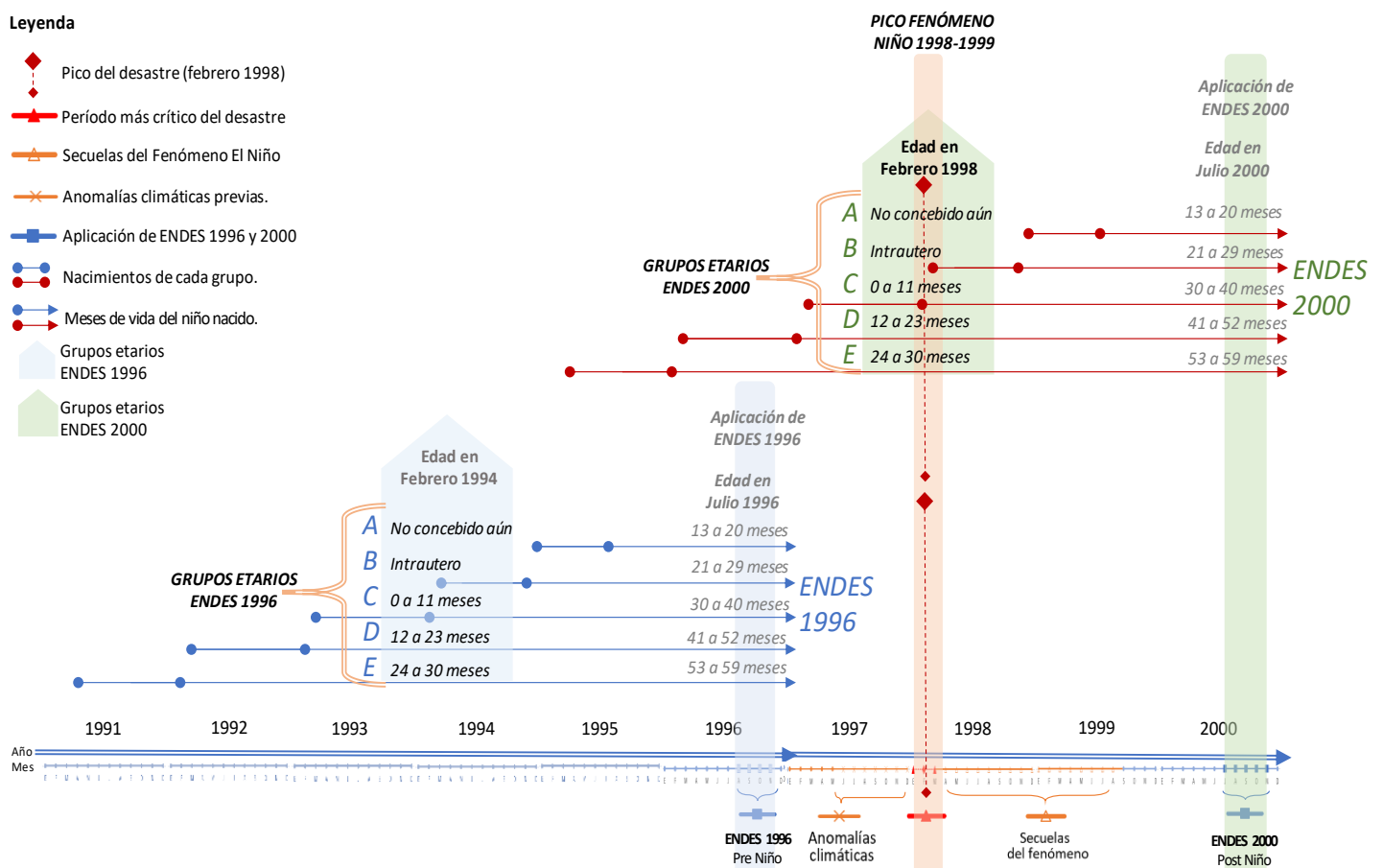
Los grupos etarios analizados son:

- A. No concebido aún
- B. Intrauterio 1 a 9 meses
- C. 0 a 11 meses de edad
- D. 12 a 23 meses de edad
- E. 24 a 30 meses de edad

En la ENDES 2000, el grupo A nace entre diciembre 1998 y julio 1999; y su gestación se inicia en marzo-abril de 1998, después del pico del desastre, siendo afectada su gestación por las secuelas de El Niño. El grupo B nace entre marzo y noviembre de 1998, y experimentó el momento más crítico del desastre, en el vientre materno, durante los meses de gestación.

Gráfico 4

Línea de tiempo y comparación de cohortes



Por otra parte, los demás grupos C, D y E vivieron El Niño de manera directa y fuera del vientre materno. Tomando nuevamente como fecha el mes de febrero 1998, el grupo C tuvo de 0 a 11 meses de edad; el grupo D tuvo de 12 a 23 meses

de edad; y el grupo E, tenía de 24 a 30 meses de edad. El Gráfico 4 muestra esta estructura.

Luego, con la encuesta ENDES 1996 se construyeron grupos etarios similares a los A, B, C, D y E siguiendo el mismo método utilizado con la ENDES 2000. Calculamos la edad que tenían los niños dos años antes de la aplicación de la encuesta, en febrero 1994, asegurando que los grupos generados hayan sido recibido la evaluación antropométrica en la misma etapa de crecimiento. Es decir, comparamos a niños que fueron tallados en el mismo momento de sus vidas.

#### **4.4 Procedimientos de campo**

En el caso de las ENDES 1996 y 2000, la preparación previa al trabajo de campo incluyó validación de los instrumentos de recolección y que permitieron adecuarlos al contexto local. Asimismo, el personal estuvo entrenado en metodologías de recolección de información y control de calidad.

Todo esto se llevó a cabo según protocolos y guías de capacitación, propios del Instituto Nacional de Estadística (INEI). Asimismo, a la fecha de los estudios 1996 y 2000, el INEI contaba con amplia experiencia en trabajo de campo y constituye a la fecha un referente nacional, alineado con estándares internacionales.

#### **4.5 Operacionalización de variables**

##### **4.5.1 Variable dependiente: desnutrición crónica**

Definición conceptual: La variable indica si el niño bajo evaluación padece desnutrición crónica o no. Esta variable dicotómica se construye usando el puntaje

Z de talla para la edad. La información fue obtenida de niños entre 0 y 59 meses de edad.

Definición operativa: Para obtener la variable desenlace empleamos la variable “hw5” con etiqueta “ht/a standard deviations”, que representa el puntaje Z de talla para la edad<sup>2</sup>. La medida (Z) expresa el número de desviaciones estándar (DE) del indicador talla para edad. Luego, la desnutrición crónica toma el valor igual a 1 cuando  $Z < -2$  DE; y, 0 cuando  $Z > -2$  DE.

Validez y confiabilidad del proceso de medición de la variable: La confiabilidad se apoya en la estandarización de mediciones antropométricas del INEI (86,87), responsable de múltiples encuestas de hogares a nivel nacional (100); así como en el soporte del Programa DHS para el procesamiento de la información (101,102).

Transformaciones aplicadas a las variables: Dado que la variable original es el puntaje Z de Talla para la Edad, la variable desnutrición crónica se construye a partir de un punto de corte de esta variable continua y posterior categorización.

Formato final de la variable, y sus valores posibles: La desnutrición crónica toma el valor de uno cuando el niño padece desnutrición crónica y toma el valor de cero en caso contrario.

---

<sup>2</sup> El puntaje Z de talla para la edad es una variable numérica de tipo intervalo. Es decir, el valor cero no indica ausencia del concepto que se quiere medir.



Recolección de información e instrumentos: Los datos provienen de la ENDES 1996 y 2000 (86,87). La medición de talla fue realizada exclusivamente en niños menores de cinco años y llevada a cabo por personal capacitado del INEI, antropometrista y auxiliar.

La labor de procesamiento comprendió tres tareas: Crítica-codificación, Digitación y Consistencia. La crítica-codificación se inició con en el trabajo de campo y la digitación de datos se ejecutó con el Sistema Integrado para Análisis de Encuestas (ISSA), software diseñado para el Programa DHS, del que forma parte la ENDES.

#### **4.5.2 Variable independiente: exposición al Fenómeno El Niño**

La exposición al fenómeno El Niño es representada por la conjunción de dos hechos, vivir en la región de Piura y el hecho de estar presente en el año 2000, lo cual está representado por la interacción multiplicativa de la variable geográfica *Piura* y la variable temporal *Año/ENDES 2000*. De aquí en adelante nos referiremos a esta interacción como la exposición al fenómeno El Niño, pese a que es el producto de dos variables.

Definición conceptual y operativa: La variable *Piura* es una dicotómica geográfica que indica si la población pertenece a Piura o si proviene de los otros departamentos costeros que sirven de comparación. Esto aplica ya sea en la etapa pre desastre o post desastre. La variable toma el valor de uno para quienes residen en Piura, que será la población de interés, y toma el valor de cero para el grupo de comparación.

La variable *Año2000* representa el año de evaluación en el que se midió el impacto del fenómeno El Niño. Dado que este se da en 1997-1998, y dado que la información de la ENDES corresponde a los años 1996 y 2000, esta variable toma el valor de cero en 1996 y el valor de uno en 2000.

Recolección de información e instrumentos: La variable solo requiere conocer el período de la encuesta ENDES utilizada y los departamentos de Piura y del grupo de comparación.

#### **4.5.3 Otras covariables relevantes**

Las ENDES 1996 y 2000 analizan características sociodemográficas que son de interés y que han sido utilizadas como confusores en otros estudios. Con el propósito de realizar el análisis ajustado por covariables, incluimos el sexo y edad del niño (103–105); la edad de la madre y su nivel educativo (106); y el número de niños menores de 5 años que viven en el hogar (103,104).

Además, contamos con variables geográficas como la distinción del ámbito urbano o rural (107), información sobre si la localidad es capital o no del departamento, y el nivel de metros sobre el nivel del mar. Esta última ha sido dividida entre mil para tener una interpretación más simple del coeficiente.

Por otro lado, se tiene información sobre la tenencia de posesiones y condiciones de vida de la familia, lo que es resumido en el indicador índice de riqueza provisto por ENDES. Además, dicho indicador se encuentra dividido en quintiles, donde el

quinto es el más rico y el primero es el más pobre, lo cual resulta útil como variable de análisis social (96,108–110).

También utilizamos variables dicotómicas sobre la tenencia de suministro de agua potable, servicio higiénico conectado a la red de desagüe, material del piso, entre otras características de la vivienda, tenencia de artefactos o vehículos<sup>3</sup>, que a su vez son usadas en el índice de riqueza publicado en la data de la encuesta (111,112).

## **4.6 Plan de análisis**

### **4.6.1 Comparación sin emparejamiento**

Primero, se realizó un análisis de regresión utilizando todas las observaciones elegibles, lo que hemos llamado *Comparación regional sin emparejamiento*. Esto representa un análisis de población toda de la costa de Piura comparada con toda la población costera de cuatro departamentos del litoral peruano menos golpeado por El Niño y no afectados por inundaciones o sequías (Arequipa, Lima, Moquegua y Tacna), como se presentó en la sección 4.3.3.

### **4.6.2 Comparación con emparejamiento**

Segundo, para mejorar la comparación anterior con un mayor control de potenciales confusores, se aplicó un emparejamiento por puntaje de propensión (PSM) usando el criterio de vecino más cercano (113,114). El emparejamiento produjo submuestras de la población de Piura y del grupo de comparación con características sociodemográficas similares. La función empleada para el puntaje de propensión

---

<sup>3</sup> Activos y características del hogar como radio, tv, refrigerador, bicicleta, moto, carro y teléfono, electricidad, agua potable y el material del piso.

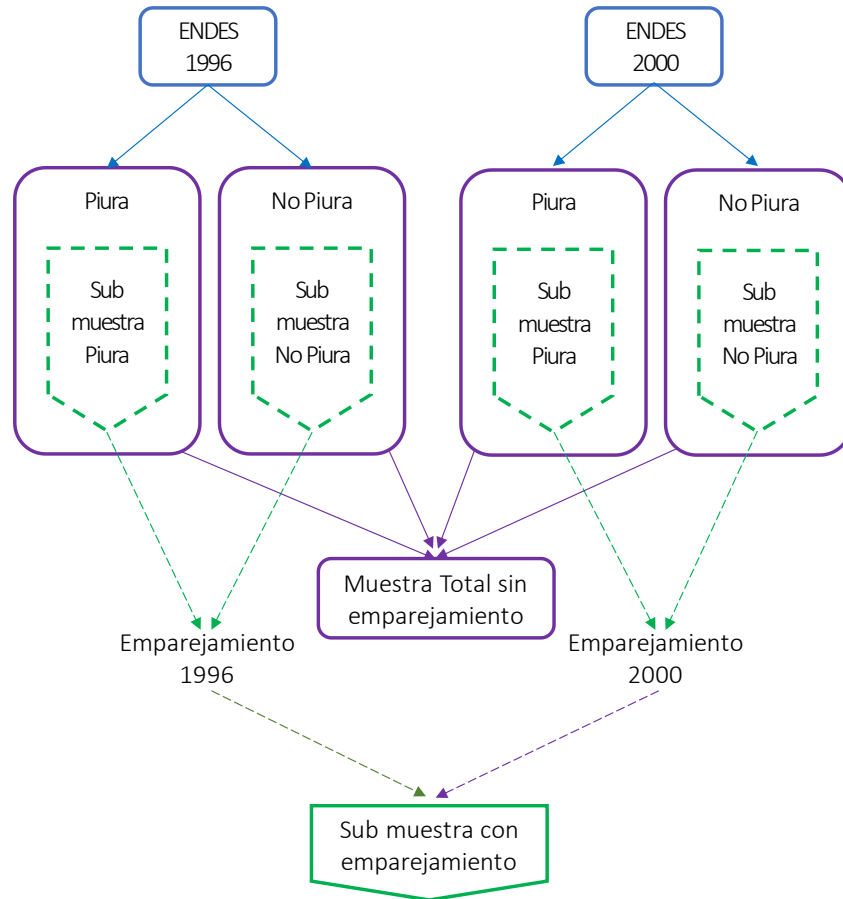
fue Logit, usando la opción de soporte común con reemplazo, así la sub muestra obtenida reúne solamente población que fue emparejada y que servirá para lo que llamaremos *Comparación PSM*.

El análisis principal se realizó con un emparejamiento PSM 1:2, es decir, seleccionó dos observaciones del grupo de comparación y las emparejó con cada niño de Piura, en cada año separadamente. Adicionalmente, se realizaron análisis con sub muestras generadas por emparejamientos PSM 1:1 y 1:3 con reemplazo y PSM 1:1 sin reemplazo, cuyos resultados se detallan en los Anexos.

En resumen, contamos con una *Comparación regional sin emparejamiento* y la *Comparación PSM*. Ambos son útiles para contrastar y validar los posibles hallazgos. El Gráfico 5 resume cómo se organiza la muestra en cada análisis. Primero en la ENDES 1996, post criterios de inclusión y exclusión, emparejamos a los niños de Piura con el grupo de comparación proveniente de los departamentos menos afectados por El Niño. Segundo, realizamos el mismo procedimiento en la ENDES del año 2000, y tercero, juntamos ambas bases de datos.

Gráfico 5

Organización del emparejamiento



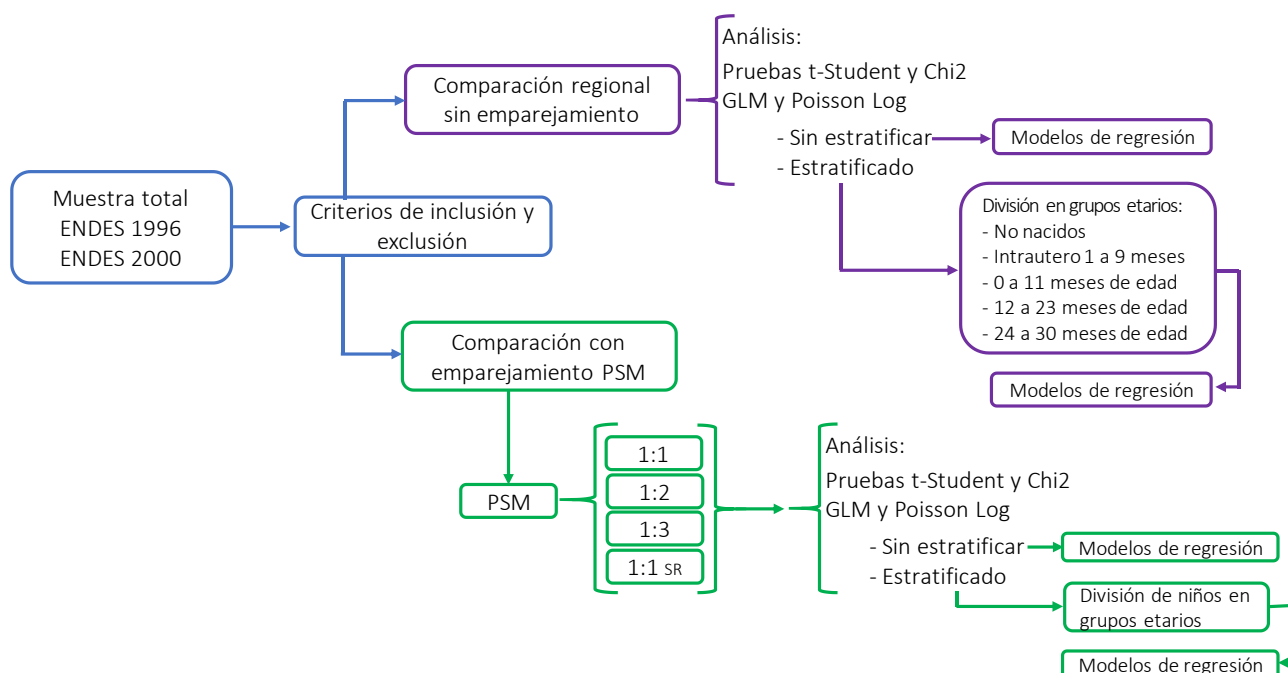
Las variables usadas para el emparejamiento fueron características sociales como la educación de la madre y número de niños menores de cinco años en el hogar, el sexo y edad del niño, junto con siete activos del hogar. Tales posesiones fueron tener servicio eléctrico, telefónico y agua de la red pública, vehículos como moto y bicicleta, así como los electrodomésticos refrigerador y radio. Basados en la teoría económica, estos activos nos permitirían representar el nivel socioeconómico del hogar (115,116). Con lo que, buscamos conformar un grupo de comparación con características similares al grupo Piura, afectado por los desastres ocasionados por El Niño. Para esto, también se incluyó características geográficas como el ámbito urbano o rural, ser de capital de departamento, y la altitud medida en msnm.

### 4.6.3 Análisis estadístico

Con las dos sub muestras definidas para la *Comparación regional sin emparejamiento* y *Comparación PSM*, llevamos a cabo la misma secuencia de análisis, resumida en el siguiente gráfico.

Gráfico 6

Organización del análisis



Primero, se aplicaron pruebas t-Student y Chi-cuadrado (117) para evaluar diferencias bivariadas entre Piura y el grupo de comparación. Esta comparación fue realizada separadamente para la línea de base en 1996, y también post fenómeno en el 2000. Todas las pruebas fueron a dos colas con  $\alpha=0.05$ , los intervalos de confianza y valores p son reportados en las Tablas 1 y 2 de la sección 5.1. Segundo, se realizó el análisis bivariado entre las características de los niños y la condición de padecer desnutrición crónica, cuyos resultados se presentan en los Anexos 2 y 3.

En tercer lugar, se aplicó un modelo de regresión lineal generalizado (GLM) con función de enlace Log y familia Poisson, método usado para estimar ratios de prevalencia ajustados (RP) (118–122). El modelo de diferencias en diferencias (82) fue el siguiente:

$$\log(\text{Desnutrición Crónica}) = \text{Poisson} (\beta_0 + \beta_1.Piura + \beta_2.Año2000 + \beta_3.Piura * Año2000 + \beta_4.Covariables + \varepsilon) \quad (1)$$

El término de interacción multiplicativa  $Piura * Año2000$  nos da el coeficiente de interés  $\beta_3$ , que captura el potencial efecto del fenómeno El Niño para los niños menores de 5 años que viven en Piura después del desastre, respecto al grupo de comparación. Los valores de este coeficiente son presentados en la Tabla 4 de la sección resultados.

La estimación de dobles diferencias y la obtención del RP a partir de  $\beta_3$  en la ecuación (1) puede comprenderse de la siguiente manera (69,81). Primero tomamos diferencias en el grupo Piura entre el año 2000 y 1996, esto nos da la ecuación (2); mientras que en la ecuación (3) hacemos lo mismo en el grupo de comparación No Piura. Finalmente, en la ecuación (4) restamos las ecuaciones (2) y (3) y se obtiene el coeficiente de interés  $\beta_3$  que es estimado en la ecuación (1).

$$\begin{aligned} \text{Primera diferencia: } & [\text{Desnut Crónica}_{Piura 2000} - \text{Desnut Crónica}_{Piura 1996}] \\ & = [b_0 + b_1Piura + b_2Año2000 + b_3Piura * Año2000] - [b_0 + b_1Piura] \\ & = \beta_2.Año2000 + \beta_3.Piura * Año2000 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Segunda diferencia: } & [\text{Desnut Crónica}_{No Piura 2000} - \text{Desnut Crónica}_{No Piura 1996}] \\ & = [b_0 + b_2Año2000] - [b_0] \\ & = \beta_2.Año2000 \end{aligned} \quad (3)$$

Dobles diferencias: (2) – (3)

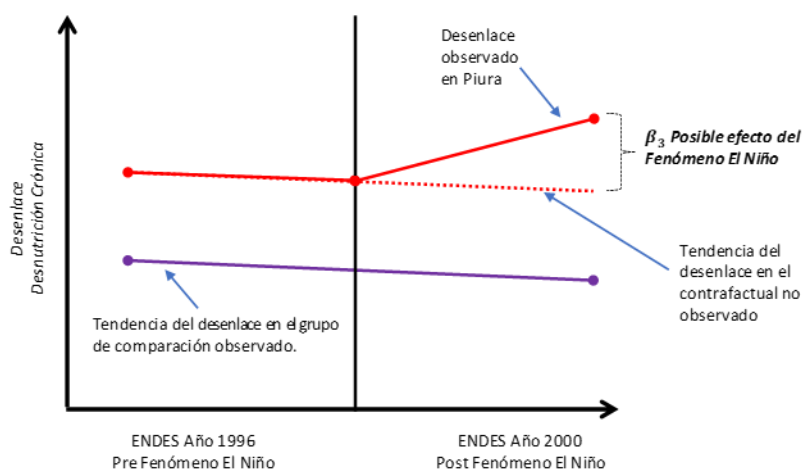
$$= [\beta_2 \cdot \text{Año}2000 + \beta_3 \cdot \text{Piura} * \text{Año}2000] - [\beta_2 \cdot \text{Año}2000] \quad (4)$$

$$= \beta_3 \cdot \text{Piura} * \text{Año}2000$$

De esta manera, el coeficiente  $\beta_3$  nos permite estimar la asociación entre nuestra exposición que es el Fenómeno El Niño y la variable de resultado que es la desnutrición crónica. La regresión nos proporciona ratios de prevalencia ajustados (RP) y brinda información sobre la magnitud y significancia estadística de las demás covariable. En el siguiente gráfico, el coeficiente  $\beta_3$  es una aproximación del posible efecto que tuvo el fenómeno El Niño en Piura, respecto a lo que hubiera ocurrido si Piura se comportara como el grupo de comparación.

Gráfico 7

Estimación de diferencias en diferencias



Adicionalmente, *Covariables* es un grupo de otras características como educación de la madre (106), número de niños en el hogar (103,104), edad y sexo del niño (105) y quintiles de riqueza (96,108,110). Esta última variable resume diferentes



características socioeconómicas de la vivienda (111,112) por lo que utilizaremos esta variable en las regresiones. Por otro lado, la lista de tenencia de diez activos solo sirve para analizar la comparabilidad entre grupos. Además, incluimos el ámbito urbano o rural (107), ser capital de provincia y la altitud medida como metros sobre el nivel del mar (msnm) para aislar posibles diferencias geográficas. Todas estas covariables son utilizadas como medio de ajuste geográfico, demográfico, y socioeconómico, que básicamente son conjuntos de variables en bloque que ingresan a la regresión de menos a más.

- Ajuste geográfico: incluye las variables capital departamento, ámbito rural y altitud (msnm/1000).
- Ajuste geográfico + demográfico: incluye el ajuste geográfico y agrega las variables sexo y edad del niño.
- Ajuste geográfico + demográfico + socioeconómico: incluye el ajuste anterior y añade años de educación de la madre, número de menores de cinco años en el hogar y quintiles de riqueza.

La estimación de la ecuación (1) nos permite estimar el coeficiente  $\beta_3$ , que refleja el RP de asociación entre nuestra exposición que es el fenómeno El Niño y la variable de resultado que es la desnutrición crónica (69,81). Este RP muestra el incremento en la prevalencia de desnutrición crónica en niños de Piura afectados por El Niño, ajustada por las covariables que entran en cada nivel de ajuste descrito. Con fines de uniformizar el criterio de significancia estadística, tomaremos como punto de corte la significancia al 10% ( $p < 0.1$ ) y siempre señalando el intervalo de confianza.

Por otro lado, variables como la morbilidad infantil y su ingesta calórica, bajo peso al nacer, afectación de la salud materna y acceso a servicios de salud, así como destrucción de las viviendas, son consideradas variables mediadoras entre la exposición al Fenómeno El Niño y el desenlace desnutrición crónica. En este sentido, el ajuste por dichas variables intermedias podría eliminar el efecto que se busca estimar o introducir un sesgo en la regresión (123,124). Sin embargo, agregamos un análisis complementario incluyendo el ajuste por bajo peso al nacer. Ya que, si bien es un variable mediadora en los grupos no nacidos e intrauterino, no es mediadora en los grupos de 0-11, 12-23 y de 24-30 meses, por lo que incorporamos el ajuste por dicha variable en el Anexo 9. El Anexo 10 agrega el ajuste por terciles de estatura de la madre.

Todas las estimaciones utilizaron los ponderadores muestrales provistos por la ENDES, tal como se sugiere el manual del Banco Mundial para uso de encuestas DHS (125), y otros artículos que utilizan estas encuestas (125–129), para lo que se utilizó los ponderadores originales, también llamados ponderadores naturales (128).

#### **4.6.4 Grupos etarios más afectados**

Exploramos cuáles podrían ser los grupos de niños más afectados, según la edad que tuvieron al momento del desastre. Para ello, se dividió la infancia en cinco grupos etarios (sección 4.3.4). Dentro de cada grupo se estimó separadamente la regresión utilizando los tres diferentes niveles de ajuste. Esto permite examinar la consistencia de los resultados  $\beta_3$  en los diferentes grupos etarios. Los resultados principales se muestran en la Tabla 4 y 5 de la siguiente sección; y los resultados completos, en los Anexos 6-8.

#### **4.6.5 Cálculo de potencia estadística**

El poder estadístico estimado se encuentra alrededor del 86% para el análisis de regresión. Esto luego de haber penalizado el cálculo según el número de variables y el efecto diseño (130). La muestra de individuos elegibles fue 3619, luego, en el emparejamiento 1:2, esto se redujo a 2088, un 42% menor respecto a la muestra pre emparejamiento.

Para la estimación del poder, la penalización por efecto de diseño y ajuste de covariables representó un factor de 0.53, reduciendo la muestra a 1113. El poder estadístico, considerando esta reducción de la muestra debido al emparejamiento y ajuste de covariables, fue de 86.6% para detectar un RP de 1.43, con una significancia del 5%. Este cálculo asumió una prevalencia de desnutrición crónica en Piura de 20%, cifra cercana al 25% nacional, y al 17% de la costa o 22% de la categoría resto urbano. (ENDES 1996 y 2000).

También llevamos a cabo la estimación de poder estadístico para regresión logística con muestras repetidas (130). Para ello, consideramos supuestos, como un ratio de prevalencias de 1.6 (1.05-2.44), tomado de un estudio que evaluó desnutrición crónica en población infantil expuesta a inundaciones en la India (18). Asimismo, se penalizó la inclusión de covariables de ajuste y efecto diseño. De esta manera, se encontró un poder estadístico de 85.5%, con un nivel de significancia de 5%.

El programa estadístico utilizado para todos los procedimientos fue Stata IC 15.1  
® (StataCorp. College Station, TX: StataCorp LLC; 2017)

#### **4.7 Consideraciones éticas**

El presente estudio fue registrado en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI-UPCH), código 10117. Al tratarse de un análisis secundario de encuestas públicas anonimizadas, como las ENDES 1996 y 2000, no se tuvo contacto nuevo con personas y la confidencialidad de la información fue garantizada.

Este estudio cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la UPCH (CIE-UPCH). Durante el desarrollo del estudio se respetaron los principios éticos delineados en la Declaración de Helsinki, y se siguió las recomendaciones realizadas por el CIE-UPCH.

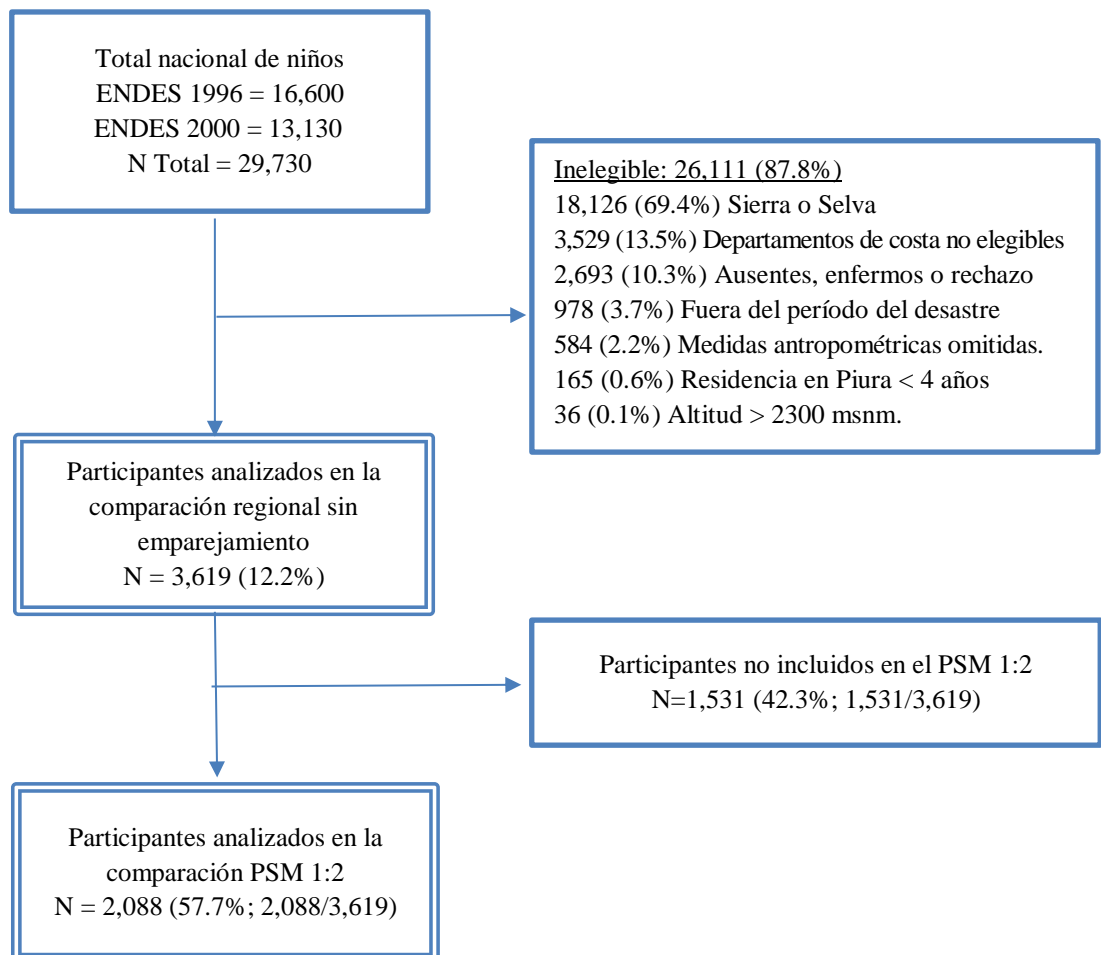
Además, las ENDES fueron aprobadas por el Comité de Ética (IRB) del programa DHS. Esto asegura el cumplimiento de las regulaciones del Departamento de Salud de los EE.UU. para la protección de personas (45 CFR 46). Asimismo, cada país donde se aplica la encuesta DHS asegura que se cumpla las normativas locales.

## 5. Resultados

En cuanto al tamaño de la muestra, para el año 1996 se tuvo 2270 niños elegibles, mientras que para el año 2000 (post desastre), fueron 1349. El grupo de comparación fue tres veces más que el grupo Piura (2801 vs 818), dando un total de 3619 niños. El siguiente gráfico muestra el flujograma de la selección de la muestra. Los recuadros con línea doble representan las dos muestras con que trabajaremos, sin emparejamiento (n=3619); y después del emparejamiento, (n=2088).

Gráfico 8

Diagrama de flujo de la muestra seleccionada.



Los resultados se presentan en cinco tablas dentro del texto y anexos al final. El Gráfico 9 resume la correspondencia entre los análisis y las tablas. Primero se comparó información sociodemográfica de Piura y el grupo de comparación, sin emparejamiento (Tabla 1). Luego, con la sub muestra PSM 1:2, se comparó nuevamente ambos grupos (Tabla 2). Tercero, los resultados de la regresión multivariable con emparejamiento son presentados (Tabla 3) y comparados con los resultados sin emparejamiento (Tabla 4), junto con Anexos 4-5. Luego, se presenta el análisis estratificado por grupos etarios de los niños (Tabla 5) y resultados complementarios (Anexos 6-8).

### Gráfico 9

#### Organización de los resultados

Tipo de análisis	Comparación regional sin emparejamiento	Comparación con emparejamiento PSM 1:2	Comparación con emparejamiento 1:1, 1:2, 1:3 y 1:1 SR
Comparación de promedios y proporciones entre grupo expuesto y no expuesto.	<b>Tabla 1</b>	<b>Tabla 2</b>	-
Análisis bivariado	Anexo 2	Anexo 3	-
Análisis multivariable	Anexo 4	<b>Tabla 3</b>	-
	<b>Tabla 4</b>	<b>Tabla 4</b>	Anexo 5
Análisis multivariable estratificado por grupos de edad de los niños.	-	<b>Tabla 5</b>	-
	Anexo 6	Anexo 7	Anexo 8

## **5.1 Piura y el grupo de comparación**

### **5.1.1 Comparabilidad pre emparejamiento**

En general, el promedio de edad de los niños y de sus madres fue bastante similar en ambos años en Piura y el grupo de comparación. No obstante, se observa que ambos grupos son diferentes en aspectos socioeconómicos como geográficos en los años 1996 y 2000 (Tabla 1). En el grupo de comparación los niños provinieron de zonas más urbanas y de menor altitud, las madres de estos niños tuvieron un nivel educativo más alto y pertenecieron a quintiles de mayor riqueza. Adicionalmente, en ambos años, el grupo de comparación estaría en una mejor condición en desnutrición que Piura, donde los niños fueron más bajos de estatura, tuvieron menor peso y menores puntajes Z. La desnutrición crónica en Piura fue 2-3 veces mayor, respecto al grupo de comparación.

**Tabla 1. Características de la población menor de cinco años, de la madre y hogar. ENDES 1996 y 2000. Comparación pre emparejamiento**

Características	1996 Pre Niño (N=2270)			2000 Post Niño (N=1349)		
	Piura	Grupo de comparación	p	Piura	Grupo de comparación	p
Área <sup>¶</sup>			<0.001			<0.001
Urbano	70.4	97.1		70.5	96.1	
Rural	29.7	2.9		29.5	3.9	
Edad del niño (meses) <sup>a</sup>	36.73 ± 0.69	37.17 ± 0.33	0.571	37.48 ± 0.75	36.23 ± 0.43	0.149
Altura del niño (cm) <sup>a</sup>	89.48 ± 0.71	92.23 ± 0.27	<0.001	90.22 ± 0.72	91.80 ± 0.32	0.045
Peso del niño (kg) <sup>a</sup>	13.61 ± 0.18	14.80 ± 0.09	<0.001	13.72 ± 0.21	14.88 ± 0.11	<0.001
Sexo femenino del niño †	50.7	51.8	0.750	54.2	48.1	0.085
Puntaje Z de talla para edad <sup>a</sup>	-1.34 ± 0.10	-0.67 ± 0.04	<0.001	-1.23 ± 0.12	-0.61 ± 0.04	<0.001
Puntaje Z de peso para talla <sup>a</sup>	0.37 ± 0.07	0.74 ± 0.03	<0.001	0.31 ± 0.05	0.90 ± 0.04	<0.001
Puntaje Z de peso para edad <sup>a</sup>	-0.55 ± 0.07	0.13 ± 0.03	<0.001	-0.54 ± 0.08	0.28 ± 0.05	<0.001
Desnutrición crónica †	24.88	10.85	<0.001	25.54	8.42	<0.001
Edad de madre del niño (años) <sup>a</sup>	29.75 ± 0.54	29.98 ± 0.23	0.706	29.69 ± 0.29	30.20 ± 0.27	0.195
Número de niños < 5 años <sup>a</sup>	1.82 ± 0.08	1.71 ± 0.04	0.249	1.63 ± 0.05	1.49 ± 0.04	0.028
Educación de madre del niño <sup>¶</sup>			<0.001			<0.001
Sin educación	5.6	2.3		4.0	1.1	
Primaria	49.8	22.8		36.0	15.8	
Secundaria	31.3	53.5		36.9	56.6	
Superior	13.3	21.5		23.1	26.5	
Tenencia de activos †						
Energía eléctrica	58.2	95.0	<0.001	62.1	94.8	<0.001
Radio	77.5	89.8	<0.001	83.8	90.3	0.028
Televisión	67.9	91.0	<0.001	74.8	95.5	<0.001
Refrigeradora	26.7	51.7	<0.001	29.1	59.0	<0.001
Bicicleta	26.3	24.7	0.624	17.5	26.1	0.003
Moto	8.0	2.9	<0.001	3.8	1.7	0.052
Auto	4.9	14.3	<0.001	7.3	15.6	0.037
Teléfono	8.7	22.5	<0.001	9.6	36.6	<0.001
Piso acabado	42.4	65.0	<0.001	48.1	76.0	<0.001
Agua a través de suministro	72.5	79.5	0.272	72.5	85.0	0.017
Quintil de riqueza <sup>¶ β</sup>			<0.001			<0.001
1 (menor)	22.4	1.0		16.0	0.5	
2	24.3	17.6		25.5	9.0	
3	23.6	27.7		25.5	26.8	
4	18.4	31.0		25.2	32.9	
5	11.4	22.7		7.7	30.8	
Capital de departamento <sup>¶</sup>			<0.001			<0.001
Sí	25.8	89.8		51.4	93.6	
No	74.20	10.20		48.60	6.40	
Altitud (miles de MSNM) <sup>a</sup>	0.22 ± 0.04	0.17 ± 0.01	0.218	0.19 ± 0.06	0.17 ± 0.01	0.766
Número de observaciones	493	1,777	NA	325	1,024	NA

Nota: Se utilizaron podereados muestrales. <sup>a</sup> Media ± desviación estándar. <sup>β</sup> Quintiles de la variable "wealth index".

<sup>¶</sup> Suman 100% en vertical. † Porcentaje que tiene la característica dentro de Piura/Grupo de comparación



### **5.1.2 Comparabilidad post emparejamiento**

El emparejamiento produjo una submuestra de Piura y el grupo costero de comparación con características similares, quedando solo las observaciones que lograron ser emparejadas (Tabla 2). En el año 1996, el emparejamiento redujo las diferencias en la mayoría de las características socioeconómicas y geográficas, así como la diferencia basal en el desenlace. Antes del emparejamiento la prevalencia de desnutrición crónica en Piura y el grupo de comparación en el año 1996 fue 24.9% y 10.9%, respectivamente (Tabla 1). Después del emparejamiento, esto fue 22.5% y 19.6%, respectivamente (Tabla 2), mostrando una menor diferencia como consecuencia del emparejamiento de características sociales que están asociadas a una mayor (menor) desnutrición. Se mantuvieron diferencias en los puntajes Z de peso para la talla y peso para la edad. En el año 2000, el emparejamiento también redujo diferencias importantes, aunque no las eliminó, la reducción en diferencias del peso del niño no fue tan grande, lo que llevó a que sus puntajes Z de peso para la talla y peso para la edad se mantuvieran con diferencias.

**Tabla 2. Características de la población menor de cinco años, de la madre y hogar. ENDES 1996 y 2000. Comparación post emparejamiento, PSM 1:2 con reemplazo.**

Características	ENDES 1996 (N=1260)			ENDES 2000 (N=828)		
	Piura	Grupo de comparación	p	Piura	Grupo de comparación	p
Área <sup>φ</sup>			<i>0.451</i>			<i>0.129</i>
Urbano	69.9	64.1		69.2	80.0	
Rural	30.1	35.9		30.8	20.0	
Edad del niño (meses) <sup>a</sup>	36.84 ± 1.03	36.26 ± 1.39	<i>0.737</i>	37.68 ± 0.99	37.93 ± 1.11	<i>0.870</i>
Altura del niño (cm) <sup>a</sup>	89.79 ± 1.01	90.26 ± 1.25	<i>0.771</i>	90.34 ± 0.83	92.41 ± 0.84	<i>0.085</i>
Peso del niño (kg) <sup>a</sup>	13.69 ± 0.26	14.34 ± 0.39	<i>0.165</i>	13.75 ± 0.26	14.99 ± 0.24	<i>0.001</i>
Sexo del niño femenino †	48.2	51.7	<i>0.640</i>	53.6	53.2	<i>0.947</i>
Puntaje Z de talla para edad <sup>a</sup>	-1.27 ± 0.13	-1.05 ± 0.19	<i>0.351</i>	-1.24 ± 0.13	-0.76 ± 0.06	<i>0.002</i>
Puntaje Z de peso para talla <sup>a</sup>	0.37 ± 0.11	0.80 ± 0.08	<i>0.002</i>	0.30 ± 0.08	0.85 ± 0.08	<i>&lt;0.001</i>
Puntaje Z de peso para edad <sup>a</sup>	-0.51 ± 0.11	-0.04 ± 0.17	<i>0.029</i>	-0.54 ± 0.10	0.16 ± 0.08	<i>&lt;0.001</i>
Desnutrición crónica †	22.5	19.6	<i>0.752</i>	26.1	10.8	<i>0.002</i>
Edad de madre del niño (años) <sup>a</sup>	30.04 ± 0.72	30.09 ± 0.92	<i>0.967</i>	29.68 ± 0.52	30.21 ± 0.56	<i>0.491</i>
Número de niños < 5 años <sup>a</sup>	1.67 ± 0.08	1.83 ± 0.13	<i>0.312</i>	1.66 ± 0.08	1.61 ± 0.05	<i>0.598</i>
Educación de madre del niño <sup>φ</sup>			<i>0.794</i>			<i>0.208</i>
Sin educación	5.4	6.1		3.6	1.0	
Primaria	47.8	47.9		35.9	27.7	
Secundaria	31.6	36.5		35.9	47.4	
Superior	15.3	9.6		24.6	23.9	
Tenencia de activos †						
Energía eléctrica	60.5	64.3	<i>0.788</i>	67.4	87.2	<i>0.076</i>
Radio	78.4	84.1	<i>0.542</i>	86.2	84.9	<i>0.803</i>
Televisión	70.1	80.8	<i>0.289</i>	79.6	91.8	<i>0.089</i>
Refrigeradora	30.8	38.7	<i>0.366</i>	31.2	49.6	<i>0.027</i>
Bicicleta	30.1	37.9	<i>0.538</i>	19.6	33.0	<i>0.023</i>
Moto	8.6	10.6	<i>0.691</i>	3.3	1.5	<i>0.305</i>
Auto	5.8	5.8	<i>0.968</i>	7.3	14.0	<i>0.258</i>
Teléfono	10.4	13.6	<i>0.569</i>	10.5	24.8	<i>0.049</i>
Piso acabado	45.5	53.0	<i>0.478</i>	50.4	66.3	<i>0.072</i>
Agua a través de suministro	72.2	53.4	<i>0.131</i>	70.3	71.7	<i>0.886</i>
Quintil de riqueza <sup>φ β</sup>			<i>0.655</i>			<i>0.156</i>
1 (menor)	19.0	8.9		15.2	2.9	
2	21.5	31.1		23.6	16.0	
3	24.5	31.3		25.4	34.2	
4	21.4	16.0		27.2	23.9	
5	13.6	12.7		8.7	23.1	
Capital de ciudad <sup>φ</sup>			<i>0.490</i>			<i>0.137</i>
Sí	28.9	22.5		54.7	68.3	
No	71.10	77.50		45.30	31.70	
Altitud (miles de MSNM) <sup>a</sup>	0.22 ± 0.05	0.18 ± 0.03	<i>0.490</i>	0.21 ± 0.08	0.14 ± 0.02	<i>0.395</i>
Número de observaciones	420	840	NA	276	552	NA

Nota: Se utilizaron podereados muestrales. <sup>a</sup> Media ± desviación estándar. <sup>β</sup> Quintiles de la variable "wealth index".

<sup>φ</sup> Suman 100% en vertical. † Porcentaje que tiene la característica dentro de Piura/Grupo de comparación

### **5.3 Análisis de regresión multivariable**

El resultado de mayor interés es la interacción multiplicativa  $\beta_3$ , que representa el potencial efecto que tuvo el fenómeno El Niño en la desnutrición crónica. Con emparejamiento, este coeficiente sugiere un incremento de 45% a 75% de la desnutrición crónica en niños de Piura ante la presencia del fenómeno El Niño, pero con intervalos de confianza que incluyeron la unidad. La estimación con el mayor ajuste de covariables presentó un RP=1.45 [0.66-3.18]. Esto representaría una mayor prevalencia de desnutrición crónica en Piura como consecuencia de El Niño. Sin embargo, este incremento no alcanza niveles de significancia estadística. En ninguno de los tres niveles de ajuste, el RP asociado a El Niño tuvo un  $p < 0.1$ ; no obstante, el mayor riesgo de desnutrición crónica fue consistente con diferentes niveles de ajustes geográficos, demográficos y socioeconómicos

**Tabla 3. Análisis multivariable. Cambio en la prevalencia de desnutrición crónica en menores de cinco años asociado al Fenómeno El Niño. Comparación PSM 1:2, con reemplazo.**

Variables	Ajuste geográfico			Ajuste geográfico + demográfico			Ajuste geográfico + demográfico + socioeconómico		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
Presencia de fenómeno El Niño									
Grupo de comparación	Ref.			Ref.			Ref.		
Grupo de expuestos: Piura	1.14	0.52-2.49	0.736	1.19	0.56-2.52	0.655	1.15	0.59-2.22	0.682
Año									
1996 Pre Niño	Ref.			Ref.			Ref.		
2000 Post Niño	0.83	0.32-2.16	0.703	0.87	0.34-2.25	0.777	1.17	0.55-2.47	0.686
Interacción:									
Piura*Post Niño (2000)	1.75	0.65-4.76	0.268	1.66	0.62-4.46	0.312	1.45	0.66-3.18	0.350
Capital de provincia	0.39	0.23-0.67	0.001	0.38	0.22-0.65	<0.001	0.58	0.36-0.93	0.023
Ámbito rural	0.74	0.29-1.91	0.536	0.71	0.29-1.74	0.451	0.38	0.21-0.71	0.003
Altitud (miles de MSNM) †	1.63	1.08-2.46	0.021	1.62	1.07-2.44	0.022	1.29	0.87-1.91	0.205
Edad del niño (meses) en Feb 1998									
No concebido aún <sup>β</sup>				1.16	0.57-2.37	0.678	1.08	0.66-1.77	0.755
Intrauterio <sup>β</sup>				0.89	0.44-1.81	0.755	0.88	0.49-1.58	0.674
0 a 12				Ref.	.	.	Ref.	.	.
13 a 24				0.84	0.47-1.51	0.566	0.79	0.48-1.29	0.338
25 a 30				0.73	0.40-1.32	0.295	0.76	0.47-1.22	0.252
Sexo del niño femenino				1.41	0.74-2.71	0.297	1.14	0.71-1.83	0.575
Educación de la madre (años)							0.91	0.83-0.99	0.035
Número de niños < 5 años							1.32	0.94-1.86	0.112
Quintiles de riqueza (PCA) <sup>a</sup>									
1 (menor)							Ref.	.	.
2							0.54	0.27-1.10	0.090
3							0.38	0.17-0.89	0.026
4							0.23	0.08-0.64	0.005
5							0.15	0.03-0.75	0.021

† Metros de altura sobre el nivel del mar (msnm) divididos entre 1000. <sup>a</sup> Los quintiles provienen de la variable "wealth index" de las ENDES.

<sup>β</sup> Los niños no concebidos aún son los que estuvieron en el vientre materno durante el período marzo-diciembre de 1998, es decir post pico del desastre. El grupo intrauterio corresponde a los que estuvieron en el vientre durante el pico del desastre, en febrero 1998, con un tiempo de gestación de 1 a 9 meses.

Similarmente, el análisis sin emparejamiento sugiere también un incremento en la prevalencia de desnutrición crónica de 37%-45% en los niños de Piura como efecto de El Niño (Tabla 4). Los estimados sin emparejamiento muestran un menor

incremento de la desnutrición respecto a los resultados con PSM, pero con intervalos de confianza más acotados; así como un valor p que, aunque no fue significativo, mostró un valor decreciente conforme se ajustó por más covariables (p: 0.141 a 0.106).

La mayor significancia de los estimados sin emparejamiento ocurre probablemente porque se analizó una muestra más grande y se tuvo un ajuste más eficaz al controlar características de poblaciones disímiles. Con emparejamiento, la tendencia creciente del valor p y menores RP, conforme se ajustó por más covariables, podría indicar un sobreajuste al analizarse una submuestra de Piura y el grupo de comparación que fue previamente emparejada por tener características similares.

**Tabla 4. Análisis multivariable. Cambio en la prevalencia de desnutrición crónica en menores de cinco años asociado al Fenómeno El Niño, ajustado por diferentes grupos de covariables**

Nivel de ajuste de covariables.	Sin emparejamiento (N=3619)			Con emparejamiento (N=2088)		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
Ajuste geográfico:						
Ajustado por capital de departamento, ámbito rural y altitud (msnm/1000).	1.45	0.89-2.36	0.141	1.75	0.65-4.76	0.268
Ajuste geográfico + demográfico:						
Añade ajuste por sexo y edad del niño.	1.47	0.90-2.39	0.126	1.66	0.62-4.46	0.312
Ajuste geográfico + demográfico + socioeconómico:						
Añade ajuste por años de educación de la madre, número de menores de cinco años en el hogar y quintiles de riqueza.	1.37	0.93-2.01	0.106	1.45	0.66-3.18	0.350

Nota: Las regresiones completas son presentadas en la Tabla 3 y Anexo 4.

## 5.4 Grupos etarios más afectados

Se exploró qué grupos de niños pudieron ser los más afectados, para lo que usamos la muestra post emparejamiento (Tabla 5). En específico, el grupo de 0 a 11 meses

de edad presentó un RP de 2.73 a 2.69 en los tres niveles de ajuste por covariables y un valor p de 0.057 a 0.043. Este grupo sería el único con significativamente mayor desnutrición crónica en los diferentes niveles de ajuste. Las estimaciones con emparejamientos alternativos (PSM 1:1, 1:3 y PSM 1:1 SR) y con la muestra sin emparejamiento también sugieren que el grupo de 0 a 11 meses tuvo una mayor prevalencia de desnutrición crónica posterior a El Niño. Los Anexos 7 y 8 muestran que este grupo etario habría estado en mayor riesgo (RP entre 2.5-4.0,  $p < 0.1$ ).

**Tabla 5. Análisis multivariable estratificado según edad del niño en el pico del desastre. Desnutrición crónica. Comparación PSM 1:2, con reemplazo.**

Grupos etarios	Ajuste geográfico			Ajuste geográfico + demográfico			Ajuste geográfico + demográfico + socioeconómico		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
1: No concebido aún (n=350)	6.74	0.55-82.74	0.134	4.99	0.42-59.88	0.202	2.08	0.19-22.41	0.543
2: Intrauterino 1 a 9 m. (n=392)	1.32	0.25-7.07	0.739	1.21	0.27-5.50	0.801	0.82	0.25-2.70	0.741
3: 0 a 11 meses (n=505)	2.73	0.97-7.69	0.057	2.78	0.97-7.93	0.056	2.69	1.03-7.03	0.043
4: 12-23 meses (n=593)	0.54	0.08-3.66	0.526	0.56	0.08-4.04	0.560	0.31	0.07-1.33	0.115
5: 24 a 30 meses (n=248)	1.41	0.27-7.42	0.679	1.37	0.26-7.37	0.708	2.47	0.28-21.64	0.410

Nota: El ajuste geográfico incluye capital de dpto., ámbito rural, altitud (msnm/1000). El ajuste demográfico agrega sexo y edad del niño. El ajuste socioeconómico añade educación de la madre, número de niños <5 años en el hogar y quintiles de riqueza.

Los niños que todavía no habían sido concebidos en la fecha del pico de El Niño, mostraron también altos incrementos en la prevalencia de desnutrición crónica (RP: 2.08 a 6.74), pero sin significancia estadística (Tabla 5). Algo similar se observó

con el grupo etario 24 a 30 meses (RP: 1.41 a 2.47;  $p>0.1$ ). Ambos grupos habrían carecido de un impacto significativo, según los estimados PSM alternativos y sin emparejamiento (Anexo 8).

Dado el mayor riesgo de desnutrición crónica en niños menores de un año, se dividió ese grupo en dos subgrupos: 0 a 5 y 6 a 11 meses, para determinar si el impacto de El Niño es sustancialmente mayor en alguno de ellos. En la estimación sin emparejamiento y con ajuste geográfico, demográfico y socioeconómico, se observó un RP alto en ambos subgrupos, pero solo alcanzó significancia en niños de 6-11 meses: 2.40, 0.64-9.00 versus 3.14, 1.04-9.50, respectivamente. Por otro lado, en las estimaciones con emparejamiento PSM 1:2 y ajuste geográfico-demográfico, el grupo de 6-11 meses obtuvo un mayor RP 3.65, 1.10-12.12 mientras que en niños de 0-5 meses se observó un menor incremento del riesgo asociado a El Niño que adicionalmente no fue estadísticamente significativo, 1.57, 0.21-11.76. Similarmente, con emparejamiento PSM 1:2 y ajuste geográfico-demográfico y socioeconómico, el RP más alto perteneció al grupo 0-5 meses, pero los RP de ambos subgrupos etarios carecieron de significancia estadística. En resumen, se observa de manera consistente pero no siempre significativa una tendencia a mayor riesgo de desnutrición crónica asociado a El Niño tanto en niños de 0-5 y 6-11 meses, con y sin emparejamiento, sin evidencia clara de que el impacto de El Niño sea mayor en un grupo etario que en el otro. Dichos resultados son presentados en el Anexo 11.

Por otro lado, los niños del grupo intrauterino de 1 a 9 meses mostraron RP mayores y menores a la unidad, dependiendo del nivel de ajuste, con un valor p alrededor de 0.74; mientras que, el grupo de 12 a 23 meses mostró RP menores a la unidad con un valor p menor ( $p=0.115$ ) que no llegó a ser significativo, en la estimación con emparejamiento y mayor nivel de ajuste. No obstante, estas estimaciones no fueron consistentes en las estimaciones PSM alternativas, y mostraron un RP cercano a uno en la regresión sin emparejamiento, lo que no permite inferir mucho sobre el posible impacto que tuvo El Niño sobre estos grupos etarios (Anexo 8).

Adicionalmente, se incluyó el ajuste por variables como bajo peso al nacer (Anexo 9). En este sub análisis, las RP puntuales después de ajustar por bajo peso al nacer continuaron indicando el mayor riesgo de desnutrición crónica asociado a El Niño en el grupo de 0-11 meses, pero sin significancia estadística, impidiendo obtener conclusiones más sólidas. La razón de prevalencias con la sub muestra PSM 1:2 para niños de 0-11 meses de edad fue 1.70, 0.20-14.44 y en la muestra sin emparejamiento, se observó un RP mayor pero también no significativo (3.44, 0.79-14.96). La pérdida de potencia se debe a la falta de datos de peso al nacer, un problema histórico de esta variable debido en gran parte a los partos no institucionales, con los obvios sesgos que esto implica. La inclusión de bajo peso al nacer disminuyó la muestra sin emparejamiento de 3619 a 3056 observaciones; y con emparejamiento de 2088 a 1616. Esta reducción de la muestra pudo generar además un posible sesgo en las estimaciones ya que el 70% de los valores ausentes en la variable bajo peso al nacer se concentraron en Piura. Similarmente, después de ajustar por la variable estatura de la madre, también



se observó un mayor riesgo asociado con el Niño en niños 0-11 meses, pero no significativamente (2.25, 0.94-5.39, Anexo 10).

En resumen, la mayoría de los grupos etarios, en los resultados tanto *con emparejamiento* o *sin emparejamiento*, muestran una prevalencia de desnutrición crónica mayor en la población de Piura después de El Niño, pero con intervalos de confianza que no siempre indican diferencias con significancia estadística. Entre los resultados, destaca el grupo etario de niños con edad de 0 a 11 meses, que tiene niveles de significancia reiterativos, que son consistentes en los diferentes ajustes por covariables, así como en las estimaciones con y sin emparejamiento.

## 6. Discusión

Las estimaciones realizadas sugieren un posible mayor riesgo de padecer desnutrición crónica en los niños afectados por el Fenómeno El Niño. La desnutrición crónica en Piura después de El Niño muestra una prevalencia alrededor del 45% mayor respecto al grupo de comparación. Hay consistencia entre los diferentes niveles de análisis; sin embargo, no se puede afirmar con precisión que haya habido un incremento en la desnutrición crónica, dada la baja significancia estadística en los estimados globales con emparejamiento. Por último, el análisis por grupos etarios sugiere que el incremento de la desnutrición crónica fue importante en niños de 0 a 11 meses de edad, donde se obtuvieron RP significativos, y donde se requieren análisis con mayor nivel de profundidad.

El incremento de la desnutrición posterior a El Niño es coherente con resultados de otros estudios. En la India (25), con una muestra de 80 mil niños, se encontró que desastres naturales, en especial inundaciones reducen el puntaje Z de talla para la edad en 0.12-0.15 unidades, y aumentan la probabilidad de retraso en el crecimiento en 7%. Otros estudios, también en la India, con muestras de 352 y 764 niños, encuentran que las inundaciones aumentarían la desnutrición crónica y aguda en un 60% y 80%, respectivamente comparado contra grupos no afectados (17,18). En Latinoamérica, para Guatemala (22) con una muestra de 9996 niños, se encontró que desastres naturales como tormentas, inundaciones, heladas y huracanes, habrían reducido entre 0.1 y 0.2 el puntaje Z de la talla para la edad. En Nicaragua (65), golpeada por huracanes y tormentas, una muestra de 3653 niños reveló que la probabilidad de padecer desnutrición aguda en los niños de regiones afectadas casi se cuadruplicó. En

el caso de El Niño 1997-1998, un estudio para Ecuador (23) con una muestra de 11654 niños mostró que los expuestos a inundaciones durante El Niño tuvieron un puntaje Z de talla para la edad menor en 0.09; y en Perú (16), con una muestra de 2095 niños de Tumbes, se encuentra que el crecimiento anual de los niños afectados por inundaciones fue menor, un variación anual del puntaje Z inferior en 44% respecto al crecimiento infantil en periodo pre-El Niño (1991-1997).

Estos resultados previos son coherentes con nuestros hallazgos generales, y en buena medida consistentes con la mayor repercusión sobre los niños menores de un año, en los estudios donde se realizó un análisis por etapas de crecimiento (17–19). El análisis estratificado del efecto de El Niño en desnutrición crónica en diferentes grupos etarios no mostró un patrón uniforme ni monotónico. Los cambios de la RP y su significancia entre los estratos podrían deberse a la diferente vulnerabilidad nutricional y susceptibilidad a enfermedades de cada grupo, en un contexto de escasez de alimentos. Además, el aumento de la morbilidad infantil, sumado a las precariedad del hogar afectado por las inundaciones, con menores ingresos y menor acceso a servicios de salud, pudo generar un ambiente difícil para sostener una adecuada nutrición y asegurar el crecimiento infantil.

Observamos que niños de 0 a 11 meses de edad mostraron un incremento de la prevalencia de desnutrición crónica alrededor de 2.6 veces mayor. Este resultado es consistente tanto en las regresiones con emparejamiento PSM 1:1, 1:2, 1:3 con remplazo y PSM 1:1 sin remplazo, así como en la regresión sin emparejamiento (Anexo 8). El mayor riesgo de los niños de 0 a 11 meses de edad, guarda sentido con su etapa de crecimiento. Durante los primeros 6 meses de vida, el niño duplica su peso

de nacimiento y a los 12 meses puede triplicarlo (131); y su crecimiento en talla alcanza una velocidad 20 cm/año en los primeros meses de vida, para luego reducirse a 10–13 cm/año hacia los doce meses y luego se reduce a 7.5-10 cm/año a los 24 meses. Luego, esta velocidad disminuye hasta el inicio de la pubertad (132). Entonces, de ser afectados los niños en momentos clave de desarrollo y altamente vulnerables como los 0-11 meses, sería esperable que las consecuencias en el retraso de su crecimiento sean también más graves que en los demás grupos etarios. La subdivisión del análisis para los grupos 0-5 meses y 6-11 meses mostró que el Niño tiene un impacto importante incrementando el riesgo de desnutrición crónica en ambos grupos etarios, dados las razones de prevalencia altamente superiores a 1 en todos los análisis. Sin embargo, los resultados en su mayoría carecen de significancia estadística, debido al pequeño tamaño de muestra en cada subgrupo por el emparejamiento y sub división de nuevos grupos etarios que reduce el poder de la estimación. Por ello no se puede llegar a conclusiones más sólidas sobre variaciones del impacto del Niño durante el primer año de vida, hipótesis que deberá ser explorada en estudios futuros.

El riesgo de desnutrición crónica encontrado para el grupo de 0 a 11 meses podría deberse a la afectación de aspectos claves de la práctica de lactancia materna, tales como la técnica utilizada y su frecuencia, tal como se ha documentado en otras condiciones de emergencia (133,134). Las actividades de adaptación y recuperación, al requerir de la participación de los miembros del hogar, pudieron perjudicar la práctica de lactancia exclusiva (23). Asimismo, la reducción de la ingesta mínima de nutrientes necesarios por parte de la madre, aunado a las condiciones de estrés psicosocial, podrían haber comprometido la calidad de la leche materna (61,135–

137), aunque no podemos corroborarlo. En el caso de la costa de Piura, golpeada por el desastre, es probable que se hayan tenido dificultades para cubrir la alimentación de la familia, tal como ocurrió en comunidades de Tumbes (10), otro departamento afectado por El Niño. Estos aspectos no son estudiados en esta tesis, aunque constituyen una pregunta importante en la agenda de investigación (16), comprender mejor los mecanismos específicos por los cuales El Niño podría haber afectado el crecimiento infantil.

Además, este mayor riesgo de los niños de 0 a 11 meses de edad, sería coherente con otros estudios que han analizado el efecto de desastres naturales sobre población infantil. En Bangladesh, con tres rondas de seguimiento de 237 niños evaluados hasta 15 meses después de la inundación, se encontró un empeoramiento de la talla para la edad, teniéndose los efectos más graves y prolongados en el grupo de 0-12 meses comparados con niños mayores de 13 a 60 meses de edad (19).

Por otra parte, el grupo conformado por niños aún no concebidos para febrero 1998 mostró un RP cuya estimado puntual estuvo entre 1.44-4.99, pero con intervalos de confianza que incluyeron el valor nulo. En el grupo 24 a 30 meses, el RP también mostró RP altos sin significancia estadística, tanto en los estimados principales (Tabla 5), como en las estimaciones alternativas (Anexos 6-8). Para estos grupos quizá un mayor tamaño de muestra podría haber permitido obtener estimados más precisos y tal vez hasta significativos, mostrando un incremento en el riesgo de desnutrición.

En el grupo etario de 12 a 23 meses, los estimados sugieren generalmente un RP menor a uno, aunque sin un valor uniforme en todas las estimaciones. Este RP fue

mayor a uno en la estimación sin emparejamiento y fue menor a uno con los diferentes PSM, careciendo de significancia estadística según los niveles de ajuste. El RP puntual menor a uno reflejaría que este estrato no tendría mayor prevalencia de desnutrición respecto de los niños no afectados, si no por el contrario, tendría una prevalencia menor post desastre. Esto es difícil de comprender y su explicación podría residir en un posible sobreajuste de covariables, ya que el menor valor p surge con el mayor nivel de ajuste de covariables. Asimismo, esto podría deberse a problemas de confusión que el emparejamiento no ha podido resolver, o que más bien pudo haber introducido.

Las limitaciones del estudio giran en torno a la comparabilidad entre Piura y el grupo de comparación, y segundo, sobre la naturaleza transversal de las ENDES. Sobre el primer aspecto, esto tuvo que construirse post exposición; para lo que se utilizaron diferentes emparejamientos PSM que sirvieron como análisis de sensibilidad. Sobre lo segundo, si bien las ENDES son estudios transversales, las encuestas de 1996 y 2000 se realizaron aproximadamente dos años antes y dos años después de El Niño 1997-1998, y permitió realizar un análisis ecológico. Otros estudios con encuestas DHS han utilizado el método de dobles diferencias para evaluar población infantil ante desastres naturales y variaciones de clima (22,65–68), asistencia social (138–141), guerras y otros temas (110,142). Sobre la validez externa e interna, dada la naturaleza local de nuestra información, nuestros resultados solo podrían ser extrapolables a ciertas poblaciones que compartan características de la costa de Piura frente a un evento de intensas lluvias e inundaciones, como las generadas por El Niño. En cuanto a la validez interna, los criterios de inclusión y exclusión han buscado

minimizar el sesgo de selección y mejorar la comparabilidad entre Piura y el grupo de comparación. Asimismo, las estimaciones con y sin emparejamiento muestran una alta consistencia en sus resultados principales.

Actualmente, dada la existencia de ENDES anuales, la posibilidad de analizar eventos similares desde diferentes enfoques merece atención. Cabe resaltar la ausencia de estudios prospectivos en el Perú para estos temas, lo que permitiría entender mejor la relación causal entre los desastres generados por El Niño e indicadores de desarrollo infantil. Mayor investigación podría mejorar la focalización de políticas post desastre, tales como un monitoreo nutricional de la infancia dentro de planes de respuesta ante desastres naturales (17). Estos eventos tendrían una mayor posibilidad de ocurrir con el calentamiento global y cambio climático (45), por lo que es necesario fortalecer los esfuerzos de prevención para eventos como El Niño. Especialmente, fortalecer el sistema de salud pública y protección social centrado en la infancia durante etapas críticas de su desarrollo.

En resumen, el presente estudio contribuye a la comprensión de posibles impactos que tienen desastres generados por El Niño en la infancia, con lo que podemos describir tres hallazgos. Primero, en general se encontró un RP mayor a uno, lo que sugiere un posible mayor riesgo general de los la infancia golpeada por el desastre. Segundo, podrían existir grupos más vulnerables en el momento del desastre, como los niños de 0 a 11 meses de edad. Tercero, este grupo etario presenta una alta consistencia entre los resultados con y sin emparejamiento, así como con los diferentes niveles de ajuste y PSM alternativos que confirmaron los hallazgos y han servido como análisis de sensibilidad.

## **7. Conclusiones**

El análisis realizado para la costa de Piura, al norte del Perú, muestra que posiblemente el fenómeno El Niño pudo incrementar la desnutrición crónica. Si bien los RP en los cálculos globales solo muestran una baja significancia estadística que no alcanza al 10%, las estimaciones de mayor prevalencia de desnutrición crónica oscilaron alrededor del 45%.

Segundo, los cálculos estratificados por edad sí revelarían que el grupo de 0 a 11 meses en el pico del desastre sería posiblemente el más afectado y es dónde los RP adquieren mayor significancia estadística. Estos niños tendrían una mayor prevalencia de desnutrición crónica, aproximadamente 2.6 veces mayor respecto a los niños no afectados.

Tercero, tanto los resultados globales y los divididos por grupo etario, son consistentes a través de las estimaciones realizadas con y sin emparejamiento, y según los diferentes niveles de ajuste geográficas, demográficas y socioeconómicas. Asimismo, los hallazgos son coherentes con otros estudios que también han analizado el efecto que pueden tener los desastres naturales sobre la infancia.

Cuarto, debemos tomar estos resultados con cautela. Si bien se encuentran indicios de un agravamiento en la desnutrición crónica de los niños de Piura respecto al grupo de comparación, corresponde a estudios específicamente dirigidos a esta población confirmar la validez de estos hallazgos y profundizar en las causas subyacentes que están mediando el impacto de El Niño.



## 8. Referencias

1. Ministerio de Salud (MINSA), Organización Panamericana de la Salud /Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS). Fenómeno El Niño 1997-1998: Informe oficial del Ministerio de Salud del Perú. [Internet]. 1999. Available from: <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc405/doc405.htm>
2. INDECI. Compendio Estadístico de Emergencias producidas en el Perú: 1998. [Internet]. 1998 [cited 2017 Apr 23]. Available from: <https://www.indeci.gob.pe/direccion-politicas-y-planos/compendios-estadisticos/edicion-multimedia-de-compendios-estadisticos/1998-2/>
3. Glantz MH. Currents of Change: Impacts of El Niño and La Niña on Climate and Society. 2 edition. Cambridge ; New York: Cambridge University Press; 2000. 268 p.
4. Corporación Andina de Fomento (CAF). Las lecciones del El Niño : Memorias del Fenómeno El Niño 1997 - 1998 : Retos y propuestas para la región andina : Perú. [Internet]. 2000. Available from: [http://www.minsa.gob.pe/ogdn/cd1/pdf/elai\\_04/elai\\_4.htm](http://www.minsa.gob.pe/ogdn/cd1/pdf/elai_04/elai_4.htm)
5. Huertas Vallejos, Lorenzo. Diluvios andinos: a través de las fuentes documentales. Fondo Editorial PUCP; 2001.
6. Quinn WH, Neal VT, Mayolo SEAD. El Niño occurrences over the past four and a half centuries. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 1987;14449–61.
7. Bjerknes J. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Monthly weather review*. 1969;97(3):163–172.
8. Gill AE, Rasmusson EM. The 1982–83 climate anomaly in the equatorial Pacific. *Nature*. 1983;306(5940):229.
9. Ropelewski CF, Halpert MS. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly weather review*. 1987;115(8):1606–1626.
10. Bayer AM, Danysh HE, Garvich M, Gonzálvez G, Checkley W, Alvarez M, et al. The 1997–1998 El Niño as an unforgettable phenomenon in northern Peru: a qualitative study. *Disasters*. 2014;38(2):351.
11. Glantz MH. Lessons learned from the 1997-98 El Niño: Once burned, twice shy? In United Nations University Press; Tokyo; 2001.
12. Bennett A, Epstein LD, Gilman RH, Cama V, Bern C, Cabrera L, et al. Effects of the 1997–1998 El Niño episode on community rates of diarrhea. *American journal of public health*. 2012;102(7):e63–e69.

13. Speelman EC, Checkley W, Gilman RH, Patz J, Calderon M, Manga S. Cholera incidence and El Niño-related higher ambient temperature. *Jama*. 2000;283(23):3072–3074.
14. Ramírez IJ. Cholera resurgence in Piura, Peru: examining climate associations during the 1997–1998 El Niño. *GeoJournal*. 2015 Feb 1;80(1):129–43.
15. Bouma MJ, Dye C. Cycles of malaria associated with El Niño in Venezuela. *Jama*. 1997;278(21):1772–1774.
16. Danysh HE, Gilman RH, Wells JC, Pan WK, Zaitchik B, González G, et al. El Niño adversely affected childhood stature and lean mass in northern Peru. *Climate Change Responses*. 2014;1(1):7.
17. Rodriguez-Llanes JM, Ranjan-Dash S, Mukhopadhyay A, Guha-Sapir D. Flood-Exposure is Associated with Higher Prevalence of Child Undernutrition in Rural Eastern India. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2016 Feb 6;13(2):210.
18. Rodriguez-Llanes JM, Ranjan-Dash S, Degomme O, Mukhopadhyay A, Guha-Sapir D. Child malnutrition and recurrent flooding in rural eastern India: a community-based survey. *BMJ Open*. 2011 Jan 1;1(2):e000109.
19. del Ninno C, Lundberg M. Treading water: The long-term impact of the 1998 flood on nutrition in Bangladesh. *Economics & Human Biology*. 2005 Mar 1;3(1):67–96.
20. Buitendijk AM. Flood Exposure and Child Health in Bangladesh. 2006 Nov 1 [cited 2018 Aug 5]; Available from: <https://escholarship.org/uc/item/66s1v7hn>
21. Gaire S, Delbiso TD, Pandey S, Guha-Sapir D. Impact of disasters on child stunting in Nepal. *Risk management and healthcare policy*. 2016;9:113.
22. Pörtner CC. Natural Hazards and Child Health [Internet]. Rochester, NY: Social Science Research Network; 2010 May [cited 2017 Aug 18]. Report No.: ID 1599432. Available from: <https://papers.ssrn.com/abstract=1599432>
23. Rosales M. Impact of early life shocks on human capital formation: El Niño floods in Ecuador. 2014;
24. Pradhan PMS, Dhital R, Subhani H. Nutrition interventions for children aged less than 5 years following natural disasters: a systematic review protocol. (*BMJ Open* 2015; 5:e009525).
25. Datar A, Liu J, Linnemayr S, Stecher C. The impact of natural disasters on child health and investments in rural India. *Social Science & Medicine*. 2013 Jan 1;76:83–91.

26. Bassett, Lucy. Nutrition Security in Haiti: Pre- and Post Earthquake Conditions and the Way Forward. (June 2010, Number 157). Available from: [http://siteresources.worldbank.org/INTLAC/Resources/257803-1269390034020/EnBreve\\_157\\_English\\_Web.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTLAC/Resources/257803-1269390034020/EnBreve_157_English_Web.pdf)
27. UNICEF. The Challenges of Climate Change: Children on the Front Line [Internet]. Florence: UNICEF Office of Research.; 2014. Available from: <https://www.unicef.or.jp/osirase/back2014/pdf/140730.pdf>
28. Onis M, Branca F. Childhood stunting: a global perspective. *Maternal & Child Nutrition*. 2016 May 17;12(S1):12–26.
29. Martorell R, Khan LK, Schroeder DG. Reversibility of stunting: epidemiological findings in children from developing countries. *European journal of clinical nutrition*. 1994;48:S45–57.
30. Sterling R, Miranda JJ, Gilman RH, Cabrera L, Sterling CR, Bern C, et al. Early anthropometric indices predict short stature and overweight status in a cohort of Peruvians in early adolescence. *American journal of physical anthropology*. 2012;148(3):451–461.
31. Pollitt E, Gorman KS, Engle PL, Rivera JA, Martorell R. Nutrition in Early Life and the Fulfillment of Intellectual. *The Journal of nutrition*. 1995;125(4):1111S.
32. Dewey KG, Begum K. Long-term consequences of stunting in early life. *Maternal & Child Nutrition*. 2011;7(s3):5–18.
33. Georgiadis A, Benny L, Galab S, Reddy P, Woldehanna T, others. Growth recovery and faltering though early adolescence in low-and middle-income countries: Determinants and implications for cognitive development. *Social Science & Medicine*. 2017;179:81–90.
34. Glewwe P, King EM. The impact of early childhood nutritional status on cognitive development: Does the timing of malnutrition matter? *The World Bank Economic Review*. 2001;15(1):81–113.
35. Crookston BT, Dearden KA, Alder SC, Porucznik CA, Stanford JB, Merrill RM, et al. Impact of early and concurrent stunting on cognition. *Maternal & Child Nutrition*. 2011;7(4):397–409.
36. Berkman DS, Lescano AG, Gilman RH, Lopez SL, Black MM. Effects of stunting, diarrhoeal disease, and parasitic infection during infancy on cognition in late childhood: a follow-up study. *The Lancet*. 2002 Feb 16;359(9306):564–71.
37. Grantham-McGregor SM, Cumper G. Jamaican studies in nutrition and child development and their implications for national development. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1992;51(1):71–9.

38. Haas JD, Murdoch S, Rivera J, Martorell R. Early nutrition and later physical work capacity. *Nutrition reviews* [Internet]. 1996;54(s1). Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1753-4887.1996.tb03869.x/full>
39. Hermida P. The Long-Term Effect of Natural Disasters: Health and Education in Guatemala After the 1976 Earthquake. 2011 Jan 19 [cited 2017 Apr 24]; Available from: <https://papers.ssrn.com/abstract=1845910>
40. Alderman H, Hodinott J, Kinsey B. Long term consequences of early childhood malnutrition. *Oxf Econ Pap*. 2006 Jul 1;58(3):450–74.
41. Huicho L, Huayanay-Espinoza CA, Herrera-Perez E, Segura ER, de Guzman JN, Rivera-Ch M, et al. Factors behind the success story of under-five stunting in Peru: a district ecological multilevel analysis. *BMC pediatrics*. 2017;17(1):29.
42. Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *The lancet*. 2008;371(9609):340–357.
43. Ozaltin E, Hill K, Subramanian SV. Association of maternal stature with offspring mortality, underweight, and stunting in low- to middle-income countries. *JAMA*. 2010 Apr 21;303(15):1507–16.
44. Martin RM, Smith GD, Frankel S, Gunnell D. Parents' growth in childhood and the birth weight of their offspring. *Epidemiology*. 2004;15(3):308–316.
45. Aalst MKV. The impacts of climate change on the risk of natural disasters. *Disasters*. 2006 Mar 1;30(1):5–18.
46. Huicho L, Segura ER, Huayanay-Espinoza CA, de Guzman JN, Restrepo-Méndez MC, Tam Y, et al. Child health and nutrition in Peru within an antipoverty political agenda: a Countdown to 2015 country case study. *The Lancet Global Health*. 2016;4(6):e414–e426.
47. Marini A, Gallagher P, Rokx C. Standing tall: Peru's success in overcoming its stunting crisis. World Bank; 2017.
48. WHO. WHO child growth standards: length/height for age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age, methods and development. World Health Organization; 2006.
49. Gagnon AS, Smoyer-Tomic KE, Bush AB. The El Niño Southern Oscillation and malaria epidemics in South America. *Int J Biometeorol*. 2002 May 1;46(2):81–9.
50. Hjelle B, Glass GE. Outbreak of hantavirus infection in the Four Corners region of the United States in the wake of the 1997–1998 El Niño—Southern Oscillation. *Journal of Infectious Diseases*. 2000;181(5):1569–1573.

51. Cazelles B, Chavez M, McMichael AJ, Hales S. Nonstationary influence of El Nino on the synchronous dengue epidemics in Thailand. *PLoS Med.* 2005;2(4):e106.
52. Ebi KL, Exuzides KA, Lau E, Kelsh M, Barnston A. Association of normal weather periods and El Nino events with hospitalization for viral pneumonia in females: California, 1983–1998. *American Journal of Public Health.* 2001;91(8):1200–1208.
53. Kousky C. Impacts of Natural Disasters on Children. *The Future of Children.* 2016;26(1):73–92.
54. INEI. Compendio Estadístico 1996-97 [Internet]. 1997 [cited 2017 Sep 26]. Available from: <https://proyectos.inei.gob.pe/endes/>
55. Semba RD, De Pee S, Berger SG, Martini E, Ricks MO, Bloem MW. Malnutrition and infectious disease morbidity among children missed by the childhood immunization program in Indonesia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.* 2007;38(1):120.
56. INEI. Compendio Estadístico 2002 [Internet]. 2002. Available from: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0587/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0587/Libro.pdf)
57. Laplante DP, Barr RG, Brunet A, Fort GGD, Meaney ML, Saucier J-F, et al. Stress During Pregnancy Affects General Intellectual and Language Functioning in Human Toddlers. *Pediatric Research.* 2004 Sep;56(3):400–10.
58. Dancause KN, Laplante DP, Oremus C, Fraser S, Brunet A, King S. Disaster-related prenatal maternal stress influences birth outcomes: Project Ice Storm. *Early Human Development.* 2011 Dec 1;87(12):813–20.
59. Harville E, Xiong X, Buekens P. Disasters and Perinatal Health: A Systematic Review. *Obstet Gynecol Surv.* 2010 Nov;65(11):713–28.
60. King S, Dancause K, Turcotte-Tremblay A-M, Veru F, Laplante DP. Using Natural Disasters to Study the Effects of Prenatal Maternal Stress on Child Health and Development. *Birth Defects Research Part C: Embryo Today: Reviews.* 2012 Dec 1;96(4):273–88.
61. WHO. Essential Nutrition Actions: Improving maternal, newborn, infant and young child health and nutrition [Internet]. WHO. 2013 [cited 2019 Jul 2]. Available from: [http://www.who.int/nutrition/publications/infantfeeding/essential\\_nutrition\\_actions/en/](http://www.who.int/nutrition/publications/infantfeeding/essential_nutrition_actions/en/)
62. WHO. La alimentación del lactante y del niño pequeño: capítulo modelo para libros de texto dirigidos a estudiantes de medicina y otras ciencias de la

salud. 2010; Available from:  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44310/1/9789275330944\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44310/1/9789275330944_spa.pdf)

63. United Nations, International Strategy for Disaster Reduction, Secretariat. Global assessment report on disaster risk reduction 2015: making development sustainable : the future of disaster risk management. Geneva, Switzerland: United Nations International Strategy for Disaster Reduction; 2015.
64. Alcántara Ayala. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. 2002 Oct 1;47(2-4):107-24.
65. Baez JE, Santos IV. Children's vulnerability to weather shocks: A natural disaster as a natural experiment. Social Science Research Network, New York. 2007;
66. Tarazona M, Gallegos J. Recent trends in Disaster Impact on Child Welfare and Development: 1999-2009, background report to UN. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. 2011;
67. Darrouzet-Nardi AF, Masters WA. Nutrition smoothing: Can proximity to towns and cities protect rural children against seasonal variation in agroclimatic conditions at birth? PloS one. 2017;12(1):e0168759.
68. Bustelo M, Arends-Kuenning M, Lucchetti L. Persistent impact of natural disasters on child nutrition and schooling: Evidence from the 1999 Colombian earthquake. 2012;
69. Seballos F, Tanner T, Tarazona M, Gallegos J. Children and disasters: Understanding impact and enabling agency. Institute of Development Studies (IDS); 2011.
70. Conde-Álvarez C, Saldaña-Zorrilla S. Cambio climático en América Latina y el Caribe: impactos, vulnerabilidad y adaptación. Ambiente y desarrollo. 2007;23(2):23-30.
71. Takahashi K. The atmospheric circulation associated with extreme rainfall events in Piura, Peru, during the 1997—1998 and 2002 El Niño events. *Annales Geophysicae*, European Geosciences Union, 2004, 22 (11), pp3917-3926 [Internet]. 2004 Nov [cited 2019 Mar 11]; Available from: <http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/1042>
72. SENAMHI. El evento El Niño - Oscilación Sur 1997 -1998: su impacto en el departamento de Lambayeque. 2000.
73. IMARPE. Instituto del Mar del Perú. EL NIÑO - OSCILACIÓN DEL SUR [Internet]. [cited 2019 Mar 10]. Available from: [http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id\\_seccion=I0178010000000000000000](http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I0178010000000000000000)

74. UNICEF. Malnutrition in Children [Internet]. UNICEF DATA. [cited 2018 Nov 12]. Available from: <https://data.unicef.org/topic/nutrition/malnutrition/>
75. Save the Children. ¿En qué consiste el fenómeno de El Niño? [Internet]. 2016 [cited 2018 Nov 12]. Available from: <https://www.savethechildren.es/actualidad/en-que-consiste-el-fenomeno-de-el-nino>
76. UNICEF alerta de los efectos de El Niño en la infancia [Internet]. Noticias ONU. 2016 [cited 2018 Nov 12]. Available from: <https://news.un.org/es/story/2016/07/1360411>
77. Schmitt LH, Graham HM, White PC. Economic evaluations of the health impacts of weather-related extreme events: a scoping review. *International journal of environmental research and public health*. 2016;13(11):1105.
78. Hanna R, Oliva P. Implications of Climate Change for Children in Developing Countries. *The Future of Children*. 2016;26(1):115–132.
79. DHS Program. The DHS Program - Available Datasets [Internet]. [cited 2017 Apr 15]. Available from: <http://dhsprogram.com/data/available-datasets.cfm>
80. INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática [Internet]. 2017 [cited 2017 Apr 15]. Available from: <http://proyectos.inei.gob.pe/endes/>
81. Torres-Reyna O. Differences-in-Differences (using Stata). Data & Statistical Services; 2015; Princeton University.
82. Wooldridge JM. What's new in econometrics? Imbens/Wooldridge lecture notes; summer institute 2007, lecture 10: Difference-in-differences estimation. NBER <http://www.nber.org/minicourse3.html>, last accessed at March. 2007;19:2009.
83. Khandker SBK Gayatri Samad, Hussain. Handbook on Impact Evaluation [Internet]. The World Bank; 2009 [cited 2018 Aug 2]. 239 p. Available from: <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-0-8213-8028-4>
84. DHS Program. The DHS Program - Peru: Standard DHS, 1996 [Internet]. 1996 [cited 2017 Jun 27]. Available from: <https://dhsprogram.com/publications/publication-FR87-DHS-Final-Reports.cfm>
85. DHS Program. The DHS Program - Peru: Standard DHS, 2000 [Internet]. 2000 [cited 2017 Jun 27]. Available from: <https://www.dhsprogram.com/publications/publication-FR120-DHS-Final-Reports.cfm>

86. INEI. Ficha Técnica ENDES 1996 [Internet]. 1996 [cited 2017 Apr 16]. Available from:  
[http://proyectos.inei.gob.pe/endes/recursos/fichatecnica\\_96.pdf](http://proyectos.inei.gob.pe/endes/recursos/fichatecnica_96.pdf)
87. INEI. Ficha Técnica ENDES 2000 [Internet]. 2000 [cited 2017 Apr 16]. Available from:  
[http://proyectos.inei.gob.pe/endes/recursos/fichatecnica\\_2000.pdf](http://proyectos.inei.gob.pe/endes/recursos/fichatecnica_2000.pdf)
88. Pulgar Vidal J. Las ocho regiones naturales. 12a ed. INTE-PUCP, Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables; 2014. 262 p.
89. INEI. Compendio Estadístico 1996-1997 [Internet]. 1998 [cited 2017 Sep 7]. Available from:  
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/LIB0170/n00.htm>
90. Diario El Comercio. Estampas del desastre: Lo que El Niño se llevó 1997-1998. 2015 [cited 2018 Feb 9]; Available from:  
<https://elcomercio.pe/peru/estampas-desastre-nino-llevo-1997-1998-192140?foto=5>
91. Diario Correo. La “pataleta” de El Niño de 1998 fue devastadora. 2015 [cited 2018 Feb 9]; Available from: <https://diariocorreo.pe/peru/la-pataleta-de-el-nino-de-1998-fue-devastadora-615676/>
92. Diario La voz de Ica. La inundación de 1998. 2015 [cited 2018 Feb 9]; Available from:  
[http://www.lavozdeica.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11378:la-inundacion-de-1998&catid=100:categoria-locales&Itemid=476](http://www.lavozdeica.com/index.php?option=com_content&view=article&id=11378:la-inundacion-de-1998&catid=100:categoria-locales&Itemid=476)
93. MVPERUICA. A 18 AÑOS DE LA INUNDACION DE ICA 29 ENERO 1998 [Internet]. 2016 [cited 2018 Feb 9]. Available from:  
<https://www.youtube.com/watch?v=unyiIryHWwg>
94. Diario Peru 21. Así fue cómo el fenómeno El Niño azotó al Perú en 1998. 2017 [cited 2018 Feb 9]; Available from: <https://peru21.pe/lima/fenomeno-nino-azoto-peru-1998-fotos-69566?foto=5>
95. OPS. Crónica de desastres: Fenómeno El Niño 1997-1998 [Internet]. 2000. Available from:  
<http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/1806/1/ElNino.pdf>
96. Fotso JC, Madise N, Baschieri A, Cleland J, Zulu E, Mutua MK, et al. Child growth in urban deprived settings: Does household poverty status matter? At which stage of child development? *Health & place*. 2012;18(2):375–384.
97. Alderman H, Linnemayr S. Reducing Child Malnutrition through Community Intervention Programs: Evidence from a Large Scale Randomized Trial in Rural. 2008.



98. Linnemayr S, Alderman H. Almost random: Evaluating a large-scale randomized nutrition program in the presence of crossover. *Journal of Development Economics*. 2011 Sep 1;96(1):106–14.
99. Bloss E, Wainaina F, Bailey RC. Prevalence and Predictors of Underweight, Stunting, and Wasting among Children Aged 5 and Under in Western Kenya. *J Trop Pediatr*. 2004 Oct 1;50(5):260–70.
100. INEI. Manual del Antropometrista. DOC. ENDES. C2.03.08. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. [Internet]. 2011 [cited 2017 Apr 16]. Available from: <http://iinei.inei.gob.pe/iinei/srienaho/Descarga/DocumentosMetodologicos/2011-5/ManualAntropometrista.pdf>
101. INEI. Sistema de documentación virtual de Investigaciones Estadísticas. Perú - Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 1996 [Internet]. 2017 [cited 2017 Apr 16]. Available from: [http://webinei.inei.gob.pe/anda\\_inei/index.php/catalog/304#page=dataprosesing&tab=study-desc](http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/304#page=dataprosesing&tab=study-desc)
102. INEI. Sistema de documentación virtual de Investigaciones Estadísticas. Perú - Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2000 [Internet]. 2017 [cited 2017 Apr 16]. Available from: [http://webinei.inei.gob.pe/anda\\_inei/index.php/catalog/305#page=dataprosesing&tab=study-desc](http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/305#page=dataprosesing&tab=study-desc)
103. Raj A, McDougal LP, Silverman JG. Gendered Effects of Siblings on Child Malnutrition in South Asia: Cross-sectional Analysis of Demographic and Health Surveys from Bangladesh, India, and Nepal. *Matern Child Health J*. 2015 Jan 1;19(1):217–26.
104. Ajao KO, Ojofeitimi EO, Adebayo AA, Fatusi AO, Afolabi OT. Influence of Family Size, Household Food Security Status, and Child Care Practices on the Nutritional Status of Under-five Children in Ile-Ife, Nigeria. *African Journal of Reproductive Health* [Internet]. 2010 Jan 1 [cited 2018 Sep 7];14(4). Available from: <https://www.ajol.info/index.php/ajrh/article/view/67846>
105. Marcoux A. Sex differentials in undernutrition: A look at survey evidence. *population and Development Review*. 2002;28(2):275–284.
106. Barrera A. The role of maternal schooling and its interaction with public health programs in child health production. *Journal of Development Economics*. 1990 Jan 1;32(1):69–91.
107. Smith LC, Ruel MT, Ndiaye A. Why Is Child Malnutrition Lower in Urban Than in Rural Areas? Evidence from 36 Developing Countries. *World Development*. 2005 Aug 1;33(8):1285–305.

108. Martorell R, Young MF. Patterns of Stunting and Wasting: Potential Explanatory Factors. *Adv Nutr.* 2012 Mar 1;3(2):227–33.
109. Lowe D, Ebi K, Forsberg B. Factors increasing vulnerability to health effects before, during and after floods. *International journal of environmental research and public health.* 2013;10(12):7015–7067.
110. Pongou R, Ezzati M, Salomon JA. Household and community socioeconomic and environmental determinants of child nutritional status in Cameroon. *BMC Public Health.* 2006 Apr 17;6(1):98.
111. DHS Program. Health, Nutrition, Population and Poverty Peru 1996 - ANNEX B: ASSETS AND FACTOR SCORES [Internet]. 1996. Available from: <https://www.dhsprogram.com/programming/wealth%20index/Peru%20DHS%201996/peru%201996.pdf>
112. DHS Program. Health, Nutrition, Population and Poverty Peru 2000 - ANNEX B: ASSETS AND FACTOR SCORES [Internet]. 2000. Available from: <https://www.dhsprogram.com/programming/wealth%20index/Peru%20DHS%202000/peru%202000.pdf>
113. Leuven E, Sianesi B. PSMATCH2: Stata module to perform full Mahalanobis and propensity score matching, common support graphing, and covariate imbalance testing [Internet]. 2018 [cited 2019 Apr 16]. (Statistical Software Components). Available from: <https://econpapers.repec.org/software/bocbocode/s432001.htm>
114. Caliendo M, Kopeinig S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of economic surveys.* 2008;22(1):31–72.
115. Rutstein SO. The DHS Wealth Index: Approaches for rural and urban areas. 2008;
116. Rutstein SO. Steps to constructing the new DHS wealth index. Rockville, MD: ICF International. 2015;
117. Suárez EL, Pérez CM, Noguera GM, Moreno-Gorrín C. *Biostatistics in Public Health Using STATA.* CRC Press; 2016.
118. Barros AJ, Hirakata VN. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. *BMC Medical Research Methodology.* 2003 Oct 20;3(1):21.
119. Petersen MR, Deddens JA. A comparison of two methods for estimating prevalence ratios. *BMC Med Res Methodol.* 2008 Feb 28;8:9.

120. Espelt A, Mari-Dell’Olmo M, Penelo E, Bosque-Prous M. Applied prevalence ratio estimation with different regression models: an example from a cross-national study on substance use research. *Adicciones*. 2016;29(2):105–112.
121. Cronin A, Sebayang S, Torlesse H, Nandy R, Cronin AA, Sebayang SK, et al. Association of Safe Disposal of Child Feces and Reported Diarrhea in Indonesia: Need for Stronger Focus on a Neglected Risk. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2016 Mar 11;13(3):310.
122. Pérez-Lu JE, Cárcamo C, Nandi A, Kaufman JS. Health effects of “Juntos”, a conditional cash transfer programme in Peru. *Matern Child Nutr*. 2017;13(3).
123. Schisterman EF, Cole SR, Platt RW. Overadjustment Bias and Unnecessary Adjustment in Epidemiologic Studies. *Epidemiology*. 2009 Jul;20(4):488–95.
124. Williams TC, Bach CC, Matthiesen NB, Henriksen TB, Gagliardi L. Directed acyclic graphs: a tool for causal studies in paediatrics. *Pediatric Research*. 2018 Oct;84(4):487–93.
125. O’Donnell O, Van Doorslaer E, Wagstaff A, Lindelow M. Analyzing health equity using household survey data: a guide to techniques and their implementation. The World Bank; 2007.
126. Kismul H, Acharya P, Mapatano MA, Hatløy A. Determinants of childhood stunting in the Democratic Republic of Congo: further analysis of Demographic and Health Survey 2013–14. *BMC public health*. 2018;18(1):74.
127. Jones AD, Colecraft EK, Awuah RB, Boatemaa S, Lambrecht NJ, Adjorlolo LK, et al. Livestock ownership is associated with higher odds of anaemia among preschool-aged children, but not women of reproductive age in Ghana. *Maternal & child nutrition*. 2018;e12604.
128. Austin PC, Jembere N, Chiu M. Propensity score matching and complex surveys. *Stat Methods Med Res*. 2018 Apr;27(4):1240–57.
129. Dugoff EH, Schuler M, Stuart EA. Generalizing observational study results: applying propensity score methods to complex surveys. *Health Serv Res*. 2014 Feb;49(1):284–303.
130. Vittinghoff E, Glidden DV, Shiboski SC, McCulloch CE. Regression methods in biostatistics: linear, logistic, survival, and repeated measures models. Springer Science & Business Media; 2011.
131. WHO. WHO child growth standards : growth velocity based on weight, length and head circumference : methods and development [Internet]. World

Health Organization.; 2009. Available from:  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/44026>

132. Wei C, Gregory JW. Physiology of normal growth. *Paediatrics and Child Health*. 2009 May 1;19(5):236–40.
133. Longhurst R. Nutrition and Care of Young Children during Emergencies. *Food Nutr Bull*. 1995 Dec 1;16(4):1–6.
134. Pfeiffer J, Avery MD, Benbenek M, Prepas R, Summers L, Wachdorf CM, et al. Maternal and Newborn Care During Disasters: Thinking Outside the Hospital Paradigm. *Nursing Clinics of North America*. 2008 Sep 1;43(3):449–67.
135. Bhutta ZA, Das JK, Rizvi A, Gaffey MF, Walker N, Horton S, et al. Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? *The lancet*. 2013;382(9890):452–477.
136. Whichelow MJ. Letter: Calorie requirements for successful breast feeding. *Arch Dis Child*. 1975 Aug;50(8):669.
137. American College of Obstetricians and Gynecologists. Breastfeeding your baby. [Internet]. 2016. Available from:  
<https://www.acog.org/Patients/FAQs/Breastfeeding-Your-Baby>
138. Jain M. India’s Struggle Against Malnutrition—Is the ICDS Program the Answer? *World Development*. 2015;67:72–89.
139. Parajuli D, Acharya G, Chaudhury N, Thapa BB. Impact of Social Fund on the Welfare of Rural Households: Evidence from the Nepal Poverty Alleviation Fund. *The World Bank*; 2012.
140. Smith LC, Khan F, Frankenberger TR, Wadud AA. Admissible evidence in the court of development evaluation? The impact of CARE’s SHOUHARDO project on child stunting in Bangladesh. *World Development*. 2013;41:196–216.
141. Umapathi N. Maternal education, child-care and nutritional status: Lessons from a nutritional program. *Job Market Paper*, Institute for Fiscal Studies and Centre for Microdata Methods and Practice, University College London. 2008;
142. Dunn G. The impact of the Boko Haram insurgency in Northeast Nigeria on childhood wasting: a double-difference study. *Conflict and health*. 2018;12(1):6.

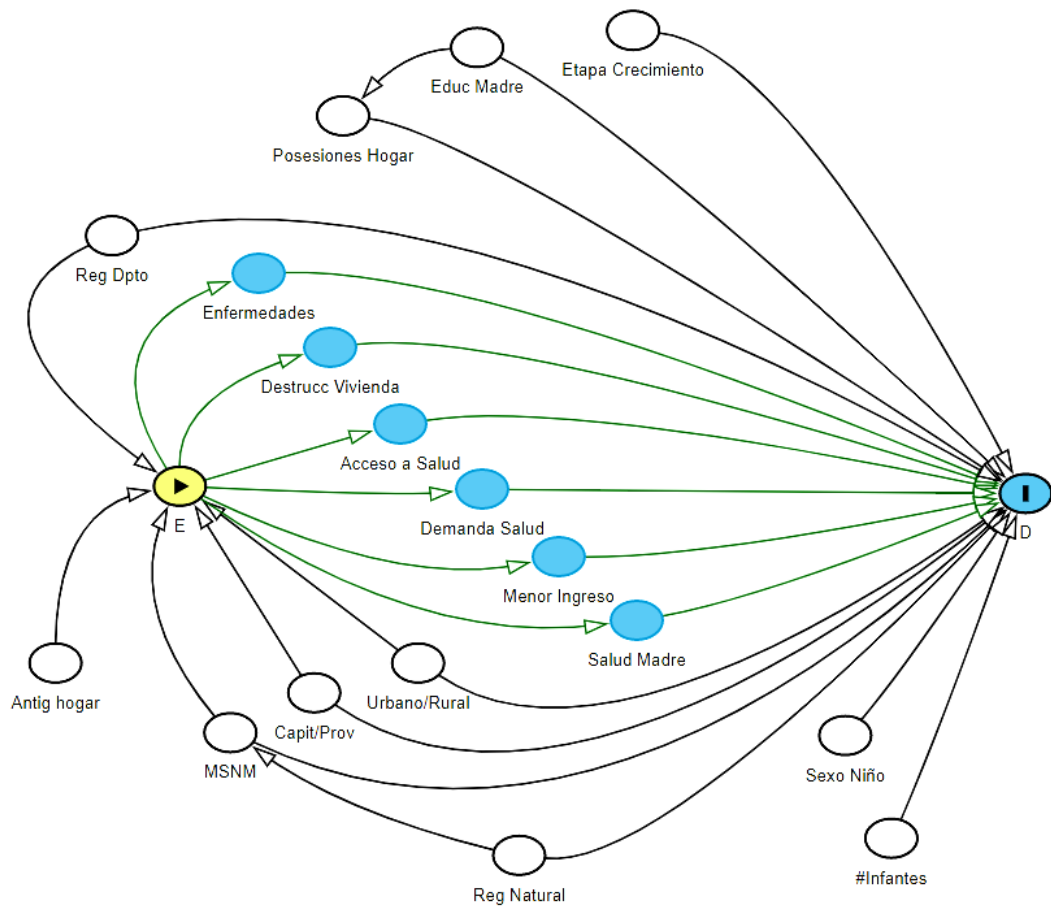
## 9. Anexos

### Anexo 1: Gráfico acíclico dirigido (DAG)

Este diagrama es una presentación básica de la asociación principal que estamos evaluando y permite observar los seis mecanismos de transmisión entre el desastre generado por el Fenómeno El Niño y la desnutrición crónica infantil y fueron descritos en la sección 1.2. Asimismo, podemos identificar las variables de ajuste y modificadores de efecto que entraron en el análisis.

Gráfico 9

Gráfico acíclico dirigido (DAG)



## Anexo 2: Análisis bivariado sin emparejamiento

### Análisis bivariado, desnutrición crónica y características del menor de cinco años, de la madre y hogar. Comparación regional sin emparejamiento. ENDES 1996 y 2000.

Características	Pre Niño 1996		p	Post Niño 2000		p
	Desnutrición crónica			Desnutrición crónica		
	No	Sí		No	Sí	
Área <sup>δ</sup>			<0.001			<0.001
Urbano	87.9	12.1		90.1	10.0	
Rural	72.0	28.0		68.4	31.6	
Edad del niño (meses) <sup>a</sup>	37.28 ± 0.33	35.84 ± 0.90	0.144	36.35 ± 0.41	37.44 ± 1.11	0.367
Altura del niño (cm) <sup>a</sup>	92.90 ± 0.24	84.25 ± 0.55	<0.001	92.38 ± 0.28	84.84 ± 0.75	<0.001
Peso del niño (kg) <sup>a</sup>	14.93 ± 0.08	12.40 ± 0.16	<0.001	14.92 ± 0.10	12.63 ± 0.24	<0.001
Sexo del niño			0.788			0.482
Masculino	86.5	13.5		88.6	11.4	
Femenino	86.9	13.1		87.4	12.6	
Edad de madre del niño (años) <sup>a</sup>	29.96 ± 0.22	29.78 ± 0.49	0.726	30.18 ± 0.24	29.45 ± 0.57	0.241
Número de niños < 5 años <sup>a</sup>	1.67 ± 0.03	2.11 ± 0.09	<0.001	1.46 ± 0.03	1.97 ± 0.12	<0.001
Educación de madre del niño <sup>δ</sup>			<0.001			<0.001
Sin educación	67.0	33.0		55.5	44.5	
Primaria	77.5	22.5		71.1	28.9	
Secundaria	88.5	11.5		91.9	8.1	
Superior	97.6	2.4		95.5	4.5	
Puntaje Z de talla para la edad <sup>a</sup>	-0.51 ± 0.03	-2.60 ± 0.03	<0.001	-0.48 ± 0.03	-2.67 ± 0.07	<0.001
Puntaje Z de peso para la talla <sup>a</sup>	0.72 ± 0.03	0.43 ± 0.06	<0.001	0.82 ± 0.04	0.47 ± 0.09	<0.001
Puntaje Z de peso para la edad <sup>a</sup>	0.19 ± 0.03	-1.20 ± 0.05	<0.001	0.29 ± 0.04	-1.22 ± 0.09	<0.001
Exposición <sup>δ</sup>			<0.001			<0.001
Sí	75.1	24.9		74.5	25.5	
No	89.2	10.9		91.6	8.4	
Quintil de riqueza <sup>δ β</sup>			<0.001			<0.001
1 (menor)	57.5	42.5		45.8	54.2	
2	79.6	20.4		75.4	24.6	
3	83.8	16.2		84.6	15.4	
4	91.6	8.4		94.7	5.3	
5	96.8	3.2		95.5	4.5	
Capital de ciudad <sup>δ</sup>			<0.001			<0.001
Sí	89.7	10.3		90.6	9.5	
No	75.6	24.4		74.1	25.9	
Altitud (miles de MSNM) <sup>a</sup>	0.16 ± 0.01	0.26 ± 0.03	0.008	0.16 ± 0.01	0.25 ± 0.08	0.278

Nota: Se utilizaron podereados muestrales.<sup>a</sup> Media ± desviación estándar. <sup>β</sup> Quintiles de la variable "wealth index".

<sup>δ</sup> Suman 100% en horizontal.

### Anexo 3: Análisis bivariado con emparejamiento

#### Análisis bivariado, desnutrición crónica y características del menor de cinco años, de la madre y hogar. Comparación post emparejamiento, PSM 1:2, con reemplazo. ENDES 1996 y 2000.

Características	Pre Niño 1996			Post Niño 2000		
	Desnutrición crónica		p	Desnutrición crónica		p
	No	Sí		No	Sí	
Área <sup>δ</sup>						
Urbano	79.5	20.5	0.979	87.4	12.6	0.079
Rural	79.1	20.9		74.0	26.0	
Edad del niño (meses) <sup>a</sup>	37.28 ± 1.20	33.29 ± 3.00	0.264	37.73 ± 0.95	38.46 ± 1.35	0.666
Altura del niño (cm) <sup>a</sup>	92.19 ± 0.95	82.05 ± 1.83	<0.001	92.89 ± 0.65	85.57 ± 0.80	<0.001
Peso del niño (kg) <sup>a</sup>	14.72 ± 0.28	11.75 ± 0.44	<0.001	14.92 ± 0.20	12.80 ± 0.30	<0.001
Sexo del niño <sup>δ</sup>			0.453			0.365
Masculino	83.9	16.1		86.3	13.7	
Femenino	74.9	25.1		82.4	17.6	
Edad de madre del niño (años) <sup>a</sup>	29.67 ± 0.54	31.62 ± 2.29	0.405	30.02 ± 0.55	30.14 ± 0.89	0.922
Número de niños < 5 años*	1.70 ± 0.05	2.07 ± 0.33	0.268	1.58 ± 0.05	1.86 ± 0.11	0.016
Educación de madre del niño <sup>δ</sup>						
Sin educación	65.4	34.7	0.114	51.2	48.8	0.004
Primaria	70.0	30.0		73.0	27.1	
Secundaria	88.6	11.4		89.7	10.3	
Superior	97.4	2.6		91.2	8.9	
Puntaje Z de talla para la edad <sup>a</sup>	-0.71 ± 0.09	-2.74 ± 0.15	<0.001	-0.59 ± 0.05	-2.64 ± 0.05	<0.001
Puntaje Z de peso para la talla <sup>a</sup>	0.71 ± 0.07	0.42 ± 0.35	0.470	0.71 ± 0.06	0.48 ± 0.16	0.171
Puntaje Z de peso para la edad <sup>a</sup>	0.08 ± 0.09	-1.33 ± 0.34	<0.001	0.14 ± 0.06	-1.19 ± 0.14	<0.001
Exposición <sup>δ</sup>						
Sí	77.5	22.5	0.752	73.9	26.1	0.002
No	80.4	19.6		89.2	10.8	
Quintil de riqueza <sup>δ β</sup>						
1 (menor)	50.8	49.3	0.014	47.4	52.6	0.006
2	75.4	24.6		73.4	26.6	
3	77.2	22.8		88.2	11.8	
4	96.3	3.7		88.7	11.3	
5	97.0	3.0		96.0	4.0	
Capital de ciudad <sup>δ</sup>						
Sí	94.5	5.5	0.002	88.2	11.8	0.047
No	74.4	25.6		77.3	22.7	
Altitud (miles de MSNM) <sup>a</sup>	0.17 ± 0.02	0.31 ± 0.08	0.082	0.14 ± 0.02	0.28 ± 0.08	0.051

Nota: Se utilizaron podereados muestrales.<sup>a</sup> Media ± desviación estándar. <sup>β</sup> Quintiles de la variable "wealth index".

<sup>δ</sup> Suman 100% en horizontal.

## Anexo 4: Regresiones sin emparejamiento

### Análisis de regresión multivariable. Comparación regional sin emparejamiento.

Desnutrición crónica en menores de cinco años y exposición al Fenómeno El Niño. ENDES 1996 y 2000 (N=3619).

Variables	Ajuste geográfico			Ajuste geográfico + demográfico			Ajuste geográfico + demográfico + socioeconómico		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
Presencia de fenómeno El Niño									
Grupo de comparación	Ref.			Ref.			Ref.		
Grupo de expuestos: Piura	1.58	1.10-2.27	0.014	1.56	1.08-2.24	0.017	1.23	0.89-1.70	0.203
Año									
1996 Pre Niño	Ref.			Ref.			Ref.		
2000 Post Niño	0.79	0.57-1.10	0.167	0.79	0.57-1.10	0.160	1.12	0.85-1.48	0.419
Interacción:									
Piura*Post Niño (2000)	1.45	0.89-2.36	0.141	1.47	0.90-2.39	0.126	1.37	0.93-2.01	0.106
Capital de provincia									
Ámbito rural	0.65	0.47-0.90	0.010	0.65	0.46-0.90	0.009	0.83	0.64-1.09	0.184
Altitud (miles de MSNM) †	1.12	0.79-1.61	0.524	1.12	0.79-1.60	0.529	0.77	0.58-1.02	0.073
	1.54	1.19-1.98	0.001	1.54	1.20-1.97	0.001	1.37	1.10-1.70	0.005
Edad del niño (meses) en Feb 1998									
No concebido aún <sup>β</sup>				1.33	1.01-1.76	0.042	1.29	0.99-1.68	0.056
Intrauterino <sup>β</sup>				0.96	0.71-1.30	0.795	0.96	0.72-1.28	0.768
0 a 12				Ref.	.	.	Ref.	.	.
13 a 24				1.13	0.88-1.45	0.352	1.12	0.87-1.44	0.382
25 a 30				1.12	0.82-1.52	0.469	1.11	0.82-1.49	0.507
Sexo del niño femenino									
				1.00	0.84-1.20	0.985	0.93	0.79-1.11	0.444
Educación de la madre (años)									
					.	.	0.90	0.88-0.93	<0.001
Número de niños < 5 años									
					.	.	1.41	1.26-1.57	<0.001
Quintiles de riqueza (PCA) <sup>a</sup>									
1 (menor)					.	.	Ref.	.	.
2					.	.	0.81	0.57-1.13	0.207
3					.	.	0.78	0.56-1.08	0.134
4					.	.	0.41	0.27-0.62	<0.001
5					.	.	0.32	0.18-0.57	<0.001

† Metros de altura sobre el nivel del mar (msnm) divididos entre 1000. <sup>a</sup> Los quintiles provienen de la variable "wealth index" de las ENDES.

<sup>β</sup> Los niños no concebidos aún son los que estuvieron en el vientre materno durante el período mar-z-dic de 1998, es decir después del pico del desastre. En cambio, el grupo intrauterino corresponde a los que estuvieron en el vientre durante el pico del desastre, febrero 1998, con un tiempo de gestación de 1 a 9 meses.

....



## Anexo 5: Regresiones con emparejamientos PSM alternativos

**Análisis multivariable. Regresiones con emparejamientos PSM alternativos.**  
Desnutrición crónica en menores de cinco años y exposición al Fenómeno El Niño.

..

Interacción: Piura* Año (2000)	Ajuste geográfico			Ajuste geográfico + demográfico			Ajuste geográfico + demográfico + socioeconómico		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
PSM 1:1	1.68	0.49-5.83	0.406	1.58	0.48-5.20	0.448	1.35	0.50-3.64	0.545
PSM 1:2	1.75	0.65-4.76	0.268	1.66	0.62-4.46	0.312	1.45	0.66-3.18	0.350
PSM 1:3	1.79	0.65-4.96	0.261	1.70	0.62-4.69	0.300	1.50	0.67-3.34	0.323
PSM 1:1 SR	1.23	0.53-2.82	0.625	1.27	0.56-2.88	0.563	1.52	0.78-2.99	0.218

..  
Nota: El ajuste geográfico incluye ajuste por capital de dpto., ámbito rural, altitud (msnm/1000). El ajuste agrega sexo y edad del niño. El ajuste socioeconómico añade educación de la madre, número de niños <5 años en el hogar y quintiles de riqueza.

## Anexo 6: Regresiones estratificadas sin emparejamiento

### Análisis multivariable estratificado según edad del niño en el pico del desastre. Comparación regional sin emparejamiento.

Desnutrición crónica y características del menor de cinco años, de la madre y hogar. ENDES 1996 y 2000.

Variables	Reg. múltiple (N=611) A. No concebido aún			Reg. múltiple (N=702) B: Intrauterino 1 a 9 m.			Reg. múltiple (N=836) C: 0 a 11 meses			Reg. múltiple (N=957) D: 12-23 meses			Reg. múltiple (N=513) E: 24 a 30 meses		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
Presencia de fenómeno El Niño															
Grupo de comparación	Ref.			Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
Grupo de expuestos: Piura	1.40	0.77-2.56	0.268	1.96	1.02-3.78	0.045	0.84	0.48-1.48	0.546	1.41	0.87-2.30	0.164	1.37	0.68-2.78	0.379
Año															
1996 Pre Niño	Ref.			Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
2000 Post Niño	0.86	0.49-1.53	0.610	1.46	0.73-2.91	0.285	0.88	0.49-1.61	0.687	1.32	0.79-2.19	0.289	1.28	0.67-2.45	0.449
Interacción:															
Piura*Post Niño (2000)	1.55	0.73-3.29	0.250	0.92	0.41-2.05	0.835	2.48	1.11-5.54	0.027	1.09	0.56-2.11	0.799	1.36	0.57-3.25	0.486
Capital de ciudad	0.70	0.42-1.18	0.186	1.05	0.49-2.27	0.891	0.76	0.47-1.26	0.290	1.33	0.82-2.16	0.246	0.76	0.38-1.53	0.437
Ámbito rural	0.54	0.32-0.89	0.017	1.45	0.73-2.88	0.288	0.59	0.31-1.11	0.102	0.91	0.52-1.59	0.736	0.78	0.37-1.66	0.520
Altitud (miles de MSNM) †	1.52	1.09-2.12	0.013	1.38	1.07-1.77	0.012	1.20	0.91-1.59	0.189	1.34	1.03-1.73	0.026	1.34	0.82-2.19	0.241
Sexo del niño femenino	1.05	0.70-1.59	0.816	0.98	0.62-1.55	0.935	0.89	0.60-1.33	0.573	0.94	0.67-1.32	0.715	0.84	0.53-1.34	0.464
Educación de la madre (años)	0.89	0.84-0.94	<0.001	0.98	0.92-1.04	0.511	0.84	0.79-0.90	<0.001	0.94	0.90-0.99	0.017	0.87	0.80-0.93	<0.001
Número de niños < 5 años	1.48	1.22-1.81	<0.001	1.68	1.33-2.13	<0.001	1.29	1.02-1.62	0.034	1.37	1.14-1.64	0.001	1.22	0.93-1.61	0.152
Quintiles de riqueza <sup>β</sup>															
1 (menor)	Ref.			Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
2	0.89	0.50-1.59	0.700	1.04	0.59-1.84	0.890	0.52	0.27-0.99	0.047	0.71	0.43-1.17	0.174	1.07	0.52-2.18	0.855
3	1.03	0.54-1.98	0.922	0.69	0.34-1.41	0.306	0.77	0.39-1.50	0.438	0.55	0.32-0.95	0.032	0.82	0.34-1.94	0.645
4	0.59	0.26-1.35	0.210	0.35	0.16-0.76	0.008	0.22	0.09-0.54	0.001	0.42	0.22-0.81	0.010	0.39	0.12-1.26	0.116
5	0.41	0.13-1.36	0.146	0.24	0.07-0.80	0.021	0.22	0.06-0.85	0.028	0.20	0.07-0.56	0.002	0.67	0.19-2.38	0.531

<sup>β</sup> Los quintiles provienen de la variable "wealth index" de las encuestas ENDES.

† Los metros de altura sobre el nivel del mar (msnm) han sido escalados entre 1000 metros

## Anexo 7: Regresiones estratificadas y con emparejamiento

**Análisis multivariable estratificado según edad del niño en el pico del desastre. Comparación PSM 1:2, con reemplazo.**  
Desnutrición crónica y características del menor de cinco años, de la madre y hogar. ENDES 1996 y 2000.

Variables		Reg. múltiple (N=350) A. No concebido aún			Reg. múltiple (N=392) B. Intrauterio 1 a 9 m.			Reg. múltiple (N=505) C: 0 a 11 meses			Reg. múltiple (N=593) D: 12-23 meses			Reg. múltiple (N=248) E: 24 a 30 meses		
		PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p
Presencia de fenómeno El Niño		Ref.			Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
Grupo de comparación		Ref.			Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
Grupo de expuestos: Piura		1.60	0.73-3.52	0.238	1.61	0.62-4.17	0.321	0.74	0.40-1.36	0.333	2.97	0.99-8.87	0.051	1.29	0.26-6.48	0.756
Año		Ref.			Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
1996 Pre Niño		Ref.			Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
2000 Post Niño		0.52	0.05-5.45	0.580	1.34	0.50-3.63	0.556	1.06	0.58-1.94	0.858	4.46	1.21-16.52	0.026	0.70	0.07-6.72	0.753
Interacción:																
Piura*Post Niño (2000)		2.08	0.19-22.41	0.543	0.82	0.25-2.70	0.741	2.69	1.03-7.03	0.043	0.31	0.07-1.33	0.115	2.47	0.28-21.64	0.410
Capital de ciudad		0.67	0.26-1.73	0.402	1.14	0.58-2.27	0.698	0.67	0.33-1.37	0.270	0.54	0.29-1.02	0.056	0.75	0.30-1.88	0.535
Ámbito rural		0.46	0.23-0.94	0.034	1.11	0.52-2.37	0.793	0.19	0.10-0.38	<0.001	0.54	0.19-1.49	0.231	0.96	0.38-2.46	0.937
Altitud (miles de MSNM) †		1.31	0.77-2.23	0.308	1.34	0.72-2.51	0.357	1.15	0.74-1.78	0.534	1.09	0.66-1.81	0.737	1.49	0.66-3.36	0.331
Sexo del niño femenino		1.87	1.00-3.51	0.050	1.13	0.56-2.24	0.734	0.72	0.39-1.33	0.295	1.63	0.82-3.23	0.160	0.75	0.42-1.37	0.350
Educación de la madre (años)		0.90	0.80-1.01	0.072	1.05	0.94-1.16	0.387	0.77	0.70-0.85	<0.001	0.99	0.89-1.10	0.823	0.87	0.74-1.03	0.100
Número de niños < 5 años		1.51	1.09-2.08	0.013	1.76	1.15-2.70	0.010	1.55	1.02-2.37	0.041	1.16	0.80-1.69	0.426	1.02	0.61-1.70	0.934
Quintiles de riqueza <sup>β</sup>		Ref.			Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
1 (menor)		Ref.			Ref.			Ref.			Ref.			Ref.		
2		0.43	0.15-1.18	0.099	0.54	0.25-1.15	0.109	0.50	0.20-1.25	0.138	0.31	0.13-0.71	0.007	1.85	1.01-3.41	0.048
3		0.67	0.23-1.96	0.463	0.20	0.08-0.52	0.001	0.45	0.13-1.56	0.206	0.19	0.06-0.56	0.003	0.60	0.19-1.90	0.376
4		0.13	0.02-0.97	0.047	0.09	0.02-0.34	0.001	0.14	0.05-0.43	0.001	0.37	0.12-1.14	0.082	0.18	0.02-1.31	0.089
5		0.09	0.01-0.86	0.037	0.11	0.01-0.74	0.024	0.15	0.01-4.26	0.261	0.12	0.02-0.62	0.012	0.04	0.00-0.98	0.049

<sup>β</sup> Los quintiles provienen de la variable "wealth index" de las encuestas ENDES.

† Los metros de altura sobre el nivel del mar (msnm) han sido escalados entre 1000 metros

## Anexo 8: Regresiones estratificadas y con diferentes emparejamientos

Análisis multivariable estratificado según edad del niño en el pico del desastre. Comparación con PSM alternativos.

Desnutrición crónica y características del menor de cinco años, de la madre y hogar. ENDES 1996 y 2000.

Estimaciones con y sin PSM Reporte de la interacción Dif en Dif: RP de $\beta_3$ Piura*Post Niño (2000)	A. No concebido aún			B. Intrauterino 1 a 9 m.			C. 0 a 11 meses			D. 12-23 meses			E. 24 a 30 meses			
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	
<b>Comparación PSM 1:1</b>																
Ajuste geográfico	4.49	0.32-62.00	0.257	1.31	0.24-7.03	0.752	3.46	0.75-16.05	0.111	0.11	0.02-0.64	0.015	1.15	0.23-5.88	0.861	
Ajuste geográfico+demográfico	3.36	0.25-45.61	0.357	1.12	0.27-4.69	0.872	3.35	0.72-15.68	0.122	0.11	0.02-0.73	0.023	1.17	0.23-6.05	0.847	
Ajuste geog.+demog.+socioeconómico	1.44	0.13-16.27	0.765	0.89	0.31-2.58	0.827	4.01	1.16-13.92	0.029	0.08	0.02-0.40	0.002	1.37	0.24-7.84	0.721	
<b>Comparación PSM 1:2</b>																
Ajuste geográfico	6.74	0.55-82.74	0.134	1.32	0.25-7.07	0.739	2.73	0.97-7.69	0.057	0.54	0.08-3.66	0.526	1.41	0.27-7.42	0.679	
Ajuste geográfico+demográfico	4.99	0.42-59.88	0.202	1.21	0.27-5.50	0.801	2.78	0.97-7.93	0.056	0.56	0.08-4.04	0.560	1.37	0.26-7.37	0.708	
Ajuste geog.+demog.+socioeconómico	2.08	0.19-22.41	0.543	0.82	0.25-2.70	0.741	2.69	1.03-7.03	0.043	0.31	0.07-1.33	0.115	2.47	0.28-21.64	0.410	
<b>Comparación PSM 1:3</b>																
Ajuste geográfico	5.12	0.73-35.91	0.100	1.54	0.31-7.72	0.600	2.67	0.91-7.82	0.072	0.62	0.11-3.39	0.578	1.69	0.39-7.32	0.482	
Ajuste geográfico+demográfico	4.00	0.59-26.99	0.153	1.37	0.34-5.61	0.658	2.78	0.91-8.47	0.071	0.62	0.11-3.56	0.592	1.66	0.38-7.19	0.496	
Ajuste geog.+demog.+socioeconómico	1.79	0.31-10.33	0.511	0.78	0.25-2.49	0.678	3.09	1.14-8.38	0.027	0.33	0.09-1.27	0.107	2.21	0.33-14.85	0.411	
<b>Comparación PSM 1:1 SR</b>																
Ajuste geográfico	1.38	0.26-7.38	0.704	0.98	0.25-3.94	0.981	2.58	0.65-10.19	0.174	0.86	0.25-2.97	0.805	1.47	0.43-5.03	0.534	
Ajuste geográfico+demográfico	1.34	0.27-6.75	0.716	0.95	0.25-3.60	0.933	2.57	0.65-10.20	0.176	0.87	0.25-3.01	0.828	1.44	0.42-4.99	0.561	
Ajuste geog.+demog.+socioeconómico	2.11	0.76-5.88	0.152	1.32	0.36-4.82	0.667	3.16	0.93-10.69	0.064	0.87	0.28-2.66	0.806	2.95	0.86-10.14	0.084	
<b>Comparación sin PSM</b>																
Ajuste geográfico	1.53	0.65-3.61	0.333	0.97	0.39-2.39	0.947	3.17	1.29-7.79	0.012	1.23	0.60-2.55	0.570	1.31	0.53-3.24	0.565	
Ajuste geográfico+demográfico	1.49	0.63-3.56	0.366	0.94	0.38-2.33	0.891	3.18	1.29-7.82	0.012	1.23	0.60-2.54	0.571	1.33	0.54-3.29	0.538	
Ajuste geog.+demog.+socioeconómico	1.55	0.73-3.29	0.250	0.92	0.41-2.05	0.835	2.48	1.11-5.54	0.027	1.09	0.56-2.11	0.799	1.36	0.57-3.25	0.486	

Nota: El ajuste geográfico incluye ajuste por capital de dpto., ámbito rural, altitud (msnm/1000). El ajuste demográfico agrega sexo y edad del niño. El ajuste socioeconómico añade educación de la madre, número de niños <5 años en el hogar y quintiles de riqueza.

## Anexo 9: Regresiones estratificadas, agregando el ajuste por bajo peso al nacer.

Aquí presentamos los resultados estratificados, añadiendo al ajuste demográfico una variable categórica que indica el bajo peso al nacer. Esta variable fue considerada mediadora entre el desastre generado por el fenómeno El Niño y el desenlace desnutrición crónica, por esta razón no fue incluida en los análisis iniciales. Sin embargo, esta variable no es mediadora en los grupos de 0-11 meses, 12-23 y de 24-30. Por ello, agregamos un análisis complementario.

### Regresiones sin emparejamiento

Comparación por áreas Interacción Dif en Dif: Piura* Año2000	Reg. múltiple (N=523) Estr. No concebido aún			Reg. múltiple (N=605) Estrato: Intrauterio 1 a 9 m.			Reg. múltiple (N=714) C: 0 a 11 meses			Reg. múltiple (N=784) D: 12-23 meses			Reg. múltiple (N=430) E: 24 a 30 meses		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
Ajuste geográfico	1.51	0.63-3.63	0.359	0.83	0.33-2.06	0.686	3.34	1.31-8.55	0.012	1.23	0.60-2.54	0.569	1.55	0.61-3.95	0.355
Ajuste geográfico + demográfico	1.02	0.27-3.79	0.978	1.15	0.32-4.17	0.831	3.94	0.89-17.53	0.071	2.80	0.84-9.37	0.094	2.90	0.35-24.35	0.326
Ajuste geog.+demog.+socioeconóm	1.10	0.32-3.80	0.879	1.33	0.45-3.90	0.604	3.44	0.79-14.96	0.100	2.03	0.70-5.85	0.190	1.95	0.40-9.59	0.411

### Regresiones PSM 1:2

Comparación por áreas Interacción Dif en Dif: Piura* Año2000	Reg. múltiple (N=292) A. No concebido aún			Reg. múltiple (N=310) B: Intrauterio 1 a 9 m.			Reg. múltiple (N=374) C: 0 a 11 meses			Reg. múltiple (N=440) D: 12-23 meses			Reg. múltiple (N=200) E: 24 a 30 meses		
	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p
Ajuste geográfico	6.74	0.55-82.74	0.134	1.32	0.25-7.07	0.739	2.73	0.97-7.69	0.057	0.54	0.08-3.66	0.526	1.41	0.27-7.42	0.679
Ajuste geográfico + demográfico	5.18	0.36-74.52	0.223	1.46	0.24-8.98	0.681	2.38	0.28-20.16	0.422	3.17	0.23-44.38	0.387	10.83	0.36-330.02	0.168
Ajuste geog.+demog.+socioeconómi	1.45	0.13-16.72	0.764	0.84	0.20-3.43	0.803	1.70	0.20-14.44	0.626	1.15	0.11-12.04	0.905	13.87	0.25-776.00	0.196

## Anexo 10: Regresiones estratificadas, agregando el ajuste por terciles de estatura materna.

Los resultados de este anexo incluyen al ajuste por una variable categórica politómica que son los terciles de la estatura materna. En términos generales, estos resultados son muy similares a los obtenidos en los análisis principales presentados al interior del texto, y son también consistentes con el Anexo 8, el cual mostraba los diferentes resultados según niveles de ajuste y emparejamiento.

### Regresiones sin emparejamiento

Comparación por áreas Interacción Dif en Dif: Piura* Año2000	Reg. múltiple (N=608) Estr. No concebido aún			Reg. múltiple (N=698) Estrato: Intrauterio 1 a 9 m.			Reg. múltiple (N=830) C: 0 a 11 meses			Reg. múltiple (N=952) D: 12-23 meses			Reg. múltiple (N=510) E: 24 a 30 meses		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
Ajuste geográfico	1.51	0.63-3.63	0.359	0.83	0.33-2.06	0.686	3.34	1.31-8.55	0.012	1.23	0.60-2.54	0.569	1.55	0.61-3.95	0.355
Ajuste geográfico + demográfico	1.22	0.50-2.95	0.664	0.75	0.30-1.92	0.553	2.52	1.03-6.17	0.042	1.23	0.61-2.45	0.564	1.62	0.68-3.88	0.280
Ajuste geog.+demog.+socioeconóm	1.27	0.59-2.73	0.537	0.76	0.34-1.67	0.494	2.23	0.97-5.08	0.058	1.05	0.54-2.05	0.886	1.63	0.68-3.89	0.270

### Regresiones PSM 1:2

Comparación por áreas Interacción Dif en Dif: Piura* Año2000	Reg. múltiple (N=348) Estr. No concebido aún			Reg. múltiple (N=389) Estrato: Intrauterio 1 a 9 m.			Reg. múltiple (N=503) C: 0 a 11 meses			Reg. múltiple (N=592) D: 12-23 meses			Reg. múltiple (N=244) E: 24 a 30 meses		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
Ajuste geográfico	6.74	0.55-82.74	0.134	1.32	0.25-7.07	0.739	2.73	0.97-7.69	0.057	0.54	0.08-3.66	0.526	1.41	0.27-7.42	0.679
Ajuste geográfico + demográfico	3.00	0.24-38.07	0.392	1.14	0.32-4.11	0.841	2.33	0.90-6.04	0.081	0.57	0.10-3.07	0.507	1.54	0.25-9.63	0.637
Ajuste geog.+demog.+socioeconóm	1.81	0.17-19.22	0.617	0.76	0.24-2.37	0.632	2.25	0.94-5.39	0.069	0.32	0.09-1.17	0.085	3.24	0.36-29.46	0.292

## Anexo 11: Regresiones estratificadas, PSM 1:2 con sub división de grupos etarios 0-5 meses y 6-11 meses

Como análisis complementario, aquí sub dividimos el grupo etario de 0 a 11 meses en dos grupos separados, el primero de 0 a 5 meses, y el segundo, de 6 a 11 meses. Esta división genera un menor tamaño de muestra disponible para el análisis de cada grupo y la significancia de los estimados es menor. Asimismo, los RP de desnutrición crónica no muestran un patrón constante que permita identificar claramente qué grupo pudo ser más afectado.

### Regresiones sin emparejamiento

Comparación por áreas Interacción Dif en Dif: Piura* Año2000	Reg. múltiple (N=611) A. No concebido aún			Reg. múltiple (N=702) B: Intrauterio 1 a 9 m.			Reg. múltiple (N=364) C: 0 a 5 meses			Reg. múltiple (N=472) D: 6 a 11 meses			Reg. múltiple (N=957) E: 12-23 meses			Reg. múltiple (N=513) F: 24 a 30 meses		
	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p	RP	IC 95%	p
Ajuste geográfico	1.53	0.65-3.61	0.333	0.97	0.39-2.39	0.947	2.35	0.64-8.67	0.200	4.69	1.35-16.29	0.015	1.23	0.60-2.55	0.570	1.31	0.53-3.24	0.565
Ajuste geográfico + demográfico	1.49	0.63-3.56	0.366	0.94	0.38-2.33	0.891	2.72	0.67-10.99	0.159	4.35	1.22-15.45	0.023	1.23	0.60-2.54	0.571	1.33	0.54-3.29	0.538
Ajuste geog.+demog.+socioeconómico	1.55	0.73-3.29	0.250	0.92	0.41-2.05	0.835	2.40	0.64-9.00	0.193	3.14	1.04-9.50	0.043	1.09	0.56-2.11	0.799	1.36	0.57-3.25	0.486

### Regresiones PSM 1:2

PSM 1:2 Interacción Dif en Dif: Piura*Post Niño(2000)	Reg. múltiple (N=350) A. No concebido aún			Reg. múltiple (N=392) B: Intrauterio 1 a 9 m.			Reg. múltiple (N=179) C: 0 a 5 meses			Reg. múltiple (N=326) C: 6 a 11 meses			Reg. múltiple (N=593) D: 12-23 meses			Reg. múltiple (N=248) E: 24 a 30 meses		
	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p	PR	IC 95%	p
Ajuste geográfico	6.74	0.55-82.74	0.134	1.32	0.25-7.07	0.739	1.79	0.22-14.92	0.584	3.96	1.19-13.17	0.025	0.54	0.08-3.66	0.526	1.41	0.27-7.42	0.679
Ajuste geográfico + demográfico	4.99	0.42-59.88	0.202	1.21	0.27-5.50	0.801	1.57	0.21-11.76	0.656	3.65	1.10-12.12	0.035	0.56	0.08-4.04	0.560	1.37	0.26-7.37	0.708
Ajuste geog.+demog.+socioeconómico	2.08	0.19-22.41	0.543	0.82	0.25-2.70	0.741	4.49	0.39-51.65	0.225	2.39	0.75-7.60	0.136	0.31	0.07-1.33	0.115	2.47	0.28-21.64	0.410