

**UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y FILOSOFÍA**

**“ALBERTO CAZORLA TALLERI”**



**“Relación entre la Desnutrición Crónica y Anemia Infantil (corregida y no corregida por altura) en niños menores de 60 meses en la región de Lima y Callao atendidos por los sistemas públicos de salud”**

**Valeria Marcela Paz Aparicio**

**Tesis para Optar el Título de  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**Lima - Perú  
2019**

**Asesor de la Tesis**

Dr. Gustavo Gonzales Rengifo

## **Jurado Calificador**

**Presidenta:** Dra. Luz Carbajal Arroyo

**Vocal:** Dra. Theresa Ochoa Woodell

**Secretario:** Mg. José Luis Macarlupu Bernuy

*A mis padres, por confiar en mí.*

*A mis hermanos, por ser mi ejemplo.*

*A mi Melala, por darme aliento.*

*A mis sobrinos, por nunca dejar de sonreír.*

**Gustavo F. Gonzales**

“El científico es un apóstol para el servicio de la sociedad”

**Marie Curie**

«Nada en la vida es para ser temido, es sólo para ser comprendido. Ahora es el momento de entender más, de modo que podamos temer menos»

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco a Dios por bendecirme, cuidarme y guiarme todos los días.

Agradezco a mis padres, Leonor y Pastor, por darme la oportunidad y las facilidades de poder estudiar la carrera que quise desde los 9 años. Muchas gracias por el esfuerzo que han hecho para que siempre salga adelante y consiga mis objetivos.

Agradezco a mi asesor y ejemplo, el Dr. Gustavo Gonzales Rengifo. Gracias por su tiempo, por su paciencia, por su aliento y por toda la sabiduría que me ha transmitido a lo largo de mis estudios y desarrollo de mi tesis.

De igual manera quiero agradecer a todos los miembros del Laboratorio de Endocrinología y Reproducción del LID por su compañerismo y animo que me han brindado siempre. En especial a Vanessa Vásquez y Vilma Tapia, que siempre han estado dispuestas a ayudarme para el desarrollo de mi tesis.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia. A mis hermanos, Leonardo, Daniela y Carlos, y a mi madrina Esmeralda, por su constante apoyo y por todos los ánimos que me han dado. Gracias por la confianza.

## **Abreviaturas en español**

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**UPCH:** Universidad Peruana Cayetano Heredia

**CENAN:** Centro Nacional de Alimentación y Nutrición

**INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática

**MINSA:** Ministerio de Salud del Perú

**DCI:** Desnutrición Crónica Infantil

**RAE:** Real Academia Española

## Resumen

Durante los últimos años el Perú viene combatiendo la desnutrición crónica infantil (DCI) exitosamente disminuyendo la cantidad de niños afectados en todo su territorio. Por su parte, la prevalencia de anemia infantil viene aumentando con el pasar de los años y es más evidente en poblaciones de altura. Ambas enfermedades son de gran importancia en salud pública debido a sus efectos sobre la salud infantil y posteriormente, su influencia en la productividad económica del país. Así también, se conoce que el uso del factor de corrección de la hemoglobina (hb) por la altura, aumenta la prevalencia de anemia en estas poblaciones y que esta es aún más alta en niños de 6 a 35 meses.

El presente estudio tiene como objetivo determinar la relación entre la DCI y la anemia infantil (corregida y no corregida) en niños menores de 0 a 59 meses de edad en la región de Lima y Callao entre los años 2012 y 2017, analizando los datos reportados por el Sistema de Información del Estado Nutricional del Perú; y controlados por año, altitud, sexo y edad.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que las prevalencias de DCI y anemia infantil varía para los diferentes grupos de edad y altitudes evaluadas al usar hb corregida y no corregida. De igual manera, la prevalencia de DCI y anemia infantil se ve aumentada en provincias con altura promedio mayor a 1000 m.s.n.m. Además, también se ve una variación al evaluar severidad de anemia (corregida y no corregida) en niños con DCI.

Se concluye que sí existe una relación entre la DCI y la anemia infantil en niños menores de 60 meses que residen en la región departamental de Lima y Callao; incluso, al corregir hb por altura, y puede verse influenciada al evaluarse por edad y altitud de residencia.

**Palabras claves:** anemia infantil, desnutrición crónica infantil, hemoglobina corregida, altura



## **Abstract**

During the last years Peru has been fighting chronic infant malnutrition (CIM) successfully reducing the number of children affected throughout its territory. On the other hand, the prevalence of childhood anemia has been increasing over the years and is more evident in highland populations. Both diseases are of extraordinary importance in public health due to their effects on children's health and subsequently, their influence on the country's economic productivity. Also, it is known that the use of hemoglobin (hb) correction factor by height increases the prevalence of anemia in these populations and that it is even higher in children aged 6 to 35 months.

This study aims to determine the relationship between CIM and childhood anemia (corrected and uncorrected) in children under 0 to 59 months of age in the Lima and Callao region between 2012 and 2017, analyzing the data reported by the Information System of the Nutritional State of Peru; and controlled by year, altitude, sex and age.

The results obtained in this study show that the prevalence of CIM and childhood anemia varies for the different age groups and altitudes evaluated. Similarly, the prevalence of CIM and childhood anemia is increased in provinces with an average height greater than 1000 m.a.s.l. In addition, a variation is also seen when assessing severity of anemia in children with CIM.

In conclusion, there is a relationship between CIM and childhood anemia in children under 60 months residing in the departmental region of Lima and Callao; even, when correcting hb by height and can be influenced when evaluating by age and altitude of residence.

**Key words:** childhood anemia, chronic infant malnutrition, corrected hemoglobin, altitud

## Índice

1. Introducción .....	1
2. Justificación.....	4
3. Pregunta de investigación.....	5
4. Hipótesis.....	5
5. Objetivos .....	5
5.1Objetivo general .....	5
5.2Objetivos específicos .....	6
6. Materiales y métodos .....	6
6.1 Tipo de estudio.....	6
6.2 Obtención de base de datos .....	6
6.3 Población y muestra .....	7
6.4 Criterios de inclusión y exclusión .....	7
6.5 Clasificación de variables y operacionalización .....	7
6.6 Plan de análisis .....	12
6.7 Consideraciones éticas .....	13
7. Resultados .....	14
8. Discusión.....	32
9. Limitaciones y recomendaciones .....	38
10. Conclusiones .....	39
11. Referencias bibliográficas .....	41

## **1. Introducción**

La anemia infantil y la DCI son dos problemas de suma importancia para la salud pública debido a sus altas prevalencias, particularmente en los países de ingresos medios y bajos (1,2), y por la implicancia que tendrán en la vida adulta.

La importancia del estudio de estas condiciones recae en la gravedad de sus efectos sobre la salud de la población, especialmente de los grupos vulnerables afectados como son los niños (3,4), mujeres en edad fértil y las gestantes (5). Estos efectos pueden visualizarse en la salud de quienes lo padecen a corto y a largo plazo. Eventualmente, estas condiciones afectarán la futura productividad económica de los países afectados (4). Asimismo, es importante estudiar ambas condiciones con el fin de aportar y mejorar los planes nacionales para combatir a las mismas y enfocar la inversión del estado en soluciones seguras y eficaces.

La DCI es definida como una talla insuficiente para edad y sexo de niños en edad preescolar. Este retraso en el crecimiento puede deberse a un bajo nivel socioeconómico, nutrición y salud materna deficiente, presencia de enfermedades recurrentes y/o a una alimentación inadecuada del infante. Este retraso del crecimiento no permite que el niño desarrolle su potencial físico y cognitivo. Se diagnostica cuando el z-score de talla para edad y sexo es menor a -2 desviación estándar (DS).

La DCI se desarrolla principalmente durante los 2 primeros años de vida (6). Además, contribuye a un tercio de las muertes en niños a nivel mundial (7), afectando negativamente el correcto desarrollo infantil y consecuentemente, a la productividad de los países afectados.

La prevalencia de DCI a nivel mundial ha venido disminuyendo con el paso de los años, de 253 millones de niños menores de 5 años afectados en el año 1990 a 165 millones en el año 2011 (2). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2016, se diagnosticaron con DCI a 155 millones de niños debido a la falta de micronutrientes provenientes de la dieta (8). Esta condición se ha visto significativamente relacionada con los índices de pobreza de los países afectados, así como el sexo del infante (9), la nutrición de la madre (6), lactancia materna y seguridad alimentaria (10).

El Perú, por su parte, ha combatido la DCI durante los últimos años de manera exitosa disminuyendo los índices de esta condición en su territorio (11). Esto debido a la

disminución de los índices de pobreza y un adecuado plan de intervenciones para mejorar los factores asociados a esta enfermedad (12). De acuerdo a la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2017 (ENDES 2017), el país redujo la DCI en 5.2%, comparado al valor observado el año 2012 donde la prevalencia de DCI fue del 18.1%. Así mismo, el mayor porcentaje de DCI se observó en la zona rural, sobre todo en la sierra y afectó en 1.7% más a niños que a niñas (13). Para el año 2018, el 12.2% de niños menores de 5 años fueron diagnosticados de DCI. En conjunto, la prevalencia de la DCI ha disminuido en 5.3% en los últimos 5 años (14).

Lima y Callao, al presentar en su mayoría zonas urbanas, tienen una baja prevalencia de DCI. En el año 2016, se reportó una prevalencia de DCI para Lima Metropolitana de 4.9% y para Lima Provincias y Callao, 5.9% (1). Asimismo, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la prevalencia de DCI en Lima metropolitana, Lima región y Callao fue de 5.1%; 9.6% y 5.2% respectivamente, para el año 2017 (13).

La Región Lima tiene poblaciones que viven desde el nivel del mar hasta zonas por encima de los 4000 m.s.n.m. Se ha evaluado el comportamiento de la DCI con la altitud, y se ha demostrado que su prevalencia aumenta en niños residentes en altura por efecto de la hipoxia (15). Estos estudios se han realizado comparando la prevalencia de DCI en pobladores de diferentes regiones y a diferentes altitudes.

La anemia infantil es una condición en la cual la concentración de glóbulos rojos se encuentra por debajo de los estándares propuestos por la OMS y se diagnostica cuando la hb es menor a los 11 g/dl entre 6 y 59 meses de edad (16). Según el reporte “*The Global Burden of Anemia*” en el año 2013, 1,930 millones de personas en el mundo fueron diagnosticados con anemia y solo dos años atrás, 273 millones de niños en edad preescolar fueron diagnosticados como anémicos a nivel mundial (17).

Por su parte, la anemia infantil en el Perú, ha mantenido fluctuante su prevalencia durante los últimos años, teniendo su valor más alto en el año 2014 con un 35.6%.; seguidamente, en 2015 se reduce a 32.6%, volviendo a aumentar a 34.1% para el año 2017, donde, según el INEI, el mayor porcentaje de niños anémicos era de magnitud leve (hb = 10-<11 g/dl) y en los intervalos de edad de 6-8, 9-11 y de 12-17 meses de edad superando el 55% de niños con anemia infantil (59.2%; 59.9%; 56.6%) (13). En el 2018, la prevalencia de anemia infantil en niños y niñas de 6 a 35 meses de edad fue del 43.5%

y ha disminuido en 2.9% en los últimos 5 años (14). Por otro lado, la Anemia infantil en Lima metropolitana, para niños entre 6 a 35 meses de edad, fue de 29.9% en el año 2017. Además, para las provincias de Lima se encontró una prevalencia de 27.8% y para el Callao, 32% (18).

Consecuentemente, los países afectados por las altas tasas de anemia siguen invirtiendo recursos con la finalidad de reducirlas. Así pues, el Perú ha realizado intensas campañas para reducir la anemia infantil en los últimos 10 años, con abordaje interministerial e intersectorial (1). Sin embargo, los resultados han sido desalentadores e incluso las prevalencias de anemia han aumentado en lugar de disminuir, especialmente en poblaciones de altura (19).

En foros de discusión se atribuye a que la baja respuesta a la intervención con hierro se debe a una baja absorción corporal. Sin embargo, en diferentes estudios realizados en Perú se muestra que la anemia atribuida a deficiencia de hierro es del orden del 15 al 25% (20,21). En un reciente estudio se observa que si los infantes consumen adecuadamente el suplemento de hierro, sólo el 25% reduce la anemia (21,22). Esto sugiere que son otros los factores que inciden en la baja respuesta a la intervención. Es probable que el primer factor sea un inadecuado diagnóstico de anemia ya que, de 6 a 59 meses se usa un solo punto de corte de 11 g/dl de hemoglobina para definir anemia (16). Esto contrasta con el perfil de cambios y ontogenia de la hemoglobina postnatal (23).

Los puntos de corte para definir anemia infantil en niños menores de 5 años fueron publicados por la OMS primero en 1959 y ratificados en 1968 (24). Estos valores como se describe en el mismo reporte fueron hechos de manera arbitraria y sugieren que deben ser revisadas en base a futuras investigaciones. Hasta la fecha estos puntos de corte no se han modificado a pesar de diversas voces que indican que debe reevaluarse (25).

En 1989, se estableció los factores de corrección de la hb por altura tomando los datos del Centers for Disease Control and Prevention (CDC) en niños que vivían en estados montañosos de los Estados Unidos (16). Este ajuste, se realiza en todos los países del mundo que tengan poblaciones por encima de los 1000 m.s.n.m. y se basa en que, para asegurar la disponibilidad de oxígeno a las células en altura, se eleva la hb conforme aumenta la altitud. Sin embargo, se ha demostrado que este concepto no se cumple en ciertas poblaciones del mundo como los Tibetanos en los Himalayas y Aymaras en los Andes del sur del Perú (26), donde de manera normal presentan niveles de hb más bajos

que sus contrapartes de la etnia Han en el Tibet, y los nativos de los Andes centrales en el Perú (27). Esto se debe a la diferencia de antigüedad generacional de vida en las alturas (27). Por lo tanto, es posible diagnosticar a un niño sano adaptado a la altura y que tiene hb más baja como anémico después de ajustar la hb por la altura.

Ahora bien, Gonzales y col. relacionaron la prevalencia de anemia infantil con DCI para departamentos con baja y gran altitud, demostrando que la prevalencia de anemia infantil en niños que viven a gran altitud disminuye conforme la prevalencia de DCI aumenta. Sugiriendo así, que no hay relación entre la DCI y anemia infantil en poblaciones de altura. Asimismo, muestran que para poblaciones con baja altitud la prevalencia de anemia infantil es mayor en infantes de 6 a 35 meses y baja de 36 a 59 meses (28). El hecho de que a nivel global la DCI se ha reducido de manera importante con cambios modestos en las prevalencias de anemia parecen sugerir que ambas condiciones se originan de forma independiente.

Por ello se ha diseñado este estudio para establecer dicha asociación en una región del Perú que se caracteriza por tener poblaciones desde el nivel del mar y hasta zonas por encima de los 4000 m.s.n.m.

## **2. Justificación**

La DCI y la anemia infantil son problemas que aquejan el mundo de manera dramática. Países en el mundo han abordado esta problemática de distintas maneras, siendo un tema de importancia para la salud pública.

En estos países, donde se han aplicado estrategias para combatir ambos problemas, se han visto respuestas diferentes a cada una de las problemáticas. Así, en casi todos los países ha ocurrido una disminución importante de la DCI; sin embargo, la respuesta de la anemia, frente a la intervención con suplemento de hierro y/o fortificación de alimentos con hierro, ha sido más bien modesta. Esto se ha observado en el Perú a pesar de intensas campañas para reducir anemia en los últimos 10 años.

Ante esta discrepancia se ha sugerido que las prevalencias de anemia en el Perú son altas por un inadecuado diagnóstico de la anemia. En primer lugar, no se toma en cuenta la ontogenia de la hb en infantes y niños desde el nacimiento hasta los 60 meses

de edad. Así, hay varias evidencias en el mundo científico que indican que el punto de corte de la hb para definir anemia de 6 a 59 meses que es de 11 g/dl está sobrevalorado y debería modificarse según la edad del niño (23).

En segundo lugar, debido a que la OMS recomienda corregir la hb por la altura; la prevalencia de anemia se ve elevada (29), a pesar que el contenido corporal de hierro es normal.

Por ello en el presente estudio valoraremos la prevalencia de DCI en relación a la prevalencia de anemia no corregida en niños menores de 60 meses, usando los valores recomendados por OMS y comparados con la prevalencia de anemia cuando se corrige la hb por la altura.

### **3. Pregunta de investigación**

¿Existe una relación directa entre la Desnutrición Crónica y Anemia Infantil (corregida y no corregida por altura) en niños menores de 60 meses en la región de Lima y Callao atendidos por los sistemas públicos de salud entre los años 2012 y 2017?

### **4. Hipótesis**

Existe una relación directa entre la Desnutrición Crónica y Anemia Infantil (corregida y no corregida por altura) en niños menores de 60 meses en la región de Lima y Callao atendidos por los sistemas públicos de salud entre los años 2012 y 2017.

### **5. Objetivos**

#### **5.1 Objetivo general:**

Determinar la relación entre la Desnutrición Crónica y Anemia Infantil (corregida y no corregida por altura) en niños menores de 60 meses en la región de Lima y Callao atendidos por los sistemas públicos de salud entre los años 2012 y 2017.

## **5.2 Objetivos específicos:**

1. Determinar si la corrección de la hemoglobina por la altura para la anemia infantil modifica su asociación con la desnutrición crónica infantil en niños menores de 60 meses en la región de Lima y Callao.
2. Evaluar el comportamiento de la desnutrición crónica y anemia infantil (corregida y no corregida) en niños menores de 60 meses para los diferentes grupos etarios en la región de Lima y Callao.
3. Determinar si la corrección de la hemoglobina por la altura modifica la asociación de la desnutrición crónica por severidad de anemia infantil en niños de 6 a 59 meses en la región de Lima y Callao.

## **6. Materiales y métodos**

### **6.1 Tipo de estudio**

El presente trabajo es un estudio transversal observacional de una fuente secundaria obtenida anualmente entre los años 2012 y 2017, de los centros de Salud del Ministerio de Salud en las 24 regiones del país, a través del Sistema de Información del Estado Nutricional (SIEN).

### **6.2 Obtención de base de datos**

Se utilizó la base de datos proporcionada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) de la región de Lima y Callao de los años 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017-1 proporcionada a la Universidad Peruana Cayetano Heredia. La base de datos es pública.



### **6.3 Población y muestra**

La base de datos cuenta con un total de 245 825 observaciones de la región de Lima y Callao por los diferentes servicios de salud del MINSA entre los años 2012 y la primera mitad del 2017. La base cuenta con datos de sexo, edad, peso, talla, hemoglobina, hemoglobina corregida, distrito, provincia, departamento, diagnóstico, DIRESA, año y altitud.

### **6.4 Criterios de Inclusión y Exclusión**

Criterios de Inclusión:

- Se excluyeron aquellos datos implausibles en las variables evaluadas ( $hb > 20$  y  $hb < 3$ ).

Criterios de Exclusión:

- Se incluyeron las observaciones con datos completos de sexo, edad, peso, talla, hemoglobina, hemoglobina corregida, provincia, departamento, diagnóstico, DIRESA, año y altitud.

El total de individuos incluidos en este estudio fue de 245 820.

### **6.5 Clasificación de variables y operacionalización**

#### 1. Provincia

Se clasificó esta variable por las 11 provincias del departamento de Lima, incluido Callao: Barranca, Cajatambo, Callao, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Lima, Oyón y Yauyos.

#### 2. Edad

Se utilizó la variable edad de dos formas: de manera continua para la regresión logística (ajustada y no ajustada) y categórica politómica para la representación de porcentajes y prevalencias.

Para la segunda clasificación mencionada, se formaron 6 grupos de intervalos de edad de la siguiente manera (30):

1. de 0 a 5,9 meses,
2. de 6 a 11,9 meses,
3. de 12 a 23,9 meses,
4. de 24 a 35,9 meses,
5. de 36 a 47,9 meses y
6. de 48 a 59,9 meses.

### 3. Anemia infantil

La anemia infantil tuvo dos clasificaciones: por corrección y por severidad. Para la primera clasificación se denominó:

Anemia no corregida: Cuando los valores de hb no fueron corregidos por altura  
Anemia corregida Cuando los valores de hb fueron corregidos por altura

Cabe mencionar, que la hb corregida es una variable de la base de datos recibida. Es decir, que la corrección fue hecha por el SIEN de acuerdo a la siguiente fórmula para la corrección de hb por altura (31):

$$\text{Nivel Ajustado} = \text{Nivel Observado} - \text{Ajuste por Altura}$$

donde, Ajuste por Altura =  $- 0.032 * (\text{alt}) + 0.022 * (\text{alt} * \text{alt})$

$$(\text{alt}) \text{ es: } [(\text{altura en metros}) / 1000] * 3.3$$

Por su parte, se clasificó la anemia infantil por anemia severa, moderada y leve usando la hemoglobina (g/dl) según el MINSA y OMS para los niños de 6 a 59 meses de edad (32):

Anemia severa: hb < 7,00 g/dl

Anemia moderada: hb: 7,0-9,99 g/dl

Anemia leve: hb:10,0-10,99 g/dl

Para los niños entre 0 a 5 meses de edad se usó la siguiente clasificación según el MINSA y OMS (32,33):

Anemia en niños menores de 2 meses: hb < 13,50 g/dl

Anemia en niños de 2 a 6 meses: hb < 9,50 g/dl

#### 4. Desnutrición Crónica Infantil

Se utilizaron los valores de referencia de la OMS de la media y desviación estándar de talla para edad y sexo (34), para formular el indicador z-score de Talla/Edad (HAZ) y según la siguiente fórmula:

$$Z\text{-score} = \frac{(\text{media de talla observada} - \text{media del valor referencia de OMS para edad y sexo})}{\text{desviación standard de referencia de OMS según edad y sexo}}$$

Posteriormente, se definió DCI de la siguiente manera, según lo indica la OMS (30,35–37):

Sin desnutrición crónica infantil (Normal): Z-score  $\geq$  -2 DS a +2 DS

Con desnutrición crónica infantil: Z-score < -2 DS

#### 5. Altitud

Se utilizó la variable altitud de dos formas: de manera continua para la regresión logística (ajustada y no ajustada) y categórica politómica para la representación de porcentajes y prevalencias.

Para la segunda clasificación mencionada, se formaron 4 grupos de intervalos de altitud de la siguiente manera:

1. 0 a 999 m.s.n.m.
2. 1000 a 1999 m.s.n.m.
3. 2000 a 2900 m.s.n.m.
4.  $\geq$  3000 m.s.n.m.

Las altitudes promedio para las diferentes provincias de Lima y Callao fueron tomadas del Compendio Estadístico de Lima Provincias 2016 (38).

#### 6. Año

Se evaluó la variable año de acuerdo al año cuando se tomó el registro de las variables evaluadas para cada niño. Esta variable tuvo la siguiente clasificación:

1. 2012
2. 2013
3. 2014
4. 2015
5. 2016
6. 2017

**Tabla 1. Matriz de Operacionalización de Variables**

Variable	Definición		Valores posibles	Criterios de medición	Tipo de variable	Fuente
	Conceptual	Operacional				
<b>Sexo</b>	Sexo del individuo	*	Femenino y Masculino	Cualitativa dicotómica, Escala: Nominal	Variable de ajuste	
<b>Edad</b>	Meses cumplidos al momento que se reclutaron	1. En meses y días 2. 6 grupos de intervalos de edad en meses	1. 0 a 59,9 2. 0 a 5,9 6 a 11,9 12 a 23,9 24 a 35,9 36 a 47,9 48 a 59,9	1. Cuantitativa continua, Escala: Razón 2. Categórica politómica Escala: Ordinal	Variable de ajuste	
<b>Hemoglobina</b>	Hemoproteína de la sangre que transporta el oxígeno	1. En g/Dl 2. Valores discretos de hb	1. 3,0 – 20,0 g/dl 2. 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 11,0; 12,0; 13,0; 14,0 g/dl	1. Cuantitativa continua, Escala: Razón 2. Cuantitativa discreta Escala: Razón	Variable de ajuste	OMS
<b>Z-score</b>	Es el valor obtenido de talla menos media de talla referencial sobre desviación estándar del valor obtenido para edad y sexo según OMS	Relación talla para edad menos el percentil 50 sobre la desviación estándar	En el rango: -6 a +6	Cuantitativa continua, Escala: Intervalo	Variable de ajuste	OMS
<b>Anemia Infantil</b>	Hemoglobina menor a 11,0 g/dl	1. Por corrección de hb 2. Por severidad	1. Anemia no corregida y anemia corregida 2. Sin Anemia, Anemia Leve y Anemia Moderada/Severa	1. Categórica dicotómica, Escala: Nominal 2. Categórica politómica Escala: Ordinal	Variable de respuesta	OMS
<b>Desnutrición Crónica</b>	Talla insuficiente para edad	Z-score < -2	Sin Desnutrición Crónica Con Desnutrición Crónica	Cualitativa dicotómica Escala: Nominal	Variable de ajuste	OMS
<b>Provincia</b>	División territorial para el cumplimiento de las actividades del Estado	11 provincias del departamento de Lima	Barranca, Cajatambo, Callao, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Lima, Oyón y Yauyos	Cualitativa politómica Escala: Nominal	Variable de ajuste	RAE

<b>Altitud</b>	Elevación o altura sobre el nivel del mar	1. En metros sobre el nivel del mar 2. 4 grupos de intervalos de altura en metros	1. 0 a 4237 m.s.n.m. 2. 0 a 999 1000 a 1999 2000 a 2999 ≥3000	1. Cuantitativa continua, Escala: Razón 2. Categórica politómica Escala: Ordinal	Variable de ajuste	RAE
<b>Año</b>	Tiempo que tarda la tierra en dar una vuelta al sol	Año de evaluación del niño y registro de variables	2012 2013 2014 2015 2016 2017	Cualitativa politómica Escala: Ordinal	Variable de ajuste	RAE

\*De no consignarse definición operacional, ésta es la misma que la conceptual

## 6.6 Plan de análisis

La limpieza de la base de datos y el análisis estadístico se realizaron con el paquete estadístico STATA v.12.0. Las gráficas presentadas fueron hechas en Excel 2016.

En primer lugar y posterior a la limpieza y exclusión de los datos aberrantes, se realizó el análisis descriptivo de la base de datos y las variables estudiadas.

Las prevalencias de anemia infantil (corregida y no corregida) y DCI tomaron datos cuantitativos continuos para la elaboración de las tablas y gráfico de barras de acuerdo los diferentes intervalos de edad, provincia y año; estas, fueron elaboradas en el programa STATA y Excel 2016. Además, se graficaron los valores promedio de z-score y hb por intervalos de edad y altitud. Se realizó la prueba de Chi-cuadrado para evaluar asociación significativa de proporciones en el programa STATA.

Seguidamente, se asoció el z-score talla para edad (valor continuo) con los valores de hb discretos. Para ello se agruparon los valores continuos de hb en valores discretos desde 7 a 14 g/dl, ya que valores menores y mayores a estos límites, tuvieron una frecuencia muy baja. Para esta asociación se realizó la curva de regresión cuadrática. Posteriormente, se realizó el análisis de regresión logística (simple y ajustada) para evaluar asociación ente anemia infantil y DCI de acuerdo a las variables de ajuste como edad (variable cuantitativa continua), sexo (variable categórica dicotómica, donde 0 es femenino y 1 es masculino), altitud (variable cuantitativa continua) y año (variable categórica politómica). Se considera significativa una diferencia cuando  $p < 0.05$ .

Finalmente, se elaboraron los mapas coropléticos para visualizar las prevalencias de anemia no corregida, anemia corregida y DCI en el programa ArcMap 10.5 de ArcGis.

## **6.7 Consideraciones éticas**

Este estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética e Investigación (CIEI) de la UPCH. Esta aprobación, se encuentra adjunta en la presente tesis.

La base de datos obtenida del SIEN – CENAN fue brindada a la UPCH para su estudio y análisis. Esta misma es pública.

Cada observación se identificó mediante un código de numeración para proteger la identidad de los niños evaluados en la base de datos del SIEN.

No se necesitó para el estudio ninguna otra información que pueda identificar al individuo, garantizando la total confidencialidad de los datos. Cabe resaltar, que la base fue recibida sin nombres y ninguna información personal de cada niño evaluado.

## 7. Resultados

### Características generales de la población de estudio.

En la tabla 2 se presentan las características de la población de las 11 provincias (incluido Callao) consolidadas para los años de 2012 a 2017. Se observa que el porcentaje de la población femenina (49.55%) y masculina (50.45%) es muy similar. Asimismo, la mayoría de niños evaluados se encuentran en el rango de 6 a 35 meses de edad y que más del 60 % se encuentra en la provincia de Lima.

La prevalencia de anemia corregida (40.69%) es 3 puntos porcentuales mayor que la de anemia no corregida (37.69%), siendo esta diferencia significativa. Por otro lado, la prevalencia de DCI (6,16%) para toda la población evaluada es bastante más baja a comparación de la anemia con y sin corrección; y es más frecuente en niños varones (3.58% vs 2.59%,  $p < 0.05$ ).

*Tabla 2. Características de la población según edad, año, provincia, altitud, DCI y anemia con/sin corrección*

	Categoría	n	Porcentaje (%)	Femenino (49.55%)	Masculino (50.45%)
Edad (meses)	0 a 5	10,177	4.14	2.08	2.06
	6 a 11	87,957	35.78	17.76	18.02
	12 a 23	80,517	32.75	16.17	16.59
	24 a 35	34,948	14.22	7.03	7.18
	36 a 47	19,012	7.73	3.85	3.88
	48 a 59	13,209	5.37	2.65	2.72
Provincias	Barranca	15,095	6.14	3.09	3.05
	Cajatambo	1,290	0.52	0.25	0.27
	Callao	13,612	5.54	2.73	2.81
	Canta	1,633	0.66	0.34	0.32
	Cañete	14,869	6.05	3.00	3.05
	Huamal	18,480	7.52	3.68	3.84
	Huachirí	7,529	3.06	1.53	1.53
	Huaura	12,271	4.99	2.50	2.49
	Lima	155,485	63.25	31.31	31.94
	Oyon	2,513	1.02	0.49	0.54
Yauyos	3,043	1.24	0.62	0.61	
Año	2012	23,571	9.59	4.73	4.85
	2013	29,973	12.19	6.07	6.12
	2014	44,762	18.21	9.03	9.18
	2015	56,818	23.11	11.40	11.72
	2016	60,086	24.44	12.14	12.30
	2017	30,610	12.45	6.18	6.27
Anemia No Corregida	Normal	153,160	62.31	31.37	30.94
	Anémicos	92,660	37.69	18.18	19.51
Anemia Corregida	Normal	145,787	59.31	29.90	29.41
	Anémicos	100,033	40.69	29.90	29.41
DCI	Normal	230,669	93.84	46.96	46.88
	Con DCI	15,151	6.16	2.59	3.58
Altitud	0 a 999	228,311	92.88	46.04	46.83
	1000 a 1999	2,026	0.82	0.41	0.42
	2000 a 2999	4,721	1.92	0.95	0.97
	≥3000	10,762	4.38	2.15	2.23



## **Prevalencia de DCI y anemia infantil (corregida y no corregida) por provincia de la región de Lima y Callao entre los años 2012 y 2017 en niños de 0 a 59 meses**

En la figura 1 se presentan las prevalencias de anemia no corregida y corregida para las diferentes provincias de la región departamental de Lima y Callao. Los colores más intensos en la escala de colores muestran las prevalencias más altas.

Para la anemia no corregida, las prevalencias más altas se presentan en las provincias al oeste del departamento; siendo Cañete, la provincia con la prevalencia más alta de anemia no corregida (44.29%).

En el caso de la anemia corregida, las provincias al este del departamento de Lima (Cajatambo, Oyón, Huarochirí y Yauyos) cuentan con las prevalencias más altas de anemia infantil y que se encuentran por encima del 50%. Estas poblaciones se encuentran en zonas de altitud ( $\geq 1000$  m.s.n.m.).

En la figura 2 se muestran las prevalencias de DCI por provincia para la región de Lima y Callao. Las provincias al este del departamento de Lima tienen las prevalencias más altas de DCI, siendo Cajatambo la provincia con la prevalencia de DCI más alta (25.35%).

En la tabla 3, se muestran las prevalencias de anemia no corregida, anemia corregida y DCI para las 11 provincias de la región Lima (incluida Callao); con su respectiva altitud promedio. Se observa que para aquellas provincias que superan los 1000 m.s.n.m. (Cajatambo, Canta, Huarochirí, Oyón y Yauyos) la prevalencia de anemia corregida aumenta considerablemente a diferencia de la anemia no corregida. Así mismo, se muestra que las prevalencias de DCI son más altas en estas provincias (25.35%, 13.47%, 14.15%, 19.18% y 19.93%, respectivamente). Para las provincias de Huaral y Huara, cuya altitud promedio no supera los 1000 m.s.n.m., se muestra diferencia significativa entre la prevalencia de las dos anemias estudiadas. Para Lima región y Callao el porcentaje de anemia no corregida fue de 37.69%, 40.69% para la anemia corregida y 6.16% para la DCI.

Figura 1. Prevalencia de anemia con/sin corrección por provincia de la región de Lima y Callao entre los años 2012 y 2017

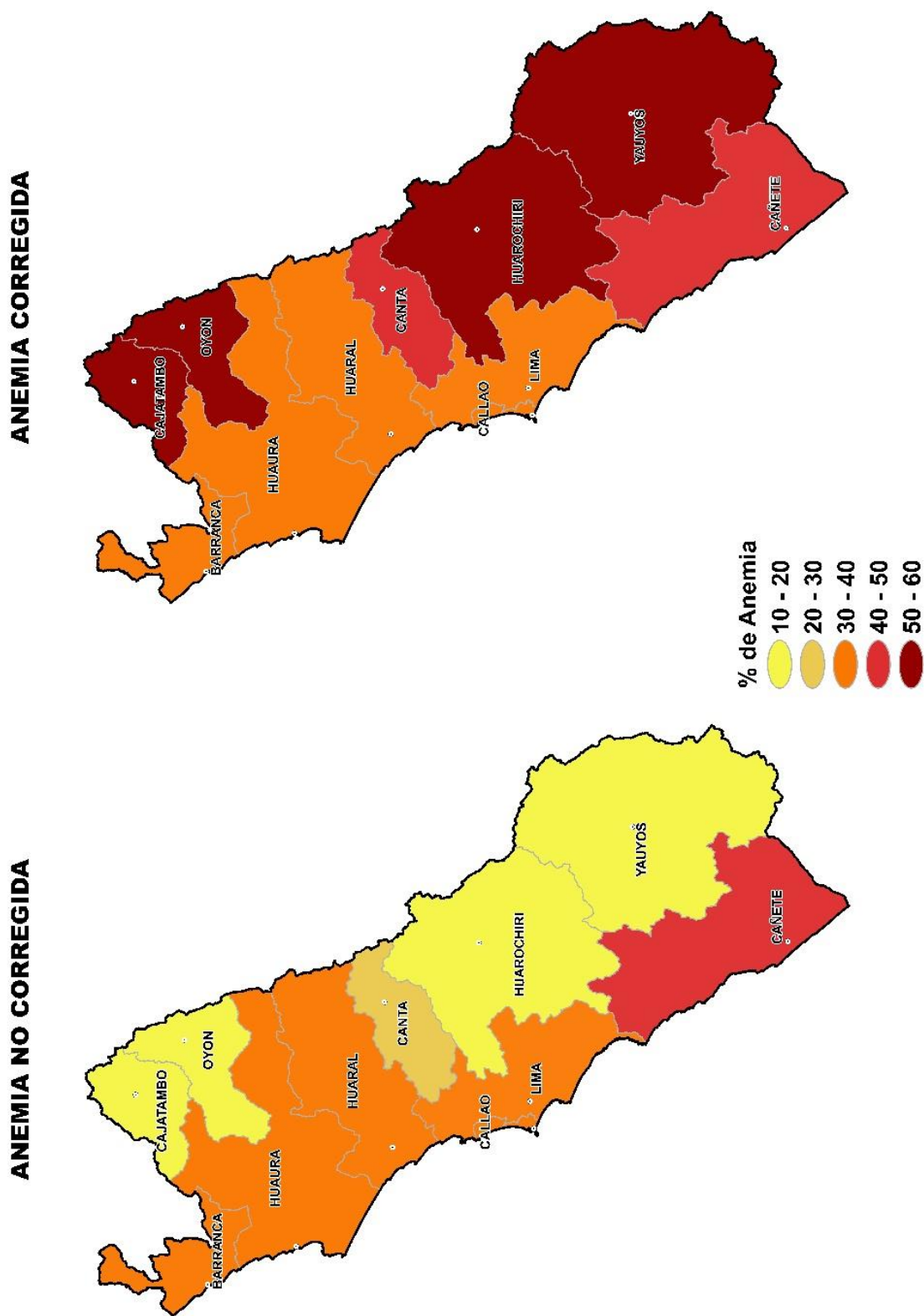


Figura 2. Prevalencia de DCI por provincia de la región de Lima y Callao entre los años 2012 y 2017

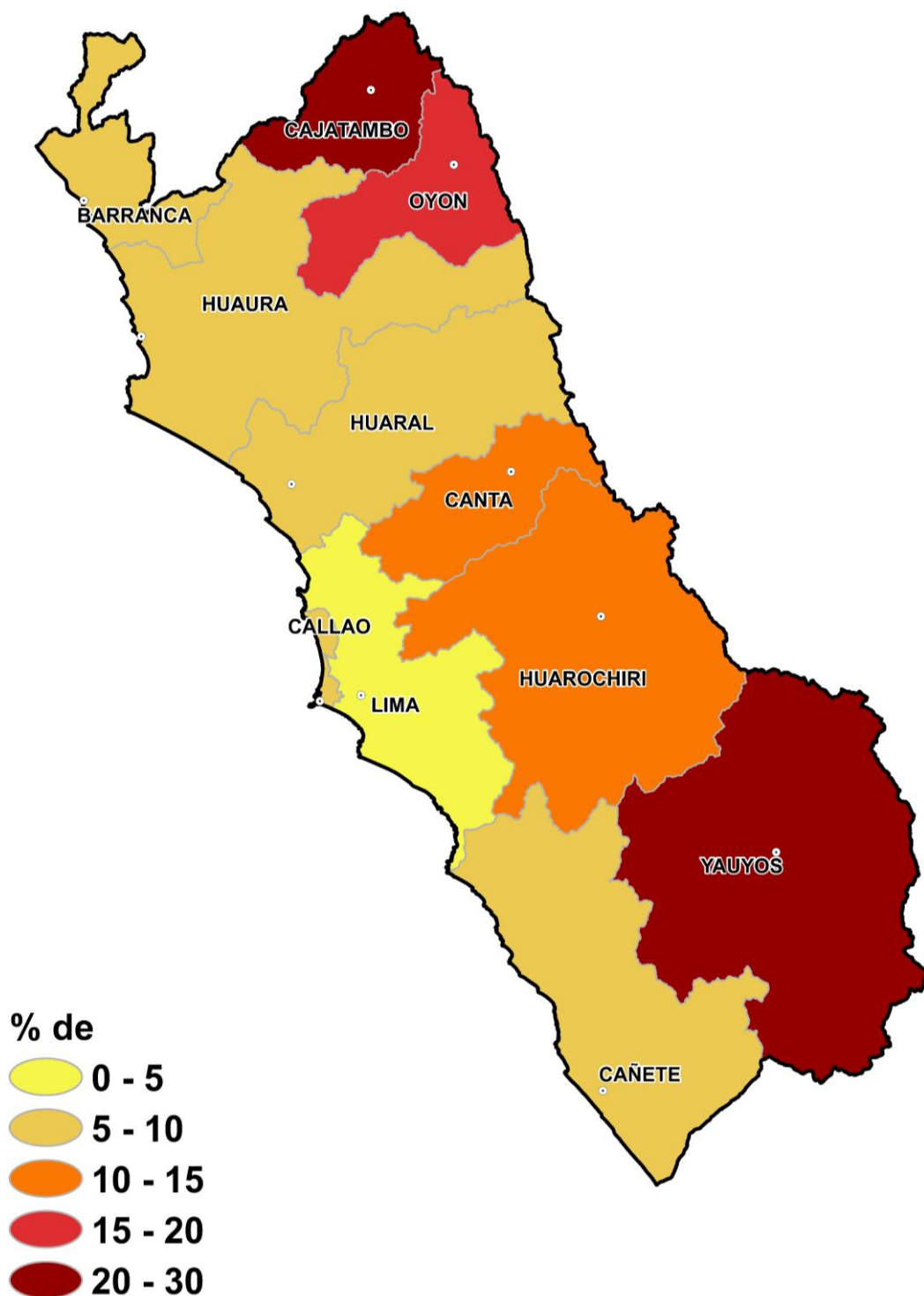


Tabla 3. Prevalencia de niños de 0 a 59 meses con anemia corregida y no corregida y de DCI en las diferentes provincias de la región de Lima y Callao (%) y su altitud promedio (m.s.n.m.).

Provincia	Altitud	n	Anemia no corregida (%)	Anemia corregida (%)	DCI (%)
<b>Barranca</b>	49	15,095	33.98	33.98	6.80
<b>Cajatambo</b>	3,376	1,290	10.78*	55.27	25.35
<b>Callao</b>	5	13,612	36.48	36.48	6.06
<b>Canta</b>	2,819	1,633	23.58*	43.17	13.47
<b>Cañete</b>	38	14,869	44.29	44.29	8.31
<b>Huaral</b>	188	18,480	35.41*	38.02	7.78
<b>Huarocharí</b>	2,378	7,529	19.83*	58.91	14.15
<b>Huaura</b>	30	12,271	31.07*	35.41	7.80
<b>Lima</b>	154	155,485	38.61	38.61	4.46
<b>Oyón</b>	3,620	2,513	11.22*	57.18	19.18
<b>Yauyos</b>	2,874	3,043	12.55*	56.13	19.93
<b>Total</b>	-	245,820	37.69*	40.69	6.16

\*Chi-cuadrado  $p < 0.05$ , anemia no corregida vs. anemia corregida

En la tabla 4 se presentan los porcentajes de anemia infantil (corregida y no corregida) y DCI por provincia y por año (%). Para el total de la región de Lima y Callao, las prevalencias de anemia infantil en ambos casos disminuyen desde el año 2012 a 2016 y presenta un aumento para el año 2017. Por su parte, la DCI presenta un comportamiento lineal para sus prevalencias entre los años 2012 a 2017.

Las provincias con altitud promedio mayor a 1000 m.s.n.m. (Cajatambo, Canta, Huarocharí, Oyón y Yauyos), así como Huaral y Huara, presentan diferencia significativa entre sus prevalencias de anemia corregida y no corregida por cada año de evaluación.

Para todas las provincias a excepción de Callao y Huarocharí se observa que las prevalencias de anemia infantil (corregida y no corregida) presentan una tendencia a disminuir con el paso de los años. Para las provincias de Callao y Huarocharí, las prevalencias de anemia infantil muestran un aumento para el año 2017 a comparación del año 2012.

Finalmente, la DCI presentan una disminución conforme los años para las provincias de Cajatambo, Callao, Canta, Huarocharí, Lima y Oyón. En contraste, las provincias de Barranca, Cañeta y Huara muestran prevalencias de DCI lineales con el paso de los años, y las provincias de Huaral y Yauyos muestran que la DCI aumentó para el 2017 a comparación de los anteriores años evaluados.

Tabla 4. Prevalencia de niños de 0 a 59 meses con anemia corregida y no corregida y de DCI en las diferentes provincias de la región de Lima y Callao por año (%)

	Año	n	Anemia no corregida (%)	Anemia corregida (%)	DCI (%)		Año	n	Anemia no corregida (%)	Anemia corregida (%)	DCI (%)
<b>Barranca</b>	2012	1,230	52.6%	52.6%	6.7%	<b>Huarocharí</b>	2012	271	9.2%*	59.4%	19.6%
	2013	2,133	46.7%	46.7%	6.8%		2013	990	20.2%*	59.7%	16.5%
	2014	3,297	39.7%	39.7%	8.1%		2014	1,135	23.2%*	66.3%	13.4%
	2015	2,899	38.8%	38.8%	7.8%		2015	1,726	21.2%*	62.3%	13.3%
	2016	3,956	21.5%	21.5%	6.4%		2016	2,311	16.9%*	51.3%	17.2%
	2017	1,580	19.6%	19.6%	6.8%		2017	1,096	23.9%*	62.8%	13.3%
<b>Cajatambo</b>	2012	47	6.4%*	66.0%	44.7%	<b>Huaura</b>	2012	811	38.1%*	40.4%	8.8%
	2013	180	20.6%*	62.2%	29.4%		2013	1,371	35.6%*	41.5%	7.4%
	2014	231	4.8%*	65.8%	23.8%		2014	2,246	32.0%*	36.9%	7.1%
	2015	279	17.6%*	67.4%	26.2%		2015	3,462	31.9%*	36.0%	8.5%
	2016	396	7.8%*	46.5%	24.5%		2016	2,491	25.7%*	30.2%	9.0%
	2017	157	5.7%*	31.2%	26.1%		2017	1,890	33.6%*	37.8%	8.5%
<b>Callao</b>	2012	1,887	33.7%	33.7%	8.0%	<b>Lima</b>	2012	16,971	42.9%	42.9%	5.2%
	2013	1,237	37.3%	37.3%	8.0%		2013	20,839	43.3%	43.3%	4.7%
	2014	2,156	35.3%	35.3%	6.5%		2014	25,613	40.3%	40.3%	4.7%
	2015	2,399	31.2%	31.2%	6.5%		2015	35,242	39.4%	39.4%	4.8%
	2016	3,603	34.7%	34.7%	6.1%		2016	37,977	37.8%	37.8%	5.1%
	2017	2,330	48.8%	48.8%	6.8%		2017	18,843	40.1%	40.1%	4.5%
<b>Canta</b>	2012	145	17.9%*	51.0%	15.2%	<b>Oyón</b>	2012	140	15.7%*	75.7%	23.6%
	2013	184	23.4%*	43.5%	14.1%		2013	122	15.6%*	66.4%	28.7%
	2014	186	32.8%*	65.6%	16.7%		2014	404	14.4%*	66.8%	20.5%
	2015	301	29.9%*	52.5%	11.3%		2015	850	10.4%*	53.1%	18.7%
	2016	559	22.4%*	36.5%	15.2%		2016	635	12.4%*	53.9%	20.6%
	2017	258	17.4%*	29.5%	11.6%		2017	362	6.1%*	54.1%	18.2%
<b>Cañete</b>	2012	811	48.7%	48.7%	8.6%	<b>Yauyos</b>	2012	78	35.9%*	73.1%	20.5%
	2013	972	49.7%	49.7%	7.4%		2013	245	15.5%*	66.1%	23.7%
	2014	5045	45.1%	45.1%	8.7%		2014	872	11.5%*	60.1%	21.1%
	2015	3,796	46.0%	46.0%	7.7%		2015	713	11.5%*	50.9%	17.8%
	2016	2,794	40.9%	40.9%	10.7%		2016	748	11.5%*	53.1%	24.1%
	2017	1,451	45.4%	45.4%	8.7%		2017	387	12.4%*	56.8%	26.4%
<b>Huaral</b>	2012	1,180	39.1%*	41.1%	8.6%	<b>Total 11 provincias</b>	2012	23,571	41.7%*	43.3%	6.4%
	2013	1,700	39.1%*	43.6%	7.2%		2013	29,973	41.5%*	44.3%	6.2%
	2014	3,577	37.9%*	40.9%	6.9%		2014	44,763	38.5%*	41.9%	6.6%
	2015	5,152	40.4%*	43.3%	8.4%		2015	56,818	37.6%*	40.8%	6.5%
	2016	4,616	32.5%*	34.1%	9.3%		2016	60,084	34.0%*	37.0%	7.1%
	2017	2,256	29.5%*	32.0%	9.1%		2017	30,610	37.0%*	40.2%	6.5%

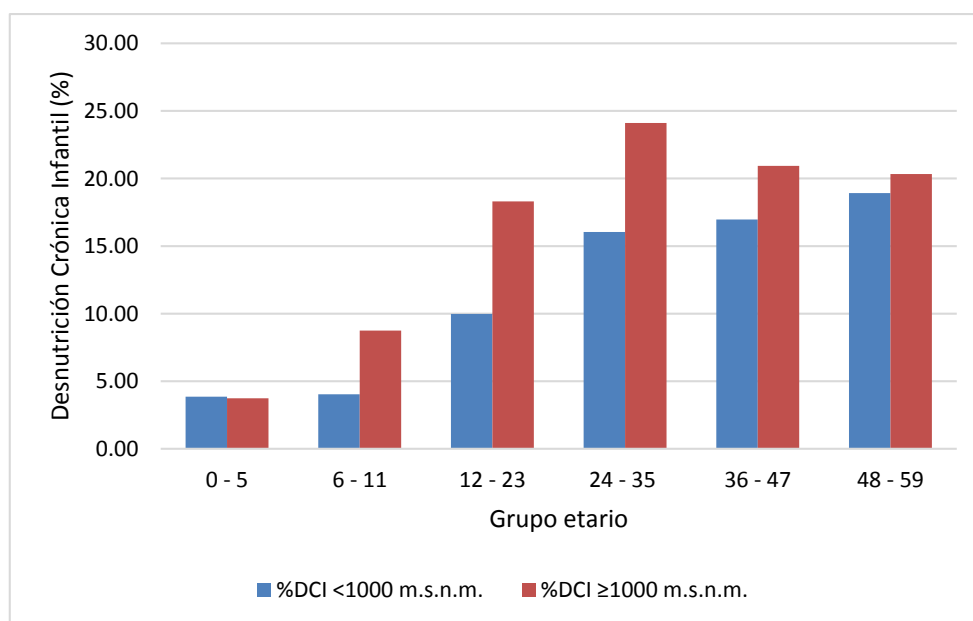
\*Chi-cuadrado  $p < 0.05$ , anemia no corregida vs. anemia corregida

## Prevalencia de niños de 0 a 59 meses con DCI y anemia infantil (corregida y no corregida) según grupo etario.

En la Figura 3 se presenta la prevalencia de DCI por grupo etario, para niños que viven a <1000 m.s.n.m. y en altura ( $\geq 1000$  m.s.n.m.).

A partir de esta figura se pueda observar que la prevalencia de DCI es mayor en altura a comparación de los niños con DCI que residen a <1000 m.s.n.m., a partir del grupo de 6-11 meses; y desaparece la diferencia entre los 48 y 59 meses de edad. Para ambos casos, se observa que la DCI aumenta con la edad desde 6 hasta los 35 meses. Posteriormente, la prevalencia de DCI en altura se mantiene entre los 36 y 59 meses. Por su parte, la prevalencia de DCI a alturas <1000 m.s.n.m., aumenta hasta llegar a los 59 meses de edad.

Figura 3. Prevalencia de DCI por grupo etario en niños que residen debajo de los 1000 m.s.n.m. y por encima de los 1000 m.s.n.m. (%)



En las figuras 4 y 5, se presenta la prevalencia de anemia infantil sin y con corrección de hb por altura, respectivamente, por grupo etario.

La prevalencia de anemia no corregida es mayor en zonas <1000 m.s.n.m. a comparación que en alturas  $\geq 1000$  m.s.n.m. (Figura 4). Sin embargo, la prevalencia de anemia corregida es mayor en alturas  $\geq 1000$  m.s.n.m. para cualquier grupo etario.

En ambas figuras, se observa que la prevalencia de anemia infantil es más alta para edades de 6 a 11 meses y que después, disminuye progresivamente conforme avanza la edad hasta los 59 meses.

La prevalencia de anemia no corregida en altura, para la edad de 6 a 11 meses es de aproximadamente 28%. Al corregir anemia por altura, esta prevalencia aumenta al 70%.

Figura 4. Prevalencia de anemia no corregida por grupo etario en niños que residen debajo de los 1000 m.s.n.m. y por encima de los 1000 m.s.n.m. (%)

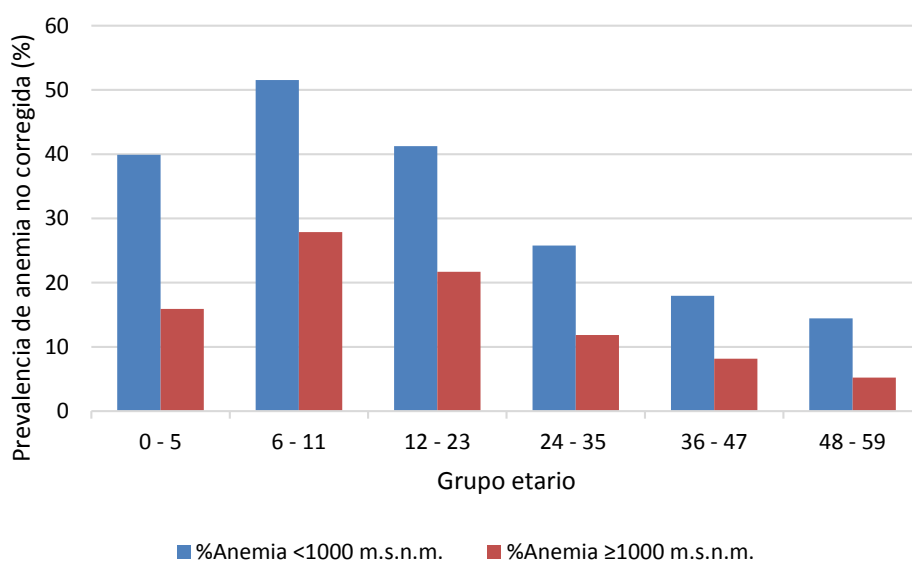
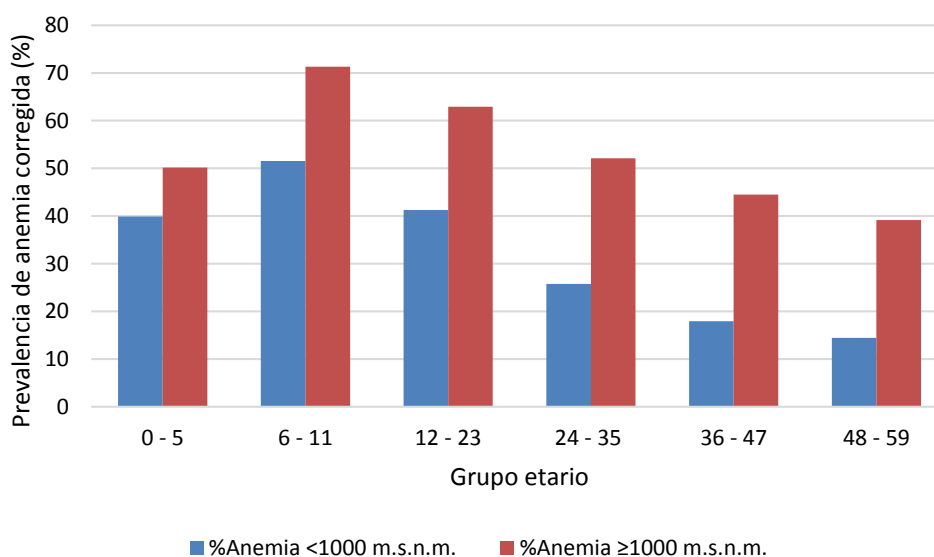


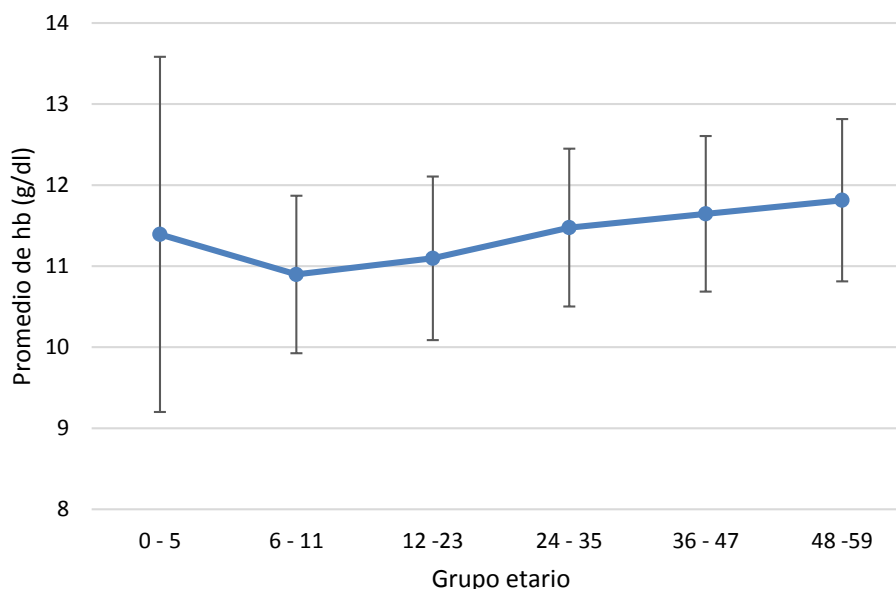
Figura 5. Prevalencia de anemia corregida por grupo etario en niños que residen debajo de los 1000 m.s.n.m. y por encima de los 1000 m.s.n.m. (%)



En la figura 6 se muestran las concentraciones promedio de hb a altitudes menores a 1000 m.s.n.m. En este rango altitudinal no existe por definición corrección de la hb por altura.

En esta figura, se observa que la media de la concentración de hb es menor en el grupo de 6 a 11 meses de edad respecto al grupo de 0 a 5 meses de edad. En el grupo etario de 6 a 11 meses, la media de la hb es menor del valor definido por OMS, donde a partir del cual se diagnostica anemia (hb=11g/dl). Además, se observa que, a partir de los 6 meses de edad, la hemoglobina aumenta conforme la edad.

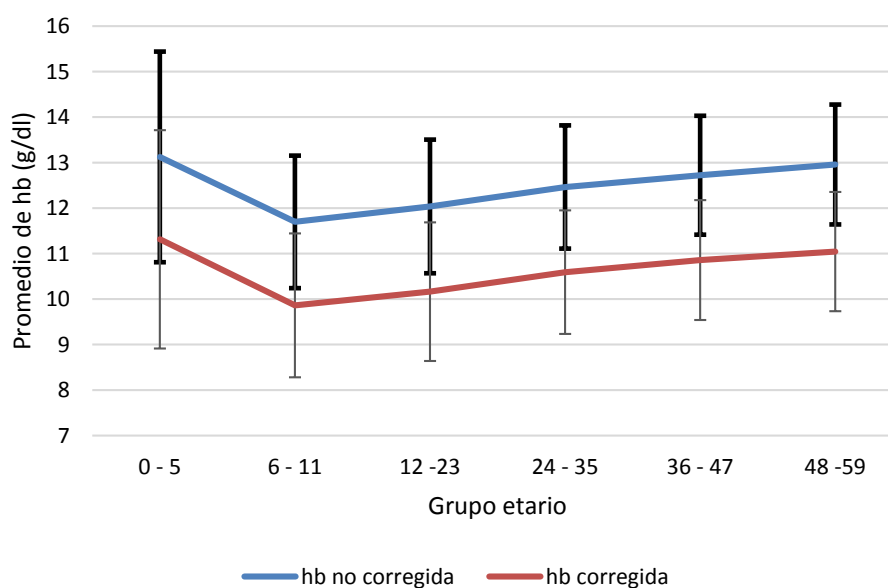
*Figura 6. Promedio de hemoglobina corregida y no corregida en niños de 0 a 59 meses por grupo etario (g/dl) que residen por debajo de los 1000 m.s.n.m.*



En la figura 7, se muestran los promedios de hb corregida y no corregida para alturas por encima de 1000 m.s.n.m. En ambas, se observa un aumento de hb a partir de los 6 meses de edad y la hb corregida es menor que la no corregida para todos los grupos etarios. Igualmente, el promedio de hb en infantes de 6 a 11 meses de edad se encuentra por debajo del límite definido por OMS para anemia (hb=11g/dl). Las concentraciones de hb corregida y no corregida para los niños de 0 a 5 meses son mayores a comparación que en otros grupos etarios. En resumen, la hb sin corregir o corregida por altura son menores a menor edad y se incrementan con la edad a partir de los 24 meses de edad.

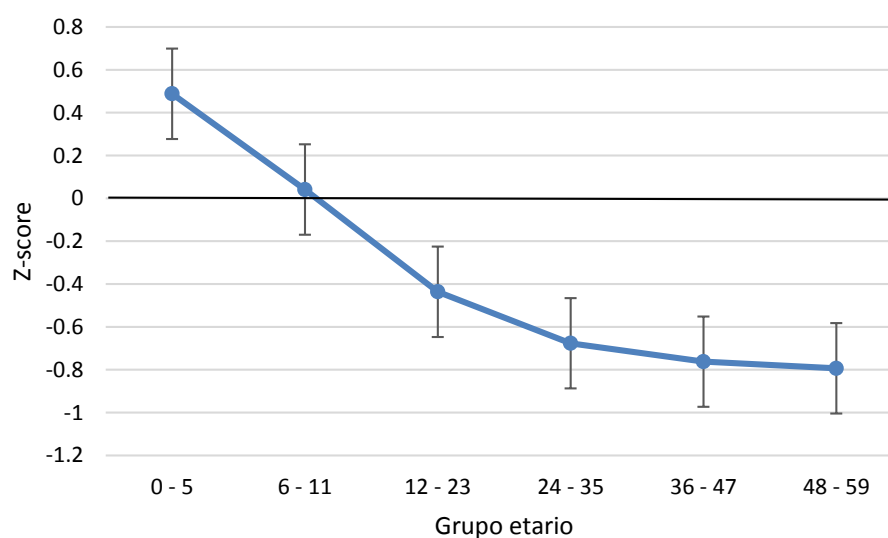


Figura 7. Promedio de hemoglobina corregida y no corregida en niños de 0 a 59 meses por grupo etario (g/dl) que residen por encima de los 1000 m.s.n.m.



En la figura 8, se muestran los promedios de los valores de z-score de talla para edad para cada grupo etario estudiado. De 0 a 5 meses el z-score está por encima de cero. Se observa que estos valores disminuyen con la edad desde los 0-5 meses a 48-59 meses. A partir de los 12 meses los valores del z-score talla por edad caen por debajo del valor cero. El valor a los 48-59 meses es de z-score -0.8, valor que no llega al límite (z-score talla por edad: -2DS a +2 DS).

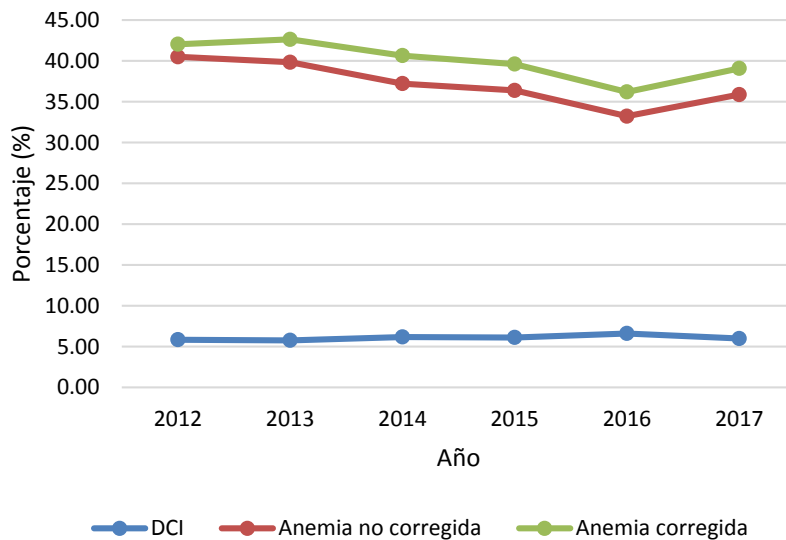
Figura 8. Promedio del valor de z-score de talla por edad en niños de 0 a 59 meses por grupo etario



### **Prevalencia de niños de 0 a 59 meses DCI y anemia infantil (corregida y no corregida) según año de evaluación.**

En la figura 9 se presenta la prevalencia de anemia infantil con/sin corrección por altura y la prevalencia de DCI por año de evaluación. La prevalencia de anemia infantil con/sin corrección tiende a disminuir entre los años 2012 y 2016 y luego presenta un aumento de 3,01 y 3,23 puntos porcentuales en el año 2017 ( $p < 0.05$ ), para anemia no corregida y corregida, respectivamente. La prevalencia de DCI es mucho menor que la de anemia y se mantiene constante para todos los años evaluados. En conclusión, hay ocho veces más prevalencia de anemia que de DCI.

*Figura 9. Prevalencia de niños con anemia no corregida, anemia corregida y DCI por año de evaluación (%)*



### **Prevalencia de niños de 6 a 59 meses con DCI por severidad de anemia para hb no corregida y hb corregida.**

En la tabla 5 se presenta la prevalencia de anemia leve y anemia moderada/severa usando para su diagnóstico hb corregida y hb no corregida, por debajo y encima de los 1000 m.s.n.m. y toda la población. Para toda la población, se muestra una diferencia significativa entre las prevalencias de anemia con hb no corregida y hb corregida para anemia leve, anemia moderada/severa y niños sin anemia. La prevalencia de niños con hb normal disminuye con la corrección de la hb.

A altitudes de <1000 m.s.n.m. las prevalencias usando hb corregida y no corregida son iguales, porque conceptualmente la corrección de la hb por altura se establece a partir de los 1000 m.s.n.m.

En altitudes por encima de los 1000 m.s.n.m., la corrección de la hb incrementa las prevalencias de anemia leve y moderada/severa, siendo la diferencia entre anemia corregida y no corregida, mayor para la anemia moderada/severa. Asimismo, se observa que el porcentaje de niños con diagnóstico con hb mayor o igual de 11 g/dl (normal) disminuye alrededor de la mitad al corregir hb por altura. En resumen, muchos niños clasificados como normales, cuando se usa hb no corregida, pasan a la categoría de anémicos cuando se corrige la hb por altura.

*Tabla 5. Porcentaje de niños de 6 a 59 meses por severidad de anemia no corregida y corregida (%)*

		n	Sin Anemia (%)	Anemia leve (%)	Anemia moderada/severa (%)
<b>Total</b>	hb no corregida	245,820	62.48*	28.13*	9.59*
	hb corregida		59.4	29.14	11.45
<b>&lt; 1000 m.s.n.m.</b>	hb no corregida	228,311	60.62	29.45	9.93
	hb corregida		60.62	29.45	9.93
<b>≥ 1000 m.s.n.m.</b>	hb no corregida	17,509	84.26*	10.65*	5.09*
	hb corregida		42.15	24.4	33.45

\*Chi-cuadrado  $p < 0.05$ , hb no corregida vs. hb corregida por severidad de anemia

En la tabla 6 se presenta el porcentaje de niños de 6 a 59 meses con DCI y el porcentaje de niños con nutrición normal (z-scores -2DS a +2DS) agrupados por severidad de anemia (leve, moderada/severa) con/sin corrección, en población menor a 1000 m.s.n.m., en poblaciones por encima de 1000 m.s.n.m. y en la población total.

Para la población total y para aquellas menor a 1000 m.s.n.m., el porcentaje de niños con z-score talla para edad normal y anemia leve es mayor que el porcentaje de niños con DCI y anemia leve. Para la anemia corregida y no corregida, el porcentaje de niños con DCI y anemia moderada/severa es mayor a comparación de los niños sin DCI y anemia moderada/severa, en la población total y que viven por debajo de los 1000 m.s.n.m.

Por su parte, la prevalencia de los niños en altura con DCI y anemia leve es bastante menor cuando no se corrige la hb por la altura. Este mismo patrón se presentan para los niños con DCI y anemia moderada/severa no corregida en altura. Además, la población sin DCI con anemia leve y moderada/severa es mayor que los niños con DCI y anemia leve y moderada/severa para cuando no se corrige la hb por la altura. Al corregir la hb por la altura, la población con DCI y anemia leve y moderada/severa es mayor que los niños sin DCI y anemia leve y moderada/severa.

Tabla 6. Porcentaje de niños de 6 a 59 meses con DCI por severidad de anemia no corregida y corregida (%)

			n	Anemia leve (%)	Anemia moderada/severa (%)	Sin Anemia (%)
<b>Total</b>	Hb no corregida	<b>DCI</b>	15,151	24.73*	10.46*	64.81*
		<b>Sin DCI</b>	230,669	28.33	9.53	62.14
	Hb corregida	<b>DCI</b>	15,151	27.81*	16.32*	55.86*
		<b>Sin DCI</b>	230,669	29.17	11.2	59.54
<b>&lt; 1000 m.s.n.m.</b>	Hb no corregida	<b>DCI</b>	12,088	28.57*	11.94*	59.50*
		<b>Sin DCI</b>	216,223	29.50	9.82	60.69
	Hb corregida	<b>DCI</b>	12,088	28.57*	11.94*	59.50*
		<b>Sin DCI</b>	216,223	29.50	9.82	60.69
<b>≥ 1000 m.s.n.m.</b>	Hb no corregida	<b>DCI</b>	3,063	9.6*	4.64*	85.77*
		<b>Sin DCI</b>	14,446	10.87	5.19	83.94
	Hb corregida	<b>DCI</b>	3,063	24.84*	33.63*	41.53*
		<b>Sin DCI</b>	14,446	24.31	33.41	42.28

\*Chi-cuadrado  $p < 0.05$ , DCI vs. niños normales por severidad de anemia

### Prevalencia de niños de 0 a 59 meses con anemia infantil (corregida y no corregida) y DCI por altura.

En las figuras 10 y 11, se presentan las prevalencias de anemia no corregida, anemia corregida y DCI por debajo y por encima de los 1000 m.s.n.m., respectivamente.

La prevalencia de DCI a una altura por encima de 1000 m.s.n.m. (17.49%) es mayor en comparación de la prevalencia de DCI en zonas de Lima <1000 m.s.n.m. (5.29%). Por su parte, la prevalencia de anemia no corregida varía de 38.12% en zonas de Lima <1000 m.s.n.m., a 15.57% en alturas  $\geq 1000$  m.s.n.m. Finalmente, la anemia corregida aumenta significativamente de 38.12% a nivel del mar a 57.44% en altura ( $p < 0.05$ ).

Figura 10. Prevalencia de niños con anemia no corregida, anemia corregida y DCI que residen por debajo de los 1000 m.s.n.m. en la región de Lima y Callao (%)

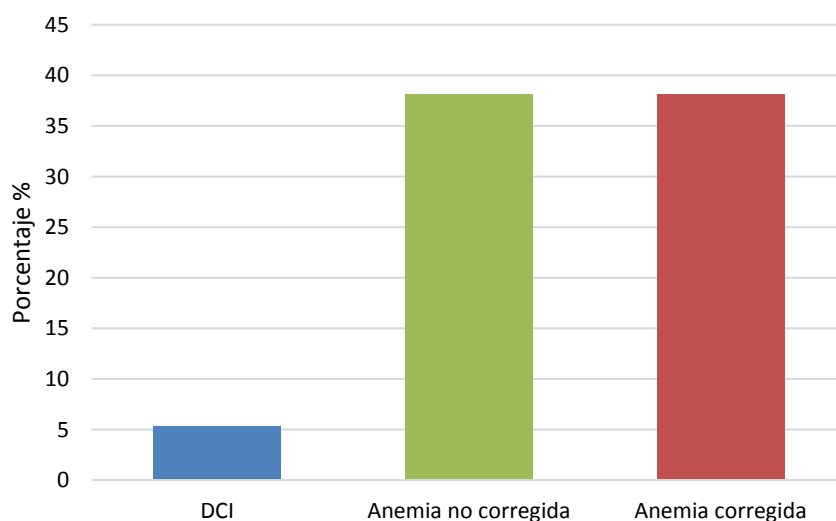
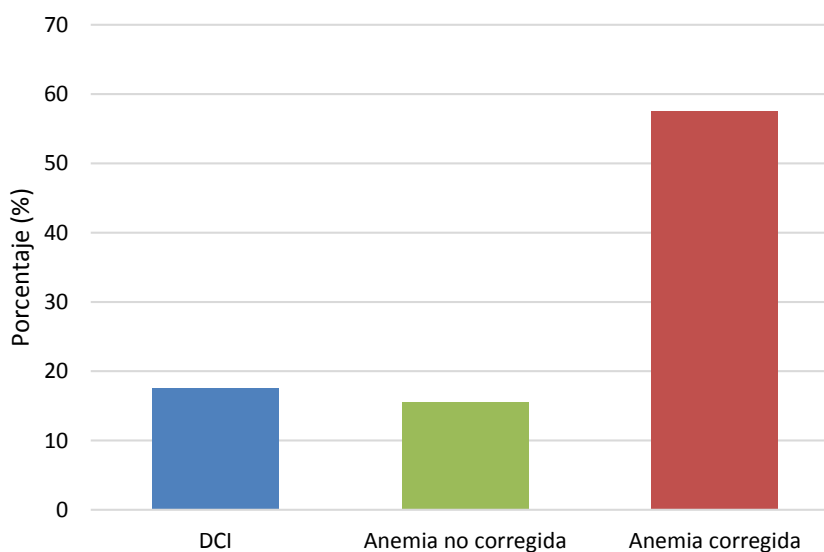


Figura 11. Prevalencia de niños con anemia no corregida, anemia corregida y DCI por encima de los 1000 m.s.n.m. en la región de Lima (%)



En la tabla 7 se presenta las prevalencias de anemia con y sin corrección por altitud y severidad de la anemia en niños de 6 a 59 meses. La prevalencia de anemia disminuye con la altitud cuando se usa hb no corregida; en tanto, aumenta con la altitud a partir de los 1000 m.s.n.m. cuando se usa hb corregida.

En los casos de anemia no corregida y corregida, la anemia leve disminuye con forme aumenta la altitud; en tanto, que la anemia moderada/severa, aumenta conforme aumenta la altitud cuando se corrige la hb por altura.

Cuando se compara la magnitud de la anemia entre los casos de anemia corregida y no corregida, se observa que a mayor altitud ( $\geq 1000$  m.s.n.m.) la prevalencia de anemia leve y moderada/severa es mayor en el grupo de anemia corregida que en el grupo de anemia no corregida.

La prevalencia de DCI para niños de 6 a 59 meses aumenta conforme aumenta la altura de 5.41% en zonas  $< 1000$  m.s.n.m. hasta 19.87% en zonas  $\geq 3000$  m.s.n.m.

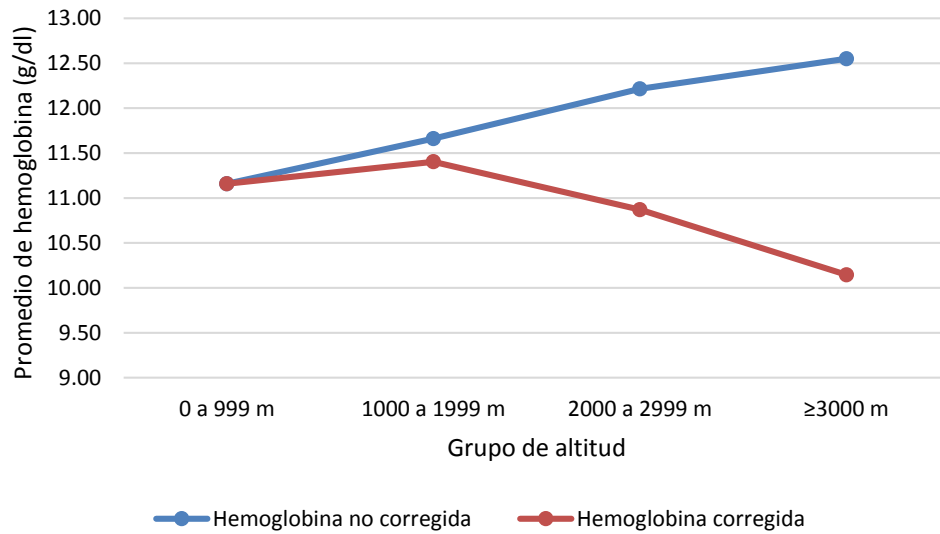
*Tabla 7. Prevalencia de anemia infantil con/sin corrección por severidad y prevalencia de DCI en niños de 6 a 59 meses por grupo de altitud (%)*

Altitud	n	Anemia no corregida (%)				Anemia corregida (%)				DCI (%)
		Sin Anemia	Leve	Moderada/ Severa	Total de anémicos	Sin Anemia	Leve	Moderada/ Severa	Total de anémicos	
<b>0 a 999</b>	218,530	60.78	29.50	9.73	39.22	60.78	29.50	9.73	39.22	5.41
<b>1000 a 1999</b>	1,968	74.95*	17.68*	7.37*	25.05*	67.12	21.85	11.03	32.88	10.16
<b>2000 a 2999</b>	4,622	85.85*	9.65*	4.50*	14.15*	51.62	26.20	22.18	48.38	16.27
<b><math>\geq 3000</math></b>	10,523	85.25*	9.85*	4.90*	14.75*	32.91	24.38	42.72	67.09	19.87

\*Chi-cuadrado  $p < 0.05$ , anemia no corregida total vs. anemia corregida total, anemia leve no corregida vs. anemia leve corregida, anemia moderada/severa no corregida vs. anemia moderada/severa corregida, sin anemia no corregida vs. sin anemia corregida, por altura

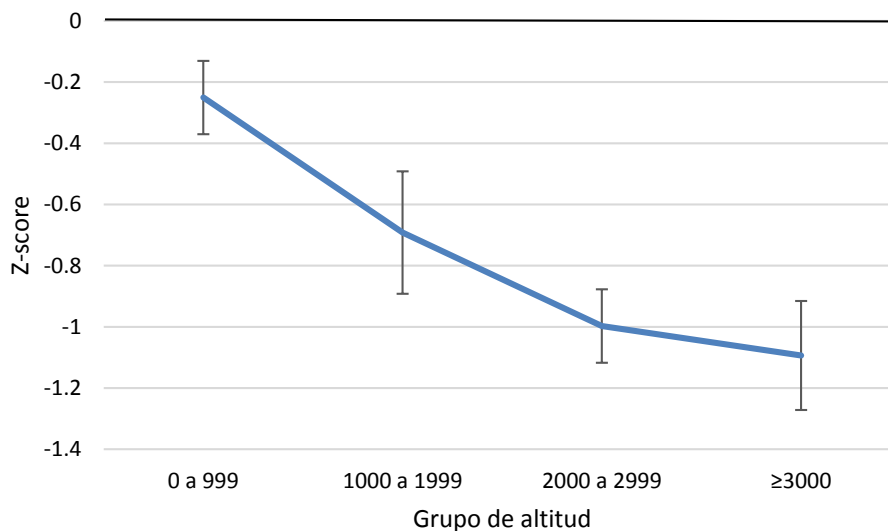
En la figura 12, se muestra la variación de la hb no corregida y corregida por grupo de altitud. Se observa, que la hb no corregida aumenta con la altura (11,16 g/dl, 11,66 g/dl, 12,22 g/dl y 12,55 g/dl para cada grupo de altitud, respectivamente). Mientras, que la hb corregida disminuye al aumentar la altura (11,16 g/dl, 11,40 g/dl, 10,87 g/dl y 10,14 g/dl para cada grupo de altitud, respectivamente).

Figura 12. Promedio de hb no corregida y corregida por nivel de altura de residencia (g/dl)



En la figura 13, se muestra el z-score talla para edad promedio y su desviación estándar para cada grupo de altitud. Se observa que el z-score talla para edad es menor conforme aumenta la altitud de residencia. En todos los niveles de altitud estudiados, los valores promedios del z-score talla para edad no llegan al límite para el diagnóstico de DCI (z-score = -2DS).

Figura 13. Promedio de z-score talla para edad por nivel de altura de residencia

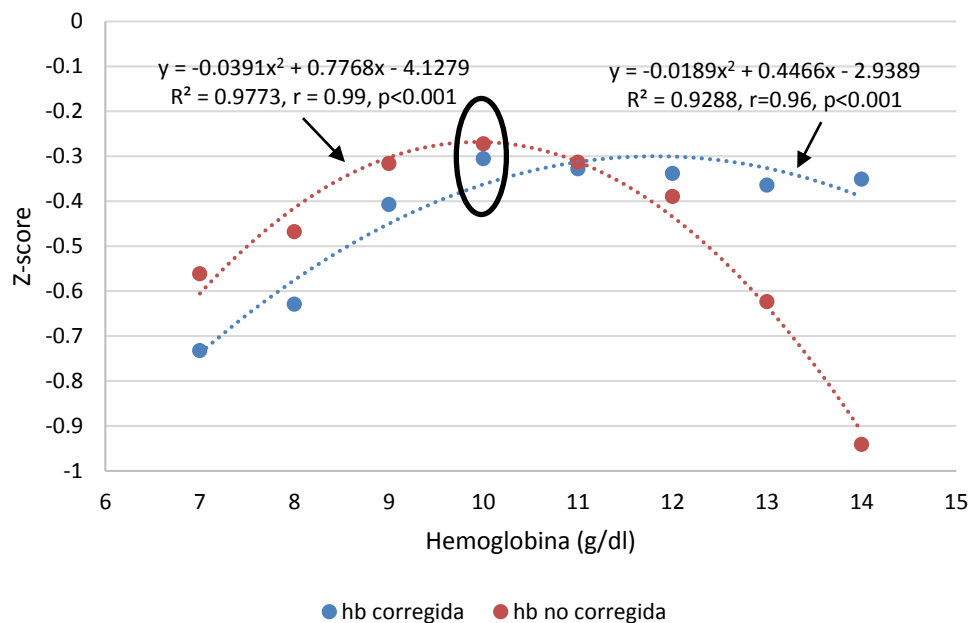


## Z-score (Talla para edad) y Hb (corregida y no corregida) en niños de 6 a 59 meses de edad en la región de Lima y Callao

En la figura 14, se presentan las curvas de asociación entre la concentración de hemoglobina (corregida y no corregida) con el z-score talla para edad en niños de 6 a 59 meses. Las curvas generadas son ambas cuadráticas. Para ambas hemoglobinas (no corregida y corregida), el mejor valor promedio de z-score se observa cuando la hb tiene un valor de 10 g/dl.

La forma de la curva es en campana, donde a menor valor de hb y a valores más altos se observan los más bajos valores de z-score de talla para edad.

Figura 14. hb no corregida y corregida (g/dl) y z-score en niños de 6 a 59 meses





## Asociación entre anemia infantil (corregida y no corregida) y DCI en niños de 0 a 59 meses en la región de Lima y Callao

Con respecto a la anemia no corregida, el análisis bivariado (OR simple) muestra que DCI, edad, altitud y año se asocian a una menor prevalencia de anemia. Cuando se realiza el análisis de regresión logística múltiple se observa que DCI y sexo masculino se asocian a mayores prevalencias de anemia; en tanto que la edad, la altitud y año se asocian a menor prevalencia de anemia infantil (Tabla 8).

Tabla 8. OR de la asociación de anemia no corregida y corregida con la DCI, sexo, edad y altitud.

Anemia no corregida	OR simple	IC 95%		OR ajustado	IC 95%	
<b>DCI</b>	0.93*	0.8996	0.96383	1.30*	1.2502	1.3451
<b>Sexo</b>	1.08*	1.0700	1.1057	1.09*	1.0702	1.1072
<b>Edad</b>	0.95*	0.9576	0.9691	0.96*	0.9594	0.9610
<b>Altitud</b>	0.99*	0.9995	0.9996	0.99*	0.9997	0.9997
<b>Año</b>	0.94*	0.9376	0.9480	0.96*	0.9580	0.9689
Anemia corregida	OR simple	IC 95%		OR ajustado	IC 95%	
<b>DCI</b>	1.21*	1.1748	1.2553	1.28*	1.2353	1.3253
<b>Sexo</b>	1.09*	1.0710	1.1062	1.09*	1.0696	1.1059
<b>Edad</b>	0.96*	0.9676	0.9690	0.96*	0.9614	0.9628
<b>Altitud</b>	1.0003*	1.0003	1.0003	1.0004*	1.0004	1.0004
<b>Año</b>	0.95*	0.9469	0.9572	0.96*	0.9516	0.9623

\*  $p < 0.05$ , Provincia de Lima y Callao. Sexo masculino=1, sexo femenino=0, edad y altitud en valor continuo, año como variable categórica.

Con respecto a la anemia corregida, el análisis bivariado muestra que DCI, el sexo masculino y la altitud se asocian a mayor prevalencia de anemia; en tanto que la edad y el año se asocian a menor prevalencia de anemia. Cuando se realiza el análisis de regresión logística múltiple se observa que la DCI, el sexo masculino y la mayor altitud se asocian a mayor prevalencia de anemia. La edad y el año se asocian a menor prevalencia de anemia.

En resumen, los resultados muestran que en el análisis bivariado el DCI se asocia a menor prevalencia de anemia no corregida, en tanto que se asocia a mayor prevalencia de anemia corregida. En el análisis multivariado, se aprecia que, controlando por edad, sexo, altitud y año, la DCI se asocia a una mayor prevalencia de anemia (corregida y no corregida).

## 8. Discusión

El presente estudio ha sido diseñado para evaluar el comportamiento de la anemia infantil y la DCI en niños menores de 60 meses en la región de Lima y Callao, a diferentes altitudes, severidad de anemia infantil y conforme aumenta la edad; y como es que varía su asociación al corregir la hb por altura.

Según los resultados para la prevalencia de anemia infantil por grupo etario, se observó que la prevalencia de anemia con y sin corrección es mayor en niños de 6 a 23 meses de edad (excluyendo a los niños entre 0 a 5 meses de edad) cuando se evalúa los niños que residen por debajo de los 1000 m.s.n.m. y por encima de los 1000 m.s.n.m. (Figura 4. y Figura 5.). Esto es debido a que por ontogenia, la hb a ese intervalo de edad es más baja a comparación de edades mayores, llegando a valores que incluso, se encuentran por debajo del punto de corte recomendado por la OMS (23) y que se pueden evidenciar en los resultado de esta tesis para la hb con y sin corrección en el intervalo de 6 a 11 meses (Figura 7.).

Este patrón se presenta en países de bajo, mediano y alto ingreso, por lo que sugiere es un comportamiento natural y uniforme en los seres humanos (23). Por ello, en el Perú, se presenta a la anemia infantil como un problema grave de salud pública, ya que sus prevalencias superan el 40% (39), especialmente en este intervalo de 6 a 35 meses de edad, donde se enfocan muchas estrategias de suplementación (32,40).

Para los niños de 0 a 5 meses, la hb se encuentra elevada ya que en el embarazo, el feto se encuentra en un medio hipóxico necesario para el correcto desarrollo del mismo (41,42). Al nacer, los eritrocitos con hb fetal son destruidos para ser reemplazados con hb adulta, estabilizando los valores de hb en estos primero 6 meses de vida (43).

Por otro lado, los datos presentados muestran que la prevalencia de anemia con y sin corrección de la hb por la altura disminuye con la edad. Esto es debido a que ontogénicamente, la hb aumenta después de los 24 meses de edad (23,44). En este estudio se observó que la hb aumenta conforme la edad a partir de los 12 meses en adelante al usar o no la corrección por altura (Figura 7.).

A menos de 1000 m.s.n.m. la hb con y sin corrección muestran el mismo comportamiento ya que a estas altitudes no hay corrección por altura (Figura 6.) (31). Sin embargo, existe diferencia entre los valores de hb a partir de los 1000 m.s.n.m. cuando se

corrige por altura a comparación de la hb no corregida. Esta diferencia significativa se puede observar en la Figura 7., donde la corrección por altura resulta en valores promedios de hb menores que cuando no se corrige por la altura.

Las prevalencias de anemia no corregida y anemia corregida son diferentes a alturas mayores de los 1000 m.s.n.m. (Figura 10. y Figura 11.). Se observó en este estudio, que la prevalencia de anemia no corregida en altura es significativamente menor a comparación que a menos 1000 m.s.n.m.; así también, es menor que la prevalencia de anemia corregida en altura. Este patrón, también se observa al comparar ambas anemias por grupo etario a menos de 1000 m.s.n.m. y en altura (Figura 4. y Figura 5.).

Además, la prevalencia de anemia corregida es mayor para los grupos de altitud entre 1000 a  $\geq 3000$  m.s.n.m. a comparación de la anemia no corregida para la población total evaluada (Tabla 7.). Este comportamiento se ha demostrado en estudios en niños, mujeres embarazadas y adultos (28,45). Aun así, las diferencias observadas no son tan significativas como las observadas en estudios previos (46). Esto es debido a que la muestra de niños en zonas de alturas  $\geq 1000$  metros corresponde a 7.12% del total de niños evaluados, por lo que su contribución en la muestra total es baja.

Este mismo patrón se observó al analizar las prevalencias de anemia con y sin corrección por provincia. Las provincias de Cajatambo, Canta, Huarochirí, Oyón y Yauyos que sus altitudes promedio superan los 1000 m.s.n.m. reportaron una diferencia entre las prevalencias de anemia no corregida y anemia corregida. Además, las provincias de Huaura y Huaral también reportaron una diferencia entre estas prevalencias, aunque no presenten una altitud promedio mayor a 1000 m.s.n.m.; esto debido a que estas provincias se extienden hasta el este de la región de Lima donde la geografía se eleva a alturas incluso mayores a los 4000 m.s.n.m.

Según los resultados para las evaluaciones de hb por grupo de altitud (Figura 12.), se observa que la hb no corregida aumenta conforme la altura. Este resultado era de esperarse ya que se ha visto este patrón de comportamiento de la hb en estudios previos en niños, adultos y mujeres embarazadas (44,47); y que incluso, puede variar de acuerdo a la etnia y región de procedencia (27,48). Sin embargo, se observa que la hb promedio, después de su corrección por la altura, disminuye considerablemente conforme la altitud aumenta. Esto es debido a que la corrección aumenta el punto de corte de hb para

diagnosticar anemia (46), ya que asume que la hb aumenta con la altitud de residencia para todas las poblaciones (28).

Estos datos sugieren la necesidad de reevaluar los criterios para el diagnóstico de anemia usando un solo valor de hb de 11 g/dl para infantes y niños de 6 a 59 meses; y a reconsiderar la necesidad de corregir los niveles de hb por nivel de altura (28).

Con respecto a los resultados de la DCI, estos muestran que la prevalencia de DCI aumenta con la edad hasta los 59 meses para alturas menores a 1000 m.s.n.m. y hasta los 35 meses para alturas mayores a 1000 m.s.n.m. (Figura 3.). Asimismo, la DCI aumenta gradualmente por la altura (Tabla 7.). Además, se ha visto el comportamiento del valor de z-score para diagnosticar DCI disminuye conforme la edad (sin llegar a valores por debajo de -2) a partir de los 12 meses de edad (Figura 8.); este resultado explica el aumento de la DCI a partir de esta edad en la región de Lima y Callao (Figura 3.). Así también, los valores promedio de z-score de talla para edad disminuyen con forme el grupo de altitud (sin llegar a valores por debajo de -2) (Figura 13), resultado que explica el aumento de la DCI con la altura (Tabla 7.)

Durante los primeros meses de edad, la lactancia materna es un factor de protección para la DCI y se ha evidenciado que la frecuencia de aquellos niños con DCI que no han sido amamantado puede ser el doble a comparación de aquellos que si gozaron de la lactancia materna (49). A partir del destete y crecimiento del niño, el riesgo de DCI puede aumentar conforme la edad considerando otros factores no estudiados en esta tesis. Por ello, a pesar de que se ve un aumento ligero de la DCI, este no es dramático como podría ser al estudiar factores sociodemográficos y socioeconómicos (10). Sin embargo, La región de Lima tiene bajos indicadores de pobreza lo que podría explicar estas prevalencias tan bajas de DCI. Así mismo, está altamente relacionada a los hábitos alimenticios y la cantidad de nutrientes ingeridos en la dieta diaria (50).

En altura, las condiciones de hipoxia retrasan el crecimiento en niños (51) y en adolescentes (51); sin embargo, este crecimiento aumenta en la pubertad como respuesta a una mayor concentración de la hormona de crecimiento en esta edad. Gonzales y col., ha establecido que la hipoxia puede afectar el crecimiento en la edad temprana como un efecto de favorecer las necesidades metabólicas y luego hay un factor de recuperación de crecimiento que permite nivelar el tamaño final en la altura con respecto a nivel del mar (52). Este es un fenómeno que se conoce universalmente como “*Catch up growth*”. Este

fenómeno disminuye el riesgo de padecer ciertas patologías relacionadas al retraso del crecimiento (53) y puede estar influenciados por el estatus socioeconómico y etnia de procedencia (54,55).

Este mismo patrón se observó al analizar la DCI por provincia. Los resultados obtenidos en esta tesis muestran que las provincias al este de la región Lima tienen mayores prevalencias de DCI (Figura 2.). En la Tabla 3., se muestra que las prevalencias más altas de DCI las tienen aquellas provincias con una altitud promedio mayor a 1000 (Cajatambo, Canta, Huarochirí, Oyón y Yauyos). Estos resultados eran de esperarse a partir de lo mencionado anteriormente sobre la influencia de la hipoxia y altura en el crecimiento.

Como ya se ha hablado, los factores socioeconómicos pueden también influenciar en el riesgo de desarrollar DCI y anemia infantil en niños menores de 60 meses en el Perú y en el mundo (12,56–58); sin embargo, estos indicadores no fueron evaluados en la presente tesis, por no encontrarse incluida en la base de datos que reporta el SIEN.

Por otro lado, la prevalencia de anemia no corregida y corregida disminuye moderadamente hasta el año 2016. Seguidamente, la prevalencia para ambas anemias aumenta en el año 2017 (Figura 9.) Estos resultados también concuerdan con lo encontrado para las provincias de Lima a excepción de Huarochirí y Callao (Tabla 4.). En este último año se implementó con mayor intensidad el programa de suplementación de hierro (32).

Este aumento de anemia infantil en el año 2017 puede explicarse debido a que, según la literatura científica, se ha estudiado que la suplementación de hierro a niños con suficiencia de hierro y en aquellos con anemia no ferropénica, puede provocar anemia infantil. Esto sucede, cuando el hierro es utilizado como alimento por las bacterias enteropatógenas, afectando la microbiota intestinal y produciendo una inflamación local que puede hacerse sistémica (59). La inflamación generada por este proceso, aumenta la producción de hepcidina que evita eventualmente, la absorción de hierro y provoca a su vez una anemia inflamatoria (60,61). Además, se ha visto que la suplementación de hierro en niños que no lo necesitan puede producir diarrea (62), contribuyendo al desarrollo de anemia infantil y DCI.

Para los resultados obtenidos en el estudio de la severidad de anemia, se observa que las prevalencias de anemia infantil leve y moderada/severa aumentan al corregir hb por

la altura para la población total y aquella que vive por encima de los 1000 m.s.n.m. (Tabla 5.). Estos resultados, eran de esperarse ya que como hemos mencionado antes, la corrección aumenta la prevalencia de anemia (46). Así también, al evaluar la severidad de anemia por grupo de altitud, los resultados muestran que la anemia leve disminuye con la altura y que la anemia moderada/severa aumenta por grupo de altitud, para la hb corregida y no corregida por altura. Esto es debido a que la corrección por altura disminuye los valores de hb como ya antes se ha mencionado.

Por su parte, se observa que la corrección varía las prevalencias de anemia leve y anemia moderada/severa en niños con DCI, en un 3.08% y 5,86%, respectivamente; así como la co-ocurrencia de ambas condiciones, siendo mayor al corregir hb por altura para el total de la población y aquella que residen a menos de los 1000 m.s.n.m. A alturas mayores a 1000 m.s.n.m., los niños con DCI y anemia leve y moderada/severa es mayor cuando se corrige la hb por la altura, siendo mayor el porcentaje para la segunda severidad de anemia infantil; esto debido a que como hemos observado en este estudio, las prevalencias de DCI y anemia infantil corregida aumentan con la altura (Tabla 7.).

La alta co-ocurrencia de ambas enfermedades en la población evaluada y a menos de 1000 m.s.n.m. cercana a un 40%, y 55% cuando se corrige la hb por la altura a más de 1000 m.s.n.m., dirigen a que las etiologías de ambas enfermedades pueden tener un origen en común. Sin embargo, en esta tesis no se ha podido determinar esa asociación, ya que no se cuenta con las variables de ajuste necesarias en la base de datos. Se ha visto que el padecer de DCI puede aumentar el riesgo de padecer anemia infantil y viceversa (63). Por otro lado, muchos estudios concluyen considerar a la anemia infantil y DCI como problemas independientes, y que eventualmente, deben ser combatidos de forma separada (64,65).

Seguidamente, se evaluó la asociación entre el z-score talla para edad y la hb corregida y no corregida por la altura en niños de 6 a 59 meses. Las curvas generadas para la hb corregida y no corregida presentan una distribución cuadrática, dando la forma de campana. Esta distribución se ha visto en estudio realizado por Gonzales y col., donde los mejores valores de z-score de talla para edad se presentan en la anemia leve y que la prevalencia de DCI aumenta para anemia moderada/severa (46). En este estudio, los resultados muestran que para la hb con y sin corrección, el mejor valor de z-score talla para edad se presenta para una hb=10 g/dl, valor de hb que diagnostica anemia leve según la clasificación de la OMS y concuerda con los resultados encontrados por Gonzales y

col. Este comportamiento puede atribuirse a un incorrecto punto de corte para diagnosticar anemia. Además, los valores de hb corregida y no corregida concuerda con un mejor valor de z-score cuando la hb=10 g/dl, debido a que la población en este estudio que vive por encima de los 1000 m.s.n.m. es solo del 7,12%. Se esperaría que al asociar el z-score y la hb con y sin corrección, los valores de hb no corregida que presenten mejores valores de z-score, sean mayores que para los valores de hb corregidos por altura.

Finalmente, se evaluó la asociación entre anemia infantil y DCI en niños de 0 a 59 meses en la región de Lima y Callao a partir del análisis de regresión logística sin ajustar y ajustada por sexo, edad, altitud y año (Tabla 8.). A partir de estos resultados obtenidos para la regresión ajustada, se observa que el padecer de DCI se asocia con el desarrollo de anemia infantil; y que la corrección de hb por altura varia la magnitud del riesgo mas no la asociación. Sin embargo, para el análisis de regresión logística no ajusta, ambas variables presentan una asociación inversa significativa cuando la anemia infantil no se corrige por altura, indicando que pueden tener diferentes orígenes.

Además, se observa que el sexo masculino está más asociado a anemia infantil con/sin corrección a comparación del sexo femenino para el análisis bivariado y multivariado. Este comportamiento del sexo en el riesgo de padecer anemia se ha visto en estudios previos, respaldando los resultados de esta tesis (66,67), aunque no es concluyente para todas las poblaciones (68,69).

Por otro lado, se observa para la regresión logística (simple y ajustada) que conforme la edad del niño aumenta, se atribuye a una disminución del riesgo de padecer anemia infantil. Este resultado se puede explicar, principalmente, por a la ontogenia de la hb que aumenta con la edad (23); aunque otros factores socioeconómicos y sociodemográficos también pueden influenciar en este comportamiento (58,70).

En la regresión logística ajustada y no ajustada, también se observa que la altitud se comporta como factor protector en anemia infantil no corregida, mientras que esta misma variable se comporta como un factor de riesgo para el desarrollo de anemia corregida atribuyendo que la prevalencia de anemia en altura varia significativamente al corregir hb por altura. Esto es debido a que las prevalencias de anemia después de la corrección aumentan, como se ha mencionado anteriormente (28).

Finalmente, para la regresión logística (simple y ajustada) se observa que conforme aumenta el año de evaluación, la prevalencia de anemia corregida y no corregida tiende a

disminuir. Esto debido a que las prevalencias de anemia con y sin corrección de hb por altura han venido disminuyendo en esta población evaluada de la región de Lima y Callao desde el año 2012 al 2016, como se muestra en la Figura 9., aunque para el año 2017 estas prevalencias aumenten.

En resumen, si se observa una relación directa significativa entre la DCI y anemia infantil (con y sin corrección por la altura) cuando se ajusta la regresión por edad, sexo, altitud y año en niños menores de 60 meses de la región de Lima y Callao; y una relación inversa cuando se realiza el análisis bivariado para la DCI y anemia no corregida (Tabla 8.).

## **9. Limitaciones y recomendaciones**

Las limitaciones del presente estudio a considerar fueron las siguientes:

1. Este estudio fue realizado a partir del análisis de una base de datos secundaria, por lo que puede haber errores en el correcto recojo de datos; desde la toma de muestra de hb y medición de datos antropométricos, hasta la sistematización de datos en digital. Estos posibles errores pueden salvarse por el gran tamaño muestral.
2. Esta base de datos ha sido recogida en los diferentes centros de salud en la región de Lima y Callao y reflejan los parámetros para el diagnóstico de anemia infantil y DCI de aquellos niños que tienen acceso a este servicio. Por ello, es necesario también evaluar estos parámetros en niños que no tengan acceso a los servicios públicos de salud. Así, se podrá representar con mayor sensibilidad la situación de anemia infantil y DCI en la región de Lima y Callao.
3. La cantidad de individuos con anemia severa fue baja a comparación de los individuos con anemia leve y anemia moderada para anemia corregida y anemia no corregida; por ello se ha evaluado a los niños con anemia moderada y severa en un solo grupo. Esto no permite, por lo tanto, determinar el comportamiento de la anemia severa (no corregida y corregida), así como su relación con la DCI.



4. En este estudio, se agrupó a los niños que residen a más de 4000 m.s.n.m. junto con aquellos residentes entre 3000 a 4000 m.s.n.m. debido a que la frecuencia era muy baja para poder encontrar alguna significancia estadística en los análisis realizados. Además, es importante especificar que menos de un décimo de la población total residen por encima de los 1000 m.s.n.m., lo que limitó encontrar diferencias tan significativas como en estudios previos.
5. Como ya se ha mencionado, los factores socioeconómicos pueden afectar las prevalencias de las dos condiciones estudiadas. En este estudio, no se consideraron indicadores como pobreza, ingesta diaria, diversidad de la dieta, saneamiento, etc.; que pueden influenciar en el desarrollo de anemia infantil y DCI en la población estudiada. Por ello, se recomienda para futuros estudios, considerar estos factores en el modelo de regresión logística para ajustar la asociación.
6. Es de suma importancia el estudio y reconsideración de los puntos de corte para la anemia infantil por edad y altitud de residencia. Esto debido a que muchos programas de intervención para reducir la anemia infantil en el Perú y el mundo atacan esta patología, principalmente mediante la suplementación de hierro. Un sobreconsumo de este micronutriente puede producir efectos adversos en niños anémicos cuando la causa no es por deficiencia de hierro. Por ello, es importante investigar en el diagnóstico de anemia para poder dirigir los esfuerzos de los países afectados de manera adecuada.

## **10. Conclusiones**

- Existe una asociación directa entre la DCI y anemia infantil con y sin corrección por la altura al ajustar por edad, sexo, altitud y sexo.
- Para la población de niños menores de 60 meses de la región de Lima y Callao, la prevalencia de anemia infantil es mayor entre los 6 y 23 meses de edad que en niños de 24 a 59 meses.

- La prevalencia de anemia corregida aumenta significativamente a partir de los 1000 m.s.n.m., mientras que la no corregida disminuye. Además, la anemia moderada/severa corregida aumenta drásticamente con la altura, mientras que la anemia leve corregida disminuye, a partir de los 1000 m.s.n.m.
- Los valores de hb se ven afectados por la corrección por altura, disminuyendo para cada grupo de altitud, por efecto de la corrección. Además, los valores de hb son menores entre los 6 a 23 meses a comparación de edades por encima de los 24 meses.
- La DCI aumenta con la edad hasta los 35 meses para los niños que viven a menos de 1000 m.s.n.m. y hasta los 59 meses para los niños que viven a más de 1000 m.s.n.m. Así mismo, la DCI aumenta gradualmente con la altura.
- Los valores de z-score talla para edad disminuyen con el paso de la edad, sin llegar a -2 DS a partir de los 24 meses en los niños estudiados en la región de Lima y Callao. Además, estos valores disminuyen conforme aumenta la altura, sin llegar a -2 DS.
- Se concluye que las provincias con altitudes mayores a 1000 m.s.n.m. tienen prevalencias más altas de DCI y anemia infantil corregida, pero menor de anemia infantil no corregida.
- La co-ocurrencia de DCI es mayor con la anemia moderada/severa y no se ve afectada por la corrección de hb a alturas por debajo de 1000 m.s.n.m. Sin embargo, por encima de los 1000 m.s.n.m. no se observa este patrón
- La asociación del z-score talla para edad con hb corregida y no corregida muestran que el valor óptimo de hb para un mayor z-score es 10 g/dl en niños de 6 a 59 meses en la región de Lima y Callao.
- La asociación entre la DCI y anemia infantil se mantiene tanto en la anemia corregida como no corregida en el modelo de regresión logística ajustado por sexo, edad, altitud y año. Donde, se concluye que el sexo masculino podría estar asociado a padecer anemia infantil en niños menores de 60 meses.

Mientras, que el aumento de la edad y el año de evaluación están asociados a una disminución en la prevalencia de anemia infantil. Finalmente, la altitud está asociada a disminuir la anemia no corregida, mientras que está asociada a aumentar la anemia corregida.

- Se concluye que es necesario y recomendable el análisis de factores nutricionales, étnicos, sociodemográficos y socioeconómicos para entender el comportamiento de ambas condiciones (anemia y DCI).

## 11. Referencias bibliográficas

1. INEI. Plan Nacional REDUCCIÓN Y CONTROL DE LA ANEMIA Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el [Internet]. [cited 2019 May 29]. Available from: <http://www.minsa.gob.pe/>
2. Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, de Onis M, et al. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *Lancet* [Internet]. 2013 Aug 3 [cited 2019 Nov 15];382(9890):427–51.
3. de Onis M, Branca F. Childhood stunting: a global perspective. *Matern Child Nutr* [Internet]. 2016 [cited 2019 Nov 15];12 Suppl 1(Suppl 1):12–26.
4. Zavaleta N, Astete-Robilliard L. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2017 [cited 2019 May 29];34(4):716–22.
5. Lin L, Wei Y, Zhu W, Wang C, Su R, Feng H, et al. Prevalence, risk factors and associated adverse pregnancy outcomes of anaemia in Chinese pregnant women: a multicentre retrospective study. *BMC Pregnancy Childbirth* [Internet]. 2018 Dec 23 [cited 2019 Nov 15];18(1):111.
6. Akombi BJ, Agho KE, Hall JJ, Merom D, Astell-Burt T, Renzaho AMN. Stunting and severe stunting among children under-5 years in Nigeria: A multilevel analysis. *BMC Pediatr* [Internet]. 2017 Dec 13 [cited 2019 Nov 15];17(1):15.
7. Danaei G, Andrews KG, Sudfeld CR, Fink G, McCoy DC, Peet E, et al. Risk Factors for Childhood Stunting in 137 Developing Countries: A Comparative Risk Assessment Analysis at Global, Regional, and Country Levels. Tumwine JK, editor. *PLOS Med* [Internet]. 2016 Nov 1 [cited 2019 Nov 15];13(11):e1002164.
8. OMS. 10 datos sobre la nutrición [Internet]. OMS. World Health Organization; 2017 [cited 2019 May 29]. Available from: <https://www.who.int/features/factfiles/nutrition/es/>
9. Bukusuba J, Kaaya AN, Atukwase A. Predictors of Stunting in Children Aged 6 to 59 Months: A Case–Control Study in Southwest Uganda. *Food Nutr Bull* [Internet]. 2017 Dec 4 [cited 2019 Nov 15];38(4):542–53.
10. Nkurunziza S, Meessen B, Van geertruyden J-P, Korachais C. Determinants of

- stunting and severe stunting among Burundian children aged 6-23 months: evidence from a national cross-sectional household survey, 2014. *BMC Pediatr* [Internet]. 2017 Dec 25 [cited 2019 Nov 15];17(1):176.
11. Sobrino M, Gutiérrez C, Alarcón J, Dávila M, Cunha AJ. Birth interval and stunting in children under five years of age in Peru (1996-2014). *Child Care Health Dev* [Internet]. 2017 Jan [cited 2019 Nov 15];43(1):97–103.
  12. Huicho L, Huayanay-Espinoza CA, Herrera-Perez E, Segura ER, Niño de Guzman J, Rivera-Ch M, et al. Factors behind the success story of under-five stunting in Peru: a district ecological multilevel analysis. *BMC Pediatr* [Internet]. 2017 Dec 19 [cited 2019 Nov 15];17(1):29.
  13. INEI. Capítulo 10 LACTANCIA Y NUTRICIÓN DE NIÑAS, NIÑOS Y MUJERES. In: ENDES [Internet]. 2017 [cited 2019 May 29]. Available from: [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1525/pdf/cap010.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1525/pdf/cap010.pdf)
  14. INEI. DCI 12,2% de la población menor de cinco años de edad en el año 2018 [Internet]. 2019 [cited 2019 May 29]. Available from: <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/desnutricion-cronica-afecto-al-122-de-la-poblacion-menor-de-cinco-anos-de-edad-en-el-ano-2018-11370/>
  15. Weitz CA, Garruto RM. Stunting and the Prediction of Lung Volumes Among Tibetan Children and Adolescents at High Altitude. *High Alt Med Biol* [Internet]. 2015 Dec [cited 2019 Nov 15];16(4):306–17.
  16. OMS. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. 2011 [cited 2019 May 29];7. Available from: [https://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin\\_es.pdf](https://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf)
  17. Nambiema A, Robert A, Yaya I. Prevalence and risk factors of anemia in children aged from 6 to 59 months in Togo: analysis from Togo demographic and health survey data, 2013–2014. *BMC Public Health* [Internet]. 2019 Dec 20 [cited 2019 Nov 15];19(1):215.
  18. INEI. Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales 2013-2018 [Internet]. [cited 2019 May 29]. Available from: [https://proyectos.inei.gov.pe/endes/2018/ppr\\_2013\\_2018/Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales\\_ENDES\\_2018.pdf](https://proyectos.inei.gov.pe/endes/2018/ppr_2013_2018/Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales_ENDES_2018.pdf)
  19. INEI. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - ENDES 2018. 2018.
  20. Gonzales E, Huamán-Espino L, Gutiérrez C, Aparco JP, Pillaca J. Caracterización de la anemia en niños menores de cinco años de zonas urbanas de Huancavelica y Ucayali en el Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2015 Sep 24 [cited 2019 Nov 19];32(3):431.
  21. Choque-Quispe BM, Paz V, Gonzales GF. Proportion of anemia attributable to iron deficiency in high-altitude infant populations. *Ann Hematol* [Internet]. 2019 Nov 30 [cited 2019 Nov 13];98(11):2601–3.
  22. Aparco JP, Bullón L, Cusirramos S. Impacto de micronutrientes en polvo sobre la anemia en niños de 10 a 35 meses de edad en Apurímac, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2019 Mar 21 [cited 2019 Aug 11];36(1):17.
  23. Chaparro CM, Suchdev PS. Anemia epidemiology, pathophysiology, and etiology in low- and middle-income countries. *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 2019 Aug [cited 2019 Oct 21];1450(1):15–31.

24. WHO. Nutritional anaemias: tools for effective prevention and control NUTRITIONAL ANAEMIAS: TOOLS FOR EFFECTIVE PREVENTION AND CONTROL [Internet]. Geneva; 2017 [cited 2019 May 29]. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259425/9789241513067-eng.pdf;jsessionid=0A990C406F89F4FDE853A9ADB74A539E?sequence=1>
25. Domellöf M, Dewey KG, Lönnerdal B, Cohen RJ, Hernell O. The Diagnostic Criteria for Iron Deficiency in Infants Should Be Reevaluated. *J Nutr* [Internet]. 2002 Dec 1 [cited 2019 Nov 19];132(12):3680–6.
26. Gonzales GF, Olavegoya P, Vásquez-Velásquez C, Alarcón-Yaqueto DE. USO DE HEMOGLOBINA (Hb) PARA DEFINIR ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO (IDA)G. *Rev Peru Investig Matern Perinat* [Internet]. 2018 [cited 2019 May 29];37–54.
27. Beall CM, Brittenham GM, Strohl KP, Blangero J, Williams-Blangero S, Goldstein MC, et al. Hemoglobin concentration of high-altitude Tibetans and Bolivian Aymara. *Am J Phys Anthropol* [Internet]. 1998 Jul [cited 2019 Nov 19];106(3):385–400.
28. Gonzales GF, Fano D, Vásquez Velásquez C. Necesidades de investigación para el diagnóstico de anemia en poblaciones de altura. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2017 Dec 12 [cited 2019 Nov 19];34(4):699.
29. Gonzales G, Olavegoya P, Vásquez-Velásquez, C AlarcónYaqueto D. Anemia en niños menores de cinco años. ¿Estamos usando el criterio diagnóstico correcto? *Rev Soc Peru Med Interna*. 2018;31(2):92–103.
30. Flores Bendezú J, Calderón J, Rojas B, Alarcón Matutti E, Gutiérrez C. Desnutrición crónica y anemia en niños menores de 5 años de hogares indígenas del Perú – Análisis de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2013. *An la Fac Med* [Internet]. 2015 Jul 10 [cited 2019 Dec 6];76(2):135.
31. Instituto Nacional de Salud (Peru). SISTEMA INFORMATICODEL ESTADO NUTRICIONAL. Guía del Usuario. Lima;
32. MINSA. Norma Técnica-Manejo Terapéutico y Preventivo de La Anemia en Niños, Adolescentes, Mujeres Gestantes y Puérperas [Internet]. Lima; 2017 [cited 2019 Jul 5]. Available from: <http://www.minsa.gob.pe/>
33. OMS. El uso clínico de la sangre: Manual de Bolsillo [Internet]. Ginebra; 2001 [cited 2019 Dec 6]. Available from: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s16539s/s16539s.pdf>
34. OMS. OMS | Longitud/estatura para la edad. WHO [Internet]. 2014 [cited 2019 Jul 21]; Available from: [https://www.who.int/childgrowth/standards/height\\_for\\_age/es/](https://www.who.int/childgrowth/standards/height_for_age/es/)
35. Garenne M, Myatt M, Khara T, Dolan C, Briend A. Concurrent wasting and stunting among under- five children in Niakhar, Senegal. *Matern Child Nutr* [Internet]. 2019 Apr 25 [cited 2019 Dec 6];15(2):e12736.
36. Lundeen EA, Stein AD, Adair LS, Behrman JR, Bhargava SK, Dearden KA, et al. Height-for-age z scores increase despite increasing height deficits among children in 5 developing countries. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2014 Sep [cited 2019 Dec 6];100(3):821–5.
37. Malako BG, Teshome MS, Belachew T. Anemia and associated factors among children aged 6-23 months in Damot Sore District, Wolaita Zone, South Ethiopia.

- BMC Hematol [Internet]. 2018 [cited 2019 Nov 20];18:14.
38. INEI. Compendio Estadístico Lima Provincias 2016 [Internet]. Lima; 2017 [cited 2020 Jan 5]. Available from: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1521/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1521/Libro.pdf)
  39. De Benoist B, Mclean E. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005. WHO Global database on anaemia [Internet]. Geneva; 2008 [cited 2019 Aug 19]. Available from: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43894/9789241596657\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43894/9789241596657_eng.pdf?sequence=1)
  40. Huamán-Espino L, Aparco JP, Nuñez-Robles E, Gonzáles E, Pillaca J, Mayta-Tristán P. [Consumption of chispitas® multimicronutrient supplements and anemia in 6 - 35-month-old children: cross-cut study in the context of a populational health intervention in Apurimac, Peru]. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. [cited 2019 Nov 20];29(3):314–23.
  41. Pringle KG, Kind KL, Sferruzzi-Perri AN, Thompson JG, Roberts CT. Beyond oxygen: complex regulation and activity of hypoxia inducible factors in pregnancy. *Hum Reprod Update* [Internet]. 2010 Jul 1 [cited 2019 Nov 20];16(4):415–31.
  42. Ritchie HE, Oakes DJ, Kennedy D, Polson JW. Early Gestational Hypoxia and Adverse Developmental Outcomes. *Birth Defects Res* [Internet]. 2017 Oct 16 [cited 2019 Nov 20];109(17):1358–76.
  43. Ocas-Córdova S, Tapia V, Gonzales GF. Hemoglobin Concentration in Children at Different Altitudes in Peru: Proposal for [Hb] Correction for Altitude to Diagnose Anemia and Polycythemia. *High Alt Med Biol* [Internet]. 2018 Dec [cited 2019 May 29];19(4):398–403.
  44. León-Velarde F, Gamboa A, Chuquiza JA, Esteba WA, Rivera-Chira M, Monge C. C. Hematological Parameters in High Altitude Residents Living at 4355, 4660, and 5500 Meters Above Sea Level. *High Alt Med Biol* [Internet]. 2000 Jun [cited 2019 Nov 19];1(2):97–104.
  45. Cordero D, Aguilar AM, Casanovas C, Vargas E, Lutter CK. Anemia in Bolivian children: a comparative analysis among three regions of different altitudes. *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 2019 Mar 18 [cited 2019 Sep 11];1450(1):nyas.14038.
  46. Gonzales GF, Rubín de Celis V, Begazo J, Del Rosario Hinojosa M, Yucra S, Zevallos-Concha A, et al. Correcting the cut-off point of hemoglobin at high altitude favors misclassification of anemia, erythrocytosis and excessive erythrocytosis. *Am J Hematol* [Internet]. 2018 Jan [cited 2019 Nov 19];93(1):E12–6.
  47. Umar Z, Rasool M, Asif M, Karim S, Malik A, Mushtaq G, et al. Evaluation of Hemoglobin Concentration in Pregnancy and Correlation with Different Altitude: A Study from Balochistan Plateau of Pakistan. *Open Biochem J* [Internet]. 2015 Feb 23 [cited 2019 Nov 19];9(1):7–14.
  48. Gassmann M, Mairbäurl H, Livshits L, Seide S, Hackbusch M, Malczyk M, et al. The increase in hemoglobin concentration with altitude varies among human populations. *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 2019 Jun 30 [cited 2019 Aug 19];1450(1):nyas.14136.
  49. Zaragoza Cortes J, Trejo Osti LE, Ocampo Torres M, Maldonado Vargas L, Ortiz

- Gress AA. Poor breastfeeding, complementary feeding and Dietary Diversity in children and their relationship with stunting in rural communities. *Nutr Hosp* [Internet]. 2018 Feb 27 [cited 2019 Nov 20];35(2):271–8.
50. Mahmudiono T, Sumarmi S, Rosenkranz RR. Household dietary diversity and child stunting in East Java, Indonesia. *Asia Pac J Clin Nutr* [Internet]. 2017 Mar [cited 2019 Nov 20];26(2):317–25.
  51. Cossio-Bolaños MA, de Arrudab M, Núñez Álvarez V, Lancho Alonso JL. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. *Rev Andaluza Med del Deport*. 2011;4(2):71–6.
  52. Gonzales GF. Crecimiento y Desarrollo somático en la altura. *Diagnóstico*. 1987;19:50–8.
  53. Martin A, Connelly A, Bland RM, Reilly JJ. Health impact of catch-up growth in low-birth weight infants: systematic review, evidence appraisal, and meta-analysis. *Matern Child Nutr* [Internet]. 2017 Jan [cited 2019 Nov 20];13(1).
  54. Desmond C, Casale D. Catch-up growth in stunted children: Definitions and predictors. Schooling CM, editor. *PLoS One* [Internet]. 2017 Dec 13 [cited 2019 Nov 20];12(12):e0189135.
  55. Wang W, Liu F, Zhang Z, Zhang Y, Fan X, Liu R, et al. The Growth Pattern of Tibetan Infants at High Altitudes: a Cohort Study in Rural Tibet region. *Sci Rep* [Internet]. 2016 [cited 2019 Nov 20];6:34506.
  56. Gosdin L, Martorell R, Bartolini RM, Mehta R, Srikantiah S, Young MF. The co-occurrence of anaemia and stunting in young children. *Matern Child Nutr* [Internet]. 2018 Jul 22 [cited 2019 Nov 20];14(3):e12597.
  57. Fenske N, Burns J, Hothorn T, Rehfuess EA. Understanding Child Stunting in India: A Comprehensive Analysis of Socio-Economic, Nutritional and Environmental Determinants Using Additive Quantile Regression. Bhutta ZA, editor. *PLoS One* [Internet]. 2013 Nov 4 [cited 2019 Nov 20];8(11):e78692.
  58. Velásquez-Hurtado JE, Rodríguez Y, Gonzáles M, Astete-Robilliard L, Loyola-Romaní J, Vigo WE, et al. Factores asociados con la anemia en niños menores de tres años en Perú: análisis de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, 2007-2013. *Biomédica* [Internet]. 2016 May 23 [cited 2019 Nov 20];36(2):220.
  59. Yilmaz B, Li H. Gut Microbiota and Iron: The Crucial Actors in Health and Disease. *Pharmaceuticals (Basel)* [Internet]. 2018 Oct 5 [cited 2019 Nov 20];11(4).
  60. Wang C-Y, Babitt JL. Hepcidin regulation in the anemia of inflammation. *Curr Opin Hematol* [Internet]. 2016 May [cited 2019 Oct 21];23(3):189–97.
  61. Nairz M, Theurl I, Wolf D, Weiss G. Iron deficiency or anemia of inflammation? *Wiener Medizinische Wochenschrift* [Internet]. 2016 Oct 24 [cited 2019 Oct 21];166(13–14):411–23.
  62. Paganini D, Zimmermann MB. The effects of iron fortification and supplementation on the gut microbiome and diarrhea in infants and children: a review. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2017 Dec [cited 2019 Nov 20];106(Suppl 6):1688S-1693S.
  63. Mohammed SH, Larijani B, Esmailzadeh A. Concurrent anemia and stunting in young children: prevalence, dietary and non-dietary associated factors. *Nutr J* [Internet]. 2019 [cited 2019 Nov 20];18(1):10.

64. Albalak R, Ramakrishnan U, Stein AD, Van der Haar F, Haber MJ, Schroeder D, et al. Co-Occurrence of Nutrition Problems in Honduran Children. *J Nutr* [Internet]. 2000 Sep 1 [cited 2019 Nov 20];130(9):2271–3.
65. Castejon HV, Ortega P, Amaya D, Gomez G, Leal J, Castejon OJ. Co-existence of Anemia, Vitamin A Deficiency and Growth Retardation among Children 24-84 Months Old in Maracaibo, Venezuela. *Nutr Neurosci* [Internet]. 2004 Apr 5 [cited 2019 Nov 20];7(2):113–9.
66. El Kishawi RR, Soo KL, Abed YA, Wan Muda WAM. Anemia among children aged 2–5 years in the Gaza Strip- Palestinian: a cross sectional study. *BMC Public Health* [Internet]. 2015 Dec 1 [cited 2019 Nov 20];15(1):319.
67. Robinson SL, Marín C, Oliveros H, Mora-Plazas M, Richards BJ, Lozoff B, et al. Iron Deficiency, Anemia, and Low Vitamin B-12 Serostatus in Middle Childhood Are Associated with Behavior Problems in Adolescent Boys: Results from the Bogotá School Children Cohort. *J Nutr* [Internet]. 2018 May 1 [cited 2019 Nov 20];148(5):760–70.
68. Song Y, Wang H-J, Dong B, Wang Z, Ma J, Agardh A. National Trends in Hemoglobin Concentration and Prevalence of Anemia among Chinese School-Aged Children, 1995-2010. *J Pediatr* [Internet]. 2017 Apr [cited 2019 Nov 20];183:164-169.e2.
69. Pita GM, Jiménez S, Basabe B, García RG, Macías C, Selva L, et al. Anemia in children under five years old in Eastern Cuba, 2005-2011. *MEDICC Rev* [Internet]. 2014 Jan [cited 2019 Nov 20];16(1):16–23.
70. Xin Q-Q, Chen B-W, Yin D-L, Xiao F, Li R-L, Yin T, et al. Prevalence of Anemia and its Risk Factors among Children under 36 Months Old in China. *J Trop Pediatr* [Internet]. 2017 Feb [cited 2019 Nov 20];63(1):36–42.