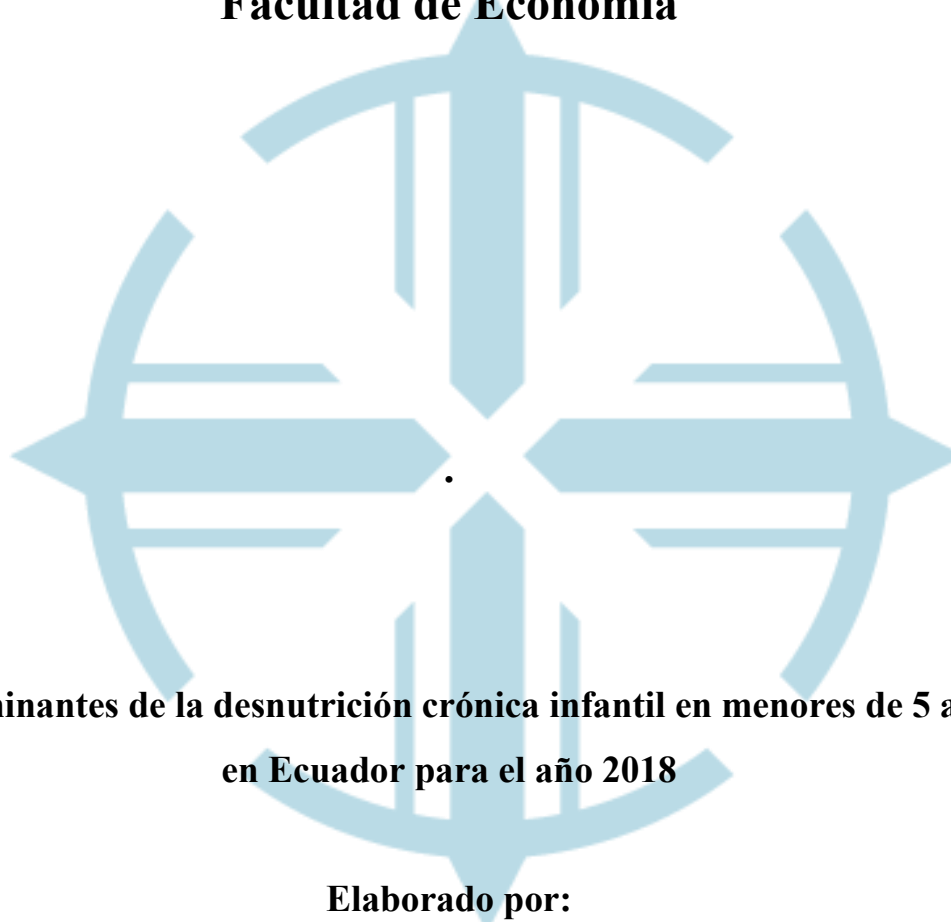


Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Economía



**Determinantes de la desnutrición crónica infantil en menores de 5 años
en Ecuador para el año 2018**

Elaborado por:

Axel Jair Guanoluisa Arteaga

Director:

Nicolás Acosta

Quito-Ecuador

2022

Contenido

1. Introducción	4
1.1. Pregunta de investigación.	6
1.2. Objetivo de investigación.	6
1.3. Opción de trabajo de titulación.	6
2. Revisión de Literatura.	7
2.1. Marco teórico.	7
2.1.1. Desnutrición crónica infantil frente al desarrollo de los países.	7
2.2. Revisión de evidencia empírica.	9
Determinantes socioeconómicos de la desnutrición crónica infantil.	9
Desnutrición crónica infantil, un enfoque en América Latina.	10
Programas de desnutrición infantil caso Ecuador.	13
3. Metodología y datos.	23
3.1. Metodología y enfoque de investigación.	23
3.2. Variables, indicadores y fuentes de información.	24
3.3. Preparación de los datos	28
3.4. Selección de Variables	34
3.5. Modelización de Regresión Logística (Logit)	35
3.6. Evaluación del Modelo	39
3.7. Validación del Modelo	41
3.8. Desagregación de la Marginación Económica	42
4. Resultados	2
Bibliografía	8
5. Anexos	10
5.1. Anexo 1	10
5.2. Anexo 2	11
5.3. Anexo 3	19
5.4. Anexo 4	21

Índice de tablas

Tabla 1. Porcentaje de desnutrición crónica en Ecuador en menores de 5 años 1986-2018.....	18
Tabla 2. Análisis de la muestra de las encuestas de desnutrición en Ecuador 1986-2018 a través de intervalos de confianza.	20
Tabla 3. Desnutrición crónica infantil en menores de 5 años en América Latina y el Caribe 1986-2020.	21
Tabla 4. Información de variables a utilizar.	24

Tabla 5. Porcentaje de variación de las variables a utilizar según el análisis de correspondencia múltiple.....	27
Tabla 6. Desnutrición crónica infantil en menores de 5 años.....	28
Tabla 7. Análisis de sobremuestreo de minorías sintéticas.	29
Tabla 8. Valor p de Kolmogorov-Smirnov de las variables analizadas.....	35
Tabla 9. Abreviación de variables a utilizar.	36
Tabla 10. Resultados del modelo logit.	37
Tabla 11. Test de factor de inflación de la varianza de las variables analizadas.....	40
Tabla 12. Desnutrición crónica dada características de etnia, área, sexo y altura.....	44
Tabla 13. Desnutrición crónica infantil en Ecuador por provincia para el 2018.....	45
Tabla 14. Verificación de la existencia de independencia en las variables.....	46
Tabla 15. Valor de la información de variables a utilizar en el árbol decisiones.....	46

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Variación desnutrición crónica infantil en Ecuador 1986-2018.....	19
Ilustración 2. Variación en la desnutrición crónica infantil en menores de 5 años en Sudamérica, entre 1986 y 2020.	22
Ilustración 3. Mapa de gráficas de caja y bigotes de los índices analizados.	30
Ilustración 4. Gráfico de correlaciones de Spearman de las variables analizadas.....	34
Ilustración 5. Curva de la característica operativa del receptor (Roc).....	40
Ilustración 6. Gráfico ROC.....	41
Ilustración 7. Histogramas de variables categóricas del índice de marginación económica.....	43
Ilustración 8. Árbol de decisiones.	1

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Ecuación del error del muestreo aleatorio simple con respecto al tamaño de muestra.	23
Ecuación 2 Ecuación a estimar.....	35
Ecuación 3. Modelo de regresión logística (Logit).	36

1. Introducción

La nutrición del infante durante la etapa de gestación de la madre y los primeros dos años de nacido tiene una influencia determinante sobre su crecimiento, desarrollo y su estado de salud en el corto como y largo plazo de su vida (Fall, 2011). En ese sentido, la malnutrición temprana influye sobre el desarrollo que puede generar cambios permanentes en el organismo. Según la teoría de la programación metabólica, en el corto plazo está asociado a morbilidad-mortalidad, infecciones, déficit de micronutrientes y obesidad (Uauy, Kain, & Corvalán, 2011). En el mediano plazo, la desnutrición crónica infantil se asocia con la obesidad y la diabetes, mientras que, en largo plazo, se suma la dislipidemia (Patel & Srinivasan, 2011).

El desarrollo del cerebro requiere de una adecuada nutrición, especialmente en los primeros 1000 días de vida de los infantes¹ (Prado & Dewey, 2014). En ese sentido, una nutrición adecuada facilita en la niñez el desarrollo cognitivo y un mejor rendimiento escolar, mientras que la adultez potencia las probabilidades de tener mayores ingresos económicos (Martorell et al.,2010). Por el contrario, la desnutrición crónica infantil se asocia a una disminución y deterioro del desarrollo cognitivo, bajo rendimiento académico, problemas de comportamiento y un bajo nivel de vida en la etapa adulta (Victora ,2008).

A nivel país, la desnutrición crónica infantil tiene consecuencias en la incidencia de mortalidad, niveles de rendimiento en la educación, costos en el sistema de salud y en la productividad. Según CEPAL (2017), durante los últimos 65 años se produjeron alrededor de 300 mil muertes en Ecuador asociadas a esta patología. En cuanto a los efectos en la educación, el 32% de repitencia escolar en Ecuador se asocia a la desnutrición sufrida por las personas antes de cumplir 5 años. Los costos asociados a la desnutrición crónica infantil en Ecuador representan un 4,3% del Producto Interno Bruto (UNICEF, 2021).

En Ecuador, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2018), la desnutrición crónica en menores de 5 años es de **22,9%**, mientras que, la de menores de

¹ Los 1.000 primeros días de vida son la suma del periodo de gestación (270 días) y del primer (365 días) y segundo (365 días) año (Prado & Dewey, 2014).

2 años es del 27.2% (INEC, 2018). La desnutrición crónica en los menores de 2 años ha aumentado 6% pasando de **21.2%** según la Encuesta Demográfica y de Salud Materna e Infantil (IMSP-ENDEMAIN,2004) a **27.2%** según la ENSANUT. Ecuador a 2020 se ubica como el segundo país con mayor desnutrición crónica en menores de 2 años en la región (CEPAL, 2017). Por otro lado, la desnutrición crónica en menores de 5 años se ha reducido 6% entre 2004 y 2018, pasando de 29% a 23% (INEC, 2018). No obstante, la prevalencia de desnutrición crónica en menores de 5 años en la región se sitúa en 11.3%, lo que coloca a Ecuador **11.7%** por encima del promedio de América Latina y el Caribe (FAO, FIDA, OPS, WFP y UNICEF, 2021)

La desnutrición es consecuencia de factores socioeconómicos asociados (Victora, y otros, 2008). Por lo tanto, entender la interacción de esta patología con estos factores es clave para combatirla (Galler, 2021). Dentro de las determinantes de la desnutrición se encuentra que la ingesta de nutrientes en las zonas rurales se ve influida positivamente por el gasto per cápita en alimentos, el tamaño del hogar y la tasa de alfabetización, y negativamente por la tasa de pobreza (Sendhila, et al, 2020).

A su vez, la desnutrición posee una asociación entre la marginación económica y los entornos de alto riesgo; crecimiento deficiente, infección e interacción biológica (Morgan & McCabec, 2021). Por otro lado, Bhutta (2017), afirma que las causas fundamentales de la desnutrición son multidimensionales e incluyen la pobreza, el saneamiento deficiente, el hacinamiento, las enfermedades infecciosas y la depresión materna, abuso infantil y negligencia. Sin embargo, la pobreza es la principal variable que tiene un efecto significativo en el número de casos de desnutrición. (NurRachmawatia, 2021).

Según Alcarraz (2021), en un experimento realizado en el Hospital Regional Ayacucho, Perú, a madres adolescentes entre 10 a 19 años y madres adulta entre 20y 30 años, se obtuvo que la tendencia mensual del porcentaje de los niños desnutridos y en riesgo de poseer desnutrición, muero en hijos cuyas madres eran adolescentes. Adicionalmente, se encontró evidencia que la desnutrición crónica infantil es más probable en los hijos de madres adolescentes hacia los 9 meses de edad (Alcarraz, 2021)

Por otro lado, Zagaceta & Mijail (2016), analizaron a través de un diseño caso control a 65 años del hospital general de Jaen, Perú, entre el 2011 y 2015, si la edad materna constituye en un factor de riesgo en la incidencia de desnutrición crónica en niños de menos de 5 años de edad. Los autores obtuvieron que, la frecuencia de la edad materna adolescente en niños con desnutrición fue de **26.2%**, mientras que en niños sin desnutrición crónica fue de 12.3%. Adicionalmente, la condición de madre adolescente aumenta en dos veces el riesgo de contraer desnutrición crónica infantil en el infante. (Zagaceta & Mijail, 2016)

El objetivo de esta investigación es estudiar las determinantes de la desnutrición crónica infantil en Ecuador en menores de 5 años a partir del estudio de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del año 2018. Por lo que, se sintetizan las variables en índices a través del análisis de correspondencia múltiple (MCA), se preparan los datos a través de la técnica de sobremuestreo de minorías sintéticas. Finalmente, se corrobora la consistencia de la información para realizar el modelo logit od ratios para así, analizar la probabilidad de incurrir en desnutrición crónica infantil dado que posee incidencia con los índices contruidos a partir de la ENSANUT (2018)

1.1. Pregunta de investigación.

¿Cuáles son las determinantes de la desnutrición crónica infantil en menores de 5 años en Ecuador en el período 2018?

1.2. Objetivo de investigación.

Obtener las determinantes de la desnutrición crónica infantil en Ecuador en menores de 5 años a partir del estudio de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del año 2018.

1.3. Opción de trabajo de titulación.

El trabajo de titulación se realizará a través de artículo académico.

2. Revisión de Literatura.

2.1. Marco teórico.

2.1.1. Desnutrición crónica infantil frente al desarrollo de los países.

Dentro de los paradigmas actuales de desarrollo, se encuentra la conceptualización vista desde las libertades sustantivas que fue desarrollado por Amartya Sen en 1999. El autor establece, que los avances que genere la sociedad deben juzgarse a partir de su aporte a las libertades de las personas. En ese sentido, la libertad más importante que desarrolla el autor es la ausencia de hambre y desnutrición infantil (Sen, 1999).

La desnutrición crónica infantil reduce el potencial productivo de las personas y los hogares a lo largo de la vida (Szirmai, 2015). Debido a que, la desnutrición infantil, aumenta la probabilidad de sufrir deterioros en la capacidad cognitiva, funciones mentales, el potencial de aprendizaje y la creatividad. A su vez, las carencias mencionadas repercuten sobre la productividad y los ingresos laborales de los infantes en su adultez, lo cual en términos agregados tiene incidencia en el desarrollo de los países (Behrman & Parker, 2009).

La desnutrición crónica infantil en la adultez se refleja a través del aumento de la probabilidad de contraer enfermedades como la anemia, la malaria, la esquistosomiasis, enfermedades virales con mayor recurrencia y deterioro de la condición de salud en general (C. Larson, 2019). Uno de los principales hallazgos, es la relación negativa entre la incidencia de una comorbilidad de la desnutrición crónica infantil como la malaria y el crecimiento económico (Gallup & Sachs, 1998). Por otro lado, en Indonesia los hombres que padecían enfermedades como la anemia, tenían un 20% menos de productividad frente a un hombre sin anemia (Basta & al, 1979). En Tanzania se evidenció que la esquistosomiasis reducía la productividad de los trabajadores en el mercado de caña de azúcar (Strauss & Thomas, 1998) .

Mosley (1983), a través de su modelo realizó una contribución al debate sobre la relevancia de los factores médicos frente a las condiciones socioeconómicas (Szirmai, 2015). *El autor*, establece una distinción entre los determinantes socioeconómicos y los

factores biológicos que influyen en la posibilidad de que un infante fallezca. Dentro de los factores biológicos, según *el autor* subyace un principio básico, el cual establece que dentro de un ambiente bien protegido el 98% de los niños menores de cinco años deberían sobrevivir. Adicionalmente, la medida en la que esta ratio no se cumpla se explicaría de manera sistemática por condiciones socioeconómicas (Mosley W., 1985a).

La disminución de las probabilidades de supervivencia en un ambiente bien protegido son el resultado de determinantes sociales y económicos, denominados determinantes primarios. Mosley (1989), afirma que los determinantes primarios operan a través de mecanismos intermedios (biológicos), es decir, que aumentan la probabilidad de que se propaguen a través de enfermedades a los infantes (Mosley W., 1985b). La esencia del modelo de Mosley es determinar la influencia de los determinantes primarios en las variables intermedias que derivan en un aumento de la incidencia de las enfermedades y pueden terminar con la muerte de los infantes (Norren, Van, & Vianen, 1986)

El modelo de Mosley mantiene cinco variables intermedias: Factores de fertilidad materna (edad, número de hijos, intervalos entre nacimientos), Contaminación ambiental (aire, alimentos, aguas, dedos, piel, vectores), Disponibilidad de nutrientes para el feto y el niño (calorías, proteínas, vitaminas, minerales), lesiones (accidentes, intencionales) y factores personales de control de enfermedades (medidas preventivas, tratamiento de enfermedades) (Mosley W., 1985b). Según Szirmai (2015), las condiciones socioeconómicas afectan a los infantes a través de las variables mencionadas, en el cual el centro del análisis es el síndrome de la desnutrición infecciosa.

2.2. Revisión de evidencia empírica.

Determinantes socioeconómicos de la desnutrición crónica infantil.

Un recuento a través de los estudios en los países en desarrollo sobre la desnutrición infantil y sus efectos en el cerebro y la cognición son consistentes en demostrar una disminución de la capacidad cognitiva a lo largo de la vida (Galler, 2021). La desnutrición ocurre cuando la ingesta de nutrientes no satisface la necesidad de las funciones corporales normales. En consecuencia, conduce a un crecimiento y desarrollo alterados en los niños, lo que resulta en complicaciones neurológicas, cognitivas y conductuales (C. Larson, 2019). Adicionalmente, la desnutrición contribuye sustancialmente al aumento de la morbilidad y la mortalidad a lo largo de la vida (Walker & et al., 2007). Dentro de las determinantes de la desnutrición se encuentra que la ingesta de nutrientes en las zonas rurales se ve influida positivamente por el gasto per cápita en alimentos, el tamaño del hogar y la tasa de alfabetización, y negativamente por la tasa de pobreza (Sendhila, Kiran, Ramasundaram, Manjisha, & Sheela, 2020). A su vez, dentro de la desnutrición posee una asociación entre la marginación económica y los entornos de alto riesgo; crecimiento deficiente e infección e interacción biológica entre estos resultados de salud (Morgan & McCabec, 2021). Por otro lado, Bhutta (2017) afirma que las causas fundamentales de la desnutrición son multidimensionales e incluyen la pobreza, el saneamiento deficiente, el hacinamiento, las enfermedades infecciosas y la depresión materna, abuso infantil y negligencia. Sin embargo, la pobreza es la principal variable que tiene un efecto significativo en el número de casos de desnutrición. (NurRachmawatia, 2021).

Para el caso de Ecuador, según el Banco Mundial existen factores socioeconómicos que determinan la desnutrición crónica infantil. Entre ellos se menciona que los niños y niñas de las zonas rurales poseen mayor prevalencia de la desnutrición que sus símiles en zonas urbanas bajo condiciones similares. Por otro lado, la altura sobre el nivel del mar presenta una importante relación negativa con el estado nutricional de los niños. El estudio menciona que los recursos a nivel de ingresos que poseen los hogares son un factor determinante que se relaciona con el consumo de los hogares. Adicionalmente, en

el marco de esta investigación se destaca que el factor étnico no es una variable estadísticamente significativa con el retardo del crecimiento (Banco Mundial, 2007)

Por otro lado, Larrea y Kawachi (2005), analizan la encuesta de Medición de Nivel de Vida de Ecuador del año 1998. Los autores, analizan los niveles individuales de hogar y locales, municipales y provinciales, haciendo énfasis en las determinantes contextuales de la desnutrición crónica infantil en Ecuador. En ese sentido, incluyen la desigualdad económica medida por el coeficiente Gini a las escalas geográficas parroquiales, cantonales y provinciales, así como el consumo medio per cápita. Los autores, dentro de sus hallazgos concluyen que con las covariables relevantes controladas, se determinan que la desigualdad económica a nivel provincial tiene un alto impacto sobre el retraso del crecimiento de los niños y niñas. Sin embargo, a nivel cantonal no se encontró la misma relación.

Desnutrición crónica infantil, un enfoque en América Latina.

La desnutrición crónica en menores de 5 años es una problemática multifactorial y posee complejas relaciones entre las variables que explican este fenómeno. Según, Mosley existen 5 factores intermedios que explican la desnutrición; los cuales son: la fertilidad materna, la contaminación ambiental, la disponibilidad de nutrientes para el feto y el niño, lesiones y factores personales de control de enfermedades (Mosley W. , 1985b). Los países de América Latina poseen características socioeconómicas homogéneas y heterogéneas entre sí, por lo que este apartado analizará investigaciones sobre los factores que determinan la desnutrición crónica en los países de la región.

Barrera et al (2018), analizan las determinantes sociales en infantes menores a 5 años en el área urbana del municipio de Palermo en Colombia. Este análisis se efectúa a través de un estudio de corte transversal, en el que se recolectaron datos a través de encuestas y valoraciones antropométricas. Los resultados de la muestra recogida arrojaron que el **6,7%** de los niños poseen malnutrición por déficit, mientras que el **9,8%** lo sufrió por exceso. Dentro de los hallazgos de la investigación se encontraron que los determinantes de la desnutrición por defecto se relacionan con el *hacinamiento, bajos ingresos económicos y un tratamiento inadecuado de los desechos orgánicos e inorgánicos*, en cuanto, a la desnutrición por déficit no se encontraron determinantes (Barrera, Fierro, Puentes, & Ramos, 2018). Según los factores intermedios de Mosley estas determinantes

se relacionan con la fertilidad materna, la contaminación ambiental y factores personales de control de enfermedades.

Urke et al (2011), analizaron la relación entre el nivel socioeconómico de los padres y el retraso de crecimiento de los niños menores de 5 años en Perú tanto a nivel nacional como para la región Andina del país. La investigación se realizó a partir de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud del país, para la cual se calcularon pesos de muestra del análisis y se utilizó una submuestra de mujeres entre 15 a 49 años y sus hijos entre 3 a 5 años. A su vez, los investigadores realizaron una submuestra andina con las mismas características que incluyó 10 estados de la región analizada. Dentro de los hallazgos se encontró que el 22% de los niños a nivel nacional sufre de desnutrición crónica, mientras que en la región Andina esta cifra asciende a **31.7%** (Urke, Bull, & Mittelmark, 2011).

Dentro de los hallazgos encontrados por Urke et al (2011), se encontró que en la región del altiplano el 6% de los niños del quintil más rico presentaban desnutrición crónica frente al 51% del quintil más pobre. Por otro lado, los hijos menores de 5 años con madres con educación primaria o secundaria completa poseen una prevalencia de desnutrición del 30% frente al 48% de los infantes cuyas madres no completaron la primaria o no tenían educación. Sin embargo, la educación del padre no tiene una relación significativa dentro de lo encontrado por el estudio. Finalmente, los riesgos de desnutrición crónica en los quintiles con mayor pobreza frente a los más ricos son de 4.5 en Perú nacional, mientras que en Perú andino es de 7.2. En ese sentido, *la educación de la madre, el nivel de ingresos, y la ubicación geográfica* se presentan como determinantes de la desnutrición crónica en Perú según *los autores*.

Dommarco et al (2013), realizaron un análisis de las encuestas de desnutrición en el último cuarto de siglo en México, desde 1988 a 2012, donde se analizaron cuatro encuestas nacionales de salud y nutrición. En ese marco, los autores analizaron las determinantes de la desnutrición crónica en niños menores de 5 años. Dentro de los hallazgos, los autores obtuvieron que *la educación de la madre, las condiciones sanitarias y de servicios, el área (rural), el acceso a agua potable, la pobreza, el embarazo adolescente y el intervalo entre nacimientos de los hijos* son determinantes de la desnutrición crónica infantil en el país. Adicionalmente, la desnutrición crónica infantil posee una fuerte relación con la desigualdad, debido a las brechas de nutrición entre los

quintiles más ricos de los más pobres y la existencia de mayor desnutrición en la zona sur donde prevalece un deterioro de condiciones socioeconómicas con respecto a los demás ámbitos del país. (Dommarco, Cuevas, Gonzáles, Shamah, & García, 2013)

Lechuga (2022), realizó un análisis espacial de *clusterización* de la pobreza alimentaria y desnutrición en niños mexicanos. Dentro de los hallazgos de la investigación se encontró que los conglomerados de pobreza alimentaria se encuentran en la zona sur de México, donde la falta de alimentos es uno de los problemas principales en la desnutrición. *El autor* enfatiza que dentro de las zonas analizadas existen deterioradas condiciones socioeconómicas, de consumo y hábitos alimenticios. Adicionalmente, el entorno es una determinante para la desnutrición, dentro de ese marco, se enfatiza *la condición social de los hogares, servicios de salud, espacios de calidad y acceso a centros educativos*, se convierten en determinantes geoespaciales de la desnutrición crónica infantil (Lechuga, 2022).

Landaeta et al(2017), realizaron un estudio entre 2011 y 2017 en Venezuela para analizar las determinantes de la desnutrición crónica en los infantes menores de 5 años dentro del período de estudio. Dentro de los hallazgos de los investigadores, se encuentran las situaciones que subyacen de la crisis económica en la que se encuentra el país. En ese sentido, *la pobreza, la inseguridad alimentaria, el acceso a salud, a educación, servicios básicos; y la adecuada atención en los primeros años* se ha convertido en las principales causas de desnutrición en el país (Landaeta, Sifontes, & Herrera, 2017).

Determinantes de la desnutrición crónica infantil en Ecuador.

Según Larrea y Kawachi (2005), las principales causas de la desnutrición crónica infantil en Ecuador se asocian a la educación materna, las características de la vivienda, el consumo per cápita, fertilidad de la madre, acceso a servicios de salud, origen étnico y la composición de la dieta. No obstante, el autor destaca tanto **la educación de la madre como el acceso a servicios de salud** como las determinantes más relevantes. Por otro lado, *los autores* aseveran que existen diferencias contextuales entre el nivel de incidencia de los factores de la desnutrición crónica infantil a nivel de provincias.

La desigualdad es una característica subyacente de la desnutrición crónica infantil en Ecuador (Larrea & Kawachi, 2005). Dentro de las principales influencias de la desigualdad se encuentra la distribución de los alimentos entre la población ecuatoriana. En ese marco, las personas pertenecientes al decil más rico consumen más de 3000 kilocalorías por día, mientras que, las personas del decil más pobre consumen alrededor de 1000 kilocalorías al día (por debajo de las 2237 kilocalorías diarias recomendadas en una alimentación balanceada), lo cual presente una relación de 3 a 1 entre estos segmentos de la población (Ramírez R. , 2000).

Por otro lado, el Banco Mundial, afirma que existe mayores probabilidades de padecer de desnutrición crónica infantil en los niños que **pertenecen a las áreas rurales**. Adicionalmente, manifiestan en su informe que **la altura** tiene una asociación negativa en la nutrición de los infantes menores de 5 años. Así mismo, el estudio establece que la desnutrición crónica infantil se agudiza en los hogares en **donde existen mayor número de personas** (Banco Mundial, 2007).

Programas de desnutrición infantil caso Ecuador.

A través de los años se han creado diferentes programas enfocados en la prevención y erradicación de la desnutrición infantil en Ecuador. El primer programa denominado Programa de Alimentación Complementaria Materno Infantil del año 1993 (PACMI), se enfocó en reducir la inseguridad alimentaria en menores de cinco años con desnutrición moderada o grave y a mujeres embarazadas en las zonas más pobres de 5 provincias del país. En el estudio se especifica que los factores vinculados directamente con el riesgo de desnutrición crónica a menores de 5 años son la ubicación geográfica, escolaridad materna, nivel de gasto o consumo per cápita de la familia y la etnicidad. En el documento se señala, que dichos factores fueron marcados por una política cambiaria sustentada en el establecimiento de devaluaciones y ajustes periódicos al tipo de cambio monetario. Así, el programa se insertó dentro de un modelo de subsidio directo a grupos sociales de mayores necesidades, siendo estas las comunidades indígenas de Cotopaxi, Chimborazo, Manabí, Azuay y Esmeraldas. (Florez, 2015)

El siguiente programa llamado Programa Integrado para el Control de las Deficiencias de Micronutrientes del año 1995 trabaja sobre tres componentes: la

suplementación con tabletas de hierro y ácido fólico a las embarazadas, jarabe con hierro a menores de un año, y con cápsulas o “Chis Paz” que posee vitamina A, hierro, ácido fólico, vitamina C y Zinc para niños de 1 a 3 años; la fortificación de sal con yodo y flúor. Adicionalmente, se enriqueció la harina de trigo con complejo B, hierro y ácido fólico. El tercer componente fue la diversificación de la dieta ecuatoriana mediante la difusión de información, educación y comunicación sobre dietas saludables. El programa surgió ante la prevalencia de anemia en niños menores de 1 año del 70% e hipovitaminosis a para niños menores a 5 años en un 14%, es decir, el principal factor para este programa fue la falta de ingesta de nutrientes por parte de la población infantil ecuatoriana. (Fernandez, 2000)

El tercer programa, que persiste hasta la actualidad, nace en 1996 conocido como el Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional del MSP (Sivan) que consiste en brindar estadísticas de los indicadores y estados nutricionales de los grupos etarios de la población, constituidos por embarazadas, mujeres en período de lactancia y niños/as de 0 a 59 meses de edad, que acuden a los establecimientos del Ministerio de Salud Pública o bien que son identificados y atendidos en las actividades extramurales en el Domicilio, Establecimientos MIES (CIVB, CNH) y Establecimientos de Educación Inicial del MINEDUC, para mediante los datos registrados poder tomar decisiones en los diferentes niveles de la salud pública. (Espín, 2004)

En 1999 se crea el Programa Nacional de Alimentación y Nutrición (PANN) con el objetivo de prevenir el retardo en el crecimiento y malnutrición por deficiencia de macro y micronutrientes de mujeres embarazadas y en periodo de lactancia; para ello, se utilizó 5 componentes bien definidos para cumplir el objetivo. La información, educación y comunicación sobre una adecuada alimentación en familias ecuatorianas; capacitación del personal de salud sobre lactancia continua y una adecuada nutrición. Alimentación complementaria con papilla elaborada con leche en polvo, soya y granos para niños mejores a 2 años. La creación de comités locales para la identificación de los lactantes y distribución de la papilla y finalmente el monitoreo y evaluación de este programa.

Un año después se crea el Programa de Alimentación escolar que facilita a largo plazo, un complemento alimentario a los escolares procedentes de familias pobres e indígenas, para garantizar su seguridad alimentaria cotidiana. El programa decidió cambiar el enfoque de los anteriores programas eliminando los criterios de focalización

y pasar a la universalización del programa. Asimismo, tuvo como objetivo la distribución y la cobertura de la alimentación escolar para contribuir en el desarrollo cognitivo de los infantes en educación inicial, educación general básica y bachillerato.

El sexto programa denominado Aliméntate Ecuador del año 2004 se basó en la entrega periódica de aportes alimenticios diversificados. Se aplicó la entrega de raciones alimenticias a niños y niñas de 3 a 5 años, adultos mayores a 65 años y personas con discapacidad que se encuentran bajo la línea de la pobreza; los motivos para el programa Aliméntate Ecuador fue la prevalencia de anemia para niños menores a 5 años, además el programa buscó contribuir a mejorar la calidad de vida, situación de salud y la reinserción social de la población adulto mayor. La principal diferencia con programas anteriores fue incrementar los hábitos alimenticios saludables en la población ecuatoriana revalorizando la cultura alimenticia local.

Luego de 5 años se retomaron los programas de desnutrición crónica con la Intervención Nutricional Territorial Integral (INTI) que tuvo seis componentes: el acceso al agua potable, servicios de salud y nutrición, centros de desarrollo infantil, producción y consumo de alimentos, educación para madres y ejercicio de derechos ciudadanos. INTI se focalizó en ocho cantones de las tres provincias con mayor prevalencia de la desnutrición crónica infantil: Chimborazo, Bolívar y Cotopaxi. Se contrataron coordinadores zonales y se elaboraron planes operativos locales. Los coordinadores debían realizar encuentros y así generar espacios de acuerdo para la acción entre el amplio conjunto de actores involucrados desde el diseño del programa. Aunque estas formas de articulación buscaban conformar una red estable, al estar lideradas y controladas exclusivamente por las agencias estatales, los actores sociales tuvieron una participación marginal y sólo en determinados momentos del proceso.

En el año 2010 se implementa el programa Desnutrición Cero con la finalidad de reducir la incidencia del bajo peso al nacer, mejorar la alimentación del niño/a y aumentar los controles de salud. El programa buscó atender a la mujer embarazada durante el período de gestación y en los tres primeros meses de posparto, y al niño/a desde el momento que nace hasta los 5 años. Se enmarca en la estrategia Acción Nutrición del Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social y se implementa en 303 parroquias que presentaban niveles de desnutrición crónica superiores al 35% y que estaban identificadas

por INTI. Además de la oferta de consejerías y charlas, contempla una transferencia condicionada a la asistencia y acreditación de controles médicos.

La Estrategia Acción Nutrición fue el noveno programa contra la desnutrición crónica infantil, llevado a cabo en el año 2013 que tuvo como finalidad mejorar la salud y nutrición de las niñas y niños menores a 5 años a través del diseño e implementación de mecanismos de política pública y coordinación interinstitucional a nivel nacional, estos mecanismos se fundamentaron en la intervención de salud con la prevención y recuperación nutricional mediante controles prenatales completos, entrega de nutrientes a mujeres embarazadas, controles de crecimiento y desarrollo completos y adecuados para niños y niñas menores a 5 años. El segundo punto fue la intervención en la educación, en la cual se aplicó el cierre de las brechas de analfabetismo y atención a la escolaridad inconclusa, puesto que al aumentar la escolaridad de la madre es un factor clave para el combate contra la desnutrición crónica. Otro punto fue la intervención en agua potable y saneamiento, en la cual se verificaron la calidad del servicio prestado con el fin de garantizar que el agua que llega a los hogares es ideal para el consumo humano. Y como último punto fue la intervención en seguridad alimentaria en las dimensiones de acceso y estabilidad en aspectos tales como: seguros agrícolas, canales de comercialización directa, generación de valor agregado; asimismo se monitorea la disponibilidad de alimentos y actualización de la hoja de balance de alimentos. (Gutierrez, 2012)

El Proyecto Emblemático Acción Nutrición del año 2015 se plantea con el objetivo de contribuir a la erradicación de las principales formas de malnutrición infantil a través del diseño e implementación de mecanismos de política pública y coordinación interinstitucional, nacional y local; generando mecanismos intersectoriales para incrementar la cobertura de los servicios para la prevención y atención de la malnutrición infantil. Además, se fomentó acciones intersectoriales para incrementar el consumo de los nutrientes que niñas y niños que lo requieren a través de la mejora de hábitos de consumo, cuidado y disponibilidad de alimentos y suplementos. Finalmente se promovió la articulación intersectorial para mejorar las condiciones del hábitat que inciden en la situación nutricional de niñas y niños, dichas articulaciones son agua, saneamiento y materiales de vivienda.

Con esta base, la lógica de funcionamiento de la estrategia se basó en ampliar la cobertura de salud en mujeres embarazadas, garantizando que las mismas tengan los

controles prenatales mínimos y los exámenes médicos complementarios básicos durante el periodo de gestación. Posteriormente, una vez que el infante nace, la cobertura de salud se enfocó en prevenir las infecciones que producen cuadros de desnutrición, principalmente a través de la vacunación contra el rotavirus y neumococo, y la cobertura con al menos 7 evaluaciones nutricionales durante el primer año de vida. Subsiguientemente, un servicio transversal que deben recibir todos los hogares con niños/as menores a 2 años es la consejería, la misma que cubre temas de alimentación, uso de micronutrientes, entre otras prácticas de cuidado adecuado.

El programa Primera Infancia o Infancia Plena del 2017, tuvo como objetivo consolidar un modelo integral de atención a niños menores de 5 años, considerando el territorio, la interculturalidad y el género para asegurar el acceso, cobertura y calidad de los servicios dirigidos a los mismos. Además el programa contó con tres componentes: la cobertura que promueve la inclusión al ofrecer servicios públicos y privados a las niñas y los niños de cero a cinco años, sin exclusión; las y los prestadores de servicio de salud, educación, desarrollo infantil recibieron lineamientos de cuidado, salud, nutrición, seguridad, identidad, respeto, educación, estimulación, afecto, comunicación, relacionamiento y juego, con el objetivo de asegurar el desarrollo en la Primera Infancia; y finalmente un trabajo articulado de edu-comunicación, formación y apoyo a las familias y comunidad, quienes son los principales responsables de la crianza y desarrollo de las niñas y los niños.

El último programa llamado Plan Estratégico Intersectorial para la Prevención y Reducción de la Desnutrición Crónica Infantil se desarrolló el año 2018 con la meta de disminuir en 6 puntos porcentuales la desnutrición crónica infantil, en las niñas y niños menores de 2 años, hasta mayo del 2025. El programa determinó que el principal factor en la desnutrición para niños menores a 5 años es la desigualdad económica, los demás factores son: los derechos humanos de la primera infancia no son relevantes para los actores políticos y sociales, marcos normativos o jurídicos dispersos y genéricos, que no abordan las particularidades de la desnutrición crónica infantil y que adicionalmente impiden la interoperabilidad de datos entre los actores institucionales.

Dentro del plan se menciona que el Estado no provee los recursos suficientes, oportunos y asignados correctamente a la población más vulnerable para prevención y reducción de la desnutrición crónica infantil, existe negligencia e ineficiencia en procesos

clave de la gestión pública relacionada a la desnutrición crónica infantil, el registro de gestantes y recién nacidos es incompleto. Adicionalmente, que los programas de protección social están desconectados de la estrategia de prevención y reducción de la desnutrición crónica infantil, las familias desconocen sobre las causas, efectos y las prácticas adecuadas en torno a desnutrición crónica infantil, el seguimiento nominal de niñas, niños y madres gestantes es deficiente y no se conoce si la población objetivo recibe el paquete básico y priorizado de forma completa y oportuna. Con la influencia de estos factores el programa propone: un esquema de vacunación oportuno y completo, controles prenatales, Control del infante hasta los 36 meses de vida, garantizar el acceso y permanencia en un entorno seguro de las gestantes en el sistema nacional de educación articulando su atención en el sistema de salud, protección social y agua segura para consumo humano, (clorada), saneamiento e higiene en los hogares. (Coloma, 2018)

Con la implementación de estos programas, la desnutrición crónica de niños menores a 5 años en el Ecuador experimentó los siguientes resultados:

Tabla 1. Porcentaje de desnutrición crónica en Ecuador en menores de 5 años 1986-2018

Programas de desnutrición crónica	Porcentaje niños menores a 5 años
DANS 1986	40,20%
DECV 1999	31,70%
ENDEMAIN 2004	29%
ECV 2006	25,80%
ENSANUT 2012	25,30%
ECV 2014	23,90%
ENSANUT 2018	22,90%
Promedio*	28,40%

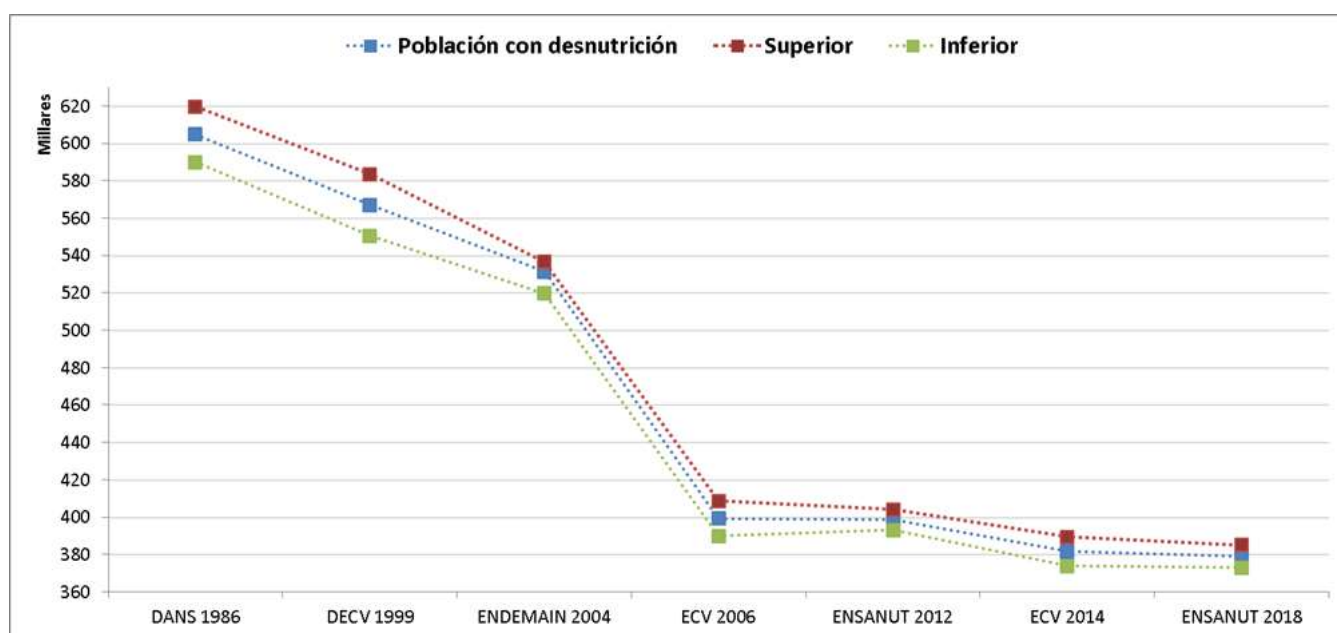
Fuente: INEC (2018).

Es de considerar que la desnutrición crónica para niños menores a 5 años de 1977 a 2006 se calculó con referencia a Centro Nacional de Estadísticas de Salud (NCHS) y de 2006 hasta la actualidad se calcula con referencia a la Organización mundial de la Salud (OMS). En el cálculo de la OMS para la desnutrición crónica emplea el valor Z, medido por talla para edad. Con ello, el individuo con desnutrición crónica es aquel que tiene 2 desviaciones por debajo de la mediana del valor de referencia. Los valores de referencia internacionales para el crecimiento de los menores de 5 años son recomendados por la Organización Mundial de la Salud; asimismo para el cálculo de NCHS se utilizó las 3

medidas mencionadas anteriormente, con la diferencia que un individuo tiene desnutrición crónica si pertenece al percentil por debajo de 3 veces la referencia, donde dicha referencia es un valor entre 0 y 1.

Por lo tanto, la prevalencia de desnutrición crónica en niños menores a 5 años varía por la medición utilizada. Sin embargo, en estudios recientes realizados por la OMS, se determinó que el uso de su cálculo incrementa en un 4,8% la desnutrición crónica en niños menores a 5 años con respecto al cálculo de NCHS. Con estos antecedentes, y considerando la evolución de la población ecuatoriana se puede dimensionar de mejor manera la desnutrición en niños menores a 5 años a lo largo del tiempo para toda la población.

Ilustración 1. Población con desnutrición crónica infantil en Ecuador 1986-2018



Fuente: INEC (2018)

En la gráfica la evolución de la población de niños menores a 5 años con desnutrición crónica ha disminuido proporcionalmente, dicho efecto se observa con respecto al crecimiento de la población de niños menores a 5 años. Además, se observa que en las dos últimas encuestas los intervalos de confianza han disminuido su tamaño, lo cual exhibe un decrecimiento en el error de estimación de la proporción de niños menores a 5 años con desnutrición crónica en el Ecuador, y desde el 2006 la desnutrición crónica ha permanecido con una variación constante. Para más información se

proporciona la siguiente tabla, en la cual se utiliza el cálculo de intervalos de confianza al 95% para proporciones.²

Tabla 2. Análisis de la muestra de las encuestas de desnutrición en Ecuador 1986-2018 a través de intervalos de confianza.

Programas	%DCN5	Población	%PM5	%V	PM5	TM	LSPDC	LIPDC	PDC	LSPM5	LIPM5
DANS 1986	45,0%	9451000	14,2%	-	1343932	7797	46,1%	43,9%	604769	619553	589986
DECV 1999	36,5%	12347000	12,6%	-11%	1553253	7904	37,6%	35,4%	566937	583402	550473
ENDEMAIN	34,0%	13552000	11,5%	- 8,3%	1562546	29064	34,3%	33,3%	531266	536578	519703
ECV 2006	25,8%	13965000	11,1%	- 3,9%	1547322	20304	26,4%	25,2%	399209	408493	389925
ENSANUT	25,3%	15521000	10,2%	- 8,4%	1575382	57727	25,7%	25,0%	398572	404085	393058
ECV 2014	23,9%	16027000	10,0%	- 1,9%	1596289	29100	24,4%	23,4%	381513	389335	373691
ENSANUT	22,9%	17023000	9,7%	- 2,4%	1654636	50000	23,3%	22,5%	378912	385034	372789

Fuente: INEC (2006,2012,2014 & 2018), MSP(1986,1999 & 2004)

Además, es de relevancia comparar la evolución de la desnutrición crónica ecuatoriana con los países Latinoamericanos y del Caribe, ya que, permite comprender tendencias y patrones comunes en la región. Por ejemplo, se observa que Ecuador es en promedio el quinto país con mayor desnutrición crónica para niños menores a 5 años dentro de la región. Asimismo, la desnutrición crónica para niños menores a 5 años se ve marcada por porcentajes mucho mayores en la década de los 80's y 90's; en los cuales, los mayores afectados son países de Centro América, mientras que en países vecinos a Ecuador la tasa de desnutrición crónica ha decrecido a un ritmo desacelerado con respecto a países del cono sur de América.

En su mayoría, es de mencionar que estos países comparten las mismas características de desnutrición crónica infantil debido a la historia colonial que conllevan, conjuntamente con el desarrollo de sus gobiernos y Estados; que han mermado, y son una de las causas principales por las cuales las políticas públicas para niños menores a 5 años han sido tardías y poco efectivas en el transcurso de los años presentados a continuación:

² La tabla muestra acrónimos donde cada letra representa: %- porcentaje, D.- desnutrición, C.- crónica, N.- niños, V.- variación, P.- proporción, T.- tamaño, M.- muestra, L.- límite, S.- superior, I.- inferior

Tabla 3. Desnutrición crónica infantil en menores de 5 años en América Latina y el Caribe 1986-2020.

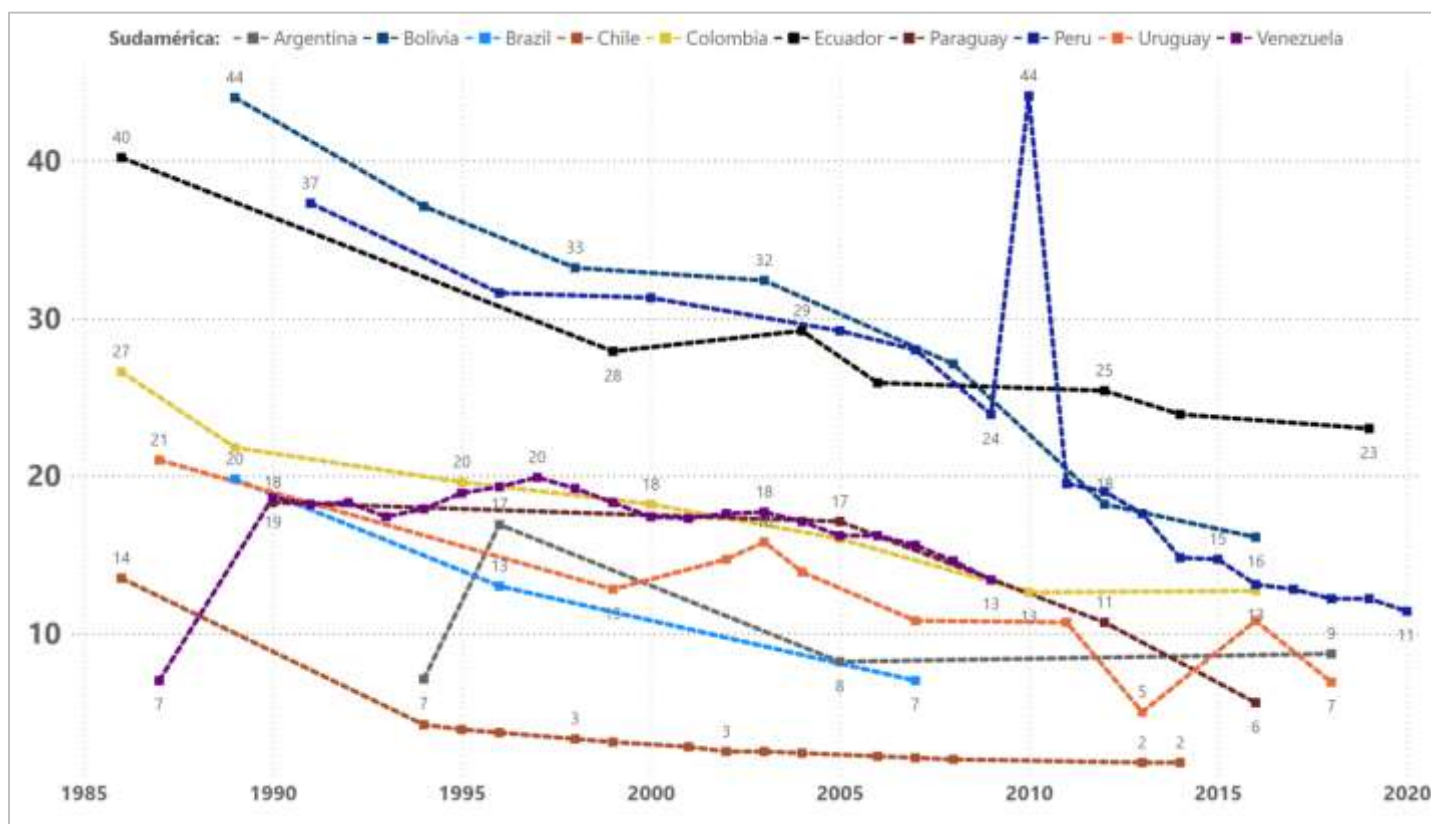
Países de Latinoamérica y El Caribe	1986	1990	1996	2001	2006	2011	2016
	1989	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Guatemala	66,20%	55,40%	52,10%	54,80%	51,50%	46,70%	
Honduras	43,30%	44,20%	38,60%	35,50%	29,80%	22,60%	18,70%
Haití		38,60%	28,80%		29,60%	23,40%	21,90%
Bolivia	44,00%	37,10%	33,20%	32,40%	27,10%	18,20%	16,10%
Ecuador	40,20%		27,90%	29,20%	25,90%	24,70%	23,00%
El Salvador	36,70%	31,60%	32,30%	24,60%	20,80%	13,60%	
Perú		37,30%	31,50%	29,20%	24,00%	17,10%	12,30%
Panamá			16,80%	23,70%	19,00%		15,90%
Belize					22,00%	17,20%	
Colombia	24,20%	19,60%	18,20%	16,00%	12,60%		12,70%
México	26,50%		23,60%		15,50%	13,00%	12,70%
Venezuela	7,00%	18,20%	18,80%	17,20%	15,00%		
Brasil	19,80%		13,00%		7,00%		
Paraguay		18,30%		17,10%		10,70%	5,60%
Uruguay	21,00%		12,80%	14,80%	10,80%	7,90%	8,90%
República Dominicana	20,40%	21,10%	10,60%	11,60%	9,30%	7,10%	6,70%
Argentina		7,10%	16,90%	8,20%			8,70%
Costa Rica			8,20%		5,60%		9,00%
Cuba			7,00%				7,10%
Trinidad and Tobago	6,30%		5,30%			9,20%	
Chile	13,50%	4,10%	3,40%	2,60%	2,10%	1,80%	
Promedio*	28,00%	25,50%	20,60%	18,40%	17,60%	15,90%	12,50%

Fuente: OMS (2020)

Finalmente, al comparar la evolución de la desnutrición crónica en niños menores a 5 años de Ecuador con los países de Latinoamérica, es en la actualidad el país con segunda mayor desnutrición crónica, detrás de Guatemala, quien tiene como últimos datos los registrados entre 2015. Además, Ecuador es el país que encabeza la proporción de niños menores a 5 años con desnutrición crónica en Sudamérica; sin embargo en los

últimos 20 años es uno de los países que más políticas públicas y programas contra la desnutrición crónica ha llevado a cabo, pues países como Venezuela, Chile y Brasil tienen registros de hace más de 10 años. Finalmente países como Uruguay y Colombia registran actividad en contra de la desnutrición crónica para niños menores de 5 años cada 10 años en el último siglo; y países cercanos a Ecuador, como Bolivia, Perú y Colombia han disminuido este problema con registros actualizados en estos últimos 20 años.

Ilustración 2. Proporción de desnutrición crónica infantil en menores de 5 años en Sudamérica, entre 1986 y 2020.



Fuente: OMS(2020)

Es de considerar, que la tasa de variación promedio de desnutrición crónica de niños menores a 5 años en la Sudamérica es de -23,03% lo cual contrasta con la variación promedio de Ecuador, que es menos de la mitad pues su valor de variación promedio es del -10,75%, lo cual muestra que en Ecuador la desnutrición crónica en Ecuador ha decrecido a un ritmo promedio menor en términos relativos con los países de la región.

Países de Sudamérica	Tasa de Variación	Porcentaje de decrecimiento
Argentina	-14,10%	-0,50%
Bolivia	-19,10%	4,70%

Brasil	-69,00%	6,40%
Chile	-22,10%	0,80%
Colombia	-13,50%	2,30%
Ecuador	-10,80%	2,90%
Paraguay	-52,60%	4,20%
Perú	-7,90%	1,60%
Uruguay	-22,70%	1,60%
Venezuela	1,40%	-0,30%
Promedio*	-23,04%	2,37%

3. Metodología y datos.

3.1. Metodología y enfoque de investigación.

El presente artículo es cuantitativo de tipo explicativo, debido a que, busca analizar las determinantes de la desnutrición crónica infantil en Ecuador. El estudio pretende analizar estadísticamente las variables independientes para establecer determinantes de la desnutrición crónica infantil en Ecuador. La investigación centra su estudio en los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT,2018). En ese marco, se define a este artículo como una investigación cuantitativa de tipo explicativa no experimental.

Con toda la información presentada, como primer paso calculamos el error del muestreo aleatorio simple sin reposición con respecto al tamaño de muestra, en la cual, se considera el conocimiento de la población total y la proporción de niños menores a 5 años con desnutrición crónica infantil. Se obtienen la siguiente ecuación³:

Ecuación 1. Ecuación del error del muestreo aleatorio simple con respecto al tamaño de muestra.

$$n = \frac{\frac{p(1-p)z_{1-\alpha/2}^2}{e^2}}{1 + \frac{p(1-p)z_{1-\alpha/2}^2}{e^2 N}}$$

$$e^2 = p(1-p) \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N} \right)$$

$$e = 0,19\%$$

³ n representa el tamaño de muestra, N la población total, p la proporción de niños con desnutrición crónica y z es el nivel de confianza a un nivel α .

Así, el error de estimación del tamaño de muestra para ENSANUT 2018 es igual a 0,19%, lo cual manifiesta que la proporción de niños menores a 5 años con la condición de tener desnutrición crónica está bien estimada respecto a la población total.

3.2. Variables, indicadores y fuentes de información.

Se tiene a disposición 9 tablas con los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2018). Los datos incluyen principalmente información respecto a hacinamiento, saneamiento, desigualdad económica, vacunas del infante, pobreza, ingresos, negligencia médica, gestación materna, educación de los padres, antecedentes médicos, marginación e ingesta de nutrientes.

Tabla 4. Información de variables a utilizar.

Abreviación	Variabes	Descripción	Fuente
Me	Marginación económica	Dicha variable tiene base en la información cualitativa proporcionada por: la provincia, zona rural o urbana, identificación étnica y el tipo de seguro que tiene	ENSANUT (2018)
An	Analfabetismo	La construcción de esta variable se la da a partir de su último nivel de educación, si sabe leer y si tiene o no un título de educación superior	ENSANUT (2018)
Nm	Negligencia médica	Se utilizan las variables binarias que muestran cómo se llevó a cabo los controles del embarazo de la madre, entre ellos la toma de muestras de sangre, orina, la medición de presión y las pruebas respectivas al tétanos, VIH y sífilis.	ENSANUT (2018)
Gm	Gestación materna	Con este índice se pretende medir como fue el proceso del embarazo por parte de la madre, si realizó el control preparto, si tuvo asesoría post parto, si tomo nutrientes en el	ENSANUT (2018)

		pre, la higiene en la preparación de alimentos y si uso micronutrientes como hierro o ácido fólico.	
Vac	Vacunas	Se mide, si el infante tiene o no las siguientes vacunas: BCG, hepatitis B, rotavirus 1, rotavirus 1, pentavalente 1, pentavalente 2, pentavalente 3, OPV 1, OPV 2, OPV 3, neumococo 1, neumococo 2, neumococo 3, SRP 1, SPR2.	ENSANUT (2018)
Ib	Infecciones biológicas	Dicha variable cuantifica las infecciones biológicas durante los primeros 6 meses de vida del infante, sabiendo si sufrió de diarrea, tos, moquera y el consumo de desparasitantes.	ENSANUT (2018)
Pob	Pobreza	Se sabe que el estado y zona donde se vive esta correlacionada negativamente con la pobreza, así para medir este índice, lo realizamos con el estado y material de: Vía, Techo Piso, Pared de la casa de la familia del infante; asimismo, lo relacionamos con su servicio de cocina, basura, electricidad, agua.	ENSANUT (2018)
San	Saneamiento	Para el saneamiento se pretende utilizar el número de cuartos que existen en el hogar, como el número de cuartos para dormir; igualmente empleamos	ENSANUT (2018)

		variables que miden el tipo de baño que posee, como adquiere el agua y la facilidad que tiene para conseguir el agua	
Des	Desigualdad económica	La variable para medir se relaciona con variables binarias que indican si cuenta con los servicios y objetos de: internet, cable, refrigerador, computador, lavadora, licuadora, horno, plancha, televisión, calefón, teléfono y automóvil.	ENSANUT (2018)
In	Ingesta de nutrientes	A este índice se lo mide con los hábitos nutricionales del hogar en cuestión; como: el consumo de harinas, granos, zapallo, hortalizas, vegetales, cítricos, frutas, hígado, carnes rojas, huevos, pescado, lácteos, aceites, azúcares, condimentos, sal y dulces.	ENSANUT (2018)
Ing	Ingreso	Para esta variable se suman todos los ingresos que recibió la persona en el último mes.	ENSANUT (2018)
Hac	Hacinamiento	Esta variable se mide como la relación entre el número de personas que viven en el hogar sobre el número cuartos para dormir	ENSANUT (2018)

Sin embargo, puesto que la medición para estas variables se da mediante preguntas con respuestas binarias o categorías ordinales, construiremos la información antes mencionada con el Análisis de Correspondencia Múltiple, que permite la creación de

índices con valores numéricos a partir de datos cualitativos, trasladando la mayor parte de la información o variabilidad de los datos a una sola variable⁴ (Hjellbrekke, 2019).

Con ello, se presenta el porcentaje de varianza, el cual representa la cantidad de información que contiene la primera componente generada por el análisis de correspondencia múltiple (MCA) respecto de los datos cualitativos originales, puesto que estas primeras variables generadas constituyen los índices a estudiar:

Tabla 5. Porcentaje de variación de las variables a utilizar según el análisis de correspondencia múltiple

Primera dimensión del MCA	Porcentaje Variación
Índice Vacunas	98,2%
Índice Desigualdad Económica	89,4%
Índice Analfabetismo	80,4%
Índice Ingesta de Nutrientes	72,3%
Índice Infecciones biológicas	70,3%
Índice de Saneamiento	70,0%
Índice Antecedentes Médicos	68,7%
Índice de Marginación	65,5%
Índice Gestación Materna	64,4%
Índice Negligencia Médica	48,9%
Índice de Pobreza	46,8%
Promedio*	62,1%

El porcentaje de variación para los índices de negligencia médica y pobreza es mayor al 45%, mientras que para el resto de nuestros índices es mayor al 65%; esto indica que los índices creados a partir de las preguntas de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición recogen la mayor parte de información en su primera componente.

La variable dependiente, a la que llamaremos y, para esta base de datos es interpretada como:

⁴ Para mayor información acerca del análisis de correspondencia múltiple consultar el Anexo 1; y para consultar la construcción de las variables examinar el Anexo 2.

1. Marca de desnutrición crónica. - Muestra si un niño menor a 5 años tiene desnutrición crónica o no. La variable y obtendrá el valor de 1 si el individuo tiene desnutrición crónica, y 0 si no lo tiene, dicha variable se recoge de la ENSANUT (2018)⁵.

A continuación, se presenta el número de niños menores a 5 años que obtuvieron 1 y 0, además del porcentaje respecto al total de observaciones que se obtiene al consolidar las fuentes de información, en las cuales no consideramos aquellas observaciones que contengan al menos un valor perdido en cualquiera de las variables independientes, todo esto con el fin de obtener una primera impresión sobre la frecuencia en la que un infante menor a 5 años incurre en la marca de desnutrición crónica y evitar el problema de valores perdidos dentro de nuestro análisis.

Tabla 6. Desnutrición crónica infantil en menores de 5 años.

Desnutrición Crónica	Total	Frecuencia
Si = 1	2887	28% ⁶
No = 0	7520	72%
Total Individuos*	10407	100%

En la tabla se muestra que el 72 % de las observaciones corresponden a individuos que no tienen desnutrición crónica, por lo que la base de datos consolidada posee una gran parcialización, donde apenas un 28 % representa a las observaciones que si tienen desnutrición crónica, lo que podría dificultar su explicación y predicción.

3.3. Preparación de los datos

El problema de la sección anterior se conoce como desbalance de la clase minoritaria, dicho problema se presenta cuando una o más clases a predecir tienen un menor número de muestras que las demás, este problema afecta directamente la capacidad de clasificación de los modelos matemáticos, ya que al momento de ajustar un modelo, su clasificación será sesgada por su clase mayoritaria, en este caso, es la clase que considera a los infantes menores de 5 años que no tienen desnutrición crónica.

⁵ Se encuentra en la tabla 9_BDD_ENS2018_f5_desarrollo_infantil

⁶ Se consideran solo las observaciones que cuentan con la información disponible para generar los índices propuestos.

Una solución a este problema es realizar un balance de la base para compensar la diferencia de valores para $y = 1$ en la muestra. Con ello, se utiliza la técnica de sobremuestreo de minorías sintéticas o SMOTE en la cual cuando se trabaja con muestras en el que la falta de datos de interés clasificados con uno es escasa se dificulta la detección de regularidades dentro de los casos raros (clase minoritaria). Es por esto que SMOTE (Solé-Casals, 2021) combina el sobre-muestreo de la clase minoritaria y el sub-muestreo de la clase mayoritaria.

Tabla 7. Análisis de sobremuestreo de minorías sintéticas.

Desnutrición Crónica	Total	Frecuencia
Si = 1	5774	45,4%
No = 0	6954	54,6%
Total Individuos*	12728	100,0%

Antes de trabajar en el modelo, se divide la base en dos subgrupos; uno de modelización y otro de validación, puesto que el clasificador a utilizar es la regresión logística, el cuál además de ser una técnica estadística es a su vez el inicio de los algoritmos de aprendizaje automático. En dichos algoritmos se divide los datos en dos conjuntos de muestras diferentes, debido a que, se debe entrenar al modelo para después comprobar su eficiencia con aquellos datos que no fueron utilizados para ajustar dicho modelo. Este proceso da robustez al modelo que se utiliza determinar los factores que influyen en la desnutrición crónica (regresión logística).

De los 12728 individuos con los que cuenta la base, se realiza un muestreo estratificado (Thompson, 2012) tomando como estratos las clases de la variable dependiente (0 y 1). Para cada estrato se tomará al azar un 88 % de los datos como muestra para el proceso de training o desarrollo del modelo, y el 12 % restante será utilizado como muestra de validación.

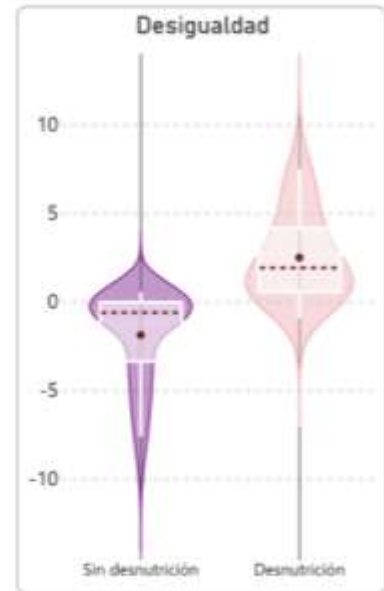
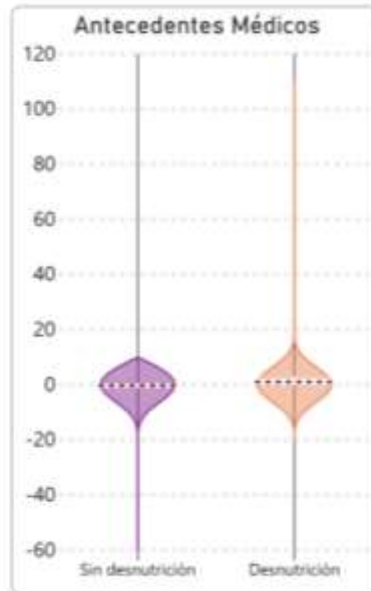
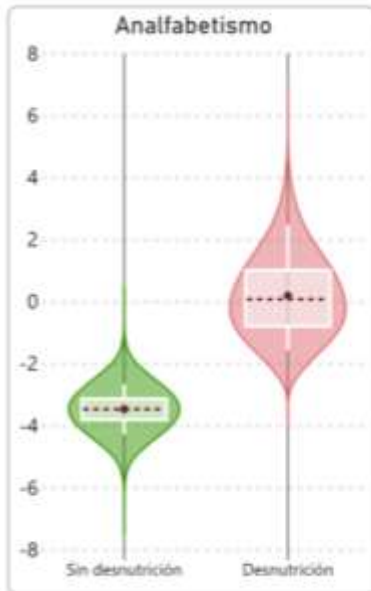
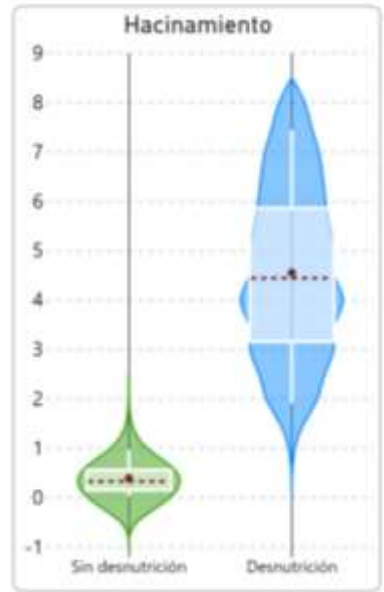
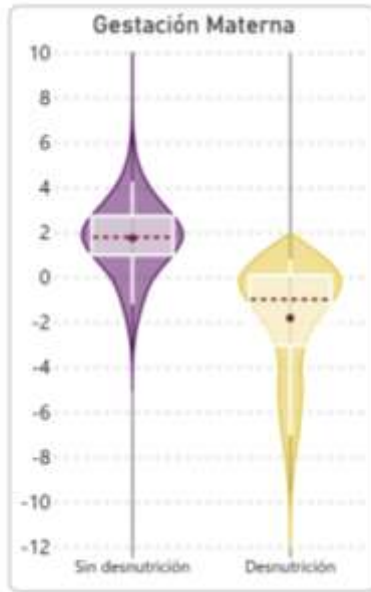
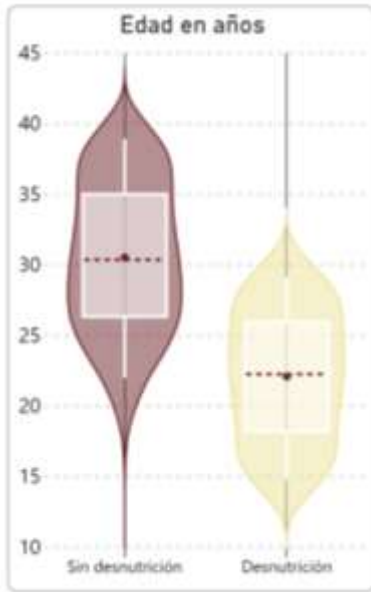
Después de depurar la base y obtener la muestra para modelizar, procederemos a realizar estadística descriptiva sobre la misma base con el fin de identificar tendencias y tener una idea general de los datos existentes.

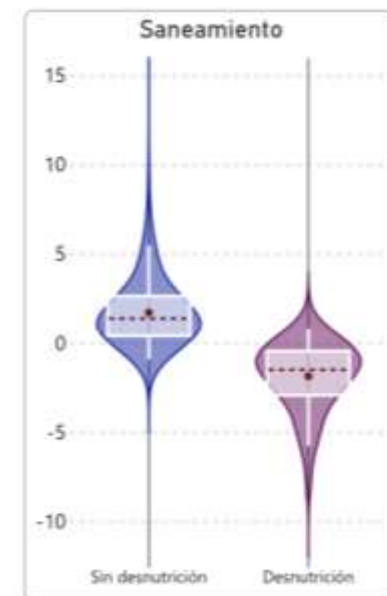
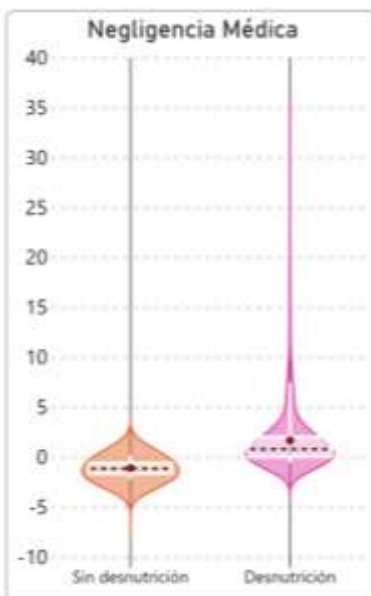
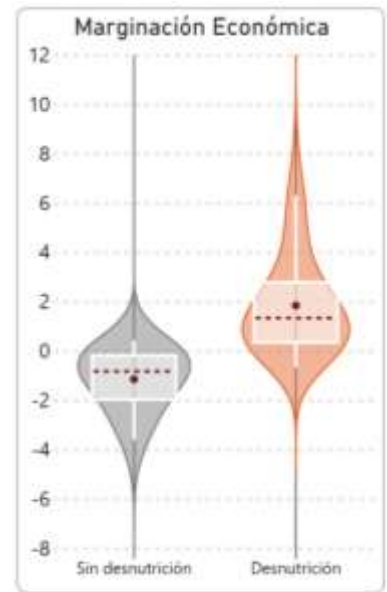
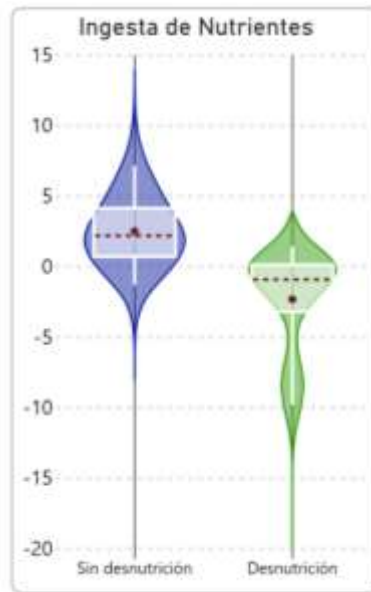
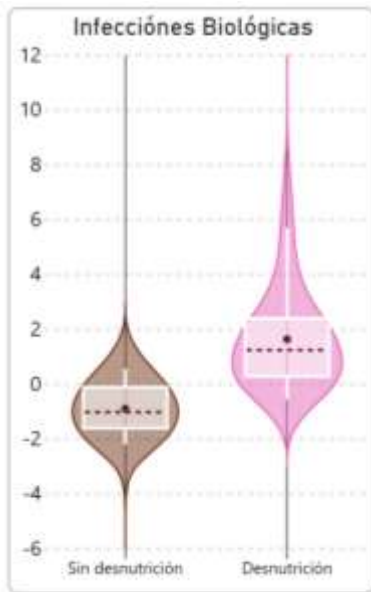
Para cada variable, se separará a los individuos que obtuvieron “Si” y “No” en la variable dependiente y, con el fin de comparar visualmente la diferencia entre cada grupo y tener una idea de que variables podrán ser más representativas para el modelo⁷.

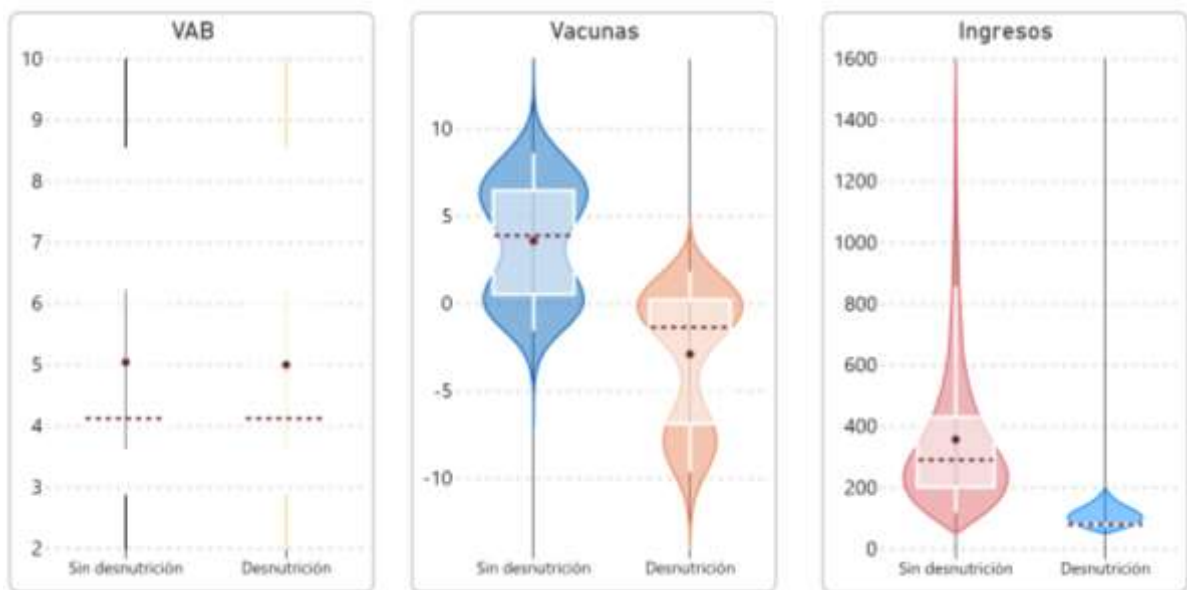
A continuación, se presentan diagramas de caja y bigotes para observar la existencia de valores atípicos como la distribución de los datos para las diferentes clases. De esta manera, se podrá visualizar que variables independientes discriminan a la variable dependiente.

Ilustración 3. Mapa de gráficas de caja y bigotes de los índices analizados.

⁷ La información complementaria acerca de la distribución de las variables independientes se encuentra en la Anexo 3.







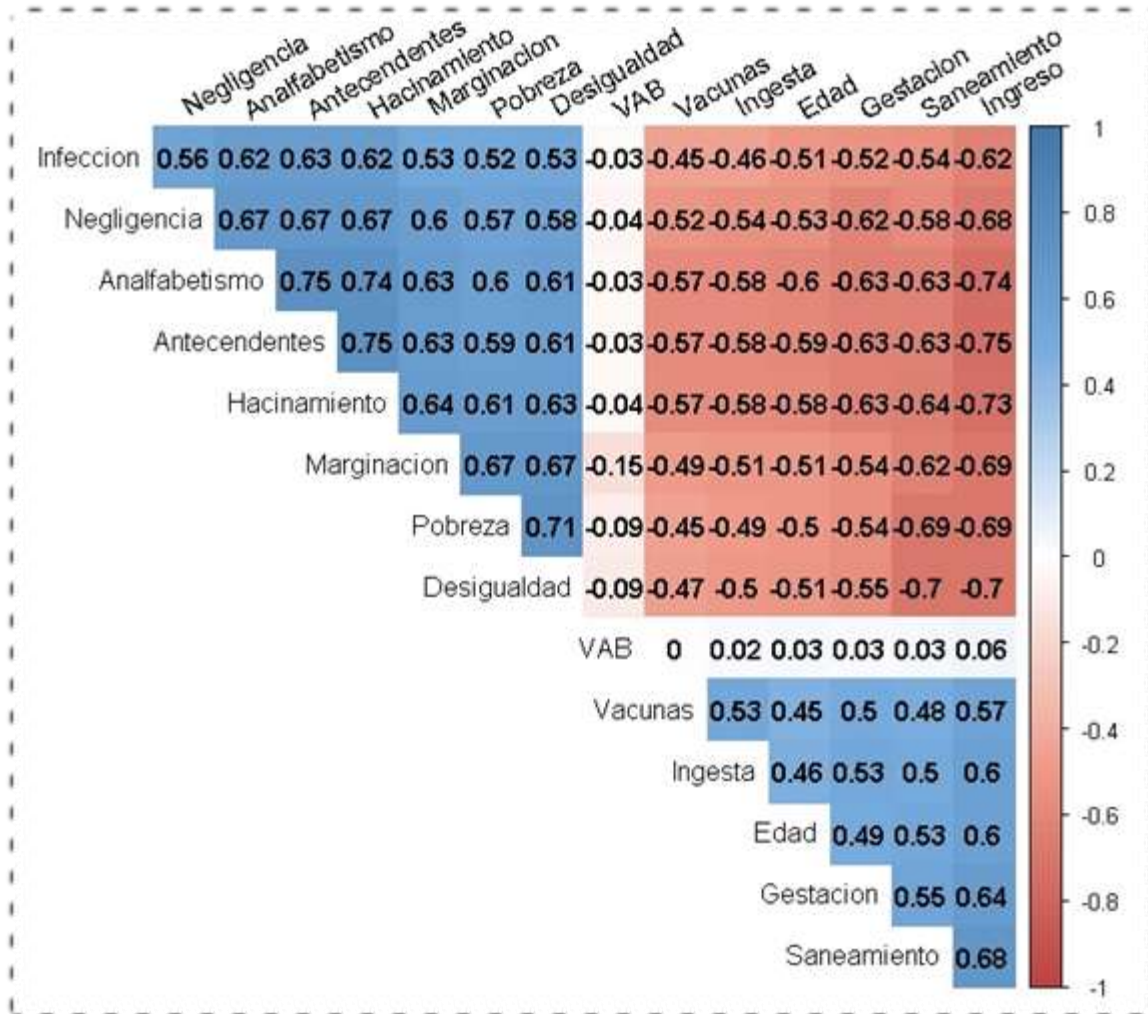
Fuente: INEC (2018)

En los diagramas de caja y bigotes, se observa algunas particularidades de la base de datos, por ejemplo, para las variables; marginación económica, analfabetismo, negligencia médica, pobreza, desigualdad económica, y hacinamiento, si existe un incremento en estas variables hay mayor posibilidad que el infante menor a 5 años tenga desnutrición crónica, mientras que a menor índice de gestión materna, vacunación, saneamiento, ingesta de nutrientes, ingresos, edad en años de la madre y el valor agregado bruto normalizado existe mayor posibilidad de que el infante menor a 5 años posea desnutrición infantil. Además de ello, se puede notar que los antecedentes médicos no discriminan bien a la variable respuesta. Así, se puede discernir variables explicativas que puede presentar el modelo.

Los valores atípicos que lleguen a encontrarse en las variables no deben ser eliminados, puesto que indican cambios drásticos dentro del contexto de estudio, lo que podría dar una gran discriminación para la ausencia o no de la desnutrición crónica en las observaciones de los infantes menores a 5 años.

Antes de implementar el modelo, primero daremos un vistazo a posibles correlaciones de Spearman (Shevlyakov, 2016) que puede haber entre las variables.

Ilustración 4. Gráfico de correlaciones de Spearman de las variables analizadas.



Fuente: INEC (2018)

Se observa en el mapa fuertes correlaciones positivas para las variables marginación económica, pobreza y desigualdad económica; así como correlaciones negativas entre el analfabetismo y el ingreso. Puesto que no hay grandes correlaciones marcadas, no realizamos transformaciones a las variables, es decir, no hay validez estadística para asumir problemas de multicolinealidad.

3.4. Selección de Variables

En el modelo predictivo a usar, es importante verificar si el modelo es capaz de distinguir entre eventos y no eventos. Hay un estadístico de rendimiento llamado Kolmogorov-Smirnov (Lupton, 1993) que mide el poder discriminatorio de un modelo. Examina la diferencia máxima entre la distribución de eventos acumulativos y los eventos

no acumulativos. Para ejecutar dicha prueba, divide la variable independiente según la variable dependiente (0 y 1) y compara dichas distribuciones. Para este método, escogemos las variables cuyos valores sean mayores a 0.05, es decir, se rechaza la hipótesis nula.

$$H_0 := \text{"Las distribuciones de las dos muestras son iguales"}$$

Así obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 8. Valor p de Kolmogorov-Smirnov de las variables analizadas.

Variables Independientes	Valor p
	Kolmogorov-Smirnov
Antecedentes Médicos*	0.0057*
Analfabetismo	0.9418
Ingreso	0.9253
Hacinamiento	0.9333
Gestación Materna	0.7404
Negligencia Médica	0.7076
Desigualdad Económica	0.7059
Marginación Económica	0.6935
Saneamiento	0.6725
Pobreza	0.6417
Ingesta de Nutrientes	0.6088
Vacunas	0.5871
Infecciones Biológicas	0.6358
Edad en años de la madre	0.1390
VAB per cápita	0.0708

Con ello, podemos notar que la variable de Antecedentes Médicos es estadísticamente insignificante.

3.5. Modelización para determinar factores influyentes en la desnutrición crónica infantil

Para determinar los factores influyentes en la desnutrición crónica infantil para niños menores a 5 años se emplea un modelo econométrico que tenga la posibilidad de clasificar a los individuos en una de las dos clases, tiene desnutrición o no la tiene, luego de ello, se procede a evaluar dicho modelo con pruebas y modelos estadísticas que permitan determinar conclusiones sucintas de las variables; asimismo de ser el caso se desagregará aquellas variables que no sean significativas en este modelo mediante técnicas que permitan hallar las probabilidades de ocurrencia de los eventos que conforman a los índices creados.

El primero de ellos es la regresión logística:

Ecuación 2 Ecuación a estimar.

Desnutrición crónica Infantil

$$= \beta_0 + \beta_1 Me_{1,0} + \beta_2 An_{1,0} + \beta_3 Nm_{1,0} + \beta_4 Gm_{1,0} + \beta_5 Vac_{1,0} + \beta_6 Ib_{1,0} + \beta_7 Pob_{1,0} + \beta_8 San_{1,0} + \beta_9 Des_{1,0} + \beta_{10} In_{1,0} + \beta_{12} Ing_{1,0} + \beta_{13} hac_{1,0} + \beta_{13} Edad_{1,0}\epsilon + \beta_{13} VAB_{1,0}$$

Dónde:

Tabla 9. Abreviación de variables a utilizar.

Abreviación	Variables
Me	Marginación económica
An	Analfabetismo
Nm	Negligencia médica
Gm	Gestación maternal
Vac	Vacunas
Ib	Infecciones biológicas
Pob	Pobreza
San	Saneamiento
Des	Desigualdad económica
In	Ingesta de nutrientes
Ing	Ingreso
Hac	Hacinamiento
Edad	Edad de la madre
Vab	Valor agregado Bruto provincial per cápita

Ecuación 3. Modelo de regresión logística (Logit).

$$P(y|X) = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i}}$$

Con

$$y|X \sim \text{Bernolli}(P)$$

La regresión logística (Hilbe, 2009) estima la probabilidad de una variable respuesta binaria dependiente de una o más variables predictoras. Se realizaron varias modelizaciones que incluyen diferentes variables sugeridas por los criterios anteriores, sin embargo, el mejor resultado se logró con un modelo de regresión logística usando todas las variables excepto los antecedentes médicos. De las probabilidades obtenidas por el modelo de regresión logística, para la asignación final (clasificar al individuo como

desnutrición crónica o no) se utilizó el corte $t = 0,5$ que brindó los mejores resultados en la matriz de confusión.

La ecuación de la regresión logística consigue como solución un número real entre 0 y 1, entonces llamamos corte al punto entre 0 y 1 que clasifica a los individuos, es decir, si $t = \varepsilon$ los valores mayores o iguales a p se clasifican como 1, mientras que los valores menores a p se clasifican como 0.

Ecuación 4. Ecuación de punto de corte en un modelo de clasificación binaria.

$$t(x) = \begin{cases} 1, & x \geq \varepsilon \\ 0, & x < \varepsilon \end{cases}$$

Del modelo logístico se obtiene la siguiente ecuación y cuadro de resumen:

Tabla 10. Resultados del modelo logit.

Variables	Coefficiente	Error Estándar	Z_valor	Valor p (Wald)
Hacinamiento	1,456351841	0,00107165	95,42	2E-16
Analfabetismo	1,231023541	0,00134593	44,43	2E-16
Ingreso	0,808906145	0,00104083	28,21	2E-16
VAB	0,710201158	0,00074763	28,75	2E-16
Desigualdad	0,649070152	0,00103223	15,42	2E-16
Gestacion	-0,64087583	0,00074989	-16,42	2E-16
Vacunas	-0,53617252	0,00040858	-24,59	2E-16
Edad	0,518819365	0,00019655	40,21	2E-16
Saneamiento	-0,49109814	0,00086443	-8,17	3,46E-16
Ingesta	-0,41130676	0,00049047	-13,70	2E-16
Negligencia	0,389165031	0,00075263	7,51	6,4331E-14
Pobreza	-0,36788197	0,00071932	-2,36	0,0183
marginación	0,215819501	0,00074841	0,66	0,5074
Infección	-0,19305111	7,858E-06	-6,90	5,44002E-12
Null deviance: 5774,00 on 11200 degrees of freedom				
Residual deviance: 372,33 on 11187 degrees of freedom				
AIC: -8802,1 Number of Fisher Scoring iterations: 2				

El valor p menor al 0,05 indica la significancia en el modelo; se observa que el índice de marginación económica no tiene significancia en el modelo, puesto que su p_valor es 0,5074.

En relación con los resultados presentados tanto por el marco teórico como por la modelización logística y el árbol de decisión, se utiliza tres conceptos importantes para obtener los determinantes de la desnutrición crónica en el Ecuador para niños menores a

5 años. En primer lugar, la regresión logística recurre a los odds ratios para comparar de manera estandarizada la influencia de las variables explicativas sobre la variable dependiente. Como segundo punto, los efectos marginales medios (AME) expresa el efecto promedio de la variable independiente sobre la probabilidad de que suceda la categoría de contraste de la variable dependiente; y finalmente, la contribución a la primera dimensión del análisis de componentes principales (ACP), considera los conjuntos de datos multidimensionales con variables cuantitativas y condensa la información que aportan cada una de ellas en unas pocas componentes, luego la correlación existente entre las variables y la primera componente principal indica el porcentaje de variancia explicada por dichas variables. Al realizar regresiones logísticas, los odd ratios son la exponenciación de los coeficientes de la regresión, además, el AME permite estimar el efecto parcial de una variable tomada en la variable resultado;

Ecuación 5. Ecuación de efectos marginales medios para J categorías

$$AME_k^8 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^{n_j} \frac{x_{jik}}{n_j} \quad \forall k \in \{1,2, \dots, 13\}$$

Y asimismo, la contribución en la primera componente hace referencia a cuan representativo es porcentualmente cada una de las variables independientes.

Ecuación 6. Contribución a la primera componente del ACP

$$CR_{j1}^9 = \text{corr}^2(Z_1, X_j) \quad \forall j \in \{1,2, \dots, 13\}$$

Además, se emplea la siguiente función a los coeficientes que estima las probabilidades de que un incremento o decrecimiento en las variables independientes produzca una probabilidad de ocurrencia de la variable dependiente, para poder dar una mejor interpretación de los odds ratios:

⁸ La variable j indica la categoría, k indica a la variable independiente del modelo, e i indica la observación de la variable k. Además, n representa el total de observaciones y n_j representa el total de observaciones en la categoría j.

⁹ Aquí Z representa la componente y X la variable independiente que entra en el modelo, mientras que el índice j representa las diferentes variables del modelo

Ecuación 7. Ecuación para determinar la interpretación de los odd's ratios.

$$w(x) = \begin{cases} \left(1 - \frac{1}{e^x}\right), & x > 0 \\ (1 - e^x), & x < 0 \end{cases}$$

Tabla 11. Tabla para la interpretación del Ame y odd's ratios.

Variables	Coficiente	W(Coficiente)	AME	Mínimo	Máximo
Hacinamiento	1,46	77%	2,60	0,00	7,99
Analfabetismo	1,23	71%	-1,66	-5,24	5,56
Ingreso	-0,81	55%	229,99	62,14	1500,00
Pobreza	0,71	51%	0,31	-6,62	20,60
Desigualdad	0,65	48%	0,31	-10,73	12,65
Gestación	-0,64	47%	-0,02	-11,03	7,58
Vacunas	-0,54	42%	0,33	-13,26	11,80
Edad	0,52	40%	25,91	14,03	40,00
Saneamiento	-0,49	39%	-0,07	-11,68	15,04
Ingesta	-0,41	34%	0,11	-16,61	12,47
Negligencia	0,39	32%	0,34	-3,27	34,29
VAB	-0,37	31%	5,05	2,62	9,61
Marginación	0,22	19%	0,37	-5,84	10,49
Infeción	-0,19	18%	0,36	-3,40	9,79

3.6. Evaluación del Modelo

En esta sección se verifica el poder de exactitud, especificidad y sensibilidad del modelo en la muestra de training. Se obtienen la siguiente matriz de confusión (Murray, 2007):

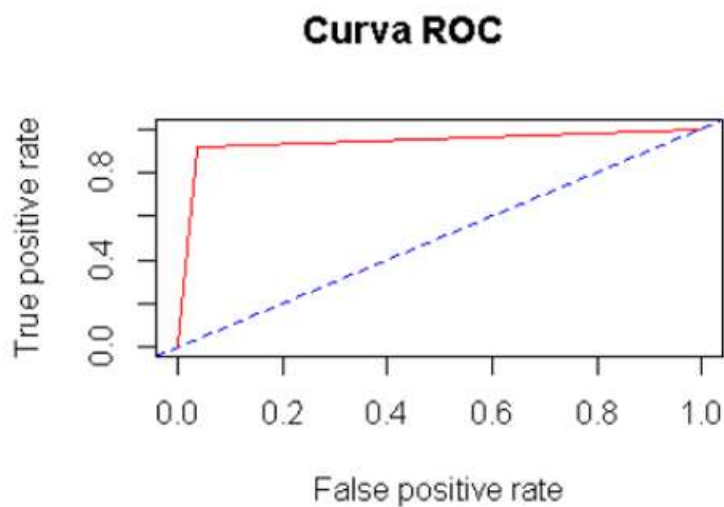
		Referencia	
		0	1
Predicción	0	53%	2%
	1	4%	41%

La exactitud es el porcentaje de casos positivos detectados correctamente, cuyo valor en el modelo es de **93,58%**. La especificidad, la tasa de negativos clasificados correctamente, corresponde a un **95,17%** y finalmente, la sensibilidad, la proporción de casos positivos que fueron correctamente identificados, es de **92,38%**.

Estadístico de Kolmogorov Smirnov de sobreajuste. - Para verificar el ajuste del modelo, se usa el estadístico de Kolmogorov Smirnov, que, según normas internacionales, debe ser mayor al 20 % para ser considerado bueno. En este caso, el modelo presenta un estadístico K-S igual a 0,8754715, es decir un 87,55 % por lo que puede considerarse que tiene una buena confiabilidad sobre la predicción de los datos.

Curva de Característica Operativa del receptor o ROC e Índice AUC o área bajo la curva.- (Clark, 2011).- A continuación, se presente la gráfica de la curva ROC del modelo en la muestra de training:

Ilustración 5. Curva de la característica operativa del receptor (Roc).



La curva ROC es una representación gráfica de la sensibilidad frente a la especificidad. En el modelo propuesto, la curva se aleja considerablemente de la recta de clasificación aleatoria, por lo que se considera que existe una buena calidad de clasificación. Para confirmar esto, calculamos el AUC, o el área bajo la curva que tiene el valor de 0,9377 que es una alta probabilidad de buena clasificación para los infantes con desnutrición crónica menores a 5 años.

Test de Factor de Inflación de la Varianza o VIF (Reddy, 2021).- El test de Factor de Inflación de la Varianza cuantifica la intensidad de la multicolinealidad en una regresión, se proporciona un índice que mide hasta qué punto la varianza de un coeficiente de regresión estimado se incrementa a causa de la colinealidad. Si el valor de VIF es mayor a 10, la multicolinealidad es alta. Se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 11. Test de factor de inflación de la varianza de las variables analizadas.

Variables Independientes	Valor de la varianza
--------------------------	----------------------

	inflada
Marginación Económica	5,6481
VAB	3,7438
Edad en años de la madre	3,4408
Ingreso	2,9511
Analfabetismo	2,8535
Desigualdad Económica	2,5134
Pobreza	2,4163
Saneamiento	2,357
Gestación Materna	1,7431
Vacunas	1,7279
Infecciones Biológicas	1,6318
Nutrientes	1,5672
Negligencia	1,5062
Hacinamiento	2,5025
Promedio*	2,62024286

Para ninguna de las variables en el modelo el valor del VIF es mayor a 10, por lo que se descarta multicolinealidad en la modelización.

Conjuntamente, en el Anexo 4 se muestran otros indicadores para poder establecer que tal eficiente es el modelo.

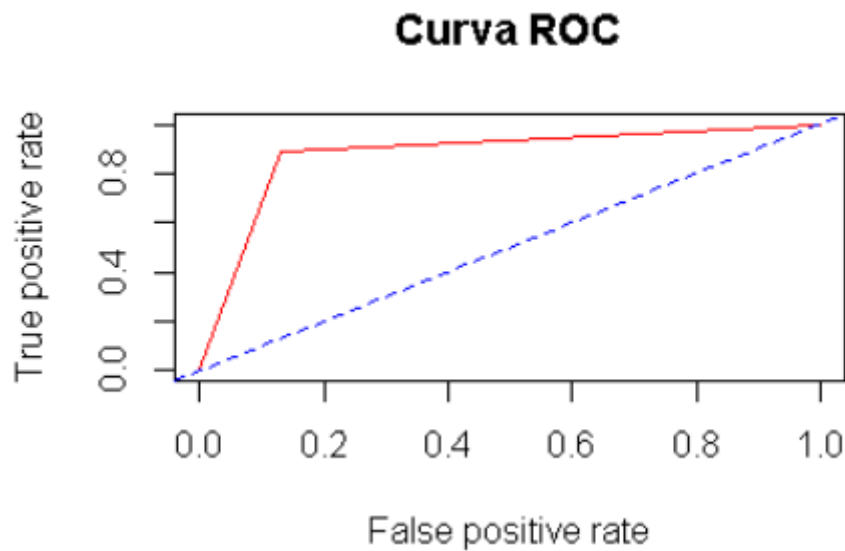
3.7. Validación del Modelo

Para comprobar la efectividad del modelo, se realiza una evaluación del mismo en la base de validación que cuenta con 1528 observaciones. Se obtiene la siguiente matriz de confusión:

		Referencia	
		0	1
Predicción	0	51%	5%
	1	8%	36%

En esta muestra se observa una exactitud del 87.96 %, una sensibilidad del 86.94 %.

Ilustración 6. Gráfico ROC.



Para la muestra de validación, la calidad de la discriminación parece ser inferior a la muestra de training. Esto puede confirmarse calculando el AUC, que en este caso es de 88,15 %, por lo que se ha hallado un modelo que tiene un buen ajuste. Finalmente, se calcula el estadístico de Kolmogorov Smirnov para sobreajuste que obtiene el valor de 76,30 %, que es considera un buen valor, además, los estadísticos KS para la muestra de modelación y de validación son muy similares, lo que es una buena señal para el modelo.

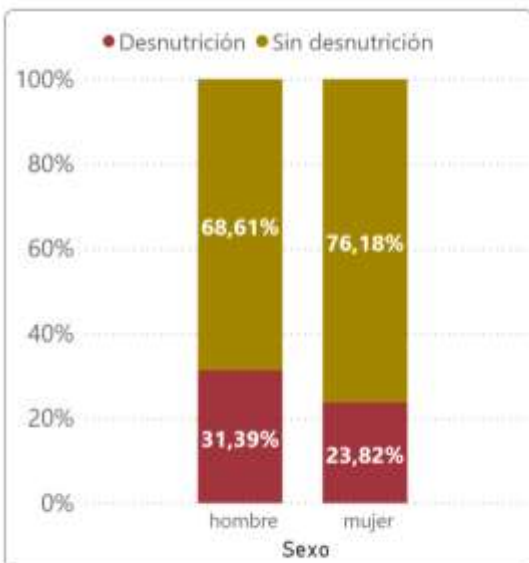
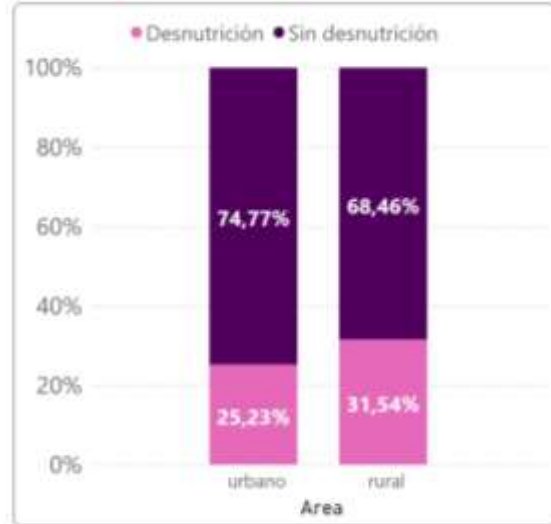
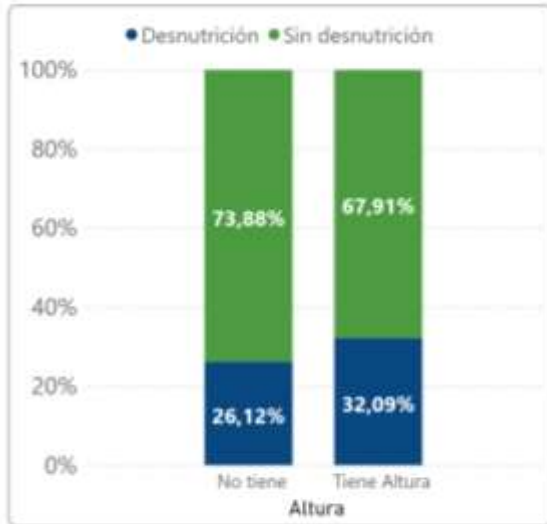
3.8. Desagregación de la Marginación Económica

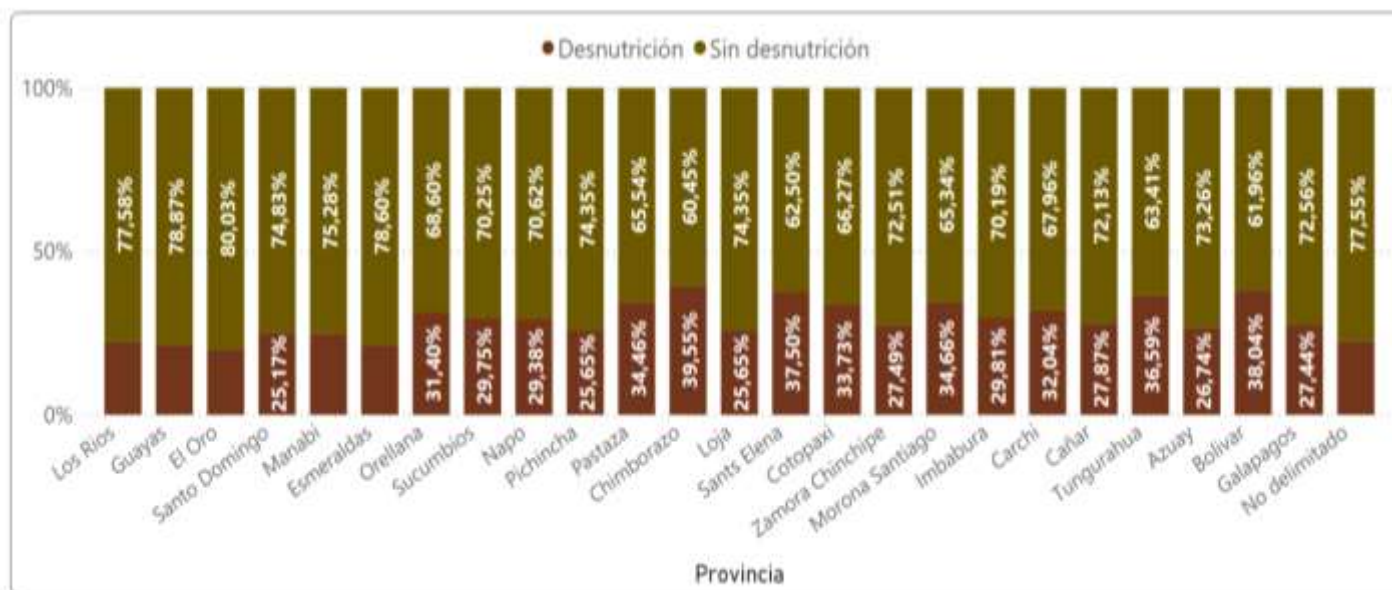
Como se mostró en la sección 1.4, la variable marginación económica no es significativa. Sin embargo, los estudios mostrados en el marco teórico afirman que las variables como: identificación étnica, área (rural o urbano), provincia, sexo son indispensables para identificar la desnutrición crónica en el país.

Dado que la variable desigualdad económica se construye con estas variables, se realiza un árbol de decisión para saber bajo que combinaciones de estas variables categóricas un niño tiende a tener mayor probabilidad de tener desnutrición crónica infantil; igualmente se incluye la variable indicadora altura que muestra aquellas provincias que superan los 2500 msnm; ya que se encuentra una asociación entre la desnutrición crónica en niños menores de 5 años y la altura de sus zonas geográficas (Ramírez, 2017).

Por lo tanto, realizamos la descripción de las variables categóricas para poder visualizar su discriminación con respecto a la variable dependiente:

Ilustración 7. Histogramas de variables categóricas del índice de marginación económica.





Fuente: INEC (2018)

Se visualiza que la mayor desnutrición crónica en niños menores a 5 años en el Ecuador se da a las personas indígenas que viven en zonas rurales de las zonas andinas como Tungurahua y Chimborazo. Además, se muestra los valores de las variables categóricas en las siguientes tablas de contingencia, en las cuales se muestra el porcentaje por filas:

Tabla 12. Desnutrición crónica dada características de etnia, área, sexo y altura.

Área	Desnutrición	Sin desnutrición
rural	31,54%	68,46%
urbano	25,23%	74,77%

Sexo	Desnutrición	Sin desnutrición
hombre	31,39%	68,61%
mujer	23,82%	76,18%

Etnia	Desnutrición	Sin desnutrición
Afro-ecuatoriano	20,41%	79,59%
Blanco	19,29%	80,71%
Indígena	37,82%	62,18%
Mestizo	26,59%	73,41%
Montubio u Otros	23,83%	76,17%

Altura	Desnutrición	Sin desnutrición
No tiene	26,12%	73,88%
Tiene Altura	32,09%	67,91%

Fuente: INEC (2018)

Tabla 13. Desnutrición crónica infantil en Ecuador por provincia para el 2018.

Provincia	Desnutrición	Sin desnutrición
Chimborazo	39,55%	60,45%
Bolívar	38,04%	61,96%
Santa Elena	37,50%	62,50%
Tungurahua	36,59%	63,41%
Morona Santiago	34,66%	65,34%
Pastaza	34,46%	65,54%
Cotopaxi	33,73%	66,27%
Carchi	32,04%	67,96%
Orellana	31,40%	68,60%
Imbabura	29,81%	70,19%
Sucumbíos	29,75%	70,25%
Napo	29,38%	70,62%
Cañar	27,87%	72,13%
Zamora Chinchipe	27,49%	72,51%
Galápagos	27,44%	72,56%
Azuay	26,74%	73,26%
Loja	25,65%	74,35%
Pichincha	25,65%	74,35%
Santo Domingo	25,17%	74,83%
Manabí	24,72%	75,28%
No delimitado	22,45%	77,55%
Los Ríos	22,42%	77,58%
Esmeraldas	21,40%	78,60%
Guayas	21,13%	78,87%
El Oro	19,97%	80,03%

Fuente: INEC (2018)

Con esta información, se encuentra algunas características importantes que no se reflejan en el modelo logístico, no obstante se ha descrito cada una de las variables de manera individual con respecto a la desnutrición crónica. Para poder conocer la influencia de estas variables en conjunto respecto a la desnutrición crónica de niños menores a 5 años se procede a realizar un árbol de decisión.

Un árbol de decisión es un algoritmo de aprendizaje supervisado no paramétrico, que se utiliza para la clasificación de variables. Tiene la estructura de un grafo, específicamente de un árbol jerárquico, en el cual se considera un nodo raíz que se conecta mediante vértices a los posibles caminos o decisiones en base al conjunto de variables independientes.

El aprendizaje del árbol de decisiones emplea una estrategia de realización de una búsqueda exhaustiva para identificar los puntos de división en las variables independientes que discriminen de manera óptima la clasificación. Este proceso de división se repite de forma recursiva desde el nodo padre hasta las hojas terminales del árbol.

Para reducir la complejidad y evitar el sobreajuste, generalmente se emplea la poda; este es un proceso que elimina las ramas que se dividen en características con poca importancia. Por ende, para realizar el modelo de árbol de decisión se verifica que exista independencia de las variables mediante la prueba Chi cuadrado de independencia:

Tabla 14. Verificación de la existencia de independencia en las variables.

Test Chi	Área	Sexo	Provincia	Altura
Sexo	0,456			
Provincia	0,001	0,099		
Altura	0,001	0,275	0,001	
Etnia	0,001	0,087	0,001	0,001

Los valores menores al 0.05 indican que se rechaza la hipótesis nula, es decir, que no existe independencia entre las dos variables ha analizar. Con ello, se puede identificar que existe interacciones entre las variables, por lo que se ratifica que es necesario realizar un estudio en conjunto con estas variables para poder establecer conjeturas respecto a la desnutrición crónica en niños menores de 5 años.

Ahora se efectúa el test de valor de la información; es una tecnica de selección de variables cualitativas que consiste en el siguiente cálculo:

$$IV = \sum_{n=1}^N (2p_n - 1) \ln \left(\frac{p_n}{1 - p_n} \right)$$

Donde N representa el número de categorías de la variable cualitativa y p_n representa la proporción de niños con desnutrición crónica infantil en la n-ésima categoría; en términos generales si el valor es menor a 0.02 se considera que la variable no discrimina de manera correcta a la variable dependiente.

Tabla 15. Valor de la información de variables a utilizar en el árbol decisiones.

Variables	Valor de la Información
Provincia	0,268235274
Etnia	0,038549787
Sexo	0,035609849
Área	0,017329113

Altura 0,007026929

En la siguiente gráfico se muestra el árbol de decisión creado a partir de las cinco variables cualitativas, el cual muestra la probabilidad de ocurrencia de que un niño tenga o no desnutrición crónica, respecto a las variables seleccionadas y los niveles establecidos por el árbol.

Nodo 0		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	27,7	2887
■ Sin desnutrición	72,3	7520
Total	100,0	10407

Ilustración 8. Árbol de decisiones.

Azuay; Cañar; El Oro; Esmeraldas; Guayas; Loja; Los Ríos; Manabí; Pichincha; Zamora Chinchipe; Galapagos; Santo Domingo; No delimitado

Bolívar; Carchi; Cotopaxi; Chimborazo; Imbabura; Morona Santiago; Napo; Pastaza; Tungurahua; Sucumbios; Orellana; Santa Elena

Nodo 1		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	23,8	1473
■ Sin desnutrición	76,2	4726
Total	59,6	6199

Nodo 2		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	33,6	1414
■ Sin desnutrición	66,4	2794
Total	40,4	4208

hombre

mujer

hombre

mujer

Nodo 3		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	26,9	858
■ Sin desnutrición	73,1	2334
Total	30,7	3192

Nodo 4		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	20,5	615
■ Sin desnutrición	79,5	2392
Total	28,9	3007

Nodo 5		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	37,9	833
■ Sin desnutrición	62,1	1362
Total	21,1	2195

Nodo 6		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	28,9	581
■ Sin desnutrición	71,1	1432
Total	19,3	2013

urbano

rural

Indígena

Mestizo; Blanco; Afro-ecuatoriano; Montubio u Otros

urbano

rural

Nodo 7		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	18,6	380
■ Sin desnutrición	81,4	1661
Total	19,6	2041

Nodo 8		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	24,3	235
■ Sin desnutrición	75,7	731
Total	9,3	966

Nodo 9		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	44,8	304
■ Sin desnutrición	55,2	374
Total	6,5	678

Nodo 10		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	34,9	529
■ Sin desnutrición	65,1	988
Total	14,6	1517

Nodo 11		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	26,0	255
■ Sin desnutrición	74,0	726
Total	9,4	981

Nodo 12		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	31,6	326
■ Sin desnutrición	68,4	706
Total	9,9	1032

Indígena

Mestizo; Blanco; Afro-ecuatoriano; Montubio u Otros

Nodo 13		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	35,5	22
■ Sin desnutrición	64,5	40
Total	0,6	62

Nodo 14		
Categoría	%	n
■ Desnutrición	23,6	213
■ Sin desnutrición	76,4	691
Total	8,7	904

Fuente: INEC (2018)

Elaboración Propia

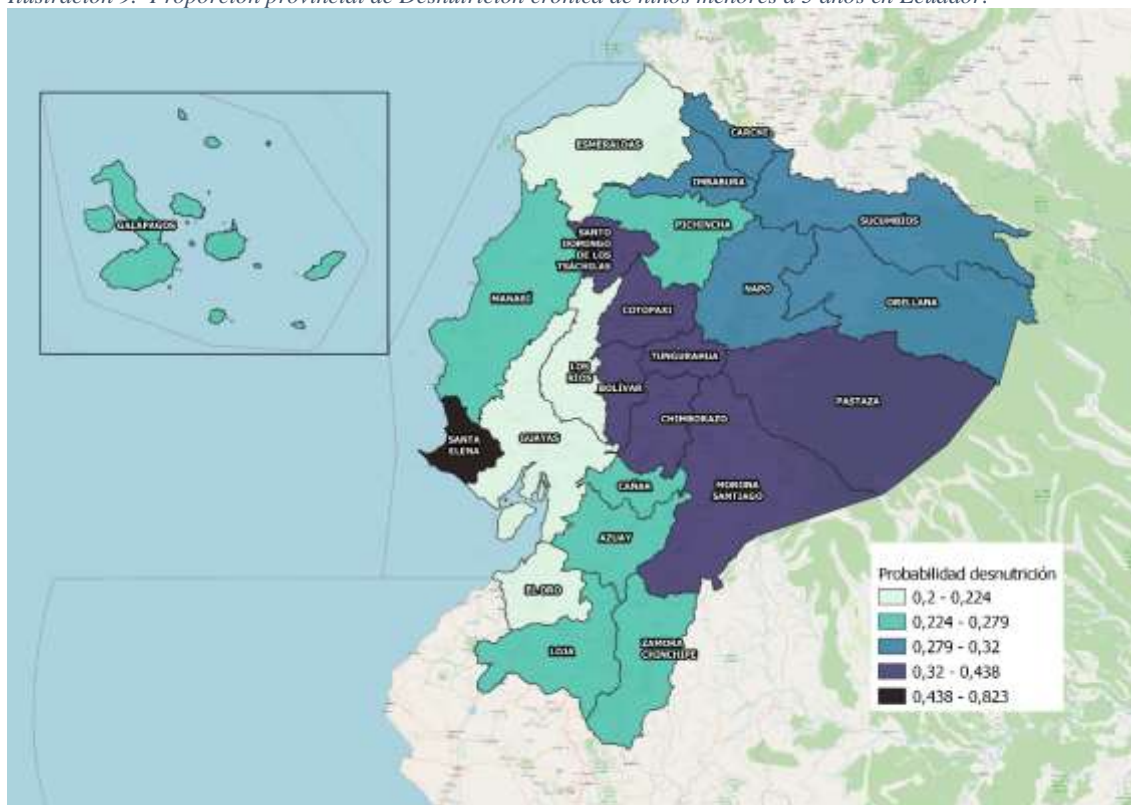
En este árbol es importante notar que divide como primer nivel a la variable cualitativa provincia, a la cual la segmenta en dos nodos. El primer nodo que denominaremos Nodo 1 son las provincias de Azuay, Cañar, El Oro, Esmeraldas, Los Ríos, Manabí, Pichincha, Zamora Chinchipe, Galápagos y Santo Domingo. El segundo nodo lo denominamos Nodo 2 y consta de las provincias Bolívar, Cañar, Cotopaxi, Chimborazo, Morona Santiago, Pastaza, Tungurahua, Sucumbios, Orellana y Santa Elena.

Por otro lado, el siguiente nivel para el Nodo 1 y Nodo 2 del árbol se analiza la variable sexo, es decir, el proceso de poda considera que es esencial en cada segmentación de las provincias, dividirlos por su sexo. Así, se infiere que para las mujeres indígenas menores a 5 años del Nodo 1 existe una probabilidad del 35% de tener desnutrición crónica, la cual es la más grande de esta rama del árbol.

A su vez, es importante destacar que en el Nodo 2 según la técnica utilizada es importante segmentar a los niños respecto a su etnia, mientras que para las mujeres es significativo segmentarlas respecto al área donde se ubica, ya sea rural o urbana. Por otro lado, se observa que las probabilidades de padecer desnutrición crónica son más altas en el Nodo 2 que en el Nodo 1. En ese sentido, en el Nodo 1 resalta que los niños menores a 5 años que son indígenas la probabilidad de tener desnutrición crónica es del 44% y para los niños de otras etnias es del 34. Finalmente, las niñas menores a 5 años pertenecientes al Nodo 2 que viven en zonas rurales tienen una probabilidad de contraer desnutrición crónica es del 31,5%.

Es de notar la importancia de la provincia, ya que es el primer nodo del árbol de decisión por este motivo, se realiza un mapa de calor para mostrar cuán influyente es esta categorización:

Ilustración 9. Proporción provincial de Desnutrición crónica de niños menores a 5 años en Ecuador.



Elaboración Propia

4. Resultados

Con base en los resultados, se concluye que un incremento en el índice de analfabetismo produce una 71% de probabilidad que un infante menor a 5 años en el Ecuador tenga desnutrición crónica. Este análisis anterior es de gran utilidad para los índices de hacinamiento y pobreza; esto es, cuando existe un incremento en cada una de estas variables se tiene una probabilidad de 77% y 51% de que un niño en sus primeros 5 años llegue a tener desnutrición crónica en el Ecuador.

Además, cuando los ingresos disminuyen, entonces la probabilidad de que un infante menor a 5 años en Ecuador sufra de desnutrición crónica es de 55%. Del mismo modo, cuando decrece el VAB la probabilidad de que un niño menor a 5 años en el Ecuador sufra de desnutrición crónica es de 31%. De la misma manera, cuando los índices de saneamiento e ingesta de nutrientes decrecen, entonces la probabilidad de que un individuo menor a 5 años en el Ecuador sufra de desnutrición crónica es de 39% y 34% respectivamente.

La evidencia muestra que mayor relevancia respecto a un cambio en su valor son las variables de hacinamiento, analfabetismo, ingreso y pobreza, ya que, representan las mayores probabilidades de cambio, siendo ellas: 77%, 71%, 55% y 51% respectivamente. En otras palabras, aquellos niños mejores a 5 años que aumenten su índice de pobreza, tengan muchas más personas viviendo con el mismo número de cuartos, sus ingresos decrezcan y tengan una disminución del índice de analfabetismo serán personas con una probabilidad alta de tener desnutrición crónica.

Cabe acotar que, en relación a las medias de efectos marginales (Medias) para la variable edad en años, un punto de corte para decidir si un niño menor a 5 años tiene desnutrición crónica es 25,9 años, es decir, aquellas madres que tienen una edad menor a 25,9 años son más propensas a tener hijos menores a 5 años con desnutrición crónica. Asimismo, aquellos padres que tengan ingresos menores a 300 suelen tener hijos menores a 5 años con problemas de desnutrición crónica; y si las provincias tienen un valor agregado bruto per cápita menor a 5,05 miles de dólares, los niños menores a 5 años que viven en ellas son propensas a tener desnutrición crónica. Además, aquellos hogares que tiene que tiene más de 3 personas viviendo en un mismo cuarto tienden a tener niños menores a 5 años con desnutrición crónica infantil.

De manera similar, para las medias de efectos marginales se verifica cuan alejados están estos valores del punto medio para poder determinar aquellas variables e índices que discriminan a la variable dependiente y determinar qué tan diferentes son estas regiones una de la otra. Para ello normalizamos las medias de efectos marginales de las diferentes variables y se obtiene:

Ecuación 8. Ecuación del proceso de normalización de los coeficientes.

$$X_{normalizada} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Tabla 17. Tabla para la interpretación de las medias normalizadas de AME

Variables	Media Normalizada
Gestación	0,591499843
Ingesta	0,575050104
Vacunas	0,542332264
Desigualdad	0,472283817
Edad	0,457505274

Saneamiento	0,434512857
Marginación	0,380269314
VAB	0,347604148
Analfabetismo	0,331199153
Hacinamiento	0,325257218
Infección	0,285361569
Pobreza	0,254722931
Ingreso	0,11673806
Negligencia	0,096153305
Promedio*	0,372177847

Los índices con regiones de punto de corte diferente al punto medio son los índices de infecciones biológicas, pobreza, VAB, ingresos y negligencia médica, dicho en otras palabras, estos índices se dividen en dos regiones que tienen amplitudes diferentes respecto a los niños menores de 5 años con desnutrición crónica. Los índices de infección biológica, pobreza y negligencia médica tienen la región de niños menores a 5 años con desnutrición crónica mucho más amplia que la región de niños menores a 5 años que no tienen desnutrición crónica, mientras que ocurre todo lo contrario con las variables VAB e ingresos.

Finalmente, para el índice de marginación económica su odd ratio tiene una de las menores probabilidades de cambio, además puesto que es la primera variable independiente con mayor factor de inflación de varianza; y al tener un alta correlación tanto con los índices de desigualdad económica, pobreza, saneamiento e ingresos indica que el índice de marginación económica es un factor de confusión, es decir, influye en la marca de desnutrición crónica para niños menores a 5 años; debido a que esta variable es provocada por los índices de desigualdad económica, pobreza, saneamiento e ingresos; y conjuntamente su desagregación en los factores que la componen. Estas son las principales razones para considerarse un factor de confusión. Por este motivo, desagregamos esta variable con un modelo de árbol de decisión.

Es importante recalcar que las personas más propensas a tener desnutrición crónica en los 5 primeros años de edad son los hombres indígenas que viven en el Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Morona Santiago, Napo, Pastaza, Tungurahua, Sucumbíos, Orellana y Santa Elena con una probabilidad del 44,8%. Además, en estas mismas provincias las mujeres menores a 5 años que son más propensas a tener desnutrición

crónica infantil son aquellas que viven en zonas rurales de la misma con una probabilidad del 31,5%.

A continuación, se presenta la contribución a la primera dimensión del ACP:

Tabla 18. Tabla de la contribución a la primera componente de las variables al ACP

Variables	Contribución
Hacinamiento	11,22%
Analfabetismo	10,57%
Desigualdad	8,61%
Marginación	8,60%
Pobreza	8,47%
Saneamiento	8,10%
Ingreso	6,98%
Infección	6,80%
Edad	6,57%
Vacunas	6,17%
Negligencia	6,15%
Ingesta	5,98%
Gestación	5,72%
VAB	0,05%
Promedio*	7,14%

A raíz de los datos, se clasifica en tres clases heterogéneas generadas por un proceso de K-medias donde cada una de estas están relacionadas de forma directa con la contribución numérica de cada variable para que un individuo menor a 5 años en el Ecuador sufra de desnutrición crónica, en este caso existen valores entre [8%,12%] cuyos índices son los que más aportan a que el individuo tenga desnutrición, aquí se encuentran pobreza, analfabetismo, desigualdad económica, marginación económica y hacinamiento, siendo este último el índice de mayor contribución con un **11,22%**, en otras palabras, aquel individuo cuyos familiares directos sufran de hacinamiento son mucho más propensos a sufrir de desnutrición crónica.

De la misma manera, aquellos índices clasificados entre **(5%,8%)** poseen una relevancia intermedia en la contribución de que un menor a 5 años en Ecuador sufra de desnutrición crónica, entre ellos están gestación materna, infecciones biológicas, edad en años de la madre, vacunas del infante, negligencia médica, ingesta de nutrientes e ingresos ya que estas variables están clasificadas por clases, se considera que dentro de la misma

los ingresos es la que tiene mayor índice de contribución con 6.98% de contribución a la variabilidad del modelo.

Posteriormente, se tiene que existen índices que poseen una aportación baja en términos relativos, pues se encuentran con una contribución menor a 1% de que un infante menor a 5 años en el Ecuador llegue a tener desnutrición crónica, esta es el VAB, es decir, la relación entre estos índices y la susceptibilidad de un menor a 5 años llegase a tener desnutrición es casi nula.

Con toda la información recabada se define los perfiles indicados tanto en los odds ratio, medias de efectos marginales y árbol de decisión; con ello, se concluye en base a la modelización de regresión lineal, odds ratios, medias marginales y análisis de componentes principales que los factores que mayor impacto tienen en los niños menores a 5 años en el Ecuador en el año 2018 son *el hacinamiento, la pobreza, nivel de educación de los padres, desigualdad, saneamiento y nivel de ingresos*, ya que son aquellos índices que presentan mayor representatividad en los 3 análisis mostrados. Y las variables que tienen menor influencia para la desnutrición crónica de los infantes menores a 5 años ecuatorianos en el año 2018 son VAB, gestión materna e infecciones biológicas.

Finalmente, *existe una diferencia en las probabilidades de desnutrición en los niños según las provincias en las que vivan*. En ese sentido, los niños indígenas de las provincias de la sierra norte, la amazonia y Santa Elena tienen la mayor probabilidad de tener desnutrición crónica infantil con un 44.8%. Mientras que, las niñas de estas provincias tienen mayor afección en su probabilidad de padecer desnutrición dado por su ruralidad con el 31.6%. Por otro lado, los niños de la costa, Pichincha, Galápagos, Loja y Zamora Chinchipe poseen en la mayoría de los casos una probabilidad de desnutrición menor al 27%, excepto para las niñas indígenas de las zonas rurales de esta provincia cuyo probabilidad es de 35.5%.

5. Conclusión

El hacinamiento, la pobreza, el nivel de educación de los padres, el saneamiento y el nivel de ingreso de los hogares es coincidente con la literatura global y existente en Ecuador sobre los determinantes de la desnutrición crónica infantil en Ecuador. Sin embargo, variables no tan profundizadas por la literatura preexistentes señalan que en Ecuador, *la desigualdad* es una determinante de la desnutrición crónica infantil.

En otro orden, existen determinantes asociados a las condiciones geográficas, etnia y provincia a la que pertenecen los niños que padecen desnutrición crónica infantil. Dentro de lo analizado, las provincias *con mayor población indígena*, que tienen una altura superior a los 2500 msnm son las que mayor probabilidad de sufrir desnutrición crónica infantil, ha excepción de Santa Elena, que a pesar de no tener estas características se incluye en este segmento. Por lo tanto, existe influencia de la provincia, la altura y el área en la desnutrición, lo cual coincide con los analizado por el Banco Mundial en su análisis de la Encuesta demográfica y de salud materna e infantil (INEC,2004).

En el orden de las políticas públicas, el ámbito en el que se desarrollan los factores que determinan la desnutrición crónica son estructurales y afectan de manera desigual a la población. Sin embargo, los programas implementados por el Estado ecuatoriano apuntan al corto plazo y tienen poca continuidad entre gobiernos, por lo tanto, poseen poca efectividad en el cumplimiento de sus metas y una alta frecuencia, con 13 diferentes enfoques en los últimos 30 años.

Bibliografía

- Alcarraz, L. (2021). Edad materna temprana como factor de riesgo de desnutrición durante el primer año de vida. *Scielo*.
- Banco Mundial. (2007). *Nutritional Failure in Ecuador*. Washintong: The World Bank.
- Basta, S., & al, e. (1979). Iron Deficiency Anemia and Productivity of Adult Males in Indonesia. *American Journal of Clinical Nutrition*.
- Behrman, J. R., & Parker, S. (2009). *Jstor*. 57(3), 439-477.
doi:<https://doi.org/10.1086/596614>
- C. Larson, N. (2019). Malnutrition in children with chronic disease. *Elsevier*.
- CEPAL. (2017). Impacto social y económico de la doble carga de la malnutrición: Modelo de análisis y estudio piloto en Chile, el Ecuador y México. *CEPAL*.
- Clark, A. R. (2011). *Multi-Objective ROC Learning for Classification*. University of Exeter.
- Coloma, L. E. (2018). Plan Estratégico Intersectorial para la Prevención y Reducción de la Desnutrición Crónica Infantil.
- Espín, C. V. (2004). *DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DE LOS PROGRAMAS SOCIALES DE ALIMENTACION DEL GOBIERNO ECUATORIANO Y PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTION*. Quito, Ecuador.
- Fall, C. (2011). Evidence for the intra-uterine programming of adiposity. *Hum Biol*, 410-428.
- Fan, J., Weng, M., & Li, K. (2020). *Associations between obesity and neighborhood socioeconomic status*. Obtenido de Elsevier:
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S235282731930360X?token=7790582125CD2F7446C1C9FBEDF604DEDBC6AD9436F66A98BF8FC8E3BDA0214EDA3457823ECEBF50DDBA69D6161CE81E&originRegion=us-east-1&originCreation=20220516021807>
- Fernandez, F. (2000). Programa Integrado de Micronutrientes., (págs. 2,3,4,5,6). Quito, Ecuador.
- Florez, M. R. (2015). *Alimentación complementaria y programas de alimentación alimentación dirigidos a niños entre 6 a 24 meses de edad en Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Galler, J. (2021). Neurodevelopmental effects of childhood malnutrition: A neuroimaging perspective. *Elsevier*.
- Gallup, J., & Sachs, J. (1998). Development and Poverty in a Global Age. Location, Geography and Economic Developmen. *Harvard International Review*, 50-65.
- Gutierrez, R. (2012). Estrategia Acción Nutrición. 1.
- Hilbe, J. M. (2009). *Logistic Regression Model*. Arizona: Taylor & Francis Group.
- Hjellbrekke, J. (2019). *Multiple Correspondence Analysis for the Social Sciences*. New York: Routledge.
- INEC. (diciembre de 2019). *INEC*. Obtenido de Encuesta Nacional de Salud y Nutrición,2018: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/ENSANUT_2018/Boletin%20ENSANUT%2028_12.pdf

- Larreaga, C., & Kawachi, I. (2005). Does economic inequality affect child malnutrition? *Elsevier*.
- Lupton, R. (1993). *Statistics in Theory and Practice*. New Jersey: Princeton University Press.
- Mckeown. (1976). *The Modern Rise of Population*. London: Arnold.
- Morgan, H., & McCabec, K. (2021). Malnutrition, illness, poverty, and infant growth: A test of a syndemic hypothesis in Nuñoa, Peru. *Elsevier*.
- Mosley, W. (1985a). *Biological and Socio-Economic Determinants of Child Survival*. Florence: Ordina Editions.
- Mosley, W. (1985b). *Will Primary Healthcare Reduce Infant and Child Mortality? A Critique of Some*. Florencia: Ordina Editions.
- Murray, D. J. (2007). *Confusion Matrix and other poems*. New York: Lincoln.
- Myrdal, G. (1957). *Economic Theory and Underdeveloped Regions*. *Duckworth*.
- Norren, Van, & Vianen. (1986). *The Malnutrition–Infections Syndrome and its Programming Committee for Demographic Research: The Hague*.
- NurRachmawatia, R. (2021). Spatial Bayes Analysis on Cases of Malnutrition in East Nusa Tenggara, Indonesia. *Elsevier*.
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Malnutrición: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition#:~:text=formas%20de%20malnutrici%C3%B3n,Desnutrici%C3%B3n,carencias%20de%20vitaminas%20y%20minerales>.
- Patel, M., & Srinivasan. (2011). *Metabolic programming in the immediate postnatal life*. *Nutr Metab*.
- Prado, E., & Dewey, K. (2014). Nutrition and brain development in early life. *Nutr Rev*, 267-284.
- Ramírez, J. (2017). Asociación entre altitud de residencia y malnutrición en niños peruanos menores de cinco años. *Scielo*.
- Reddy, D. C. (2021). *MULTICOLLINEARITY IN ECONOMETRIC MODELS*. Guntur: KY Publications.
- Schultz, T., & Tansel, A. (1997). Wage and Labor Supply Effects of Illness in Côte. *Journal of Development Economics*.
- Seers, D. (1979). The Meaning of Development. *Lehman (ed.)*, 11-27.
- Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. New York: Anchor Books.
- Sendhila, Kiran, K., Ramasundaram, Manjisha, S., & Sheela, K. (2020). Nutrition status in India: Dynamics and determinants. *Elsevier*.
- Shevlyakov, G. L. (2016). *Robust Correlation*. Finland: John Wiley and Sons.
- Solé-Casals, J. (2021). *Machine Learning Methods with Noisy, Incomplete or Small Datasets*. Basel: Alban-Anlage 66.
- Strauss, J., & Thomas, D. (1998). Health, Nutrition and Economic Development. *Journal of Economic Literature*, 746-814.
- Szirmai, A. (2015). *Socio- Economic Development*. Boston: Cambridge University Press.
- Thompson, S. K. (2012). *Sampling*. Canada: Jona Wiley & Sons.
- Uauy, R., Kain, J., & Corvalán, C. (2011). *How can the Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD) hypothesis contribute to improving health in developing countries?* Amsterdam: J Clin Nutr.
- UNICEF. (2021). *UNICEF*. Obtenido de Desnutrición Crónica Infantil: <https://ecuador.un.org/es/123951-desnutricion-cronica-infantil>

- Victoria, C., Adair, L., Fall, C., Hallal, P., Martorell, R., & al, R. &. (2008). Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capita. *Lancet*, 340-357.
- Walker, & et al., e. (2007). Child development: risk factors for adverse outcomes in developing countries. *Elsevier*.
- Zagaceta, M., & Mijail, F. (2016). Edad materna adolescente asociada a desnutrición crónica infantil en menores de cinco años en el Hospital General de Jaén 2011 - 2015. *Universidad Cesar Vallejo*.

6. Anexos

6.1. Anexo 1

Para estudiar las relaciones que se presentan entre p variables correlacionadas (que miden información común) se puede transformar el conjunto original de variables en otro conjunto de nuevas variables no correlacionadas entre sí (que no tenga repetición o redundancia en la información) llamado conjunto de componentes principales.

Las nuevas variables son combinaciones lineales de las anteriores y se van construyendo según el orden de importancia en cuanto a la variabilidad total que recogen de la muestra. De modo ideal, se buscan $m < p$ variables que sean combinaciones lineales de las p originales y que estén no correlacionadas, recogiendo la mayor parte de la información o variabilidad de los datos.

Si las variables originales están no correlacionadas de partida, entonces no tiene sentido realizar un análisis de componentes principales.

El análisis de correspondencia múltiple es una técnica matemática que no requiere la suposición de normalidad multivalente de los datos, aunque si esto último se cumple se puede dar una interpretación más profunda de dichos componentes.

Se considera una serie de variables $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)$ sobre un grupo de objetos o individuos y se trata de calcular, a partir de ellas, un nuevo conjunto de variables $(y_1, y_2, y_3, \dots, y_p)$, no correlacionadas entre sí, cuyas varianzas vayan decreciendo progresivamente.

Cada y_j ($j = 1, 2, 3, \dots, p$) es una combinación lineal de las $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)$ originales, es decir:

$$y_j = a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jp}x_p = a_jx$$

El primer componente se calcula eligiendo a_1 de modo que y_1 tenga la mayor varianza posible, sujeta a la restricción $a_j \cdot a_j = 1$. El segundo componente principal se calcula obteniendo a_2 de modo que la variable obtenida, y_2 esté incorrelacionada con y_1 .

Se elige a_1 de modo que se maximice la varianza de y_1 sujeta a la restricción de que $a_1 \cdot a_1 = 1$.

$$Var(y_1) = Var(a_1 \cdot x) = a_1 \sum a_1$$

El método habitual para maximizar una función de varias variables sujeta a restricciones el método de los multiplicadores de Lagrange.

6.2. Anexo 2

Se procede a mostrar la creación de las variables para poder clasificar si un niño menor a 5 años tiene o no desnutrición crónica,

2. **Ingresos.** - Para esta variable sumamos todos los ingresos que recibió la persona en el último mes. Estos resultados se obtienen de las siguientes preguntas de las encuestas de Ensanut 2018:

Preguntas
16.2 En el mes ¿retiró de su negocio o tomó de lo que produce o vende? Monto
17. En el mes ¿cuánto gastó para el funcionamiento de su negocio?
18. En el mes en su ocupación como ¿cuánto dinero líquido recibió?
19. En el mes ¿cuánto le descontaron en total por las aportaciones?
21. En su (s) otra (s) ocupación (es), ¿cuál fue su ingreso monetario total?
22.1 En su (s) otra (s) ocupación (es) ¿recibió por su trabajo pago? Monto
23.2 ¿Recibió en el mes ingresos por concepto de intereses por: cuenta? Monto
24.2 ¿Recibió en el mes ingresos por concepto de pensión por: jubilación? Monto
25.2 ¿Recibió en el mes dinero o especies por regalos o donaciones? Monto
26.2 ¿Recibió en el mes dinero o especies enviado por parte de familia? Monto
28.2 ¿Cuánto recibió en el mes por el bono de desarrollo humano? Monto
30.2 ¿Cuánto recibió en el mes de por el Bono de discapacidad Joaquín Gal? Monto

3. **Índice de Marginación.** - Dicha variable la creamos en base a la información cualitativa nominal proporcionada por: la provincia, zona rural o urbana, identificación étnica.

En este caso: se muestra la información de la variable provincia con números del 1 al 24, en la cual, a dichas categorías se ordenan en orden alfabético, es decir, 1 equivale a Azuay y 24 a Zamora Chinchipe; además para la zona rural se utiliza una variable binaria que indica con 1 si la zona es urbana o no. Y Finalmente para la designación de la variable identificación étnica se tiene las siguientes categorías:

Etnia	
Mestizo	1
Blanco	2
Indígena	3
negro/a	4
mulato/a	5
montubio/a	6
afro ecuatoriano/a	7

- 4. Índice Antecedentes Médicos.** - Esta variable la creamos en base a la información proporcionada por: antecedentes visuales, dificultad para escuchar, habilidades motrices, dificultad para la concentración y dificultad para la comunicación.

Todas estas variables tienen una representación binaria, es decir, si la persona tiene algún antecedente como afirmativo se marca con 1 y caso contrario con 0.

Antecedente	Valor
Si	1
No	0

- 5. Índice Analfabetismo.** - La construcción de esta variable se la da a partir de su último nivel de educación, si sabe leer y si tiene o no un título de educación superior. En este caso la variable último nivel de educación es cualitativa ordinal, esto es

Nivel de educación	Valor
ninguno	1
centro de alfabetización	2
jardín de infantes	3
educación básica	4
primaria	5

secundaria	6
educación media /bachillerato	7
superior no universitario	8
superior universitario	9
post-grado, doctorado, phd	10

Mientras que las variables de si sabe leer o no y si cuenta con un título de educación superior se consideran variables binarias que indican con 1 si saben leer o tienen un título de educación superior, caso contrario 0.

Esta información presentada se la encuentra en la primera base de datos llamada: 1_bdd_ens2018_f1_personas.

6. Índice Negligencia Médica. - Para poder medir de manera objetiva dicha variable, utilizamos las variables binarias que muestran cómo se llevó si se llevó a cabo o no los controles del embarazo de la madre, entre ellos, también se reconoce con una variable binaria si se la toma de muestras de sangre, orina, la medición de presión y las pruebas respectivas al tétanos, VIH y sífilis. En el caso de que haber realizado las pruebas y haberse realizado las pruebas las variables se indicarán con 1, caso contrario con 0.

7. Índice Gestación Materna. - Con este índice medimos como fue el proceso del embarazo por parte de la madre, si realizó el control pre parto, si tuvo asesoría post parto, si tomo nutrientes en el pre control, la higiene en la preparación de alimentos y si uso micronutrientes como hierro o ácido fólico.

Como se puede notar todas las variables, excepto el uso de micronutrientes como hierro o ácido fólico son variables binarias, en el caso de la variable antes mencionada se tiene una variable cualitativa nominal con las siguientes clases:

Variable	Valor
ninguno	0
ácido fólico	1
hierro	2
ácido fólico y hierro	3

8. Índice Vacunas. - Medimos si el infante tiene o no las siguientes vacunas: BCG, hepatitis B, rotavirus 1, rotavirus 2, pentavalente 1, pentavalente 2, pentavalente 3.

3, OPV 1, OPV 2, OPV 3, neumococo 1, neumococo 2, neumococo 3, SRP 1, SPR2. Como se puede notar, esta variable es binaria y tiene el valor de 1 siempre y cuando el infante tenga la vacuna.

- 9. Índice Infecciones biológicas.** - Dicha variable se cuantifica durante los primeros 6 meses de vida del infante, sabiendo si sufrió de diarrea, tos, moquera y el consumo de desparasitantes. Es fácil notar que estas variables son de clase binaria, en otras palabras, si el niño sufrió alguna de estas infecciones tendrá un valor de 1, y si no consumió ningún desparasitantes, su valor será 0. Caso contrario el infante en las diferentes variables tendrá un valor de 0

Esta información presentada se la encuentra en la sexta base de datos llamada: 6_bdd_ens2018_f2_salud_ninez, además de la variable respuesta o dependiente desnutrición crónica.

- 10. Índice de Pobreza.** - Se sabe que el estado y zona donde se vive esta correlacionada negativamente con la pobreza, así para medir este índice, lo realizamos con el estado y material de: Vía, Techo Piso, Pared de la casa de la familia del infante; asimismo, lo relacionamos con su servicio de cocina, basura, electricidad, agua. Es evidente que en este caso las variables son cualitativas ordinales:

Vía	Valor
carretera/ calle pavimentada o adoquinada	1
lastrado/ calle de tierra	2
empedrado	3
sendero	4
Otro, cuál	5
rio/mar	6

Vivienda	Valor
casa o villa	1
departamento	2
mediagua	3
cuarto/s en casa de inquilinato	4
choza	5
rancho	6
covacha	7
otra, cuál?	8

Techo	Valor
hormigón/losa/cemento?	1
zinc?	2
asbesto(eternit)?	3
teja?	4
palma/paja/hoja?	5
otro, cuál?	6

Piso	Valor
mármol/marmeton?	1
tabla/tablón no tratado?	2
duela/ parquet/ tabloncillo/ tablón tratado/ piso flotante ?	3
cerámica/baldosa/vinyl?	4
cemento/ladrillo?	5
caña?	6
tierra?	7
otro, cuál?	8

Pared	Valor
madera?	1
hormigón/bloque/ladrillo?	2
adobe/tapia?	3
asbesto/cemento (fibrolit)?	4
bahareque (caña, carrizo revestido)?	5
caña o estera?	6
otra, cuál ?	7

Item	Valor
bueno	1
regular	2
malo	3

Cocina	Valor
electricidad? (inducción)	1
gas?	2
leña/carbón?	3
no cocina	4

Alumbrado	Valor
planta eléctrica privada?	1
empresa eléctrica pública?	2
vela, candil, mechero, gas?	3
ninguno?	4

Recolección de desechos	Valor
contratan el servicio?	1
servicio municipal ?	2
la entierran?	3
la queman?	4
botan a la calle/ quebrada/ río?	5
otra, cuál ?	6

Ducha	Valor
exclusivo del hogar?	1
compartido con otros hogares?	2
no tiene?	3

Agua	Valor
red pública?	1
otra fuente por tubería?	2
pila o llave pública?	3
carro repartidor/triciclo?	4
río/ vertiente/ acequia?	5
pozo?	6
otro, cuál?	7

11. Índice de Saneamiento. - Para el saneamiento utilizamos el número de cuartos que existen en el hogar, como el número de cuartos para dormir; igualmente empleamos variables que miden el tipo de baño que posee, como adquiere el agua y la facilidad que tiene para conseguir el agua. Como se puede notar se tiene variables numéricas, con valores enteros y tres variables categóricas ordinales:

Tipo de alcantarillado	Valor
-------------------------------	--------------

no tiene?	1
letrina?	2
excusado y pozo ciego?	3
excusado y pozo séptico?	4
excusado y alcantarillado?	5

Como recibe el agua potable	Valor
no recibe agua por tubería, sino por otros medios?	1
por tubería fuera de la vivienda pero dentro del edificio, lote o terreno?	2
por tubería fuera del edificio, lote o terreno?	3
por tubería dentro de la vivienda?	4

Tuberías de Agua	Valor
en otro lugar?	1
en el edificio/patio/lote de la vivienda?	2
en el interior de la vivienda?	3

12. Índice Desigualdad Económica. - La variable a medir la relacionamos con variables binarias que indican si cuenta con los servicios y objetos de: internet, cable, refrigerador, computador, lavadora, licuadora, horno, plancha, televisión, calefón, teléfono y automóvil. Es evidente que son variables binarias, que tienen un valor igual a 1 si es que el individuo posee o no estos objetos y/o servicios.

Esta información presentada se la encuentra en la sexta base de datos llamada: 2_bdd_ens2018_f1_hogar,

13. Índice Ingesta de Nutrientes. - A este índice lo medimos con los hábitos nutricionales del hogar en cuestión; como: el consumo de harinas, granos, zapallo, hortalizas, vegetales, cítricos, frutas, hígado, carnes rojas, huevos, pescado, lácteos, aceites, azúcares, condimentos, sal y dulces. Es evidente que son variables binarias, que tienen un valor igual a 1 si es que el individuo consume estos alimentos.

Esta información presentada se la encuentra en la sexta base de datos llamada: 2_bdd_ens2018_f1_hogar,

14. Edad en años.- Representa la edad de la madre en años del infante.

15. VAB per cápita.- Esta variable indica el valor agregado bruto dividido por la población a nivel de provincia.

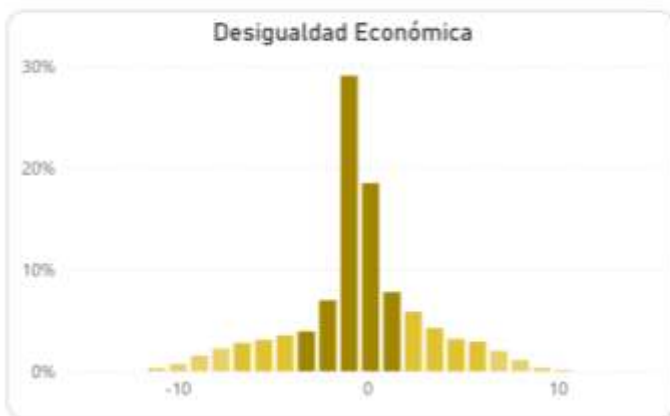
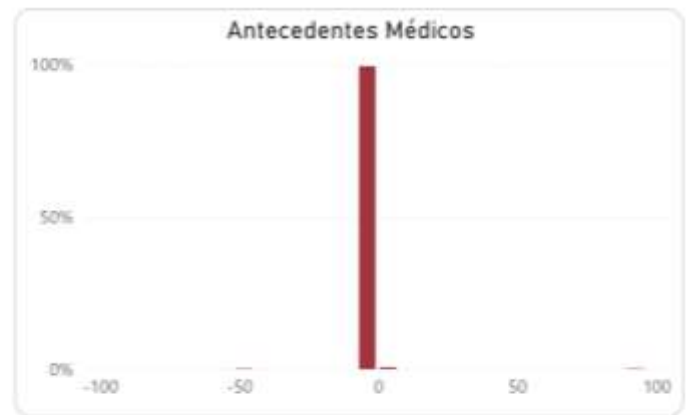
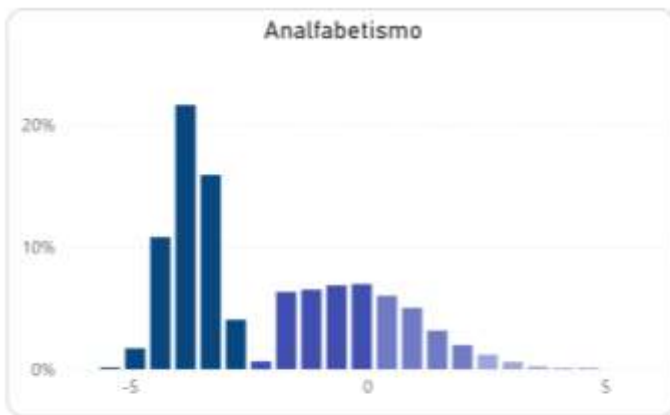
16. Hacinamiento. - Finalmente esta variable la medimos dividiendo el número de personas que viven en el hogar sobre el número cuartos para dormir

Finalmente mostramos las estadísticas de los diferentes índices y variables a medir en el trabajo,

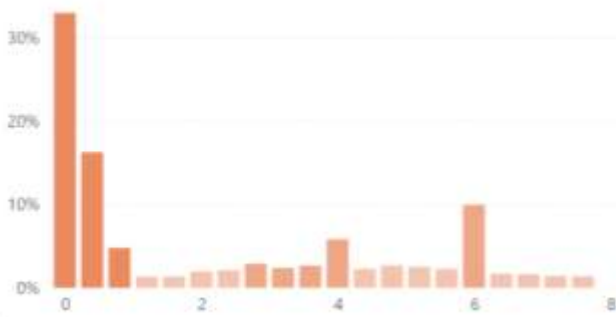
Estadísticas	Mínimo	Máximo	Rango	Mediana	Media	Variación	Des. Estandar	Coef. Variacion
Marginación	-5,84	10,49	16,33	-0,07	0,23	5,02	2,24	9,71
Antecedentes	-48,59	102,65	151,24	-0,06	0,32	3,04	1,74	5,51
Analfabetismo	-5,24	5,56	10,79	-2,79	-1,83	4,06	2,02	-1,10
Negligencia	-3,27	34,29	37,56	-0,30	0,21	6,16	2,48	11,62
Gestacion	-11,03	7,58	18,61	0,52	0,14	7,39	2,72	18,93
Vacunas	-13,26	11,80	25,07	0,53	0,63	23,52	4,85	7,68
Infección	-3,40	9,79	13,19	-0,07	0,25	3,60	1,90	7,63
Pobreza	-6,62	20,60	27,22	-0,20	0,12	11,09	3,33	26,65
Saneamiento	-11,68	15,04	26,72	0,15	0,09	7,12	2,67	28,27
Desigualdad	-10,73	12,65	23,37	0,06	0,11	11,74	3,43	31,13
Nutrientes	-19,42	7,71	27,13	0,74	0,11	12,95	3,60	34,27
Ingesta	-16,61	12,47	29,07	0,57	0,34	15,58	3,95	11,70
Ingreso	62,14	1500,00	1437,86	136,50	243,90	65175,56	255,30	1,05
Hacinamiento	0,00	7,99	7,99	0,84	2,39	6,14	2,48	1,04
VAB	2,62	9,61	6,99	4,13	5,06	3,58	1,89	0,37
Edad	14,03	40,00	25,97	26,77	26,33	42,12	6,49	0,25

6.3. Anexo 3

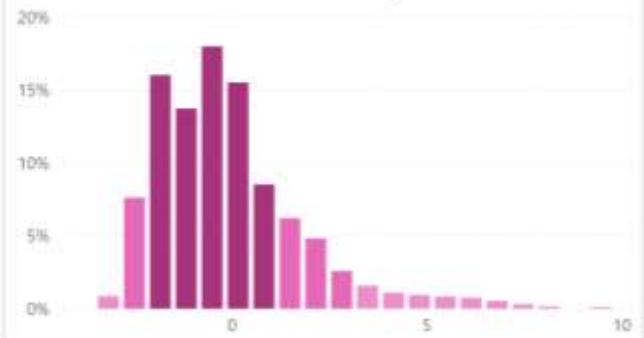
Histogramas de las variables independientes



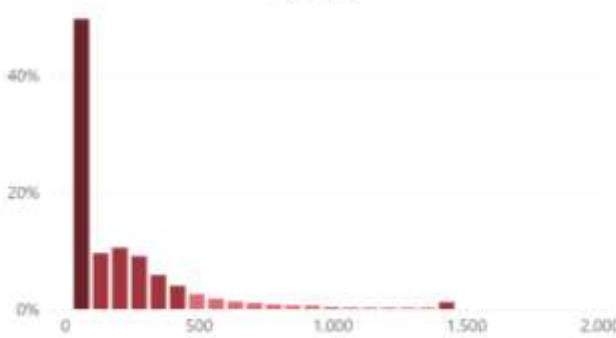
Hacinamiento



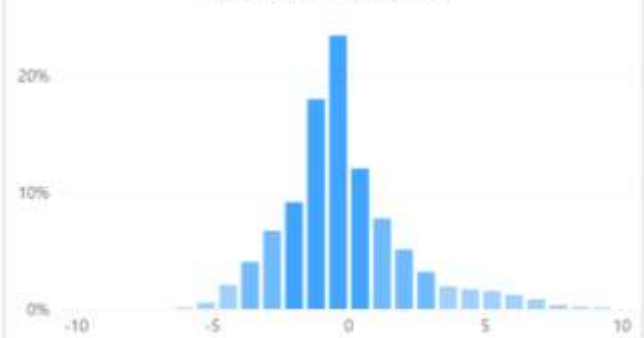
Infecciones Biológicas



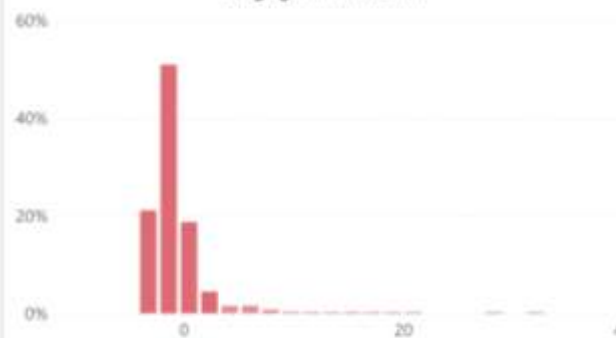
Ingresos



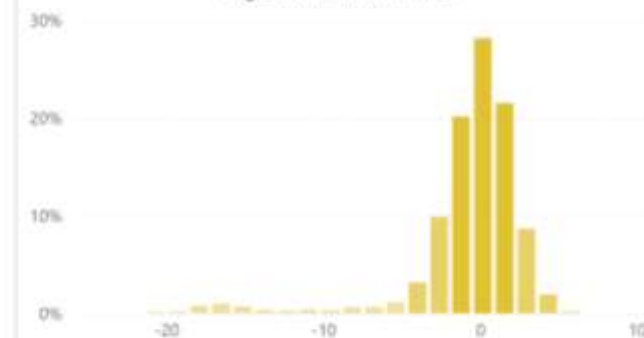
Marginación Económica



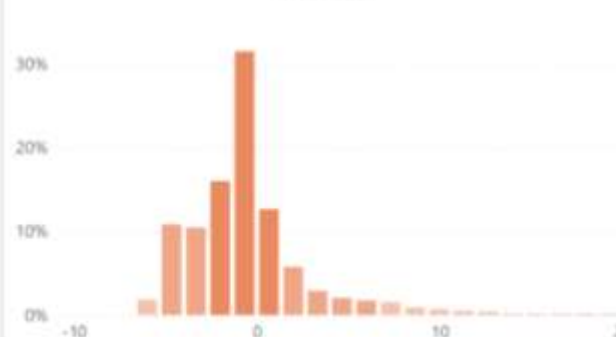
Negligencia Médica



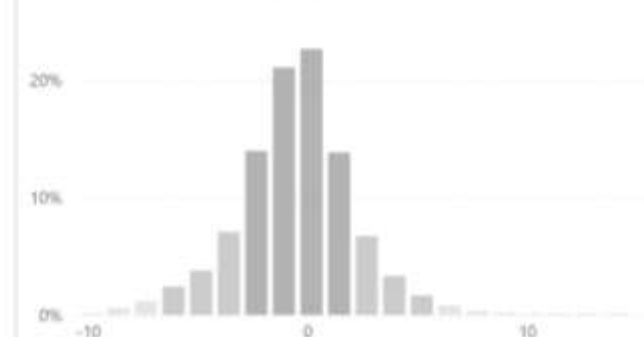
Ingesta de Nutrientes

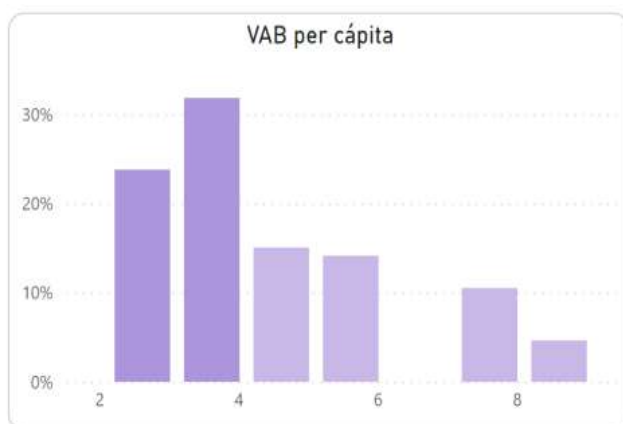


Pobreza



Saneamiento





6.4. Anexo 4

Otros indicadores

El **coeficiente de Gini** es un estadístico usado para medir cuan bien el modelo scoring distingue entre los buenos y malos clientes, toma valores entre 0 y 1, considerando que, si el coeficiente de Gini es igual a 1, entonces el modelo separa perfectamente a buenos y malos.

R-cuadrado de Nagelkerke: Indica la parte de la varianza de la variable dependiente explicada por el modelo. Hay dos R-cuadrados en la regresión logística, y ambas son válidas. Se acostumbra a decir que la parte de la variable dependiente explicada por el modelo oscila entre la R-cuadrado de Cox y Snell y la R-cuadrado de Nagelkerke. Cuanto más alto es la R-cuadrado más explicativo es el modelo, es decir, las variables independientes explican la variable dependiente.

El **Test de Hosmer y Lemeshow** es un test muy utilizado en Regresión logística. Se trata de un test de bondad de ajuste al modelo propuesto. Un Test de bondad de ajuste lo que hace es comprobar si el modelo propuesto puede explicar lo que se observa. Es un Test donde se evalúa la distancia entre un observado y un esperado.

Indicador	Valor	Criterio
Coeficiente de GINI	82,06%	Un buen modelo obtiene del 65 % al 80 %
R2 de Nagelkerke	91,35%	Medida entre 0 y 1, a mayor valor, mejor es el modelo
Hosmer Lemeshow	2,01%	Debe ser menor al 5% para ser significativo