

Modelo estadístico para predecir la prevalencia de desnutrición crónica infantil en los departamentos de Guatemala

Statistical Model to predict infant chronic undernutrition in Guatemala

Estrada, Gustavo;⁽¹⁾ Roldán, Leonel;⁽²⁾

¹Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Rafael Landívar, Guatemala

²Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Rafael Landívar, Guatemala

Correspondencia: gustavoestrada@unrafi.edu.gt

Resumen

Propósito: desarrollar un modelo estadístico predictivo de la prevalencia de desnutrición crónica infantil a nivel departamental en Guatemala.

Material y método: se realizó un estudio ecológico, partiendo de 142 variables agrupadas en categorías relacionadas con las dimensiones demográfica, social, económica, política, de salud y de servicios de salud, y utilizando la prevalencia de desnutrición crónica infantil como la variable dependiente. Los datos provienen de las bases de datos oficiales de 2014. Posteriormente, se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple para identificar las variables que mejor explican la desnutrición crónica infantil,

Resultados: finalmente el modelo se construyó con 9 variables de alta significancia estadística y se obtuvo un R² de 88% con un resultado significativo ($p < 0.001$). Las variables asociadas con la desnutrición crónica infantil fueron: la pobreza, el ingreso familiar, la educación de la madre, la presencia de informalidad en el empleo, la presencia de diabetes en el hogar, la falta de acceso al agua potable y las bajas inversiones locales en la salud, el bajo per cápita en salud y la falta de acceso a servicios públicos

Conclusiones: los resultados muestran que se necesita incluir en las estrategias de reducción de la desnutrición a todos los miembros de la familia como sujetos de las intervenciones y no solamente a las madres y los niños, y es necesario expandir las acciones hacia el combate a la pobreza, la promoción del empleo formal, el incremento de las inversiones en salud y las inversiones locales, además se debe incrementar el acceso a los servicios públicos.

Abstract:

Purpose: to develop a predictive statistical model of the prevalence of chronic childhood malnutrition at the departmental level in Guatemala.

Material and method: an ecological study was performed, based on 142 variables grouped into

categories related to demographic, social, economic, health policy and health services, and using the prevalence of chronic malnutrition among children as the dependent variable. The data come from the official databases of 2014. Finally, a multiple linear regression was used to find the variables that better explain chronic malnutrition among children.

Results: finally, the model was constructed with 9 variables of high statistical significance and an R² of 88% was obtained with a significant result ($p < 0.001$). The variables associated with childhood chronic malnutrition were: Poverty, family income, mother's education, presence of informality in employment, presence of diabetes in the home, lack of access to safe drinking water and low local investments in health, low per capita health, and lack of access to public services

Conclusions: the results show that all family members need to be included in strategies to reduce malnutrition as subjects of interventions, not only mothers and children, and it is necessary to expand actions towards combating malnutrition, poverty, promotion of formal employment, increased local investments in health, increased financial resources for health, and access to public services must be increased.

Introducción:

La prevalencia mundial de desnutrición crónica en 2015 fue de 26% en los menores de 5 años; países extremadamente pobres como Haití tiene una prevalencia de 24%, (1) mientras que Guatemala, que es clasificada por el Banco Mundial como un país de ingresos medios, tiene el 46.5% de sus niños con desnutrición crónica. (2). La desnutrición crónica infantil –DCI- en Guatemala ha sido un problema ampliamente reconocido y estudiado. De acuerdo con las publicaciones de la Encuesta Nacional de Salud Materna e Infantil –ENSMI-, la prevalencia de la DCI, si bien ha mostrado descensos, estos no son ni al ritmo ni en la dimensión necesaria. En 1995 la prevalencia era de 55.2%, en 2002 descendió a 54.5%, en 2009 a 49.8% y en 2014 a 46.5%.

Guatemala no cumplió con los Objetivos de Desarrollo del Milenio en sus compromisos de reducir la DCI a 31% en el 2015. (3) La DCI no se distribuye de forma homogénea en el país; vivir en el área rural incrementa en 18 puntos porcentuales el riesgo de desnutrición infantil, respecto a la población que habita en áreas urbanas; la población indígena tiene 24% más desnutrición que la no indígena; las madres sin educación tienen 48% más hijos con desnutrición que aquellas con educación superior, las madres que pertenecen al quintil más rico tienen 17% de hijos con desnutrición, mientras que aquellas con los más bajos ingresos la cifra se eleva a 66%; los residentes en Totonicapán tienen el 70% de desnutrición crónica mientras que los que residen en el departamento de Guatemala, la cifra desciende a 25%. (2)

En cuanto a la génesis del problema de la DCI, y de acuerdo al marco conceptual propuesto por UNICEF (4) se pueden identificar tres grandes ámbitos implicados en la generación de desnutrición, a saber: la alimentación, la salud y los cuidados maternos e infantiles, los que a su vez, se organizan en tres niveles de determinación: el de las causas inmediatas o plano individual, donde se identifican el consumo alimentario inadecuado y las infecciones como los elementos centrales; luego está el nivel de las causas subyacentes o plano de la familia y el hogar, donde se identifican la inseguridad alimentaria, el inadecuado cuidado de la madre y el niño, la falta de agua y saneamiento y la falta o deficiencia en los servicios de salud; por último, el nivel de las causas básicas, o plano social, donde se identifican la pobreza, la falta de educación y la marginalización, como resultado del contexto social, económico y político. En el país se han desarrollado durante las últimas dos décadas, estrategias intersectoriales para la reducción de la DCI, en el marco de la creación y operación de la Ley de Seguridad Alimentaria y Nutricional, promulgada en 2005; sin embargo, al final, a lo que se le ha dedicado presupuesto y visibilidad social es a la aplicación de la estrategia llamada Ventana de los Mil Días que son intervenciones en salud que se desarrollan durante los primeros mil días de vida de los niños y niñas (desde la concepción hasta cumplir 2 años de vida) y que son de tipo preventivo. Existen diferentes estudios que han demostrado que el retardo en la talla se produce en los primeros 1,000 días de vida (embarazo y los primeros dos años). (5) (6) Un estudio que analiza el comportamiento del crecimiento de niños de 52 países, incluyendo Guatemala, concluye que en este período se alcanza el máximo del potencial del crecimiento lineal, y que esto depende del crecimiento y desarrollo intrauterino, y de las condiciones de

alimentación durante este período, por lo tanto, las intervenciones realizadas en esta ventana de oportunidad, son las más efectivas y cruciales. Una vez el niño ha cumplido los 2 años y no ha alcanzado su potencial de crecimiento, ya no lo recuperará. (7); y los cambios producidos en este período pueden predisponer a que los niños en su edad adulta, padezcan de problemas crónicos. (8) De acuerdo con una publicación, (9) existe un paquete básico de intervenciones para la VMD que debe tener cobertura universal y que, si bien no incide en las causas básicas ni subyacentes, sí lo hace en las causas directas y puede contribuir a evitar que los niños que están naciendo sufran de desnutrición y logren llegar a los dos años de vida logrando su potencial de crecimiento. A pesar de que en Guatemala se realizan estas intervenciones desde hace más de 20 años, la prevalencia de DCI no se reduce significativamente. Dada esta situación en la que intervenir en los factores inmediatos y preventivos ha resultado inefectivo, en esta investigación, se busca establecer cuáles son los factores sociales, demográficos, económicos políticos y de servicios que tienen la mayor fuerza predictiva en la generación de DCI, y con esto, desarrollar un modelo estadístico que permita anticiparse a la prevalencia de DCI al aplicar una fórmula predictiva basada en los valores de las variables encontradas con significancia y con alto valor de predicción, todo esto para poder intervenir con el diseño e implementación de políticas públicas más efectivas.

Material y Metodo

Se realizó un estudio ecológico, utilizando un nivel de desagregación por departamentos. El dato de la prevalencia de la DCI por departamento se obtuvo de la ENSMI 2014/2015, y para obtener los datos de las distintas categorías de variables independientes, se realizó una recopilación de las bases de datos disponibles con información de 2014. Se obtuvieron 142 variables asociadas con la DCI agrupadas en 19 categorías que surgen del marco explicativo de la DCI propuesto por UNICEF en el que se establecen tres niveles de causas: las inmediatas, relacionadas con obtener y utilizar alimentos; las intermedias relacionadas con las condiciones de vida que habilitan o no la alimentación, y las estructurales, relacionadas: Las categorías elegidas son las siguientes: demográficas, nutricionales, de condiciones del hogar, migraciones, acceso a medios de comunicación, participación ciudadana, protección social, salud, salud reproductiva, medio ambiente, educación, economía, desigualdad social, pobreza, inmunizaciones, violencia doméstica, desarrollo humano, personal de salud y servicios de salud e inversión social municipal.

El método estadístico empleado en esta investigación es la regresión lineal múltiple. Inicialmente se realizó en un nivel explicativo, donde se identificó las variables que mejor explican la desnutrición crónica infantil, utilizada como la variable dependiente, y una serie de variables independientes agrupadas en distintas categorías.

El ejercicio buscó establecer cómo varía el valor medio de la prevalencia de la DCI en la medida que interactúa con otras variables las cuales tienen un rol asimétrico y por lo tanto no son intercambiables. Luego de haber identificado las variables que mejor explican la DCI, se realizó nuevamente un modelo de regresión lineal múltiple en un nivel predictivo, donde se construyó el modelo obteniendo la fórmula de predicción, calculando los coeficientes correspondientes.

Resultados

En un primer ejercicio de regresión lineal -RL-, utilizando las 142 variables y 19 categorías, luego de seleccionar solo aquellas con valores de $P < 0.2$,³ se obtuvo 42 variables y 15 categorías.

Es importante señalar que el valor de P que obtiene cada variable, depende de las relaciones que guarda con las demás, es decir que los valores cambian en cada ejercicio con un nuevo grupo de variables, en las que algunas se han eliminado. Con las 42 variables obtenidas, se realizó un 2º ejercicio de RL, y, al utilizar nuevamente el criterio de dejar solamente las que obtuvieron una $P < 0.2$, el número de variables se redujo a 31. Con esta información, y para fines de reducir aún más el número de variables, para así evitar las redundancias y obtener un modelo lo más sencillo posible, (principio de parsimonia estadística) se utilizó el coeficiente de determinación o R^2 que da información sobre el grado en el que el grupo de variables (categoría de agrupación) que explican mejor la DCI. Al tener el porcentaje de explicación, se agruparon en la tabla siguiente, que además muestra el valor de "F" para cada categoría de variables e indica la confiabilidad estadística del modelo de regresión, siendo las menores de 0.05 las que más explican. La agrupación se hace en orden descendente según su valor de R^2 , eliminando aquellas variables con valores menores de 50%.

Tabla 1
Variables, R^2 , F y número de variables

categoría de variables	coeficiente de determinación R^2	Confiabilidad del modelo valor de f	Numero de variables
salud reproductiva	95.20%	5.491-10	4
Medio ambiente	77.85%	4.0400-06	3
salud	73.06%	0.0012	2
Demográfica	72.60%	2.650-05	3
Condiciones de vida	63.18%	7.541-5	2
Economía	61.38%	0.00054	3
Pobreza	56.12%	6.137-05	1
escolaridad	53.10%	0.000109	1

³Se utiliza P menor de 0.2 por ser un ejercicio de regresión lineal de tipo ecológico y por el interés de no dejar fuera variables que al actuar en conjunto puedan tener valor explicativo. (10)

Fuente: construcción propia

Al eliminar las categorías con pobre poder explicativo de la DCI, quedaron finalmente 19 variables implicadas. Una reducción adicional se realizó mediante excluir a todas aquellas variables con valores mayores de P 0.05

Tabla 2
VARIABLES CON ALTA SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA: P MENOR DE 0.05

No.	Variable	Valor de P
1	embarazos en mujeres mayores de 39 años	0.0019
2	acceso a control pre natal	0.0025
3	acceso a atención en un servicio público	0.006
4	Uso de leña en el hogar para cocinar	0.0001
5	Intensidad de uso de la tierra	0.007
6	mortalidad por diabetes mellitus	0.00083
7	% de población menor de 18 años	0.0034
8	acceso al agua potable	0.0068
9	Ingreso familiar	2.65 -05
10	per cápita en salud	0.009
11	PEA en situación de formalidad	0.0006
12	pobreza general	6.013-05
13	escolaridad de la mujer	0.0001

Fuente: construcción propia

Como se aprecia en la tabla anterior, 13 variables resultaron fuertemente correlacionadas con la DCI. Algunas de estas, si bien, guardan relación, el tomador de decisiones tiene poco control pues resultan de complejos procesos sociales, económicos y culturales, como en el caso de la intensidad del uso de la tierra, o la proporción de menores de 18 años que resulta de las relaciones entre los nacimientos, muertes y migraciones y que, además, sus modificaciones ocurren en dilatados períodos de tiempo. Otra variable que, a pesar de su correlación, puede ser eliminada es la proporción de embarazos en mujeres mayores de 39 años pues la cantidad de casos es menor respecto a los embarazos en mujeres jóvenes y aun embarazos adolescentes y su relación con la desnutrición crónica se relaciona con el incremento de muertes maternas en este grupo y la relación de estas muertes con la

orfanidad como factor de riesgo para la DCI. Otra variable que es posible excluir del modelo es el uso de leña para cocinar en el hogar; esta variable se asocia a ruralidad y pobreza y no existe plausibilidad de que el uso de leña genere DCI, más bien, es porque esta situación se da en condiciones de empobrecimiento y, ya que la pobreza es otra variable considerada, se decidió suprimirla. Al eliminar las cuatro variables citadas arriba, quedaron 9 que son las más robustas y que mejor explican la DCI, siendo estas: Pobreza general, ingreso familiar, escolaridad de la mujer, PEA en situación de formalidad, mortalidad por diabetes mellitus, acceso a control pre natal, acceso a atención en un servicio público. Acceso a agua potable y la inversión per cápita en salud. Con los datos anteriores se realizó el modelo final de regresión lineal, el cual mostró los siguientes

Tabla 3
Estadísticas de la regresión lineal

Coefficiente de correlación múltiple	0.935600299
Coefficiente de determinación R ²	0.875347919
R ² ajustado	0.781858858
Error típico	6.744108147
Observaciones	22 departamentos

Fuente: modelo de regresión lineal

Como se observa en la tabla anterior, el coeficiente de determinación R² muestra que el modelo explica la DCI en un 88% lo cual se considera un nivel alto.

Tabla 4
Análisis de varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor p
Regresión	9	3832.75861	425.8620677	9.363105278	0.000342274
Residuos	12	545.795936	45.48299469		
Total	21	4378.55455			

Fuente: modelo de regresión lineal

El valor p muestra que el modelo tiene una alta significancia estadística ($p < 0.001$).

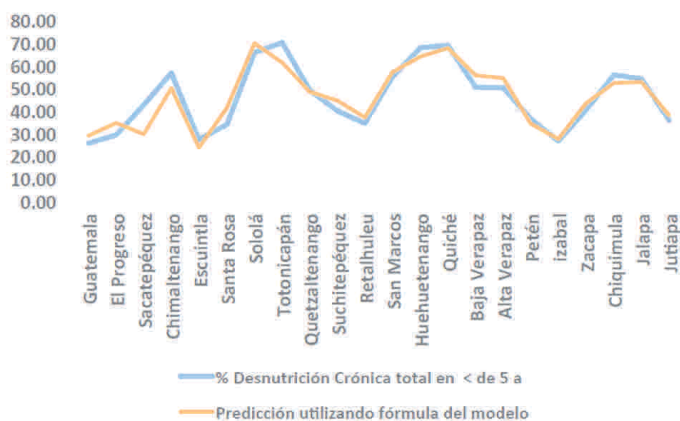
Posteriormente, se procedió a elaborar la ecuación de predicción, obteniendo la siguiente fórmula:

$Y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4 + b_5 \cdot x_5 + b_6 \cdot x_6 + b_7 \cdot x_7 + b_8 \cdot x_8 + b_9 \cdot x_9$ En donde: Y= valor de predicción de DCI y los coeficientes son los siguientes:

Valores de x		Valores de Coeficientes	
		a	77.699
X1	Valor de Tasa de mortalidad por diabetes mellitus por 100,000	b1	-0.432
X2	Valor años de escolaridad promedio en mujeres de 15 o más años	b2	4.928
X3	Valor per cápita salud	b3	-123.714
X4	Valor de porcentaje de la PEA que se encuentra en situación formal	b4	-0.075
X5	Valor de porcentaje de pobreza general	b5	0.315
X6	Valor de porcentaje de mujeres de 15 a 49 años con acceso a control prenatal en el primer trimestre	b6	-0.570
X7	Valor de NBI acceso agua potable	b7	-1.164
X8	Valor de NBI ingreso familiar	b8	0.615
X9	Valor de porcentaje de mujeres de 15 a 49 años atendidas en su control pre natal en un servicio público	b9	0.041

Al obtener la ecuación de predicción se procedió a calcular el resultado esperado utilizando la misma base de datos, comparando el valor

estimado de la predicción con el valor real de prevalencia de la DCI. Los resultados de la predicción se muestran en la gráfica:



Grafica 1
Diferencia del valor de DCI y el valor de predicción

Como se observa en la gráfica anterior, el nivel de predicción de la fórmula es alto y, con excepción de Sacatepéquez que tiene una diferencia de 13, todos los datos muestran diferencias que oscilan entre 8.88% y 0.54%.

Discusión y Conclusiones

Las variables más sólidamente relacionadas con la DCI son la pobreza y el ingreso familiar. No es posible desarrollar políticas públicas o intervenciones para reducir la DCI centradas solamente en las intervenciones en salud y esperar que tengan éxito. Si estas no se integran a las políticas de reducción de la pobreza. La educación, y particularmente la relacionada con las mujeres, si bien es ampliamente conocida su relación con la DCI y la pobreza, no deben soslayarse y necesitan ser incorporada también en las políticas de combate a la DCI. Otra variable de tipo económica: la formalidad / informalidad en el empleo tiene un peso específico muy fuerte en la generación de la DCI; se necesita mejorar las condiciones de empleo y salarios para combatir la DCI. Un dato, por demás relevante, es la asociación entre las muertes por diabetes mellitus y la DCI. La asociación es posible que se deba a que, cuando existe en el hogar un miembro con alguna enfermedad crónica, se incurren en una serie de gastos de bolsillo por la mala salud, que terminan minando los recursos familiares para la alimentación y la educación. Ante esta evidencia, más que desarrollar políticas tendientes a focalizar las intervenciones solamente en los niños y las madres (como es el caso de las acciones de la VMD), éstas se deben mover hacia la integración de todo el núcleo familiar en su diseño e implementación para combatir efectivamente la DCI. Otras variables relevantes son las relativas al acceso a los servicios públicos de salud. No basta con proponer intervenciones, se necesita

asegurar el acceso y eso implica el crecimiento de la infraestructura y los recursos humanos competentes. El acceso al agua y el aumento de las inversiones en salud también resultaron ser fundamentales para el combate de la DCI. Las intervenciones vinculadas a la VMD, a juzgar por los resultados de la tendencia de DCI en Guatemala, se muestran insuficientes para cumplir con su cometido. Es necesario implementar medidas que aumenten el espectro y la visión de las intervenciones que buscan reducir la prevalencia de la DCI desde una perspectiva limitada y focalizadora en madres y niños, hacia otra integral que considere al núcleo familiar en su conjunto como los sujetos de la intervención, y que agregue acciones de tipo social, económico y político para lograr reducir las desigualdades y con esto mejorar su efectividad en la reducción de la DCI.

Bibliografía / Bibliography

1. FAO. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015*. Roma Italia: FAO, 2015.
2. MSPAS, INE. *Encuesta Nacional de Salud Materna e Infantil 2014/2015*. Guatemala: INE, 2015.
3. SEGEPLAN. *Informe de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, 2015*. Guatemala: SEGEPLAN, 2015.
4. Icfef/Unicef. *¡Contamos! No. 4 Protegiendo la nueva cosecha. Un análisis del costo de erradicar el hambre en Guatemala, 2012–2021*. Guatemala, Guatemala: Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales, 2011a.
5. *Maternal an Child Undernutrition, global and regional exposures and health consequences*. Black Robert, Allen Lindsey, Bhutta Za, et al. s.l.: *The Lancet*, 2008, Vol. 371, págs. 243–60.
6. *Worldwide timing of growth flatering: revisiting implications for interventions*. Victoria G, Onis M, Curi P, et al. e473, s.l.: *Pediatrics*, 2010, Vol. 125.
7. R, Martorell. *intervenciones u opciones de políticas para combatir la desnutrición en Guatemala*. Guatemala: BID, 2012.
8. *Growth patterns in early childhood and final attained stature: data from five birth cohorts from low and middle income countries*. Stein Ad, Wang M, Martorell R, et al. 3, s.l.: *American Journal of Human Biology*, 2010, Vol. 22.
9. *Exposure to a nutrition suplementation intervention in early childhood and risk factors for cardiovascular disease in adulthood: evidence from Guatemala*. Stein AD, Wang M, Ramirez-Zea M, et al. 12, s.l.: *American Journal of Epidemiology*, 2006, Vol. 164.
10. García-Granero, Marta. *Curso de Bioestadística Avanzada*. Guatemala: Universidad de Navarra, Universidad del Istmo, 2014.