

Correlación de micronutrientes y

rendimiento en lectura y matemática de estudiantes de sexto primaria de escuelas rurales, un estudio muestral a nivel nacional.

Francisco José Ureta,
Sandra Recinos y
Ana Carolina Martínez

Resumen

En septiembre del 2005 el Centro de Investigaciones Educativas (CIE) del Instituto de Investigaciones de la Universidad Del Valle de Guatemala (UVG), por pedido expreso del Ministerio de Educación (MINEDUC), realizó el estudio de correlación de micronutrientes y rendimiento en lectura y matemática de estudiantes de sexto primaria de escuelas rurales, con el apoyo financiero y técnico del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). El objetivo del estudio fue el de indagar sobre una posible correlación entre el nivel de logro y rendimiento en lectura y matemática con los niveles de yodo en orina y muestras de sal y, el contenido de vitamina A en muestras de azúcar. La muestra de escuelas rurales fue de 450 en los 22 departamentos del país. Se obtuvieron muestras de sal y azúcar consumidas por 2,450 estudiantes, 1,183 niñas (48.3%) y 1,267 niños (51.7%). Los niños que tuvieron

muestras válidas de sal y azúcar que consumían en su casa fue de 1,708, 818 niñas (47.8%) y 889 (52.2%) niños. Se obtuvieron 167 muestras de orina, 75 niñas (44.9%) y 92 niños (55.1%). Los procedimientos fueron generales para la aplicación de las pruebas. La toma de muestras de orina y, muestras de sal y azúcar de las casas de los estudiantes se seleccionaron al azar. La evidencia encontrada permitió verificar que el nivel de yodo en orina y muestras de consumo de sal tienen correlación con el nivel de logro y rendimiento en lectura pero no en matemática, con un nivel de confianza del 95%. Su consumo en niveles apropiados apoya el aprendizaje de los estudiantes por su relación con el desarrollo neuronal neonatal y postnatal. Para el caso del nivel de vitamina A en muestras de consumo de azúcar, la evidencia indicó que no tenía correlación con el nivel de logro en lectura ni en matemática; su relación es con la retina de los ojos y puede que el aprendizaje se de sin tener este apoyo.

Introducción

Situación de los micronutrientes en Guatemala

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2002) y UNICEF (1995) indican que en los últimos años se ha observado un retroceso en el control de los desórdenes causados por las deficiencias de micronutrientes (yodo, hierro y Vitamina A). Sólo el 63% de la sal consumida por los hogares guatemaltecos tiene niveles adecuados de yodo (mayor de 15 ppm), según los resultados del monitoreo a nivel de hogares del Proyecto Escuelas Centinela Micronutrientes 2002. La prevalencia de anemia por deficiencia de hierro (menos de 11 mg/dL) en los niños de 6 a 59 meses es de 39.7% y en niños entre 6 y 11 meses es de 65.3%. En mujeres embarazadas, la prevalencia de anemia es de 22.1% y en las mujeres en edad fértil de 20.2% afectando más a la población del área rural (22.3% y 24.1% para no embarazadas y embarazadas, respectivamente) y a las mujeres indígenas (24.4%). La deficiencia de Vitamina A en las niñas y niños menores de 5 años es de 15.8% (retinol sérico a 20 µg/dL).

En Guatemala, al igual que en otros países, existen leyes para la fortificación de alimentos como la sal, azúcar y las harinas; así como iniciativas para ofrecer alternativas ante deficiencias de yodo, retinol (vitamina A) y hierro (Chew y otros, s/f; Pineda, s/f; Recinos y otros, 2005; Sullivan y otros, 1995; Giorgini, 2001; Organización Mundial de la Salud, 1995; Regiane y otros, 2001). Para mantener un control de esta fortificación, el MINEDUC con el apoyo de UNICEF y el INCAP, establecieron en 1994 el

Programa de Escuelas Centinelas de Micronutrientes.

Al inicio del Programa se seleccionó aleatoriamente alrededor de 420 escuelas primarias rurales del país, en las cuales se ha venido seleccionando también en forma aleatoria a 20 alumnos, a quienes se les pidió una pequeña muestra (aproximadamente 5 gramos) de sal y azúcar de sus hogares. Dado que el análisis químico de estas muestras es costoso y requiere de mayores cantidades de sal y azúcar, las 20 muestras de cada alimento fueron combinadas en dos muestras compuestas de 10 muestras individuales cada una (aproximadamente 50 gramos), y fueron estas muestras combinadas las que se analizaron en los laboratorios del INCAP. Desde el año 1995, en que se realizó la Encuesta Nacional de Micro nutrientes, no se tiene información de la situación biológica de niveles de yodo. Por lo que surgió la necesidad de tener una muestra representativa de excreción urinaria en escolares para determinar los niveles de yodo. Esta necesidad es el origen del presente estudio, el cual partió del hecho de que el yodo es básico en la dieta de las personas por su relación con el desarrollo neuronal a nivel neonatal y postnatal.

Importancia de los micronutrientes en el desarrollo neurológico de las personas

Bernal (2002) presenta evidencias de que las hormonas tiroideas intervienen de forma crítica en el desarrollo del sistema nervioso central. Dentro de las principales deficiencias de la tiroides y las hormonas que producen se

encuentra la hipertirotrópinemia, definida por Cattani (2000) como la elevación de la TSH sérica en áreas con deficiencia leve, moderada y severa de yodo, Vela-Amieva (2003) indica que esta situación en la actualidad se considera como un indicador de deficiencia de yodo en la población. También se puede citar el síndrome eutiroideo enfermo, Mosso (2000) indica que es el patrón de cambios en las hormonas del eje hipófisis-tiroides que ocurre en pacientes con enfermedades ajenas a la glándula tiroides. La alteración más común es la caída de las concentraciones de triyodotironina (T3), sin embargo, si la gravedad de la enfermedad es mayor, pueden caer también los niveles de tiroxina (T4) e incluso de la hormona tirotrópa (TSH). Ambas deficiencias tienen implicaciones negativas para el posterior desarrollo cognitivo de los niños, Sánchez y otros (2005) indican que los hijos de madres gestantes con hipertirotrópinemia al inicio de su gestación, tienen un cociente intelectual algo menor que los hijos de las madres gestantes con deficiencias eutiroideas.

Sánchez-Ventura (2005) indica que el yodo es un elemento esencial para el ser humano, en concreto para la síntesis de hormonas tiroideas importantes para el desarrollo cerebral, se correlacionan con el nivel de desarrollo cognitivo y psicomotor posterior de los niños; por lo que la deficiencia de yodo es la causa evitable más importante de retraso mental. Fanjiang y Kleinman (2007) indican que la deficiencia de yodo está asociada a deficiencias cognitivas como discapacidades de aprendizaje y bajo desarrollo psicomotor. Ivanovic, y otros (2002) y (2004) indican que la historia nutricional, desarrollo del cerebro, coeficiente de inteligencia de los niños,

circunferencia de la cabeza y el rendimiento académico están fuertemente interrelacionados. El Nemo Study Group (2007) indica que en niños bien alimentados en edad escolar, la fortificación con múltiples micronutrientes pueden resultar en mejoras en el aprendizaje verbal y la memoria.

En el presente estudio también se trabajó la vitamina A en las muestras de azúcar de los hogares de los estudiantes seleccionados, La vitamina A es una vitamina liposoluble; ayuda a la formación y mantenimiento de sanos, blandos y óseos, de las membranas mucosas y de la piel y, fortalece el sistema inmunológico. Se conoce también como retinol, ya que genera pigmentos necesarios para el funcionamiento de la retina. Desempeña un papel importante en el desarrollo de una buena visión, especialmente ante la luz tenue, su participación en la visión es la acción más estudiada y claramente establecida (Universidad de Navarra, 2007; Pineda, 1993). Por su relación con la retina se considera un micronutriente importante, si los estudiantes tienen niveles apropiados de vitamina A tendrán un desarrollo apropiado de su visión, aspecto básico para la percepción visual de los materiales de apoyo educativos.

Rendimiento y logro de lectura y matemática a nivel nacional en sexto primaria, 2005

Los resultados del rendimiento en lectura y matemática de estudiantes de sexto primaria que Ureta y otros (2006a) reportaron, sirvieron de parámetro para la posterior interpretación de los datos del presente estudio de micronutrientes y rendimiento escolar. A nivel nacional, sólo el 48% de los estudiantes alcanzó

el criterio de logro establecido, mientras que el 52% no lo hizo en lectura. Para matemática a nivel nacional, un poco más de la mitad de los estudiantes, un 55.3% alcanzó el criterio de logro establecido, mientras que un 44.7% no lo hizo. Para profundizar estos resultados, pueden analizarse Ureta y otros (2006a).

Objetivos de la investigación

Los objetivos del estudio fueron: a) determinar los niveles de yodo en orina en estudiantes de sexto primaria de escuelas rurales, por medio de una muestra a nivel nacional, b) correlacionar los niveles de yodo en orina de estudiantes de sexto primaria de escuelas rurales con el rendimiento en lectura y matemática y c) describir algunos factores asociados a la ingesta de sal y azúcar aplicando cuestionarios a los estudiantes evaluados que dieron sus muestras de orina, sal y azúcar.

Pruebas de rendimiento de lectura y matemática

Las pruebas utilizadas para evaluar las áreas de lectura y matemática en sexto grado fueron creadas para el Programa Nacional de Evaluación del Rendimiento Escolar, PRONERE, éstas son pruebas referidas a la “norma”. Permite reportar los resultados mediante el promedio de respuestas correctas obtenido. Este tipo de instrumentos toman un amplio espectro de áreas y sub-áreas relacionadas con la materia que está siendo medida. Su énfasis se encuentra en la posición que el estudiante ocupa dentro del grupo de escolares que también han sido evaluados, para establecer su grado de desempeño (Crocker, 1986; Gronlund, 1993;

Nunnally, 1995). Las áreas evaluadas por las pruebas son las siguientes:

La prueba de lectura evalúa el uso de sinónimos, antónimos, significado de palabras, completación de oraciones y comprensión de lectura. Consta de cuarenta ítems.

La prueba de matemática está constituida por cuarenta ítems que evalúan operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división), lectura y escritura de cantidades, orden, conversiones, fracciones, interpretación y operaciones con datos de una tabla y, resolución de problemas.

Se aplicaron dos formas para ambas áreas. Para hacer comparables ambas formas de las pruebas de lectura y matemática, fue utilizado un procedimiento de equiparación lineal. Se buscó equiparar la forma de menor promedio con la de mejor promedio, de manera que los resultados equiparados no castigaran a aquellos estudiantes que tomaron la forma de la prueba que resultó más fácil. En ambos casos se equipararon las formas U1 con la forma R1, la puntuación global se estandarizó de manera independiente, con una media arbitraria de 500 y una desviación estándar de 50 para los resultados nacionales, según indicaron Ureta y otros (2006a). La confiabilidad de ambas formas fue de 0.816 y 0.832 en lectura, para las dos formas de matemática fue de 0.863 y 0.869, los 4 índices de confiabilidad Alfa indican pruebas altamente confiables. En el siguiente cuadro se presentan los puntos de corte establecidos como resultado de las opiniones vertidas por las y los docentes que asistieron al taller de análisis de las pruebas, con lo cual se construyó esta escala de desempeño de los estudiantes.

Cuadro 1

Puntos de corte establecidos

Prueba	No dominio	Cerca del dominio	Dominio básico	Dominio avanzado
Lectura	De 1 a 13 respuestas correctas	De 14 a 18 respuestas correctas	De 19 a 31 respuestas correctas	De 32 a 40 preguntas correctas
Matemática	De 1 a 20 respuestas correctas	De 21 a 25 respuestas correctas	De 26 a 35 respuestas correctas	De 36 a 40 preguntas correctas

Cuestionarios de factores asociados a la ingesta de micronutrientes

A los estudiantes de sexto primaria evaluados en matemática y lectura, se les aplicó un cuestionario con preguntas relacionadas con los lugares donde compran la sal y azúcar, las marcas que prefieren, tiempo de consumo, si conocen si tiene sal y yodo y si usan la sal para alimentar animales también. Este instrumento se les aplicó luego de las pruebas de rendimiento y de recibir las muestras de sal y azúcar de sus casas. Para los estudiantes seleccionados al azar que dieron la muestra de orina, se les solicitó que sus padres o madres firmaran un consentimiento por escrito para dar dicha muestra, o que pusieran su huella digital si no sabían leer y escribir. Los resultados de estos cuestionarios se presentan en el siguiente apartado de resultados.

Procedimiento de muestreo

La muestra nacional diseñada para la evaluación del 2005 (que sirvió de base para el muestreo del presente estudio), representativa a nivel nacional y

departamental, quedó compuesta por 812 establecimientos, se consideraron las variables de estratificación, ubicación geográfica, departamento y tamaño de las escuelas. La muestra tiene un nivel de confianza del 95% y un margen de error de ± 1.25 respuestas (Molina, 2005 y 2006).

Para la toma de muestras de alimentos fortificados en cada escuela evaluada, se seleccionaron al azar 20 niños y se les solicitó que fueran a sus hogares y regresaran con una muestra de sal y una muestra de azúcar (3-5 cucharadas por alimento). La selección de los estudiantes se inició con alumnos de 6to grado (evaluados en lectura y matemática), y si no se llegaba a los 20 requeridos, se seleccionaron a estudiantes de otros grados (1ro. a 5to. año) hasta completar el número requerido. Esto debido a que en las escuelas rurales el promedio de estudiantes de sexto primaria es bajo. Al final se tuvieron 20 muestras de sal y 20 muestras de azúcar por escuela, correspondientes a 20 estudiantes. En cada escuela se procedió a pedir las muestras siguiendo el procedimiento indicado, el cual se entregó en un instructivo aparte.

La última escuela visitada por el equipo de evaluadores (regularmente visitaron 5 escuelas rurales diarias), fue la seleccionada para la toma de muestras de orina. Para esta muestra se seleccionaron a los estudiantes de sexto grado, y si no se llegaba al número de estudiantes requeridos en la escuela se procedía a seleccionar estudiantes de los otros grados (1ro. a 5to. grado), hasta completar el tamaño total de la muestra en cada escuela (20 en total). Es importante indicar que para las muestras de orina, se seleccionaron al azar estudiantes entre 7 y 12 años de edad, 6 estudiantes por escuela, 3 hombres y 3 mujeres. Se les entregó un instructivo en donde se indicó el procedimiento a seguir para la toma de muestra. Para la toma de muestra de orina fue necesario obtener el consentimiento por escrito del responsable del niño (a), por tal razón el responsable de tomar estas muestras acompañó a cada niño y niña a su hogar para obtener las muestras: orina, sal y azúcar. Los niños y niñas seleccionados en cada escuela, tanto para la toma de muestras de sal y azúcar, como para las muestras de orina, no eran hermanos ni vivían en la misma casa.

La muestra final del presente estudio quedó establecida por 450 escuelas rurales ubicadas en los 22 departamentos del país, se obtuvieron muestras de sal y azúcar de 2,450 estudiantes, 1,183 niñas (48.3%) y 1,267

niños (51.7%). El conteo final de niños que tuvieron muestras válidas de sal y azúcar de la que consumen en su casa fue de 1,708 estudiantes, 818 niñas (47.8%) y 889 (52.2%) niños. En el caso de las muestras de orina, solamente se obtuvieron 167 muestras válidas, 75 niñas (44.9%) y 92 niños (55.1%). PRONERE (2005) especificó el procedimiento para la aplicación de las pruebas de rendimiento, toma de muestras de orina, muestras de sal y azúcar de las casas de los estudiantes seleccionados al azar.

| Cálculos

Para procesar los datos y obtener las correlaciones, se empleó el logicial SPSS® versión 15.0. Para obtener los modelos de regresión lineal y el análisis del ajuste, se empleó el logicial STATA® versión 9.1. La gráfica 5 se trazó empleando el logicial Systat® versión 11.

Resultados obtenidos

- Niveles de dominio y logro en sexto primaria.

Lectura. El Cuadro 2 muestra la comparación del grupo estudiado con el total de alumnos de sexto primaria evaluados en 2005. Como puede observarse los porcentajes de estudiantes que alcanzan los dominios son similares.

Cuadro 2

Niveles de dominio y logro en lectura

Dominio en lectura	Porcentaje de estudiantes	
	Muestra Nacional	Muestra Escuelas Centinela
No dominio	25.7 %	21.8 %
Dominio cercano	26.3 %	29.4 %
Dominio básico	43.3 %	45.0 %
Dominio avanzado	4.6 %	3.8 %

Matemática. El Cuadro 3 muestra la comparación de este grupo con el total de alumnos de sexto primaria evaluados en 2005. Como puede observarse los porcentajes de estudiantes que alcanzan los dominios son parecidos. Solamente hay algunas diferencias entre quienes no logran el dominio y el dominio básico, los cuales indican desventaja de los estudiantes de las escuelas centinela.

Cuadro 3

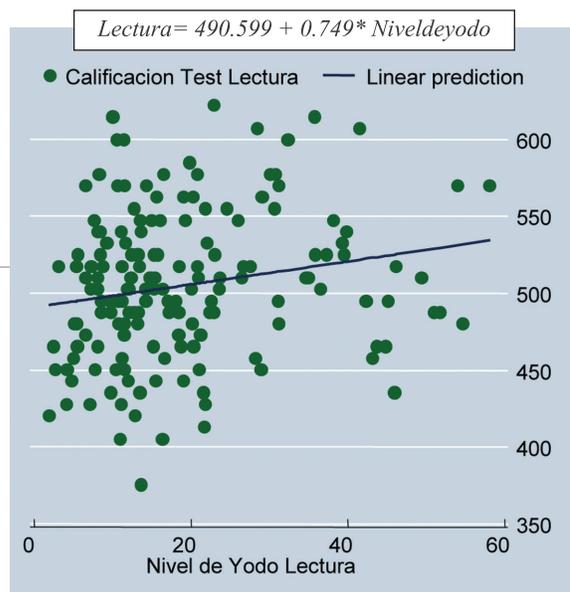
Niveles de dominio y logro en matemáticas

Dominio en matemática	Porcentaje de estudiantes	
	Muestra Nacional	Muestra Escuelas Centinela
No dominio	22.1 %	30.1 %
Dominio cercano	22.6 %	26.1 %
Dominio básico	49.5 %	40.1 %
Dominio avanzado	5.8 %	3.7 %

•Correlación entre los niveles de logro en lectura y los micronutrientes

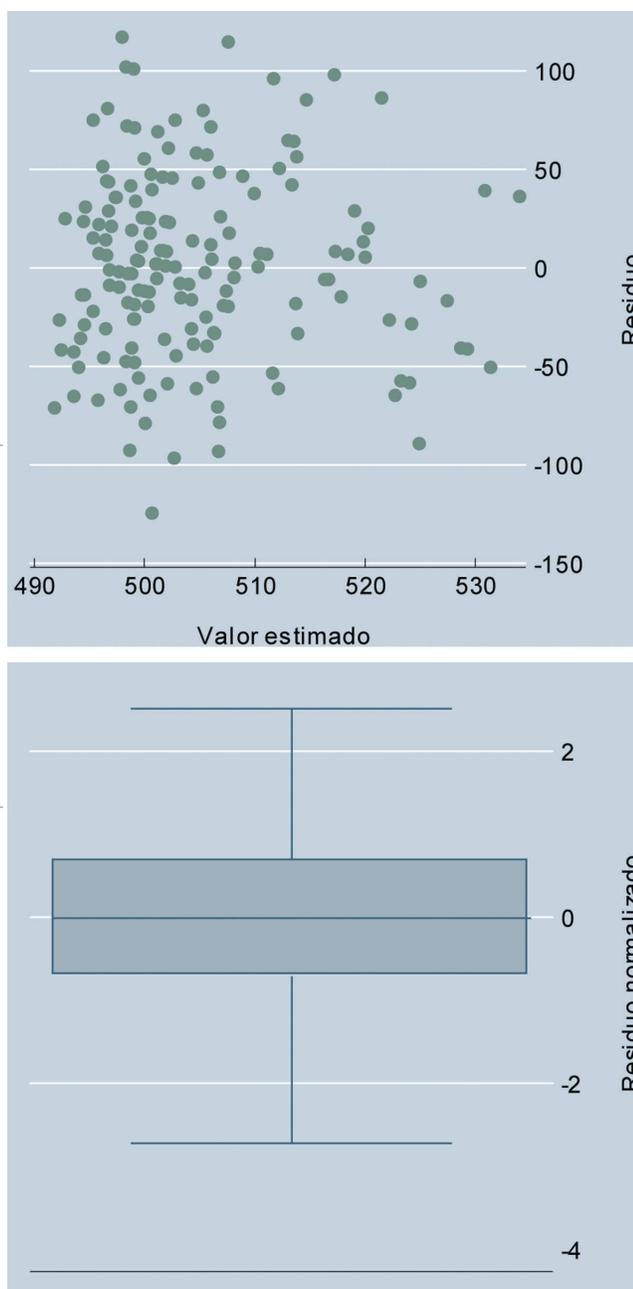
Sal. Los resultados sugieren que, el porcentaje de estudiantes con un nivel positivo de yodo en la muestra de sal se relaciona con el logro del criterio en la prueba de lectura, la relación entre estas variables sí es estadísticamente significativa (Chi cuadrada de Pearson = 15.424; gl = 2; p < 0.0001). En la Gráfica 1 se ilustra el ajuste de un modelo lineal obtenido por regresión simple empleando mínimos cuadrados. Los dos parámetros del modelo (intercepto y la pendiente) son significativos aunque existe una dispersión apreciable de los datos.

Gráfica 1.
Ajuste de un modelo lineal entre el rendimiento en la prueba de lectura y el nivel de yodo

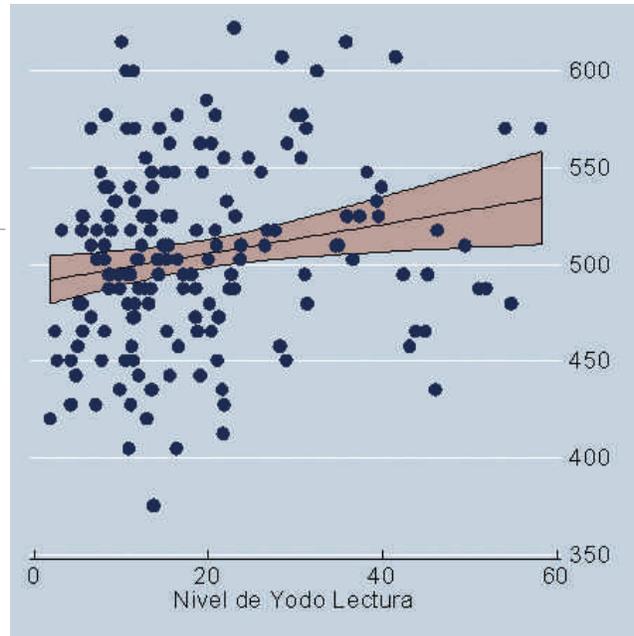


En las Gráficas 2 y 3 se muestran un despliegue de los residuos y un diagrama de cajas de los residuos normalizados. El primero muestra que los residuos no muestran tendencia alguna. El segundo no identifica residuos fuera de tendencia. Puede decirse entonces que el modelo obtenido representa los datos con la confianza expresada en la Gráfica 4, en donde la banda mostrada define la zona de incertidumbre de la predicción.

Gráficas 2 y 3.
Despliegue de la dispersión de los residuos y distribución de los residuos normalizados respecto a la mediana



Gráfica 4.
Modelo de predicción
de entre el
rendimiento en la
prueba de lectura y el
nivel de yodo



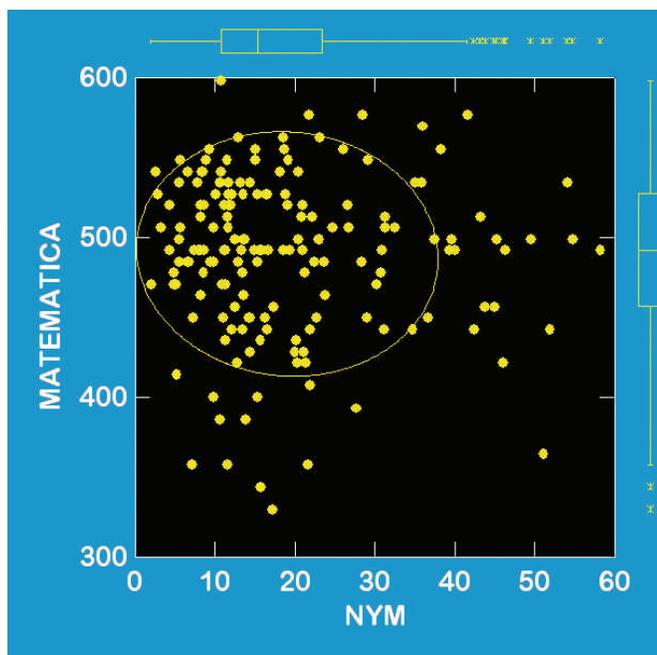
Azúcar. Los resultados obtenidos indicaron que el porcentaje de estudiantes con un nivel positivo de vitamina A en la muestra de azúcar, no se relaciona con el logro del criterio en la prueba de lectura, la relación entre estas variables no fue estadísticamente significativa (Chi cuadrada de Pearson = 1.330; gl = 2; $p < 0.05$). Estos resultados ofrecen cierta claridad sobre la no relación del nivel positivo de vitamina A en la muestra de azúcar y el porcentaje de estudiantes que logran el criterio en lectura.

- Correlación entre los niveles de logro en matemática y los micronutrientes

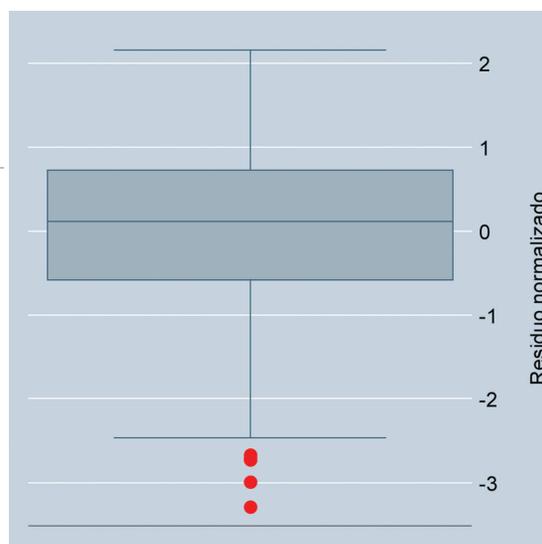
Sal. Los resultados también indicaron que el porcentaje de estudiantes con un nivel positivo de yodo en la muestra de sal, no se relacionó con el logro del criterio en la prueba de matemática, la relación entre estas variables no fue estadísticamente significativa (Chi cuadrada de Pearson = 3.758; gl = 2; $p < 0.05$). Estos resultados evidencian que no hay relación del nivel positivo de yodo en la muestra de sal y el porcentaje de estudiantes que lograron el criterio en matemática. En la Gráfica 5 se ilustra el diagrama de dispersión acoplado a diagramas de caja en los dos ejes del mismo. Se observa una mayor variación en los datos que la encontrada para el caso de lectura. El centro de la elipse trazada en la gráfica se sitúa en el punto correspondiente al valor medio de las dos variables. Los dos ejes principales de la elipse son las desviaciones estándar de los datos de las dos variables y la orientación de la elipse la fija la covariancia entre las dos variables. Los diagramas de caja mostrados identifican puntos extremos en la distribución de los datos. Este análisis exploratorio gráfico sugiere no esperar que un modelo de regresión lineal

sea significativo y real entre ambas variables. De hecho al llevar a cabo la regresión empleando mínimos cuadrados los dos parámetros no fueron significativos. Más aún, existen residuos como puntos extremos en el diagrama de cajas, los cuales se muestran en la Gráfica 6. Su presencia influye significativamente en el valor de los parámetros del modelo.

Gráfica 5
Diagrama de dispersión del logro en matemática en función del nivel de yodo en la orina acoplado a diagramas de caja para las dos variables



Gráfica 6
Distribución de los residuos normalizados respecto a la mediana



Azúcar. Estos resultados muestran también que el porcentaje de estudiantes con un nivel positivo de vitamina A en la muestra de azúcar no se relaciona con el logro del criterio en la prueba de matemática, la relación entre estas variables no fue estadísticamente significativa (Chi cuadrada de Pearson = 0.031; gl = 2; $p < 0.05$). Estos resultados evidencian la no relación del nivel positivo de vitamina A en la muestra de azúcar y el porcentaje de estudiantes que lograron el criterio en matemática.

De la relación entre los dos micronutrientes estudiados con el rendimiento y logro en lectura y matemática, solo se pudo evidenciar en este estudio la correlación entre el yodo y la lectura, no así en matemática. La variancia de los datos fue alta. La evidencia recolectada permitió verificar que no hay relación de la vitamina A con el rendimiento o logro en lectura y matemática.

Los niveles de yodo en orina y la muestra de sal no son los únicos factores que influye en el rendimiento en lectura de estudiantes de sexto primaria, Ureta y otros (2006a) señalaron correlaciones entre rendimiento o nivel de logro en lectura e infraestructura de la escuela (iluminación del aula y escuela, agua entubada y presencia de sanitarios), si los padres saben leer y fueron a la escuela, si los maestros dejan tareas a diario y las califican, la planificación mensual del docente, si ese día hubo refacción escolar, si tienen libros de texto y si los docentes atienden solo el grado de sexto primaria.

- Factores asociados a micronutrientes

El consumo de sal y azúcar por parte de las familias y los estudiantes evaluados estuvo asociado a ciertas condiciones y características. Por ejemplo, el lugar donde más compraban la sal fue en las tiendas; la marca con mayor distribución en el área rural fue “La Estrella”, sin embargo, la sal comprada por libra sin marca se acercó a la tercera parte del total, mostrando con ello poco control de calidad en la misma al no tener una marca específica. Más de la mitad (54.6%) reportaron que conocen que la sal contiene yodo, pero casi la tercera parte indicaron que no saben, por lo

que también podría tenerse un consumo poco apropiado de yodo. La mayoría de personas indicaron que la sal les dura entre una y dos semanas, tiempo apropiado para su consumo y compra de nueva sal; semanalmente consumen entre una y dos libras de sal por familia.

Similar cantidad de personas indicaron que pueden usar la sal para alimentar a sus animales, situación que indica que la sal comprada no es toda para el consumo humano sino también para otros usos, lo que podría disminuir el nivel de yodo en los estudiantes evaluados.

Similar situación se presentó con el azúcar, el lugar donde más compraban el azúcar fue en las tiendas, las marcas con mayor distribución en el área rural fueron “Caña Real” y “Don Justo Cabal”. La mayoría reportaron conocer que el azúcar contiene vitamina A, el 19.4% indicaron que no saben, por lo que podría tenerse un consumo poco apropiado de vitamina A. La mayoría de personas indicaron que el azúcar les dura entre un día y una semana, tiempo apropiado para su consumo y compra de nueva azúcar; semanalmente consumen entre una y dos libras de azúcar por familia.

Conclusiones

Como resultado de las evidencias encontradas se formulan las siguientes conclusiones:

- a) Referente a la correlación entre el nivel de logro en lectura y el nivel de yodo en muestras de sal que se consume en hogares de estudiantes de sexto primaria, la evidencia indica que si existe correlación entre los niveles de yodo en muestras de sal que se consume en hogares de estudiantes de sexto primaria de escuelas rurales con el nivel de logro en lectura.
- b) Referente a la correlación entre el nivel de logro en matemática y el nivel de yodo en muestras de sal que se consume en hogares de estudiantes de sexto primaria, no existe correlación entre los niveles de yodo en muestras de sal que se consume en hogares de estudiantes de sexto primaria de escuelas rurales con el nivel de logro en matemática.
- c) Los datos del rendimiento en lectura y el nivel de yodo en orina fueron ajustados por un modelo de regresión lineal en forma significativa.
- d) El modelo de regresión lineal ajustado a los datos del rendimiento en matemática y el nivel de yodo en orina, no fue significativo.
- e) Sobre la correlación entre el nivel de logro en lectura y el nivel de vitamina A en muestras de azúcar que se consume en hogares de estudiantes de sexto primaria, la información obtenida indica que no existe correlación entre los niveles de vitamina A en muestras de azúcar que se consume en hogares de estudiantes de sexto primaria de escuelas rurales con el nivel de logro en lectura.
- f) Sobre la correlación entre el nivel de logro en matemática y el nivel de vitamina A en muestras de azúcar que se consume en hogares de estudiantes de sexto primaria, la información obtenida indica que no existe correlación entre los niveles de vitamina A en muestras de azúcar que se consume en hogares de estudiantes de sexto primaria de escuelas rurales con el nivel de logro en matemática.
- g) La cantidad de estudiantes que dio muestras válidas de orina fue de solo 167, por lo que estas conclusiones hay que tomarlas con cautela.
- h) El nivel de yodo en orina y muestras de consumo de sal tienen correlación con el nivel de logro y rendimiento en lectura pero no en matemática, su consumo en niveles apropiados apoya el aprendizaje de los estudiantes.
- i) El nivel de vitamina A en muestras de consumo de azúcar no tiene correlación con el nivel de logro en lectura ni en matemática.
- j) Con respecto a los factores asociados a la ingesta de micronutrientes, en el caso de la sal poco más de la mitad indicaron que creen que la sal que consumen sí tiene yodo, les dura entre

2 y 3 semanas la libra de sal y la usan para alimentar animales también. Para el azúcar, más de 2 tercios indicaron que creen que sí tiene vitamina A y, les dura entre 2 y 3 semanas la libra de azúcar.

k) Para profundizar los resultados obtenidos en el presente estudio, se podría construir con cálculos de regresión lineal un modelo que explique mejor el rendimiento de estudiantes en lectura y matemática de sexto primaria de escuelas rurales, el cual incluiría

además variables de infraestructura de la escuela, características de los padres y variables pedagógicas.

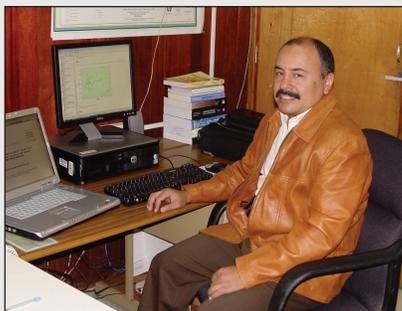
l) Otros análisis que podrían hacerse es con modelos de niveles múltiples o lineales jerárquicos, los cuales permitirían identificar las variables que mejor explican o más pesan en el rendimiento de los estudiantes de sexto primaria en escuelas rurales.

Dedicado al tío político, amigo y maestro
Ph.D. Oscar Alfonso Pineda (QEPD).

Bibliografía

- Bernal, J. (2002) *Hormonas tiroideas y sistema nervioso central* Anales Españoles de Pediatría 6, suplemento 4. Disponible en:
<http://www.seep.es/privado/download.asp?url=congresos/C2002/6>.
- Cattani Ortega, A. (2000) *Trastornos tiroideos neonatales*. Boletín Escuela de Medicina. 29 (3) Patología tiroidea, Universidad Católica de Chile. Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/publ/boletin/Tiroidea/TrastornosTiroideos.html>
- Chew, F. y otros *Fortificación de la sal con Na2FeEDTA como una alternativa para mejorar el estado nutricional en la población* Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala S/f.
- Crocker, L. & Algina, J. (1986) *Introduction to classical & modern test theory* Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, New York
- Fanjiang, G. & Kleinman, R. (2007) *Nutrition and performance in children* Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care 10 (3):342–347
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (1995) *Encuesta Nacional de Micronutrientes* Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, UNICEF, Guatemala
- Giorgini, E. (2001) *Uso de bollos fortificados con hierro bis-glicinato quelado en la prevención de anemia por deficiencia de hierro en preescolares* Archivos Latinoamericanos de Nutrición (51) (1) 48-53. En línea:
http://www.nutricionemexico.org.mx/alan/2001_S1_9.pdf
- Gronlund, (1993) N.E. *How to make achievement tests and assessments* (5th ed) Allyn and Bacon, Boston.
- Ivanovic, D y otros (2004) *Scholastic Achievement: A Multivariate Analysis of Nutritional, Intellectual, Socioeconomic, Sociocultural, Familial, and Demographic Variables in Chilean School-Age Children* Nutrition 20 (10): 878-889
- Ivanovic, D y otros (2002) *Nutritional status, brain development and scholastic achievement of Chilean high-school graduates from high and low intellectual quotient and socio-economic status* British Journal of Nutrition 87 (1): 81–92
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2002) *Encuesta Nacional de Salud y Micronutrientes* Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala
- Molina, R. (2005) *Elaboración del marco de muestreo y selección de la muestra 2005, sexto primaria* PRONERE, Universidad del Valle de Guatemala
- Molina, R. (2006) *Evaluación de la muestra realizada (2005) y cálculo de los expansores* PRONERE, Universidad del Valle de Guatemala

- Mosso Gómez, L. (2000) *Síndrome del paciente eutiroideo enfermo* Boletín Escuela de Medicina. 29 (3): Patología tiroidea. Universidad Católica de Chile. Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/publ/boletin/Tiroidea/SindromePaciente.html>.
- Nemo Study Group (2007) *Effect of a 12-mo micronutrient intervention on learning and memory in well-nourished and marginally nourished school-aged children: 2 parallel, randomized, placebo-controlled studies in Australia and Indonesia* American Journal of Clinical Nutrition 86: 1082–93
- Nunnally, J.C. (1995) *Teoría psicométrica* McGraw-Hill, Mexico
- Organización Mundial de la Salud (1995) *Global prevalence of vitamin A deficiency*. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, UNICEF y Organización Mundial de la Salud, OMS
- Pineda; O. (1993) *Hacia el control de la deficiencia de la vitamina A en el Salvador* Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, UNICEF, El Salvador
- Pineda, O. *Métodos bioquímicos para evaluar desórdenes por deficiencia de yodo* Guatemala. Documento mimeografiado. S/f.
- Programa Nacional de Evaluación del Rendimiento Escolar (PRONERE) (2005) *Instructivo para aplicadores(as) de pruebas* Ministerio de Educación y Universidad Del Valle de Guatemala
- Recinos, S. y otros (2005) *Situación de los Alimentos Fortificados* Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, UNICEF, Guatemala
- Regiane, A. y otros (2001) *Uso de azúcar fortificado con hierro tris-glicinato quelado en la prevención de anemia ferropriva en preescolares* Archivos Latinoamericanos de Nutrición 51 (1) 54-59. En línea: http://www.nutricionemexico.org.mx/alan/2001_S1_10.pdf
- Sánchez, P. y otros (2005) *Desarrollo intelectual de niños de 3 años con déficit de yodo en su periodo gestacional temprano* Sociedad española de Endocrinología Pediátrica Disponible en: http://www.seep.es_privado_download.asp_url=congresos_C2005_MesaRedonda_MOSTEIRO-Repersucion%20psicointelctual
- Sánchez-Ventura, J. (2005) *Prevención del retraso psicomotor causado por déficit de yodo en la infancia* Grupo de trabajo de Prevención en la infancia y adolescencia. Asociación española de pediatría de atención primaria. Disponible en: <http://www.aepap.org/previnfad/yodo.htm>
- Sullivan, J. y otros (1995) *Monitoring universal salt iodization programmes* Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, UNICEF; Programa contra la Malnutrición de Micronutrientes, PAMM; Iniciativa de Micronutrientes, MI; Consejo Internacional para el control de desórdenes por deficiencia de yodo, ICCIDD y Organización Mundial de la Salud, OMS



Francisco José Ureta,
fureta@uvg.edu.gt
Director del Centro de
Investigaciones Educativas (CIE)
del Instituto de Investigaciones
de la Universidad del Valle de
Guatemala



Sandra Recinos
Proyecto de Nutrición, Fondo de
las Naciones Unidas para la Infancia
(UNICEF)



Ana Carolina Martínez
Área de Nutrición, Instituto
de Nutrición de Centro
América y Panamá (INCAP).

Universidad de Navarra (2007) *Vitamina A* Área de Salud, España.
Disponible en: <http://www.cun.es/areadesalud/tu-salud/nutricion-y-salud/vitamina-a/>

Ureta, F. y otros (2006a) *Informe de Difusión General de la Evaluación del Rendimiento en Lectura y Matemática de Estudiantes de Sexto Grado Primaria de Escuelas Oficiales de Guatemala - 2005* PRONERE, Universidad del Valle de Guatemala, Ministerio de Educación

Ureta, Francisco y otros (2006b) *Rendimiento en Lectura y Matemática de Estudiantes de Primero y Tercero Primaria, un estudio muestral a nivel nacional* Revista de la Universidad del Valle de Guatemala, No. 15, noviembre 2006. p. 9-37

Ureta, F. y otros (2006c) *Situación de los Programas de Fortificación de Alimentos. Informe Anual Guatemala 2,006* Guatemala. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, UNICEF

Vela-Amieva, M. y otros (2003) *Hipertirotropinemia en recién nacidos mexicanos* Revista de Salud Pública de México 45 (4) 269-275