

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**“PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO
ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA
DE LA VITAMINA D EN ESCOLARES”**

Estudio descriptivo de corte transversal
realizado en niños y niñas del nivel primario
de escuelas mixtas urbanas y rurales
del Ministerio de Educación, jornada matutina,
municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal

mayo-junio 2013

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Médico y Cirujano

Guatemala, agosto de 2013

El infrascrito Decano de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala hace constar que:

Los estudiantes:

1. Carrascoza Valdez, Rony Daniel	200710409
2. Castañeda Cerón, Ernesto Misael	200417893
3. Mendoza López, Beatriz del Rosario	200710179
4. Reyes Motta, Sheila Noemí	200310609
5. Paredes Salvatierra, Juan Manuel	200640292
6. Nelson del Aguila, Pablo Giovanni	200419476
7. Orozco Andrade, Ana Luisa	200210368
8. Recinos Chán, María José	200110323
9. Aguilar Cardona, Rodrigo Lorenzo	200710194
10. Del Valle Zacarías, María Alejandra	200610077
11. Gálvez Acevedo, Ana Leslie	200614526
12. Noack Sierra, Andrea Victoria	200540066
13. González Menéndez, Sofia Susana	200410133
14. Gálvez Rafael, Nancy Judith	200614501
15. Alvarez Román, Angela María	200610053
16. Armira Paz, María José	200710369
17. Azurdia Loarca, Mavis Enminelli	200012229
18. Balcarcel Serrano, Ligia Karina	200210041
19. Barreda Mejía, Swhana Michelle	200710397
20. Berrios Lémus, Mirsa Lisseth	200511597
21. Calmo Herrera, Diana Lylly	200610247
22. Campos Cifuentes, Miguel Fernando	200640297
23. Carrillo Velásquez, Claudia Cristina	200210121
24. Castañeda Santiz, Rosa María	200710317
25. Dominguez Hernández, Edgar Roberto	200610115
26. Ecuté Bantes, Brenda Yolanda	200310257
27. Elias Barreno, Julio César	200310232
28. Flores Chitay, Marlyn Carolina	200510309
29. Gálvez Flores, Ligia Mariela	200110013
30. García Pereira, Leslie Cecibel	200011927
31. Gonzales Sosa, Jorge Mario	200680016
32. Grajeda Alonso, Ana Gabriela	200710190

33. Herrarte Chávez, Lluvitza María	200610158
34. Leonardo Hernández, Carla Samira	200215834
35. López Chun, Josué Abel	9513623
36. Mazariegos y Mazariegos, Deisy Elizabeth	200110634
37. Mazariegos Campos, Celso Felipe	200721331
38. Meza Ochoa, Cristian Danilo	200710401
39. Montenegro Méndez, Michelle Estefanía	200614389
40. Morales Argueta, Luisa Alejandra	200610293
41. Muralles Castillo, Fernando Antonio	200710573
42. Natareno Natareno, Alexander Jacob	199810458
43. Rodríguez Ochoa, José David	200518159
44. Roldán Sánchez, Ivania Agripina del Rosario	200614547
45. Terraza López, Gabriel Eduardo	200515405
46. Tojín Samayoa, Nely Francisca	200717659
47. Valdéz Bautista, Yesenia Sarahi	200610265
48. Vásquez Azurdia, Kathia María	200518167
49. Ventura Klug, Wendy Johana	200510172

han cumplido con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al Título de Médico y Cirujano, en el grado de Licenciatura y habiendo presentado el trabajo de graduación titulado:

**“PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO
ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA
DE LA VITAMINA D EN ESCOLARES”**

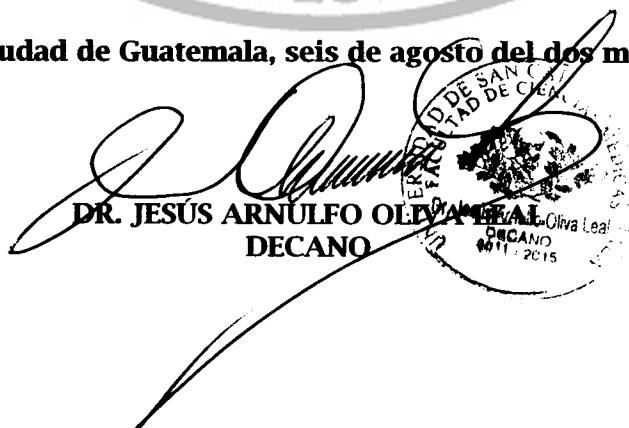
Estudio descriptivo de corte transversal
realizado en niños y niñas del nivel primario
de escuelas mixtas urbanas y rurales
del Ministerio de Educación, jornada matutina,
municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal

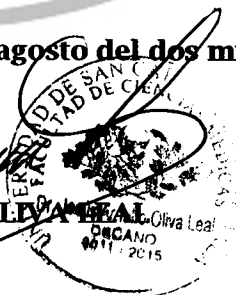
mayo-junio 2013

Trabajo asesorado por el Dr. César Oswaldo García García y revisado por el Dr. Edgar Rodolfo de León Barillas quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, seis de agosto del dos mil trece


DR. JESÚS ARNULFO OLIVA LEAL
DECANO



El infrascrito Coordinador de la Unidad de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hace constar que los estudiantes:

1. Carrascoza Valdez, Rony Daniel	200710409
2. Castañeda Cerón, Ernesto Misael	200417893
3. Mendoza López, Beatriz del Rosario	200710179
4. Reyes Motta, Sheila Noemí	200310609
5. Paredes Salvatierra, Juan Manuel	200640292
6. Nelson del Aguila, Pablo Giovanni	200419476
7. Orozco Andrade, Ana Luisa	200210368
8. Recinos Chán, María José	200110323
9. Aguilar Cardona, Rodrigo Lorenzo	200710194
10. Del Valle Zacarías, María Alejandra	200610077
11. Gálvez Acevedo, Ana Leslie	200614526
12. Noack Sierra, Andrea Victoria	200540066
13. González Menéndez, Sofía Susana	200410133
14. Gálvez Rafael, Nancy Judith	200614501
15. Alvarez Román, Angela María	200610053
16. Armira Paz, María José	200710369
17. Azurdia Loarca, Mavis Enminelli	200012229
18. Balcarcel Serrano, Ligia Karina	200210041
19. Barreda Mejía, Swhana Michelle	200710397
20. Berrios Lémus, Mirsa Lisseth	200511597
21. Calmo Herrera, Diana Lylly	200610247
22. Campos Cifuentes, Miguel Fernando	200640297
23. Carrillo Velásquez, Claudia Cristina	200210121
24. Castañeda Santiz, Rosa María	200710317
25. Dominguez Hernández, Edgar Roberto	200610115
26. Ecuté Bantes, Brenda Yolanda	200310257
27. Elías Barreno, Julio César	200310232
28. Flores Chitay, Marlyn Carolina	200510309
29. Gálvez Flores, Ligia Mariela	200110013
30. García Pereira, Leslie Cecibel	200011927
31. Gonzales Sosa, Jorge Mario	200680016
32. Grajeda Alonso, Ana Gabriela	200710190

33. Herrarte Chávez, Lluvitza María	200610158
34. Leonardo Hernández, Carla Samira	200215834
35. López Chun, Josué Abel	9513623
36. Mazariegos y Mazariegos, Deisy Elizabeth	200110634
37. Mazariegos Campos, Celso Felipe	200721331
38. Meza Ochoa, Cristian Danilo	200710401
39. Montenegro Méndez, Michelle Estefanía	200614389
40. Morales Argueta, Luisa Alejandra	200610293
41. Muralles Castillo, Fernando Antonio	200710573
42. Natareno Natareno, Alexander Jacob	199810458
43. Rodríguez Ochoa, José David	200518159
44. Roldán Sánchez, Ivania Agripina del Rosario	200614547
45. Terraza López, Gabriel Eduardo	200515405
46. Tojín Samayoa, Nely Francisca	200717659
47. Valdéz Bautista, Yesenia Sarahí	200610265
48. Vásquez Azurdia, Kathia María	200518167
49. Ventura Klug, Wendy Johana	200510172

han presentado el trabajo de graduación titulado:

**"PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO
ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA
DE LA VITAMINA D EN ESCOLARES"**

**Estudio descriptivo de corte transversal
realizado en niños y niñas del nivel primario
de escuelas mixtas urbanas y rurales
del Ministerio de Educación, jornada matutina,
municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal**

mayo-junio 2013

El cual ha sido revisado, corregido y aprobado por el Dr. César Oswaldo García García y al establecer que cumple con los requisitos exigidos por esta Unidad, se les autoriza a continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el seis de agosto del dos mil trece.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Edgar Rodolfo de León Barillas
Coordinador

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Médicas
Coordinación de Trabajos de Graduación
COORDINADOR

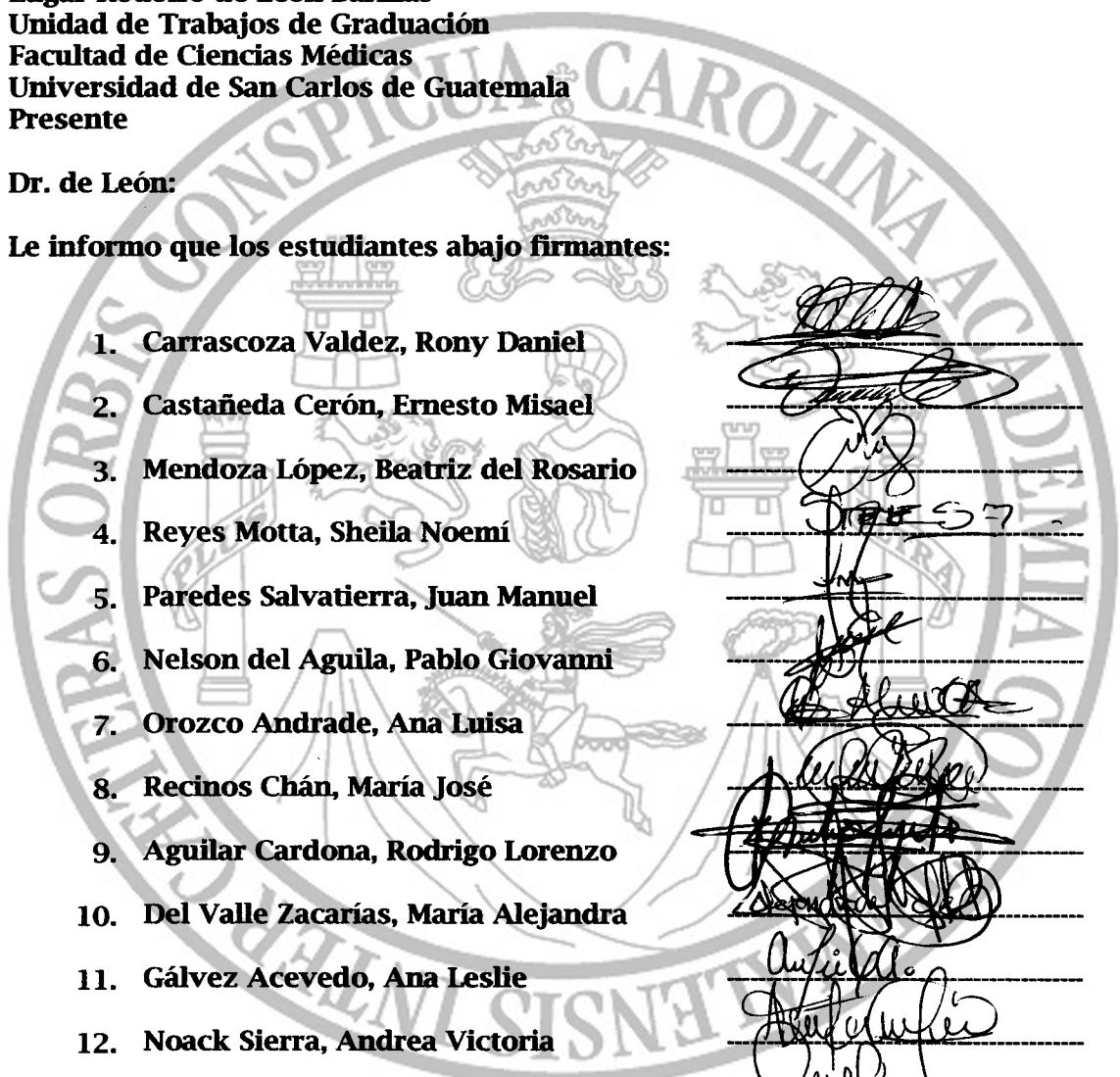
Guatemala, 6 de agosto del 2013

Doctor
Edgar Rodolfo de León Barillas
Unidad de Trabajos de Graduación
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

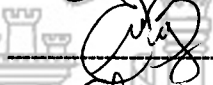
Dr. de León:

Le informo que los estudiantes abajo firmantes:

1. Carrascoza Valdez, Rony Daniel
2. Castañeda Cerón, Ernesto Misael
3. Mendoza López, Beatriz del Rosario
4. Reyes Motta, Sheila Noemí
5. Paredes Salvatierra, Juan Manuel
6. Nelson del Aguila, Pablo Giovanni
7. Orozco Andrade, Ana Luisa
8. Recinos Chán, María José
9. Aguilar Cardona, Rodrigo Lorenzo
10. Del Valle Zacarías, María Alejandra
11. Gálvez Acevedo, Ana Leslie
12. Noack Sierra, Andrea Victoria
13. González Menéndez, Sofía Susana
14. Gálvez Rafael, Nancy Judith
15. Alvarez Román, Angela María
16. Armira Paz, María José





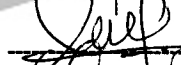
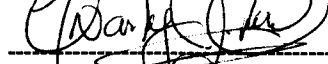
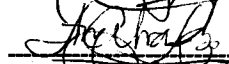




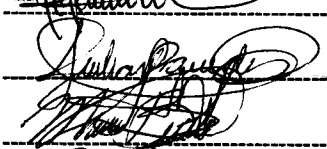
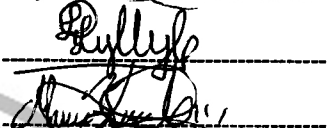


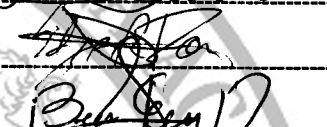


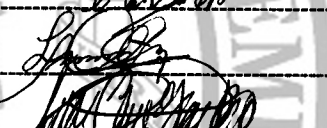
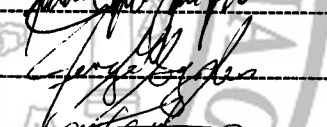
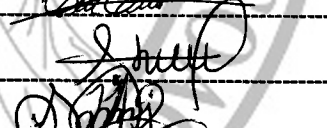


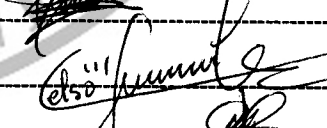
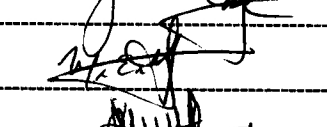
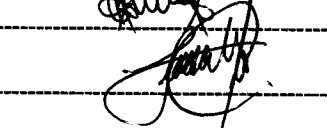





17. Azurdia Loarca, Mavis Enminelli
18. Balcarcel Serrano, Ligia Karina
19. Barreda Mejía, Swhana Michelle
20. Berrios Lémus, Mirsa Lisseth
21. Calmo Herrera, Diana Lyly
22. Campos Cifuentes, Miguel Fernando
23. Carrillo Velásquez, Claudia Cristina
24. Castañeda Santiz, Rosa María
25. Dominguez Hernández, Edgar Roberto
26. Ecuté Bantes, Brenda Yolanda
27. Elias Barreno, Julio César
28. Flores Chitay, Marlyn Carolina
29. Gálvez Flores, Ligia Mariela
30. García Pereira, Leslie Cecibel
31. Gonzales Sosa, Jorge Mario
32. Grajeda Alonso, Ana Gabriela
33. Herrarte Chávez, Lluvitza María
34. Leonardo Hernández, Carla Samira
35. López Chun, Josué Abel
36. Mazariegos y Mazariegos, Deisy Elizabeth
37. Mazariegos Campos, Celso Felipe
38. Meza Ochoa, Cristian Danilo
39. Montenegro Méndez, Michelle Estefanía
40. Morales Argueta, Luisa Alejandra
41. Muralles Castillo, Fernando Antonio






- 42. Natareno Natareno, Alexander Jacob
- 43. Rodríguez Ochoa, José David
- 44. Roldán Sánchez, Ivania Agripina del Rosario
- 45. Terraza López, Gabriel Eduardo
- 46. Tojín Samayoa, Nely Francisca
- 47. Valdéz Bautista, Yesenia Sarahí
- 48. Vásquez Azurdia, Kathia María
- 49. Ventura Klug, Wendy Johana

[Handwritten signatures of the listed individuals]

Presentaron el informe final del Trabajo de Graduación titulado:

**“PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO
ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA
DE LA VITAMINA D EN ESCOLARES”**

**Estudio descriptivo de corte transversal
realizado en niños y niñas del nivel primario
de escuelas mixtas urbanas y rurales
del Ministerio de Educación, jornada matutina,
municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal**

mayo-junio 2013

**Del cual como asesor y revisor nos responsabilizamos por la metodología,
confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y
de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.**

Atentamente,

Dr. César Oswaldo García

Asesor

Firma y sello profesional



USAC

TRICENTENARIO

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Médicas

Coordinación de Trabajos de Graduación

COORDINADOR

Dr. Rodolfo de León Barillas

Revisor

Firma y sello profesional

[Handwritten signature of Dr. Rodolfo de León Barillas]

RESUMEN

Objetivo: Determinar la prevalencia y factores de riesgo asociados a la Deficiencia e Insuficiencia de Vitamina D en niños y niñas del nivel primario de las escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante los meses de mayo-junio 2013. **Población y Métodos:** Se presenta un estudio descriptivo de corte transversal, el cual incluyó a 23 escuelas con una muestra de 828 escolares. La población objetivo fueron los alumnos de educación primaria que reciben su formación académica en escuelas públicas matutinas del área de estudio, durante el ciclo escolar 2013. El esquema de muestreo adoptado para el estudio es de tipo probabilístico, bietápico, estratificado y por conglomerados, en las escuelas utilizadas para el estudio se seleccionó de forma aleatoria a los participantes de cada grado respetando la proporcionalidad por edad y sexo. **Resultados:** La prevalencia de insuficiencia y deficiencia de vitamina D es de 0.5% para deficiencia, 4.98% de insuficiencia, 93.52% de suficiencia y 1% con riesgo de toxicidad, al realizar estimaciones de la muestra, según el diseño del estudio esto representa a 39 niños deficientes ($<20\text{ng/ml}$); 514 escolares insuficientes ($20\text{--}30\text{ng/ml}$); 8815 escolares presentaron niveles óptimos (25-OH-D en suero $>30\text{--}100\text{ng/ml}$); y 107 escolares padecen de riesgo de toxicidad ($>100\text{ng/ml}$); siendo estos representativos de los 9,475 escolares. **Conclusiones:** Los resultados obtenidos durante la investigación difieren a los presentados por otros estudios similares, reportando una menor prevalencia, debido a esto no se lograron identificar factores de riesgo asociados a deficiencia de vitamina D; con respecto a la insuficiencia de vitamina D los factores que mantienen una relación con la mismas son un estado nutricional anormal, el no recibir la suplementación de la misma y un tono más oscuro en la coloración natural de la piel.

Palabras clave: Deficiencia, insuficiencia, vitamina D, prevalencia.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	5
2.1 Objetivo general.	5
2.2 Objetivos específicos.	5
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1 Vitamina D.	7
3.2 Fisiología.	7
3.3 Funciones de la vitamina D.	8
3.3.1 Efectos óseos.	10
3.3.2 Efectos extraóseos.	11
3.4 Fuentes de vitamina D:	12
3.4.1 Síntesis cutánea.	13
3.4.2 Fuentes dietéticas.	14
3.5 Clasificación funcional y diagnóstica de Insuficiencia/Deficiencia de vitamina D:	14
3.5.1 Deficiencia/Insuficiencia de vitamina D.	15
3.5.2 Criterios diagnósticos.	16
3.5.3 Prevalencia.	20
3.6 Factores de riesgo:	25
3.6.1 Factores de riesgo endógenos.	25
3.6.1.1 Pigmentación y queratinización de la piel.	25
3.6.2 Factores de riesgo exógeno.	28
3.6.2.1 Exposición a luz solar:	28
3.6.2.1.1 Uso de cremas protectoras.	29
3.6.2.1.2 Indumentaria.	30
3.6.2.1.3 Conducta respecto a la exposición solar.	31
3.6.2.2 Hábitos alimenticios:	31
3.6.2.2.1 Suplementación de vitamina D.	33
3.6.2.2.2 Consumo de alimentos con alto contenido de vitamina D:	33
3.6.2.2.2.1 Naturales.	34
3.6.2.2.2.2 Fortificados.	34
3.6.2.3 Estado nutricional.	35
3.6.3 Otros factores asociados.	37
3.6.3.1 actividad física.	39

3.7 Efectos de la deficiencia de vitamina D:	41
3.7.1 Efectos óseos de deficiencia de vitamina D.	41
3.7.2 Efectos extraóseos de deficiencia de vitamina D.	45
3.7.2.1 Vitamina D y mortalidad.	46
3.8 Tratamiento.	46
3.9 Suplementación.	47
3.10 Estrategias de prevención.	49
4. POBLACIÓN Y MÉTODOS	51
5. RESULTADOS	77
6. DISCUSIÓN	85
7. CONCLUSIONES	91
8. RECOMENDACIONES	93
9. APORTES	95
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
11. ANEXOS	111

1. INTRODUCCIÓN

La vitamina D o calciferol, es una prohormona que presenta una fisiología análoga a las hormonas esteroideas, puede ser sintetizada por el cuerpo humano a partir del colesterol (7 dehidrocolesterol),⁽¹⁻⁶⁾ y se obtiene por medio de dos vías una endógena y otra exógena,^(4,5,7) siendo la principal función la regulación de la concentración sérica de calcio iónico en donde actúa a nivel celular a través de receptores nucleares, también ejerce un potente efecto facilitador de la absorción de calcio en el tubo digestivo, tiene importantes efectos sobre el depósito y la resorción ósea, y diferentes funciones extraóseas, lo más relevante es el descubrimiento del receptor de vitamina D en órganos y células no relacionadas con el metabolismo óseo como el cerebro, próstata, mama, células del sistema inmune y páncreas.^(4,8) La principal fuente de vitamina D para los seres humanos es la producida en la piel, por medio de la radiación ultravioleta que aporta el 90% de la vitamina circulante y las fuentes dietéticas (origen exógeno) que aportan el 10% restante.⁽⁹⁾ Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), para el año 2000 la deficiencia de vitamina D es considerada una pandemia de amplia distribución en todos los grupos etarios;^(10,11) en los últimos años la Salud Pública ha presentado un creciente interés en la malnutrición de micronutrientes, de entre los cuales la vitamina D ha tomado una especial importancia por su participación en múltiples procesos metabólicos del organismo; su deficiencia e insuficiencia es considerada como la pandemia del siglo XXI.⁽¹²⁻¹⁵⁾ En un estudio transversal del año 2001-2004 en la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHANES por sus siglas en inglés) se muestra que el 74% de los casos tenía concentraciones séricas de 25-OHD menor a 23.58ng/ml y los mismos pacientes tenían un riesgo aumentado de desarrollar enfermedad coronaria e insuficiencia cardiaca congestiva,⁽¹²⁾ otro estudio realizado en el 2006 en Canadá con un grupo de 48 individuos entre 1 y 14 años de edad durante el otoño/primavera, determinó una prevalencia de deficiencia/insuficiencia de vitamina D del 35% y 77% respectivamente;⁽¹⁶⁾ en Toronto, Ontario, con una muestra de 91 niños durante invierno/primavera, determinó una prevalencia de deficiencia/insuficiencia del 32% y 82%, respectivamente;⁽¹⁶⁾ Langlois en el 2009 trabajando en la Encuesta de Medidas de Salud Canadiense con una muestra de 453 individuos de entre 6 y 11 años, a lo largo de todas las estaciones, determinó una

prevalencia de deficiencia/insuficiencia del 4% y 51%, respectivamente;⁽¹⁷⁾ en Estados Unidos realizaron un estudio en donde identificaron la prevalencia de la deficiencia de vitamina D al medir la 25-hidroxivitamina D en sangre, reportaron que durante los años 2001 al 2004 más del 9% de la población pediátrica presentan deficiencia de 25-hidroxivitamina D, y el 61% eran insuficientes;⁽¹⁸⁾ Múltiples estudios concluyen que debido a la diversidad de factores, tales como exposición solar, dieta, índice de masa corporal y raza entre otros, capaces de modificar los niveles séricos de vitamina D no es posible realizar una predicción confiable relativa a los niveles séricos de 25(OH)D;^(13,19-22) en Guatemala se realizó un estudio con mayas de edad avanzada residentes en Quetzaltenango con muestra de 108 ancianos con edad media de 69 años, se demostró que a pesar del elevado grado de exposición solar, los niveles de vitamina D eran bajos, encontrándose que el 96% de los sujetos de estudio presentaba cierto grado de deficiencia, Solamente el 3.7% tenía una concentración adecuada.^(23,24) No existen registros de otras publicaciones que se refieran a niveles de Vitamina D en la población Guatemalteca pediátrica.

El presente estudio tiene como objetivo principal la determinación de la prevalencia y factores de riesgo asociados a la deficiencia e insuficiencia de vitamina D, centrándose específicamente en la cuantificación de la vitamina, identificación de factores de riesgo, y los asociados a la insuficiencia, en niños y niñas de nivel primario primero de las 23 escuelas mixtas urbanas y rurales pertenecientes a la jornada matutina del Ministerio de Educación del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013. El diseño del estudio es de tipo descriptivo de corte transversal; como unidad de análisis se utilizaron datos epidemiológicos, boleta de recolección de datos y para medición de vitamina D el método Dyazime; como unidad de información el padre de familia o encargado. El esquema de muestreo adoptado para la encuesta es de tipo probabilístico, bietápico, estratificado y por conglomerados, el tamaño de la muestra corresponde a 828 estudiantes, con una muestra representativa de los estratos que conforman el marco de muestreo (grados y estructura por sexo), la muestra de segunda etapa (36 alumnos) se afijó de manera proporcional al peso porcentual de los estratos y substratos conformados; obteniendo 3 alumnos de sexo masculino y 3 de sexo femenino de cada grado, se

incluyeron en el estudio solo escolares que cursaran de primero a sexto grado de las 23 escuelas de la muestra, y cuyos encargados firmaran el consentimiento subrogado y los estudiantes el asentimiento informado, se excluyeron a escolares con patologías como: asma, enfermedad renal crónica, influenza, artritis reumatoide, artritis reumatoide juvenil, lupus eritematoso sistémico y epilepsia, no nacidos en Guatemala, obtención insuficiente de la muestra, escolares que no cumplieran con el ayuno, y muestras sanguíneas que se encuentren hemolizadas.

Dentro de las variables del estudio se presentan niveles de 25-hidroxivitamina-D y se clasifican en: Riesgo de Toxicidad (>100), Suficiencia ($>30-100$), Insuficiencia ($20-30$), Deficiencia (<20). El estado nutricional se obtuvo mediante la medición de peso y talla, se extrajo el índice de masa corporal y se clasificó según la tabla de la OMS en: obesidad, sobrepeso, estado nutricional normal, delgadez moderada, delgadez severa. La suplementación con vitamina D se indago acerca del uso de medicamentos que contienen vitamina D, el consumo de alimentos ricos en vitamina D, dentro de estos se encuentran el huevo, la leche, la margarina, jugo de naranja que es parte de la dieta diaria guatemalteca y el fototipo cutáneo según el test de Fitzpatrick que mide la sensibilidad a la luz y los clasifica en 6 fototipos.

Se determinó que el 0.5% de los estudiantes tiene niveles deficientes de 25-OH-D, el 4.98% tiene niveles insuficientes, el 93.42% mantiene niveles normales y el 1% tiene riesgo de toxicidad, al realizar estimaciones de la muestra, según el diseño del estudio esto representa a 39 niños deficientes ($<20\text{ng/ml}$); 514 escolares insuficientes ($20-30\text{ng/ml}$); 8815 escolares presentaron niveles óptimos (25-OH-D en suero $>30 - 100\text{ng/ml}$); y 107 escolares padecen de riesgo de toxicidad ($>100\text{ng/ml}$); siendo estos representativos de los 9,475 niños y niñas de las escuelas mixtas matutinas, urbanas y rurales pertenecientes al Ministerio de Educación del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, que se encontraban cursando un grado de primaria durante los meses de mayo-junio de 2013. El 5.43% se clasificó en delgadez severa, el 8.84% presenta delgadez moderada, el 60.89% estado nutricional normal, el 17.31% en sobrepeso, y el 7.72% en obesidad; no se logró identificar los factores de riesgo asociados a deficiencia de vitamina D debido a la poca prevalencia de la misma; no fue posible establecer una relación con los factores de riesgo

presentados en la literatura y la deficiencia de 25-OH-D. Se Identificó que los factores asociados a insuficiencia de vitamina D son un estado nutricional anormal (delgadez extrema/obesidad), el no recibir la suplementación de la misma y un tono más oscuro en la coloración natural de la piel.

La presente investigación contó con el aval del comité de ética del Ministerio de Salud y asistencia social.

Se realiza un especial agradecimiento a Dios, a todas aquellas entidades del estado y personas individuales que brindaron su apoyo y colaboraron en la realización de esta investigación como: El Instituto Nacional de Estadística, Lic. Castellanos por la asesoría estadística para el estudio; Lic. Ana Elisa Pacheco Estrada presidenta de la Asociación de Nutricionistas de Guatemala por la estandarización de la técnica de toma de peso y talla, al Ministerio de Educación de Puerto Barrios por la colaboración de dicha institución y a su personal (directores y maestros) de las escuelas seleccionadas para el estudio por su participación en la promoción y organización durante la toma de muestras para el estudio; al Centro de Salud de Puerto Barrios y su personal de laboratorio quienes brindaron el área física y los insumos del mismo para la centrifugación de las muestras; Cruz Roja Guatemalteca por el apoyo durante la realización de jornadas médicas, el transporte y medicamentos utilizados durante las mismas para el beneficio de los escolares; y al Laboratorio de Inmunología por los servicios prestados para el procesamiento de las muestras.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinar la prevalencia y factores de riesgo asociados a la Deficiencia e Insuficiencia de Vitamina D en niños y niñas del nivel primario de las escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante los meses de mayo-junio 2013.

2.2 Objetivos específicos

- 2.2.1 Cuantificar los niveles séricos de Vitamina D en niños y niñas del nivel primario de las escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante los meses de mayo-junio 2013.
- 2.2.2 Identificar los factores de riesgo asociados a la Deficiencia de vitamina D en niños y niñas del nivel primario de las escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante los meses de mayo-junio 2013.
- 2.2.3 Identificar los factores de riesgo asociados a la Insuficiencia de vitamina D en niños y niñas del nivel primario de las escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante los meses de mayo-junio 2013.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Vitamina D

La vitamina D o calciferol es una prohormona que está disponible tanto en las plantas como en los animales. A pesar de que el calciferol se identifica históricamente como una vitamina, en sentido estricto, el calciferol no puede ser considerado como tal debido a que puede ser sintetizada por el cuerpo humano a partir del colesterol (7-deshidrocolesterol), por lo que actualmente se prefiere referirse a ella como una prohormona, que presenta una fisiología análoga a las hormonas esteroideas.⁽¹⁻⁶⁾

3.2 Fisiología

La vitamina D es obtenida por el organismo por vía exógena (entérica) o por vía endógena a través de conversión fotoquímica de derivados del colesterol en la epidermis.^(4,5,7) En la vía exógena, la vitamina D se puede obtener de los alimentos de origen vegetal como ergocalciferol, también llamada vitamina D2 y en los alimentos de origen animal, se puede obtener como colecalciferol o vitamina D3.^(7,17,25) La vía endógena se produce por la exposición del 7-dehidrocolesterol en la epidermis a la radiación ultravioleta de tipo B producida por el sol, realizando fotólisis a la molécula de 7-dehidrocolesterol, la cual pasa a formar vitamina D3.^(5,6,25)

La vitamina D obtenida en la vía exógena y en la endógena viaja por el torrente sanguíneo unida a la proteína de unión a la vitamina D o transcalfiferina, hasta llegar al hígado, en donde sufre una hidroxilación en el carbono de la posición 25, formando 25-hidroxivitamina-D (25-OH-D) o calcidiol, en un proceso catalizado por la enzima 25-hidroxilasa que se encuentra en el retículo endoplásmico de los hepatocitos y forma parte del complejo enzimático citocromo P450. El calcidiol es la forma de almacenamiento de vitamina D en el hígado y en el torrente sanguíneo, pero en cantidades fisiológicas no tiene función biológica intrínseca. El calcidiol viaja por el torrente sanguíneo unido a la proteína de unión a la vitamina D hasta el túbulo proximal renal, en donde sufre la segunda hidroxilación en el carbono de la posición uno, catalizado por la enzima mitocondrial 1- α hidroxilasa y formando la

molécula 1-25-dihidroxitamina D o calcitriol, que es la forma biológicamente activa de la vitamina D. La enzima 1- α hidroxilasa regula de manera estricta la producción de calcitriol al ser afectada por varios factores, siendo estimulada por la hormona paratiroidea, los estrógenos, y la hipofosfatemia, y siendo inhibida por su propio producto, el calcitriol.^(4,5,7,8,17,25,26)

La principal función del calcitriol es la regulación de la concentración sérica de calcio iónico, estimulando la absorción intestinal de calcio y la formación de osteoclastos maduros que movilizan el calcio desde el hueso hasta el espacio extracelular en la remodelación ósea. Como todas las hormonas esteroideas, el calcitriol actúa a nivel celular a través de receptores nucleares, específicamente el receptor nuclear de la vitamina D, RVD.⁽⁸⁾

Estudios recientes demuestran que el RVD y la enzima 1- α hidroxilasa están presentes en casi todos los tejidos humanos, sugiriendo la existencia de comunicación autocrina y paracrina relacionada a la vitamina D.⁽²⁷⁾ Los principales tejidos en donde se ha confirmado la presencia de la enzima 1- α hidroxilasa son: placenta, monocitos, macrófagos, próstata, mama, colon, corazón, pulmón, cerebro, queratinocitos, células β -pancreáticas y paratiroides.⁽⁴⁾

3.3 Funciones de la vitamina D

La vitamina D ejerce un potente efecto facilitador de la absorción de calcio en el tubo digestivo así como también tiene importantes efectos sobre el depósito y la resorción ósea, así como diferentes funciones extraóseas dadas por el receptor de la 1,25-dihidroxitamina D3 (RVD) la cual se ha encontrado en más de 30 tejidos (tabla 1) por lo que se relaciona con el desarrollo neurológico, la inmunomodulación y la regulación del crecimiento celular.^(7,8,25)

Tabla 1: Órganos y tejidos en los que se expresa el receptor VDR de la 1,25-dihidroxitamina D ₃	
SISTEMA	ÓRGANOS Y TEJIDOS
Sistema Endócrino	Paratiroides Células C tiroideas Células β pancreáticas Glándulas Suprarrenales Hipófisis
Sistema Cardiovascular	Células del músculo liso arterial Cardiomiocitos Células endoteliales
Sistema Musculoesquelético	Osteoblastos Condrocitos Músculo estriado esquelético
Sistema Gastrointestinal y Hepático	Esófago Estómago Intestino Hepatocitos
Sistema Renal	Células tubulares Aparato yuxtaglomerular Podocitos
Sistema Reproductor	Ovarios Placenta Útero Testículos Epidídimo
Sistema Inmune	Médula Ósea Timo Linfocitos T y B
Sistema Respiratorio	Células alveolares pulmonares
Piel	Queratinocitos y folículos pilosos
Sistema Nervioso Central	Neuronas
Otros	Retina Tejido adiposo Mama Células tumorales Parótidas Fibroblastos

Fuente: Tomado y modificado de Enith K, Blanco J, Maya GC. Vitamina D: nuevos paradigmas. La Clínica y el Laboratorio Medellín; 2011.

3.3.1 Efectos óseos

La vitamina D juega un papel importante en el metabolismo óseo. El impacto de la deficiencia subclínica de vitamina D es de gran importancia ya que afecta la mineralización ósea en la infancia y tiene el potencial de disminuir la densidad de la masa ósea, lo que a su vez, podría contribuir a un mayor riesgo de fractura en niños, adolescentes y en la vida adulta.⁽²⁸⁾

En la infancia y adolescencia, y en menor grado en la vida intrauterina, la vitamina D logra maximizar la mineralización y la densidad ósea, reduciendo el impacto del tiempo sobre la pérdida ósea que ocurre con la edad.⁽²⁶⁾

La vitamina D ofrece mejoras en la calidad ósea por los siguientes mecanismos: disminución de la reabsorción ósea inducida por Hormona Paratiroidea (PTH) y citocinas, aumenta la formación de hueso cortical, disminuye la porosidad cortical, aumenta el número y la función de osteoblastos a través de la inducción de factores de crecimiento óseo y de la síntesis de proteínas de la matriz ósea, sostiene la vitalidad y la función de los osteocitos por lo que brinda una mayor resistencia a las fracturas y favorece a la reparación de las microfracturas.⁽²⁵⁾

La 1,25-dihidroxitamina D₃ ayuda a conservar las concentraciones séricas de calcio y fosfato a niveles suficientes para mantener la mineralización pasiva de la matriz ósea previamente no mineralizada, compuesta por colágeno y osteoide sintetizados por los osteoblastos. Por otro lado promueve la formación de osteoclastos maduros, los cuales se encargan de movilizar el calcio desde el hueso al espacio extracelular en la fase de resorción y del remodelamiento óseo. Además influye en la regulación de la proliferación y apoptosis de los condrocitos hipertróficos.^(4,8)

3.3.2 Efectos extraóseos

Distintas evidencias sugieren que la vitamina D desempeña actividades no calcémicas y funciones no relacionadas con el metabolismo óseo. La más relevante es el descubrimiento del receptor de vitamina D en órganos y células no relacionadas con el metabolismo óseo, como el cerebro, próstata, mama, células del sistema inmune, páncreas, etc.⁽⁸⁾

En el sistema endócrino la vitamina D actúa principalmente en la glándula paratiroides donde ejerce un potente efecto modulador inhibiendo la síntesis de la PTH y el crecimiento de las células paratiroides.⁽⁴⁾ Su función en el páncreas endócrino se debe al RVD y la proteína de unión a la vitamina D (DBP) particularmente en células β , por medio de esto se modula la expresión de la calbindina que participa en el control de flujo intracelular de calcio y junto con el estímulo del RVD facilitan la liberación de insulina. Además el RVD se expresa en los tejidos blanco de la insulina, favoreciendo la sensibilidad de estos tejidos.^(4,7,8)

La vitamina D ejerce regulación el sistema Renina-angiotensina-aldosterona al reducir la expresión del gen de la renina disminuyendo la activación de la angiotensina I y II.^(4,8,25) El calcitriol es un regulador negativo de este sistema.⁽⁸⁾

En el sistema Cardiovascular se han encontrado RVD y receptores de 1α -hidroxilasa especialmente en los cardiomiocitos; se ha evidenciado que los niveles bajos de 25-hidroxivitamina-D se relacionan con mayor incidencia de hipertensión y eventos cardiovasculares, sin embargo aún no se cuentan con los suficientes datos para determinar esta relación. En el sistema vascular se ha encontrado que fisiológicamente la vitamina D se encarga de la reducción de la inflamación que se encuentra asociada con la

aterosclerosis lo que disminuye la calcificación vascular, mejora la función endotelial y atenúa la hipertrofia de los cardiomiocitos.^(4,25) Su relación con el sistema inmune se evidencia en múltiples efectos. Favorece el control de las infecciones, de las enfermedades autoinmunes y el rechazo a los trasplantes por ambientes telóricos, estimulando la mayoría de los elementos del sistema innato e inhibiendo la mayoría de los elementos del sistema inmune adaptativo. Estos efectos se deben a que el RVD se encuentra presente en las células presentadoras de antígenos (macrófagos y células dendríticas) y células T activadas. Se encarga de la estimulación de la función y la activación de los macrófagos, natural killers y de las células dendríticas, con las células T presenta una acción global sobre la respuesta del tipo Th-2 sobre Th-1, por lo que disminuye la aparición de enfermedades autoinmunes mediadas por Th-1.^(4,7,8,25,29)

La vitamina D se relaciona con acción anticancerígena, ya que se ha observado que células afectadas en la leucemia, melanoma, cáncer de colon, mama y próstata expresan RVD y al ser expuestas a 1,25-dihidroxitamina D₃ reducen principalmente su actividad proliferativa e induce su diferenciación de células normales, adicionalmente tiene efecto proapoptótico, inhibición de la invasión y metástasis, efecto anti-inflamatorio e inhibición de la angiogénesis.^(4,7,8,25)

3.4 Fuentes de vitamina D

Existen dos tipos de vitamina D: La vitamina D₂ (ergocalciferol) que se sintetiza en las plantas y la vitamina D₃ (colecalfiferol), que es sintetizada por animales mamíferos.⁽⁹⁾ La principal fuente de vitamina D para los seres humanos es la vitamina D₃ (origen endógeno) producida en la piel, por medio de la radiación

ultravioleta que aporta el 90% de la vitamina D circulante y las fuentes dietéticas (origen exógeno) que aportan el 10% restante de la vitamina D.⁽⁹⁾

3.4.1 Síntesis cutánea

La vitamina D, de origen endógeno, se sintetiza en la piel a partir del 7-dehidrocolesterol mediante la acción de la luz ultravioleta. Formando provitaminas metabólicamente inactivas que deben sufrir primero hidroxilación hepática, con lo que se obtiene calcidiol o 25-OH-colecalciferol; este metabolito es el que se suele determinar en sangre. Posteriormente, se necesita una segunda hidroxilación renal, obteniéndose calcitriol o 1,25-OH-colecalciferol, que es el producto metabólicamente activo.⁽³⁰⁾

Se deben tener en cuenta diversos aspectos además del tiempo de exposición (cada vez se pasa más tiempo en el interior de los edificios) como son: la estación del año (se estima que los niveles de 25(OH)D descienden un 20% desde finales de verano a pleno invierno),⁽³¹⁾ la latitud (en áreas por encima de los 40º en donde generalmente no se alcanza este umbral en invierno y debe almacenarse suficiente vitamina D durante el resto del año), factores climatológicos como la nubosidad y la contaminación.⁽²⁾

Otros aspectos influyentes en los niveles de vitamina D son la superficie corporal expuesta y la protección solar, por lo que hay que tener en cuenta tanto el uso de cremas solares protectoras como la indumentaria. La pigmentación de la piel es uno de los factores más importantes, ya que afecta al tiempo necesario para producir vitamina D; así, los individuos de piel oscura necesitan entre 3-4 veces más de exposición solar para alcanzar los mismos niveles de vitamina D que los de piel clara.⁽²⁾

La exposición solar puede garantizar la producción de vitamina D en cualquier etapa de la vida sin embargo incrementa el riesgo de

cáncer de piel.⁽³²⁻³⁴⁾ Debido a este riesgo la Academia Americana de Pediatría recomienda que los niños menores de 6 meses de edad no se expongan a la luz solar directa, con la finalidad de reducir el riesgo de cáncer de piel, especialmente los niños de piel blanca, en latitudes más bajas y sobre todo en los meses de verano.⁽⁹⁾

3.4.2 Fuentes dietéticas

La mejor fuente de vitamina D incluye los pescados grasos como el salmón, la macarela y las sardinas.⁽³⁵⁾ Alimentos que son infrecuentes en la dieta de nuestro país. También se encuentra en mayores concentraciones en la yema del huevo, hígado, mantequilla y leche entre otros. Sin embargo estos alimentos, hoy en día, son consumidos en menor cantidad por sus altos niveles de colesterol.⁽³³⁾ Existen alimentos fortificados con vitamina D como algunos cereales con agregados vitamínicos, leches regulares están fortificadas con vitamina D3, mientras que la leche de soya fortificada es usualmente con vitamina D2.⁽³⁵⁾

En el artículo de Jornal de Pediatría *"The importance for growth of dietary intake of calcium and vitamin D"* se mencionan ciertos factores de la dieta que pueden incrementar o reducir la biodisponibilidad de la vitamina D. Se comprobó que si se ingiere leche al mismo tiempo con alimentos que contengan vitamina D esto incrementa la absorción de 3 hasta 10 veces por la presencia de lactoalbúmina. Por el contrario la fibra y etanol reducen la biodisponibilidad por excreción biliar. Los niños alimentados exclusivamente con lactancia materna son una población en riesgo de raquitismo y deben ser suplementados con vitamina D desde el nacimiento.^(2,30) Desafortunadamente existe poca información acerca de la biodisponibilidad de esta vitamina.⁽³³⁾

3.5 Clasificación funcional y diagnóstica de insuficiencia/deficiencia de vitamina d

3.5.1 Deficiencia/Insuficiencia de vitamina D

Lipps (2001), declara *"no existe un consenso en cuanto a la línea que distingue entre el estado suficiente/insuficiente de vitamina D"*.⁽³⁶⁾ El límite inferior de referencia para valores séricos de 25(OH)D en algunos reportes varía desde 10 hasta 43nmol/l. Algunos autores definen estos límites para adultos y niños sanos, mientras que otros mencionan el límite menor en los cuales ocurre el raquitismo y la osteomalacia.⁽³⁷⁾ Otros investigadores se reservan el término *"deficiencia de vitamina D"* para un estado de deficiencia severa relacionado a osteomalacia y raquitismo, también usan *"insuficiencia de vitamina D"* o *"estado inadecuado"* para deficiencia moderada, la cual está asociada a hiperparatiroidismo secundario.⁽³⁸⁾

La definición de deficiencia de vitamina D y normalidad o estatus adecuado de la misma no ha alcanzado un consenso definitivo (Ringe, 1998). Hasta fechas recientes (Viet 1999) se aceptaba que valores de 25-hidroxivitamina-D por debajo de 5-7ng/ml inducen osteomalacia, valores inferiores a 10-12ng/ml condicionan hipoparatiroidismo secundario y osteoporosis y, se consideraban normales niveles superiores a 18-20ng/ml.⁽³⁹⁾

Estos valores clásicos, se adaptan aceptablemente al criterio estadístico cuando se miden los valores de vitamina D en población joven y sana, pero no son adecuados y se superponen en un porcentaje elevado cuando se evalúan en población anciana (Gómez, 2003).⁽⁴⁰⁾

Chapuy MC y colaboradores tomaron otra iniciativa (1997). Ellos se dieron cuenta que por muchos años la deficiencia de vitamina D fue definida como la concentración sérica de 25-hidroxivitamina D (<8-10ng/ml) asociada a raquitismo. Entonces basaron la relación inversamente proporcional que existe entre los niveles de 25-

hidroxivitamina D y las concentraciones séricas de PTH.⁽⁴¹⁾ Con esto introdujeron el concepto de "insuficiencia" para describir aquellos individuos con concentraciones séricas de 25-hidroxivitamina D que son mayores a los que definen "deficiencia" (que se relacionan con el riesgo de raquitismo), pero que todavía son menores que los niveles óptimos.⁽⁴²⁾

Aunque existen diferentes puntos de corte sobre los niveles séricos de 25-hidroxivitamina D3, Holick (2007) realiza una amplia revisión y propone niveles en donde coincide con otros autores destacando en que: valores inferiores a 20ng/ml corresponden a deficiencia. Los niveles entre 20-30ng/ml se consideran insuficiencia, y los niveles óptimos por encima de 30ng/ml.⁽⁴³⁾

3.5.2 Criterios diagnósticos

García (2012) apoyado por la literatura tan extensa disponible menciona que "la concentración sérica de 25(OH) D es el mejor indicador del estatus de vitamina D". Pero menciona además que no es un buen biomarcador de efecto, o en otras palabras, no nos proporciona un dato sobre la cantidad de vitamina D depositada en los tejidos del cuerpo ni su relación con el estado de salud del individuo.⁽⁴⁴⁾ El abordaje más común para definir el estado suficiente de vitamina D se hace de acuerdo a los límites referidos de concentración sérica de 25(OH) D en poblaciones sanas (por ejemplo, donadores de sangre) a lo largo del año. Sin embargo, estos valores tienen sus fallas, ya sea por el tipo de población, o por el tipo de ensayo que usan para procesar la muestra.⁽⁴⁵⁾

A continuación se presentan clasificaciones propuestas por distintos autores en diversos estudios para su revisión: Misra M, y colaboradores (2008) describen deficiencia severa cuando los valores de 25-hidroxivitamina-D están por debajo de los 10nmol/l,

deficiencia moderada con rangos entre 10 y 20nmol/l, deficiencia leve, o insuficiencia (20–30nmol/l), estado de suficiencia (40–80 nmol/l) y estado de toxicidad por encima de los 375nmol/l.⁽³⁾ El grupo de Paul Lips (2001) determina así: Deficiencia severa (<5ng/ml), deficiencia (5–10ng/ml), e insuficiencia (10–20ng/ml).⁽³⁶⁾ Holick (2007) es su revisión de “*Deficiencia de vitamina D*” publicado en el New England Journal of Medicina describe el estado de suficiencia/insuficiencia de vitamina D así: deficiencia (<20ng/ml), insuficiencia (20–30ng/ml) y suficiencia (>30ng/ml).⁽⁴³⁾

La Sociedad de Endocrinología recomienda que la deficiencia de vitamina D sea definida con niveles de 25-(OH)-D de 20ng/ml o menos, y la insuficiencia de vitamina D con niveles de 21 a 29ng/ml y la suficiencia se vitamina D como 30ng/ml o más para los niños y adultos. También sugiere que el mantenimiento ideal de los niveles de 25-(OH)-D de 40 a 60ng/ml es ideal y que hasta 100ng/ml es seguro.⁽⁴⁶⁾

Hay varios métodos serológicos para cuantificar la vitamina D, los cuales incluyen: Cromatografía líquida-espectrometría de masa (LC-MS por sus siglas en inglés), considerada actualmente el gold standar, Inmunoensayo enzimático (EIA por sus siglas en inglés), y prueba enzimática tipo ELISA (DIAZYME). Cada método tiene sus desventajas y ventajas, pero se debe tomar en cuenta que la vitamina D se une a proteínas séricas, por lo cual las pruebas que tienen un paso de desproteínización previo a los pasos de cuantificar el nivel serológico proporcionan mejores resultados. El método DIAZYME Total 25-OH Vitamina D tiene ventajas en cuanto a su precisión y disponibilidad. La siguiente tabla demuestra algunas características de este tipo de examen comparado a los otros mencionados, cabe mencionar que es la que se asemeja con más exactitud a la prueba Gold Standard LC-MS.⁽⁴⁷⁾

La prueba DIAZYME se basa en la competición entre 25-OH Vitamina D Conjugado en una microplaca y la 25-OH Vitamina D de la muestra. La vitamina D es extraída de la muestra y mezclado en las microplacas con el reactivo R1 que contiene anticuerpos de 25-OH-D y se incuba. Luego de esto, se lava y se añade R2 (anticuerpo secundario). Después de la segunda incubación y lavado el tercer reactivo R3 (Sustrato TetraMetiBenzadina) es añadido. La reacción es detenida agregando la solución STOP y se mide la intensidad colorimétrica. La concentración de 25-OH Vitamina D de un paciente es inversamente proporcional a la absorción medida a 450nm de longitud de onda.⁽⁴⁷⁾ Beastall G y Rainbow S, realizaron un inmunoensayo en el que clasifican los niveles de vitamina D en deficiencia (<10ng/ml), insuficiencia (10-29ng/ml) y estado de suficiencia (30–100ng/ml), utilizando el método DIAZYME (ELISA).⁽⁴⁷⁾

No existe diferencia entre los valores óptimos de concentración sérica de vitamina D esperados en adultos y los valores óptimos en adolescentes y niños, por lo que los rangos de referencia son universalmente aceptados e independientes de la edad del sujeto, con leves variaciones según el método seleccionado para la medición de los niveles.⁽⁴⁷⁾

Tabla 2. Vitamina D y métodos diagnósticos					
MÉTODO	DIAZYME	INMUNOENSAYO ENZIMÁTICO	INMUNOENSAYO CLIA MÉTODO 1	INMUNOENSAYO CLIA MÉTODO 2	LC-MS
PRECISIÓN %CV	<10%	<10%	6.3 – 12.9%	5.8-16.9%	<10%
RANGO DE VALORES	5.9-120ng/ml	2.0-150ng/ml	4-150ng/ml	6-126ng/ml	4-100ng/ml
TIEMPO	2.5 hrs	4 hrs	35 min	38 min	Variable
DESPROTEINIZACIÓN	Sí	No	No	No	Sí
MUESTRAS POR CICLO	DS2- 82 DSX- 164	DS2- 62	>100 por hora	>100 por hora	Variable
PRECISIÓN IGUALDAD D2 Y D3	Sí	No	Sí	Sí	Sí

CLIA - inmunoanálisis competitivo basado en Luminex; LC-MS - Cromatografía líquida – espectrometría de masa
Fuente: Tomado y Modificado de Total 25-OH Vitamin D. DIAZYME. 2011.

3.5.3 Prevalencia

Según reportó la OMS (2000) en su World Health Report, la deficiencia de vitamina D es *“una pandemia”*⁽¹⁰⁾ con, aproximadamente 1 billón de personas alrededor del mundo que tienen niveles de 25-OHD en concentraciones inferiores a 80nmol/l.⁽¹³⁾ Y Tulchinsky (2008) la describe como *“de amplia distribución en todos los grupos etarios”*^(10,11)

La vitamina D además de sus funciones esqueléticas, en los últimos años ha despertado gran interés en su relación con la enfermedad cardiovascular, diabetes, enfermedades autoinmunes o cáncer y, en cierta manera, en todas las causas de mortalidad.^(10,48,49) Múltiples estudios han demostrado que con el incremento de concentración sérica de 25-OHD, por encima de 25nmol/l, reduce en un 17% el riesgo de desarrollar cualquier tipo de cáncer y hasta 29% de disminución en el riesgo de morir por cáncer. En un estudio transversal del año 2001-2004 de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHANES por sus siglas en inglés) se muestra que el 74% de los casos tenían concentraciones séricas de 25-OHD menor a 75nmol/l y los mismos pacientes tenían un riesgo aumentado de desarrollar enfermedad coronaria e insuficiencia cardíaca congestiva.⁽¹²⁾

Así como estos existen variados estudios que demuestran la asociación de la deficiencia de vitamina D con múltiples enfermedades tanto agudas como crónicas, por lo que se ha considerado a la deficiencia e insuficiencia de vitamina D un problema grave y enmascarado de la salud pública.

Lips (2001) reporta varios estudios del estado de la vitamina D, realizados en distintos países y en diferentes condiciones, por lo que la prevalencia varía desde 90% en Reino Unido en pacientes pediátricos y 6% en población blanca, en el mismo país.⁽³⁶⁾ Chapuy y

colaboradores (1997) reportan una alta prevalencia de deficiencia de 25(OH) D (valores séricos <30nmol/l) en jóvenes adultos sanos (14%) y adultos sanos (39%) en Francia. Oitge (1998) trabajando en Alemania, describe una prevalencia de deficiencia severa de vitamina D del 24% (n = 580).⁽³⁷⁾

Mientras que en América Latina se realiza un estudio titulado “*América Latina, Auditoria Regional, epidemiología, costos e impacto de la osteoporosis en 2012*” [THE LATIN AMERICA, Regional Audit], realizado por la Fundación Internacional de Osteoporosis donde se incluyen países como: Argentina, Brasil, Chile, Guatemala y México; con edades desde los 55 años, en el que reportan el porcentaje de personas con niveles inadecuados (menor 30ng/ml) de 25(OH)D que va desde 40% en Brasil hasta 96.2% en Guatemala y 96.8% en México, quienes reportan mayor porcentaje de deficiencia.⁽²³⁾

En varios países del mundo se han realizado estudios acerca de la prevalencia de la deficiencia de vitamina D en niños y adolescentes, incluyendo a individuos sin enfermedades crónicas relacionadas, donde se incluyen factores como: exposición solar, raza, hábitos alimenticios, suplementación con vitamina D y estado nutricional.⁽⁷⁾

En España se realizó un estudio que incluyó a 102 niños de 9 a 13 años y se encontró un valor menor de 50nmol/l en el 51% de los casos.⁽⁷⁾

Foot y colaboradores (2009) reportan valores deficientes (31.2%) e insuficientes (57.8%) dentro de una población de adolescentes femeninas sanas entre 12 y 14 años en Beijing, China.⁽³⁷⁾ Leng Huat Foo, et al; (China, 2009) describe que solo el 11% de una población adolescente china de 15 años tienen valores de 25(OH)D por encima de los 50nmol/L durante la primavera.^(50,51)

Harinarayan y colaboradores (2008) realizando estudios en Andhra Pradesh, encontraron que la media de valores séricos de vitamina D

(25-OH-D) era de 15.57ng/ml +/- 1.21 en niños del área urbana, y para niños del área rural la media era de 17ng/ml +/- 1.3, y este autor concluye que no hay diferencia estadísticamente significativa entre poblaciones rurales/urbanas ya que ambas poblaciones presentan deficiencia de vitamina D.⁽⁵²⁾

Roth (2003, Edmonton, Alberta, Canadá) con una muestra de 35 individuos comprendidos entre 2 y 8 años durante la primavera, encontró una prevalencia de deficiencia de vitamina D del 17%.⁽¹⁶⁾ Newhook (2006, Labrador, Canadá) estudió un grupo de 48 individuos entre 1 y 14 años durante el otoño/primavera, y determinó una prevalencia de deficiencia/insuficiencia de vitamina D del 35% y 77% respectivamente.⁽¹⁶⁾ Maguire (2008, Toronto, Ontario) con una muestra de 91 niños, durante invierno/primavera, determinó una prevalencia de deficiencia/insuficiencia del 32% y 82%, respectivamente.⁽¹⁶⁾ Langlois (2009), trabajando para la CHMS con una muestra de 453 individuos de entre 6 y 11 años, a lo largo de todas las estaciones, determinó una prevalencia de deficiencia/insuficiencia del 4% y 51%, respectivamente.⁽¹⁷⁾

Kumar (2004) trabajando para la NHANES trabajo con individuos comprendidos entre 1 y 21 años, contando con una muestra de 6275 y determinó una prevalencia de deficiencia de 25(OH)D (< 20 ng/ml) del 9%, e insuficiencia (< 30ng/ml) de 70%, en Estados Unidos.⁽¹⁸⁾ La NHANES entre los años 2000 y 2004 conducida por el National Center for Health Statistics (NCHS) del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), estudiaron a 20,000 personas comprendidas en todas las edades que evidenciaban riesgos nutricionales de deficiencia de vitamina D; llevaron a cabo exámenes clínicos, y de inmunoensayo midiendo niveles séricos de 25(OH)D para informar a la población estadounidense sobre el estado deficiencia/suficiencia de vitamina D en la conferencia Salud y

vitamina D en el siglo 21 y estos fueron los resultados según los niveles séricos de 25(OH)D, según los grupos de edad:⁽⁵³⁻⁵⁵⁾

- 1-5 años: deficiencia severa ($<11.1\text{ng/ml}$)=5%; deficiencia moderada ($<20.2\text{ng/ml}$)=9%; insuficiencia ($<30.1\text{ng/ml}$) = 52%.
- 6-11 años: Deficiencia severa=3%; deficiencia moderada=14%; insuficiencia=67%
- 12-19 años: Deficiencia severa=6%; deficiencia moderada=30%; insuficiencia=75%

Mansbach (2006) igualmente trabajando para la NHANES estudio niños entre 1 y 5 años determinó una prevalencia de deficiencia/insuficiencia de vitamina D en una muestra de 1799 individuos de 14% y 63%, respectivamente.⁽⁵³⁾ Gordon (2004) realizó un estudio en Boston con una muestra de 307 individuos entre 11 y 18 años y determinó una prevalencia de insuficiencia de vitamina D con valores entre 20 y 50nmol/l era del 42% y la deficiencia con valores menores de 8nmol/l de 4.6%.⁽⁵⁶⁾ Posteriormente, en el año 2007, Gordon, realiza un nuevo estudio en niños y adolescentes donde la prevalencia de deficiencia de vitamina D (menos de 20ng/ml) era de 12.1% y otro 40% no llegaba a los valores esperados.⁽⁵⁷⁾

En Febrero 2006, con un total de 3202 niños con edades entre 5 y 12 años de las escuelas públicas de Bogotá, Colombia se inicia un estudio observacional para determinar el estado de salud y nutrición; en este estudio se determina que la prevalencia de deficiencia de vitamina D es de 10.2% mientras que el 46.4% es insuficiente.⁽⁵⁸⁾

Un estudio realizado en 2009 reveló que el 60% de los adolescentes saludables analizados tenían insuficiencia de vitamina D o concentraciones de 25-(OH)-D sérica de >25 pero $<75\text{nmol/l}$.⁽²³⁾ En 2006, Bandeira F. y otros demostraron que la prevalencia de la

deficiencia de vitamina D en Brasil era similar a la de EE. UU., y mayor que la que se encontró en Canadá y en los países escandinavos. Este estudio reforzó la noción de que la abundancia de luz solar no necesariamente previene la deficiencia de vitamina D.⁽²³⁾

En Costa Rica se distribuyen suplementos y alimentos fortificados de calcio y vitamina D. En 2001, un estudio enfocado en adolescentes costarricenses entre 13 y 18 años reportó que un 80% presenta una ingesta de calcio y vitamina D menor a la recomendada.^(23,27)

Un estudio mexicano (2013) realizado con 1025 niños de 2 a 12 años de edad, que participaron en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2006, que representa aproximadamente a 8 millones de niños en edad escolar y preescolar de ese país, reporta que 24 mil niños padecen de deficiencia severa de vitamina D ($<20\text{nmol/l}$), 1.25 millones presentaron deficiencia moderada ($20\text{--}49.9\text{nmol/l}$), y 1.87 millones de niños presentaban insuficiencia de vitamina D ($50\text{--}74.9\text{nmol/l}$). Estos datos que representan que uno de cada dos niños en edad preescolar se encontraba deficiente o insuficiente de vitamina D (55%), y más de uno de cada cuatro niños en edad escolar eran afectados por estos problemas (28%). Aunque la prevalencia de deficiencia severa de vitamina D es muy baja (0.3%) es considerada como un problema importante en la salud pública mexicana.⁽¹⁹⁾

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) no cuenta con una base de datos que caracterice a la población en riesgo de padecer déficit de vitamina D. En estudio realizado a mayas de edad avanzada en Guatemala demostró que, a pesar del elevado grado de exposición solar, la prevalencia de déficit de vitamina D era del 97%.^(23,24)

3.6 Factores de riesgo

3.6.1 Factores de Riesgo Endógenos

3.6.1.1 Pigmentación y queratinización de la piel

La melanina es un polímero de gran opacidad que se produce constitutivamente y en respuesta a la radiación ultravioleta por los melanocitos de la piel. La melanina absorbe eficazmente la radiación electromagnética producida por la luz ultravioleta y todo rango de la luz visible y por lo tanto compite con la 7-dehidrocolesterol para la obtención de fotones UVB. En comparación con los individuos con piel ligeramente pigmentada, los que tienen alta concentración de melanina requieren tiempos de exposición más largos a la luz UV para generar una cantidad equivalente de vitamina D3. En la población general, las mujeres afroamericanas resultaron ser 20 veces más propensas que las caucásicas a tener niveles de 25(OH)D menor a 25nmol/l.^(59,60)

Se ha documentado que los individuos de piel oscura necesitan entre 3-4 veces más exposición solar para alcanzar los mismos niveles de vitamina D que los de piel clara.⁽¹⁵⁾ Existe una relación inversamente proporcional entre la latitud y el color de la piel, la cual se vuelve más blanca a medida que se eleva la latitud mejorando la biosíntesis cutánea como una respuesta evolutiva.⁽⁶¹⁾

En 1975 se introduce el concepto de reactividad solar por la necesidad específica de clasificar a las personas de piel blanca con el fin de seleccionar de forma correcta la dosis adecuada de la luz ultravioleta. Fitzpatrick planteó una clasificación basada en una entrevista personal explorando la historia de quemadura solar y la capacidad de broncearse, buscando una aproximación estimada de la tolerancia cutánea a la luz

ultravioleta. A pesar de su antigüedad la escala de Fitzpatrick ha sido utilizada en múltiples estudios que evalúan los factores de riesgos en cáncer de piel. En el 2008, en Bogotá Colombia, los dermatólogos, Guillermo Sánchez y John Nova describieron, luego de realizar un estudio analítico, que la confiabilidad y reproducibilidad de la escala de fototipos de Fitzpatrick continua siendo estable.⁽⁶²⁾

La determinación visual del color de la piel debe ser en partes sin exponer o expuestas mínimamente al sol (parte inferior de las piernas –justo sobre los tobillos- detrás de la rodilla o la zona interna del antebrazo). No debe usarse la piel de cara, cuello o brazos ya que son expuestas al sol repetida y prolongadamente. También debe tomarse en cuenta otros factores como las pecas, brillo, aparición de eritema, historia genética, edad, numero de quemaduras, entre otros. ⁽⁶³⁾ La escala se divide en seis fototipos cutáneos (Tabla No. 3) que se determinan a partir de un cuestionario (Anexo 7.3) que describe las características de sensibilidad de la piel. ⁽⁶³⁾

Tabla 3. Fototipos Cutáneos			
FOTOTIPO	ACCIÓN DEL SOL SOBRE LA PIEL (NO PROTEGIDA)	CARACTERÍSTICAS PIGMENTARIAS	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE PIEL
Fototipo I	Presenta intensas quemaduras solares, casi no pigmenta nunca y se descama de forma ostensible.	Individuos de piel muy clara, ojos azules, pelirrojos y con pecas en la piel. Su piel, habitualmente, no está expuesta al sol y es de color blanco-lechoso.	Muy sensible a la luz solar.
Fototipo II	Se quema fácil e intensamente, pigmenta ligeramente y descama de forma notoria.	Individuos de piel clara, pelo rubio, ojos azules y pecas, cuya piel, que no está expuesta habitualmente al sol, es blanca.	Sensible a la luz solar.
Fototipo III	Se quema moderadamente y se pigmenta correctamente.	Razas caucásicas (europeas) de piel blanca que no está expuesta habitualmente al sol.	Sensibilidad normal a la luz solar.
Fototipo IV	Se quema moderada o mínimamente y pigmenta con bastante facilidad y de forma inmediata al exponerse al sol.	Individuos de piel morena o ligeramente amarillada, con pelo y ojos oscuros (mediterráneos, mongólicos, orientales).	La piel tiene tolerancia a la luz solar.
Fototipo V	Raramente se quema, pigmenta con facilidad e intensidad (siempre presenta reacción de pigmentación inmediata).	Individuos de piel amarillada (amerindios, indostánicos, árabes e hispanos).	La piel es oscura y su tolerancia es alta.
Fototipo VI	No se quema nunca y pigmenta intensamente (siempre presenta reacción de pigmentación inmediata),	Razas negras.	La piel es negra y su tolerancia es altísima.

Fuente: tomado y modificado de Marín D, Del Pozo A. Fototipos cutáneos. Conceptos generales. OFFARM [Internet]. 2005.

3.6.2 Factores de Riesgo Exógeno

3.6.2.1 Exposición a la luz solar

Una excesiva exposición a la luz solar puede resultar tan perjudicial como una exposición insuficiente, la clave se encuentra en exponerse al sol con moderación, tomando en cuenta el enrojecimiento de la piel como indicador que la exposición solar ha sido suficiente.⁽⁶⁴⁻⁶⁶⁾

La exposición de la piel a la radiación ultravioleta (RUV) se mide por la dosis eritematosa mínima (DEM), que es la cantidad de exposición a la RUV que provocará un eritema mínimo de la piel. La cantidad de una DEM depende de la pigmentación de la piel y la duración de la exposición. Se estima que la exposición de todo el cuerpo a una DEM produce la liberación de 10000 a 20000 UI de vitamina D a la circulación en 24h. La exposición del 40% del cuerpo a un cuarto de la DEM resultará en la generación de 1000 UI de vitamina D/día, aproximadamente. Al medio día solar, la proporción de luz UVB a UVA es máxima, suficiente para producir vitamina D en la piel entre las 10 de la mañana y las 3 de la tarde en primavera, verano y otoño. Por ello es importante la segura exposición al sol a estas horas. En el sur de Estados Unidos, el tiempo de exposición para conseguir 1 DEM al mediodía solar en los meses de verano es de 4 a 10 minutos para la piel clara y de 60 a 80 minutos para la piel oscura. Vale la pena destacar que los niños pueden necesitar una menor exposición para producir cantidades suficientes de vitamina D por la mayor área superficial respecto al tamaño y la mayor capacidad de producir vitamina D que las personas mayores.⁽⁶⁷⁾

American Journal of Epidemiology publicó en enero 2013 un artículo acerca de la exposición solar y otros determinantes que afectan los niveles séricos de vitamina D3 en adultos de raza negra y blanca en Estados Unidos. El estudio cuenta con una muestra aleatoria a la cual se le da seguimiento por las diferentes estaciones climáticas del país, extrayendo muestras sanguíneas de la población a estudio, para determinar el nivel sérico de vitamina D tomándose en cuenta la exposición solar principalmente. Los resultados de este estudio fueron que la raza negra fue asociada significativamente con niveles más bajos de vitamina D tanto en hombres como mujeres en comparación con la población de raza blanca. También que población con índice de masa corporal elevado tenían niveles más bajos de vitamina D infiriendo una menor exposición solar por la tendencia a permanecer menos tiempo al aire libre, utilizar más ropa y vitamina D secuestrada en la grasa.⁽²⁰⁾

Múltiples estudios concluyen que debido a la diversidad de factores, tales como exposición solar, dieta, índice de masa corporal y raza entre otros, capaces de modificar los niveles séricos de vitamina D no es posible realizar una predicción confiable relativa a los niveles séricos de 25(OH)D.^(13,21,22,59,68)

3.6.2.1.1 Uso de Cremas Protectoras

Las cremas protectoras solares son compuestos químicos capaces de absorber la radiación ultravioleta. Cualquier tipo de protector solar de un Factor de Protección Solar (FSP) de 30, correctamente utilizado, absorbe de 95 a 99% de luz ultravioleta.^(69,70)

Los más utilizados son los filtros químicos (FSP) Actúan absorbiendo la radiación solar y transformándola en otro tipo de energía que no resulte nociva para la piel.⁽⁶⁵⁾

El bronceado en una piel sana, es la respuesta biológica de defensa frente a la radiación solar. Es la forma que tiene la piel de protegerse de las radiaciones ultravioletas (UV). El deterioro de la capa de ozono, hace que esta exposición resulte cada vez más peligrosa, por lo que ha aumentado el uso de las cremas protectoras.^(71,72)

3.6.2.1.2 Indumentaria

En Australia 2012 se publicó un artículo asociando la exposición solar con los niveles de vitamina D3. Entre los resultados se demuestra que los valores séricos según la vestimenta no pudieron ser medidos en hombres, únicamente en mujeres. Las mujeres quienes usaban menos prendas tenían niveles séricos más elevados que las mujeres que usaban más prendas.⁽⁶⁵⁾

Se realizó otro estudio en adolescentes con ropa tradicional usada por mujeres árabes (burká) donde se demuestra que la vestimenta influye en los niveles séricos presentando niveles bajos de vitamina D.⁽⁶⁶⁾

3.6.2.1.3 Conducta respecto a la exposición solar

A pesar de que la teoría de que la vitamina D posee un efecto protector contra el cáncer tiene plausibilidad biológica ya que el calcitriol promueve la diferenciación celular, inhibe la proliferación de células cancerígenas y tiene propiedades antiinflamatorias, proapoptóticas y antiangiogénicas no se ha comprobado con total certeza su papel en la prevención del cáncer o en su regresión. Hacen falta ensayos aleatorizados, ya que la evidencia actual está basada en resultados de estudios observacionales.^(2,13,73)

La Academia Americana de Dermatología publica que es suficiente una sola exposición solar con quemaduras en la infancia o adolescencia, para que la posibilidad de desarrollar cáncer de piel en el adulto sea mucho mayor. Por eso, las medidas protectoras en los niños y adolescentes, ante la exposición al sol, son imprescindibles y necesitan una atención especial, pensando en el futuro. Esta información de índole mundial que ha hecho que las personas no quieran exponerse al sol sin utilizar las conductas preventivas mencionadas anteriormente.^(2,32-34)

3.6.2.2 Hábitos alimenticios

Tanto la dieta como el grado de exposición solar influyen en los niveles plasmáticos de vitamina D. El aporte de vitamina D obtenido través de la dieta comprende tanto la vitamina

D2 procedente de plantas y hongos, como la vitamina D3 de origen animal.^(30,74,75)

Lactantes alimentados al pecho, con exposición solar limitada están en riesgo de padecer raquitismo nutricional si no reciben suplementación adecuada.⁽³⁰⁾

Numerosos estudios muestran que el 40 -50% de masa ósea total es acumulada durante la infancia y adolescencia y que el 60 -80% de variabilidad de masa ósea es debida a factores genéticos, nutricionales, estilo de vida, actividad física. Es precisamente durante este periodo que cualquier estrategia nutricional o farmacológica tiene mayor impacto.⁽⁷⁶⁾

Los niños alimentados con lactancia materna exclusiva, caprichosos hábitos alimenticios y mala alimentación presentan un riesgo aumentado de presentar deficiencia de vitamina D y ésta se asocia a efectos fisiológicos que pueden ser potencialmente mortales o perjudiciales para la salud y funcionamiento óptimo.^(2,10)

Hay familias que siguen una dieta vegetariana estricta en la que el niño no recibe lácteos, sino bebidas alternativas que no suelen estar suplementadas con calcio y vitamina D. Aún en caso de seguir una dieta ovo-lacto-vegetariana o tomar bebidas suplementadas con vitamina D, el alto contenido de estas dietas con fibra y fitatos disminuye la absorción de calcio por lo que seguirán en riesgo de padecer raquitismo nutricional.^(30,33)

Los vegetarianos pueden oponerse al uso de suplementos de vitamina D3 ya que estos son derivados de fuentes de origen animal, por lo que deben ser suplementados con vitamina D2.⁽⁷⁷⁾

En Canadá se realizó un estudio (2008-2011) donde se asocia los niveles de 25-hidroxivitamina-D con la suplementación diaria y el consumo de leche de vaca donde se encontró un aumento significativo con suplementación diaria de 3.4ng/ml (95% CI 2-4ng/ml) y la leche de vaca aumenta 1.6ng/ml por cada 250ml diarios (95% CI 1-2ng/ml). Concluyeron que los efectos de la suplementación y el consumo de la leche de vaca, en los niveles de 25 hidroxivitamina D, son similares sin tomarse en cuenta la pigmentación cutánea y la temporada del año.⁽⁷⁸⁾

3.6.2.2.1 Suplementación de vitamina D

Estudios muestran que bebés amamantados en forma exclusiva que no recibieron suplementación tienen mayor prevalencia de deficiencia de vitamina D. Fomentar la suplementación en madres e implementarla en lactantes, escolares y adolescentes ayudaría a alcanzar niveles normales de vitamina D y prevenir futuros casos de enfermedades carenciales, tales como el raquitismo.^(2,77,79) La necesidad de suplementación se agudiza por el poco consumo de alimentos para cubrir los requerimientos adecuados de vitamina D.⁽³¹⁾

3.6.2.2.2 Consumo de alimentos con alto contenido de vitamina D

El tema sobre alimentos que contienen vitamina D es un tanto complejo debido al alto costo económico de estos alimentos, los cuales interfieren con la elección del individuo.⁽¹⁰⁾

3.6.2.2.2.1 **Naturales:** Las fuentes dietéticas naturales son escasas, constituidas principalmente por pescados grasos y huevos.⁽⁸⁰⁾ De los productos naturales con mayor contenido de Vitamina D se encuentra el pescado, salmón y otros productos de mar; otros con menor cantidad de vitamina D son los hongos, la yema del huevo y la leche de vaca.⁽¹⁰⁾ El comité nutricional de la Asociación Americana de Pediatría (AAP) recomienda que los niños ingieran 1,000UI/día de vitamina D.⁽⁸¹⁾

3.6.2.2.2.2 **Fortificado:** En EEUU el yogurt, pan, leche y queso son enriquecidos con vitamina D.⁽⁸⁰⁾ Los alimentos fortificados varían según cada país por ejemplo en Chile y Europa la mantequilla, algunos aceites, la leche descremada, los productos de programas nacionales de alimentación complementaria y los cereales se encuentran

fortificados según acuerdo del
Ministerio de Salud.^(10,80)

3.6.2.3 Estado nutricional

Existen numerosos estudios que relacionan a la obesidad con la deficiencia de vitamina D, los cuales demuestran una relación inversamente proporcional entre el índice de masa corporal y los niveles séricos de vitamina D.^(82,83) Los niños con deficiencia de Vitamina D, tuvieron mayores valores en índice de masa corporal, en la adiposidad troncal (razón pliegue subescapular/tríceps) y en la adiposidad central (circunferencia de la cintura) comparados con los niños con concentraciones adecuadas de Vitamina D.⁽⁵⁸⁾

Han sugerido muchas teorías para explicar la relación entre la obesidad y la deficiencia de vitamina D. Algunos autores proponen que las personas obesas están predispuestas a exponer menor su piel, utilizando vestimentas que cubren la mayor parte de su cuerpo, en comparación a las personas no obesas.⁽⁸³⁾ Otra teoría propuesta indica que la vitamina D puede influir en el riesgo de obesidad por la modulación de la actividad catabólica y anabólica de los adipocitos ya que se ha demostrado que vitamina D promueve la movilización de ácidos grasos libres. Otros estudios sugieren que las concentraciones intracelulares de calcio modulan la actividad lipolítica de los adipocitos, por lo que incrementa la posibilidad de la influencia de la vitamina D sobre la obesidad a través de la regulación del calcio.⁽⁵⁸⁾ Los niveles de la hormona paratiroidea estimula la 1- α hidroxilasa (CYP27B1) enzima que convierte 25(OH)D a 1,25-dihidroxivitamina D (forma activa hormonal) son

elevados en niños obesos, lo cual contribuye a la disminución de concentraciones de 25(OH)D en individuos obesos.⁽⁸²⁾

La asociación inversa entre aumento de grasa corporal y disminución de vitamina D sérico se asocia al secuestro de vitaminas liposolubles dentro el tejido adiposo. Otras evidencias sugieren que la leptina, una hormona derivado del adipocito que se une a los osteoblastos, aumenta e inhibe la síntesis renal de la forma activa de vitamina D. Ha sido demostrado a través de cromatografía líquida y espectroscopía de masa en ratas que la vitamina D se deposita en el tejido celular subcutáneo, lo cual ha hecho que algunos estudios lleguen a la conclusión de que en los individuos obesos existe algún tipo de secuestro de vitamina D en su tejido adiposo, sin embargo, el almacenamiento de la vitamina D en el tejido celular subcutáneo no necesariamente significa secuestro.^(83,84)

En una publicación de la revista *Nutrients* realizada en marzo del año 2013 se encuentra una hipótesis alternativa que puede complementar las otras teorías. En este artículo se sugiere que la deficiencia de vitamina D en individuos obesos se relaciona a un modelo volumétrico-dilucional, citando estudios que demuestran que al suplementar a los individuos con dosis calculadas a 70-80UI/KG/día de vitamina D se pueden lograr concentraciones séricas equivalentes sin importar el peso o índice de masa corporal, lo cual indica que las personas obesas mantienen concentraciones inferiores de vitamina D debido a que sus requerimientos son más altos, y por ende, más difíciles de satisfacer.⁽⁸³⁾

3.6.3 Otros factores asociados

Diversos análisis han demostrado que los niveles de vitamina D3 varían según los extremos de la vida de las personas, al mezclarse con diferentes factores como es la actividad y la exposición solar. En las primeras etapas de crecimiento, específicamente en el período de lactancia y preescolar, se han identificado deficiencias por el aumento del metabolismo y conductas relacionados con poca exposición solar. Durante la niñez en la etapa de crecimiento, los requerimientos vitamínicos se encuentran elevados especialmente la 1-25-(OH)-D3 que tiene influencia en varios procesos fisiológicos como lo son el metabolismo del calcio y fósforo, diferenciación celular y función del sistema inmune entre otros.⁽⁸⁵⁾ A partir de los 50 años la síntesis cutánea de vitamina D disminuye un 50% en comparación con sujetos de 20 años, y se presenta una disminución del 75% en personas mayores de 70 años.^(61,86-88) En la etapa de adolescencia y la de adulto no se ha determinado que existan variaciones significativas relacionadas con la edad.^(86,89)

Ya que los escolares se encuentran ajenos a los grupos etarios en donde la edad afecte la síntesis cutánea de vitamina D, no existe ninguna razón para considerar a la edad como un factor de riesgo para la deficiencia de vitamina D en escolares.⁽⁹⁰⁾

A pesar de que existen estudios que reportan una mayor prevalencia de deficiencia de vitamina D en mujeres árabes, estos se relacionan con el uso de vestimentas que cubren una gran parte de la superficie corporal, lo cual no puede considerarse una diferencia ligada al sexo, más bien se considera el efecto de una menor exposición solar.⁽⁶⁶⁾

Algunos estudios en Estados Unidos reportan una mayor incidencia de deficiencia de vitamina D en mujeres post-menopáusicas en comparación con hombres del mismo grupo etario, pero lo correlacionan con el hecho de que las mujeres post-menopáusicas

presentan estilos de vida que involucran menor exposición solar y tienen una mayor tendencia al uso de protectores solares.⁽⁸⁶⁾

No se encontró evidencia científica que señale que el sexo sea por sí sólo un factor de riesgo para la deficiencia de vitamina D en la población escolar.

Ha sido ampliamente documentado que la cantidad de luz ultravioleta emitida por la luz solar varía en función de la latitud terrestre y las distintas estaciones del año.⁽⁹¹⁾ Se han realizado estudios que concluyen que en áreas con latitudes mayores a 42° Norte, no existe síntesis de vitamina D al exponerse a la luz solar durante el invierno.⁽⁹²⁾ Se han establecido puntos de referencia entre el Trópico de Cáncer (23°27'N) y el Trópico de Capricornio (23°26'S) dentro de los cuales existe suficiente emisión de luz ultravioleta en todas las estaciones del año como para producir síntesis cutánea de vitamina D.^(92,93) Es importante mencionar que Guatemala, así como el resto de países de Centroamérica se encuentran dentro del área delimitada por el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio, por lo que la exposición solar en estos países tiene la capacidad de producir síntesis de vitamina D sin importar el clima o la estación del año.

En la figura 1 se presenta un mapa mundial, en el cual se ilustra el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio. Las áreas sombreadas representan los lugares en los que se ha documentado mayor incidencia de raquitismo por deficiencia de calcio y vitamina D. Es evidente que fuera de los límites establecidos por los trópicos ya mencionados, existe mayor posibilidad de presentar raquitismo por deficiencia de vitamina D, sin embargo la existencia de regiones sombreadas dentro del área de los trópicos así como la existencia de áreas no sombreadas fuera de esos límites refleja que la latitud y la exposición solar no son las únicas variables que participan en el mantenimiento de los niveles de vitamina D.⁽⁴⁾



Figura 1. Países con mayor incidencia de raquitismo por deficiencia de vitamina D. El trópico de Cáncer, el trópico de Capricornio y el ecuador se representan como líneas horizontales. Tomado y modificado de Enith K, Blanco J, Maya GC. Vitamina D: nuevos paradigmas. La Clínica y el Laboratorio. Medellín: 2011.

3.6.3.1 Actividad física

El efecto natural del sol tiene consecuencias beneficiosas para la salud, pero también nocivas, tales como el envejecimiento prematuro de la piel, la formación de arrugas y manchas antiestéticas, quemaduras de la piel, disminución de las defensas, cataratas en los ojos o incluso puede dar origen a la formación de cáncer de piel.^(34,65)

Los cambios de los valores sociales han hecho que el bronceado deje de ser un atributo de los trabajadores del campo y pase a ser, al igual que la forma de vestir, una práctica social que se identifica con un aspecto saludable, deportivo y de buena posición social en algunos individuos;

así como los cambios culturales y a la tecnología han dado un auge al sedentarismo y disminuir el tiempo fuera de las viviendas.^(2,31)

En importantes estudios pediátricos de prevalencia de deficiencia de vitamina D y factores de riesgo relacionados, no se mide la exposición solar por las dificultades técnicas que presenta, y la estimación de la exposición solar se realiza de manera indirecta (inversamente proporcional) a través de cuestionarios que miden el tiempo diario que el individuo pasa en actividades recreativas bajo techo. En éstos estudios se mide la cantidad de horas diarias que el individuo pasa frente al televisor, la computadora o bien jugando videojuegos, dividiendo en rangos de menos de 2 horas, entre 3-4 horas y más de 4 horas.⁽¹⁸⁾

En un estudio representativo a toda la población pediátrica de Estados Unidos realizado en el año 2009, se reporta que el 38% de pacientes con deficiencia de vitamina D pasan más de 4 horas frente al televisor, computador o consola de videojuegos, el 34% de los pacientes con deficiencia de vitamina D pasan entre 3 a 4 horas y sólo el 26% de los pacientes pasan menos de 2 horas. Similares resultados se informan al medir la insuficiencia de vitamina D.⁽¹⁸⁾

En estudios recientes no se encontró una relación entre la exposición solar y la capacidad de predecir los niveles séricos de vitamina D, especialmente en poblaciones con actividad física similar, como es el caso de escolares y preescolares. En este caso es de vital importancia considerar la existencia de otros factores determinantes.^(20,94)

Por lo anteriormente descrito, en poblaciones con actividad física similar, adquiere mayor relevancia el estudio de las

conductas de protección a la luz ultravioleta que la medición de la exposición solar propiamente dicha.

3.7 Efectos de la deficiencia de vitamina D

La primera infancia y la pubertad son períodos críticos para la aparición de manifestaciones clínicas de hipovitaminosis D, ya que existen unas demandas de calcio aumentadas, secundarias al crecimiento óseo.⁽⁹⁵⁾

3.7.1 Efectos óseos de deficiencia de vitamina D

En el estado de deficiencia de la vitamina D, la absorción intestinal de calcio es solo de 10 a 15% y hay una disminución en la reabsorción máxima total del fosfato.^(4,11) Los bajos niveles de calcio estimulan la secreción de la hormona paratiroidea (PTH), por medio de la glándula paratiroides, la cual aumenta la reabsorción renal de calcio e incrementa la actividad de la 1- α hidroxilasa para incrementar la producción de 1,25-dihidroxivitamina D.^(4,28)

A través de sus receptores en los osteoblastos, la PTH estimula la formación de osteoclastos que a su vez disuelve la matriz ósea y libera calcio y otros minerales al espacio extracelular. Este proceso es conocido como Hiperparatiroidismo secundario, y puede precipitar y/o exacerbar la osteopenia y la osteoporosis, aumentando el riesgo de fracturas.⁽¹¹⁾

La PTH aumentada incrementa las pérdidas urinarias de fósforo. Estos efectos se relacionan con menor mineralización de la matriz ósea y por ende con consecuencias como el raquitismo y la osteomalacia. Adicionalmente la hipofosfatemia conduce a una falla en la apoptosis de los condrocitos hipertróficos con “balonamiento” celular y desorganización estructural de la placa de crecimiento.^(4,11,21,96-98)

Todo lo anterior caracteriza al raquitismo por deficiencia de vitamina D, en el que por definición hay una falla de la mineralización del hueso y del cartílago en la placa de crecimiento. Esta condición es prevenible con adecuada ingesta nutricional de vitamina D. Sin embargo, los casos de raquitismo en niños atribuibles a inadecuada ingesta de vitamina D y baja exposición solar se siguen reportando.^(4,11,21)

Las manifestaciones clínicas del raquitismo por deficiencia de vitamina D comprenden principalmente dolores óseos, ensanchamiento metafisiario, principalmente en muñecas y tobillos, genu varu o valgo, prominencia de las uniones osteocondrales (rosario raquítrico), retraso en el cierre de las fontanelas, craneotabes, frente prominente, talla baja, retraso en la erupción dental y en la calidad del esmalte dental, y mayor susceptibilidad a infecciones.^(4,11)

Los principales hallazgos radiológicos del raquitismo por deficiencia de vitamina D incluyen osteopenia, adelgazamiento cortical de los huesos largos, fracturas patológicas, ensanchamiento y desgaste metafisiario que pueden evolucionar a deformidad en copa y desflecamiento de las metáfisis.^(4,11)

Por otra parte, la osteomalacia, definida como la falla de mineralización del osteoide orgánico en huesos que ya no están en crecimiento (adultos), también puede producirse por deficiencia de vitamina D, y al igual que el raquitismo se asocia a dolor óseo y a cambios bioquímicos tales como elevación de las fosfatasa alcalinas y de la PTH, con niveles bajos de calcio, fósforo y 25-hidroxivitamina D.⁽⁹⁹⁾

Tabla 4. Etapas y Efectos Bioquímicos de la Deficiencia de Vitamina D								
ETAPA	DEFICIENCIA	CALCIO	FÓSFORO	FOSFATASA ALCALINA	PTH	HIDROXIVITAMINA D3	1-25 DIHIDROXIVITAMINA D3	
I	Temprana	N / ↓	N / ↓	↑	↑	↓	N	
II	Moderada	N / ↓	↓	↑↑	↑↑	↓↓	↑	
III	Severa	↓↓	↓↓	↑↑↑	↑↑↑	↓↓↓	↑ / N / ↓	

Fuente: Tomado y modificado de Enith K, Blanco J, Maya GC. Vitamina D: nuevos paradigmas. La Clínica y el Laboratorio. Medellín; 2011.

3.7.2 Efectos extraóseos de deficiencia de vitamina D

Debido a la asociación de la vitamina D en el crecimiento y diferenciación de múltiples tipos de células inmunoregulatoras y con propiedades antiinflamatorias se sugiere que la vitamina D, en niveles séricos recomendables, juega un papel importante en el mantenimiento de la inmunidad y la prevención de algunas enfermedades tanto infecciosas y autoinmunes, entre otras.^(2,11,68,97,100)

Cuadro 1.
Deficiencia de Vitamina D y Enfermedades en la Infancia
• Pacientes críticamente enfermos • Asma • Enfermedad inflamatoria Intestinal • Enfermedad Renal Crónica • Influenza • Tuberculosis

Fuente: Tomado y Modificado de Abrams SA, Coss-Bu JA, Tiosano D. Vitamin D: effects on childhood health and disease. Nature reviews. Endocrinology. Nature Publishing Group; 2013 Marzo.

En marzo de 2013 se publicó un artículo acerca de la vitamina D y los efectos sobre la salud y enfermedad en la infancia. Estas enfermedades se listan en el cuadro 1. Cada una de las enfermedades está asociada a mayor riesgo de padecerla al tener niveles bajos de vitamina D.⁽¹⁰¹⁾

Entre los diferentes estudios mencionados, los infantes con niveles bajos de vitamina D se encontraron más propensos de contraer la influenza durante el invierno. Así como una deficiencia de vitamina D está asociado con alto riesgo de contraer tuberculosis.⁽¹⁰¹⁾

La deficiencia de vitamina D esta relaciona con la Leucemia linfocítica, siendo necesaria la suplementación de vitamina D en

pacientes que la padezcan, aun quedando en duda si la suplementación debe darse en el mismo período en que se administre quimioterapia.^(101,102)

Las enfermedades crónicas en infantes como enfermedad renal crónica, fibrosis quística y enfermedad inflamatoria intestinal afectan al tejido óseo. La enfermedad renal crónica tiene un alto riesgo de alterar el tejido óseo desarrollado osteodistrofia renal y concomitante a esto una deficiencia de vitamina D. En cuanto al asma, está documentado que se relaciona con la deficiencia y con la insuficiencia de vitamina D y que la suplementación de esta vitamina disminuye el riesgo de contraer infecciones respiratorias protegiendo al infante de desencadenar una crisis asmática.⁽¹⁰¹⁾

Aunque la vitamina D se relaciona a la prevención de múltiples enfermedades, los resultados han sido poco concluyentes o contradictorios, por lo que se espera que más estudios se desarrollen y muestren conclusiones válidas para la prevención de las enfermedades mencionadas.⁽²⁾

La deficiencia crónica de vitamina D está asociada con el aumento del riesgo de contraer cáncer, incluido el de mama, próstata, colon y ovarios. Se ha documentado que los niveles séricos de 25-OH-D por arriba de 48ng/ml reducen el riesgo de padecer cáncer de mama en un 50%.⁽¹¹⁾ También se ha observado que la exposición solar, adecuados niveles séricos y dieta adecuada de vitamina D se asocian a la reducción del cáncer colorrectal y de próstata. Aunque también debe considerarse que la exposición solar excesiva se asocia al aumento en el riesgo de padecer de cáncer de piel y otros.^(4,97,100) La deficiencia crónica de esta vitamina también se ha asociado con el aumento de la actividad de la renina plasmática, la calcificación de arterias coronarias, la elevación de la presión arterial y las enfermedades cardiovasculares.^(2,1121,59,97,100)

3.7.2.1 Vitamina D y mortalidad

Múltiples estudios epidemiológicos han demostrado que las personas con niveles bajos de 25(OH) D tienen mayor riesgo de mortalidad, especialmente si se trata de pacientes con enfermedad renal crónica y con enfermedades hepáticas. Pero hay que tomar en cuenta y destacar que en un meta-análisis no hubo incidencia de mortalidad con niveles de 25(H)D por arriba de 45ng/ml.^(15,103)

Un meta-análisis de Cochrane, que incluyó a 74,489 personas, demostró que el tratamiento con vitamina D3 reduce la mortalidad en un 6%, lo que corresponde a 161 personas tratadas.^(15,104)

En un meta-análisis de la vitamina D o calcio vitamina D plus, presentó una reducción significativa del riesgo de todas las causas de mortalidad global con vitamina D y calcio [odds ratio = 0.95 (0.91 – 1.00)], pero no para la vitamina D por sí sola [odds ratio = 0.98 (0.91 a 1.06)], probablemente por la sinergia del calcio y la acciones de la vitamina D.^(15,105)

3.8 Tratamiento

Para corregir una deficiencia moderada de vitamina D y llegar a niveles adecuados se necesita una ingesta adicional de alrededor 400-800 UI/día si la absorción intestinal es adecuada.^(2,80,106) La dosis de 800-1,000UI/día puede tener mejor probabilidad de dar a un paciente niveles séricos normales de vitamina D.⁽⁷⁷⁾

En niños de 0 a 1 año que presentan deficiencia de vitamina D se sugiere tratamiento con 2,000 UI/día de Vitamina D2 o D3 durante al menos 6 semanas o con 50,000UI de vitamina D2 o vitamina D3 una vez por semana durante al menos 6 semanas para lograr niveles de 1,25-OH-D superiores a 30ng/ml, seguido por terapia de mantenimiento de 400-1,000 UI/día.⁽¹⁰²⁾

En niños de 1 a 18 años se sugiere 2,000UI/día de Vitamina D2 o D3 o 50,000UI/día por 6 semanas seguido de terapia de mantenimiento de 600-1,000UI/día.^(10,59,75,107)

En pacientes obesos, pacientes con síndrome de mal absorción intestinal y pacientes que utilizan medicamentos que interfieren en el metabolismo de la vitamina D se sugiere dosis más altas 2 o 3 veces mayor, al menos 6,000-10,000UI/día seguidas de terapia de mantenimiento 3,000-6,000UI/día para mantener nivel sanguíneo superior a 30ng/ml. Pacientes con producción extrarrenal de 1,25-OH-D se aconseja monitoreo seriado de 1,25-OH-D y Ca⁺ durante el tratamiento con vitamina D para prevenir la hipercalcemia.^(59,77,107,108)

Pacientes con hiperparatiroidismo primario y deficiencia de vitamina D se recomienda tratamiento con Vitamina D según su necesidad y debe tener monitoreo seriado de Ca⁺.^(59,107)

La dosis de mantenimiento según la edad es:

- 0-6 meses 1,000 UI/día
- 06-1año 1,500 UI/día
- 1-3 años 2,500 UI/día
- 4-8 años 3,000UI/día
- >8 años 4,000UI/día

3.9 Suplementación

En la década pasada los países desarrollados concluyeron que la deficiencia de Vitamina D era poco frecuente por lo que no estaba indicada la suplementación en estos países, sin embargo en EEUU los casos de niños con raquitismo ha ido incrementándose, por lo que ahora es considerado como una pandemia, y se recomienda la suplementación a todo lactante alimentado con lactancia materna exclusiva para prevenir la deficiencia y sus complicaciones.^(9,75,79,106,109)

Se ha observado que la suplementación con Vitamina D de bebés amamantados en forma exclusiva mejora el contenido mineral óseo, el crecimiento en talla en el primer año de vida y reduce el riesgo de diabetes tipo 1.^(79,106,107)

En 1941 el presidente Franklin D. Roosevelt concluyó en una conferencia que la fortificación de la alimentación básica era la mejor manera para prevenir la malnutrición silenciosa, en EEUU, Canadá y Europa alimentos como leche, margarina, cereales, yogurt, queso, leche de soja están fortificadas con Vitamina D.^(10,77,110,111)

Los alimentos como pescado, salmón silvestre y otros productos de mar son la mejor fuente alimenticia que produce Vitamina D naturalmente, seguido por los hongos y huevo.^(77,80,93)

En 1922 investigaciones médicas demostraron que el aceite de hígado de bacalao previene y cura el raquitismo.^(2,77,93,111,112)

La Asociación Americana de Pediatría recomendó en el año 2003 que todo niño recibiera por 2 meses 200UI/día de vitamina D como suplemento.^(74,111)

La pendiente de curva de ascenso en niveles séricos de 1,25-OH-D es constante con dosis mayores de 35mcg/día (1,400UI/día) siendo la dosis máxima límite de 10,000UI/día. El límite de tolerancia establecido por IOM (*Institute of Medicine*) es de 4,000UI/día, este límite es menor en niños menores de 9 años.^(80,98)

La siguiente tabla muestra la cantidad que se incrementa de vitamina D según la dosis de suplementación utilizada:⁽⁷⁷⁾

Tabla 5. Incremento de Vitamina D		
100 UI	2.5mcg/día	Incrementa nivel de 1ng/ml
200 UI	3 mcg/día	Incrementa nivel de 2ng/ml
400 UI	10mcg/día	Incrementa nivel de 4ng/ml
500 UI	12.5mcg/día	Incrementa nivel de 5ng/ml
800 UI	20mcg/día	Incrementa nivel de 8ng/ml
1,000 UI	25mcg/día	Incrementa nivel de 10ng/ml
2,000 UI	50mcg/día	Incrementa nivel de 20ng/ml

Fuente: Moyad MA. Vitamin D: A Rapid Review. Urologic Nursing. 2008

Los niños o adolescentes que tengan factor de riesgo de déficit de vitamina D y que no obtengan 400UI/día con la ingesta de 1 litro de leche enriquecida o alimento enriquecido o adecuada exposición solar deben recibir suplementación de vitamina D de 400UI/día.^(2,93,110)

3.10 Estrategias de prevención

- Se sugiere el uso de vitamina D2 y vitamina D3 para la prevención de la deficiencia de vitamina D.⁽⁷⁷⁾
- Se aconseja que las mujeres embarazadas y lactantes se suplementen con al menos 600UI/día de vitamina D.^(59,106)
- La Sociedad de Cáncer Canadiense sugiere que durante el invierno y años con poca luz solar se suplemente con 1,000UI/día Vitamina D a mujeres embarazadas.⁽⁹³⁾
- Para prevenir el raquitismo se necesita una cantidad mínima de 100UI (2.5mcg/día) para niños con poca o sin exposición solar. Otras fuentes sugieren dosis de 200-400UI/día.^(77,80,93)
- En niños alimentados con lactancia materna exclusiva se deben exponer a la luz solar en verano alrededor de 30min/ semana utilizando únicamente pañal.^(59,80)
- No interrumpir la administración de Vitamina D en los meses de diciembre a marzo en niños menores de 1 año.⁽¹⁰⁶⁾
- Prolongar la administración de vitamina D hasta los 2 años si el niño está expuesto a sol con fototerapia.⁽¹⁰⁶⁾
- Valoración personalizada de la suplementación con vitamina D en escolares o adolescentes de acuerdo al estilo de vida o la existencia de alguna enfermedad crónica que pueda causarle déficit de esta.⁽¹⁰⁶⁾
- Tener especial cuidado en niños de raza negra y prematuros, los niños prematuros mayores de 1 año ya corregidos se recomienda la ingesta de vitamina D de 200UI/día hasta máximo de 400UI/día.^(2,106)

- Las formulas artificiales contienen aproximadamente 400UI/litro de vitamina D por lo que los niños alimentados con formula necesitan suplementos de 400UI/día de vitamina D hasta que sean capaces de tomar 1 litro de formula diaria.⁽²⁾
- En niños mayores de 1 año y adolescentes se recomienda para la adecuada producción de vitamina D, la exposición solar sin protector solar durante 10 a 15 minutos al día teniendo el rostro y parte de los brazos descubiertos durante la primavera, verano y otoño. En invierno por encima de 40º de latitud norte se recomienda la suplementación en niños con poca exposición solar, que utilizan protector solar, piel oscura o cubiertos por razones de costumbres.⁽²⁾
- Un ensayo clínico aleatorio demostró que la suplementación de 1,200UI/día durante diciembre a marzo tuvo efecto preventivo contra la Influenza tipo A.⁽¹¹³⁾
- Se sugiere que la suplementación en individuos obesos con deficiencia de vitamina D se calcule a 70-80UI/KG/día de vitamina D para lograr concentraciones séricas adecuadas.⁽⁸³⁾

4. POBLACIÓN Y MÉTODOS

4.1 Tipo y diseño de investigación

Descriptivo de corte transversal.

4.2 Unidad de análisis

- **Unidad primaria de muestreo:**

Niños y niñas del nivel primario de las 62 escuelas mixtas, urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, Izabal, cuyos encargados hayan firmado el consentimiento informado para participar en la investigación durante los meses de mayo-junio del año 2013 (anexo 11.8, 11.9).

- **Unidad de análisis**

Datos epidemiológicos y clínicos registrados en el instrumento diseñado para el efecto (Anexo 11.6) y valores séricos de vitamina D3 (Test de DIAZYME anexo 11.1).

- **Unidad de información:**

Familiar o encargado de los niños y niñas del nivel primario en escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, Izabal, durante los meses de mayo-junio 2013, que se encontraban la posibilidad de responder verídicamente las interrogantes referentes a los estudiantes que cumplieron los criterios de inclusión para el presente estudio.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Diseño estadístico:

El diseño de la muestra respondió a los objetivos definidos para la encuesta en relación a la generación de información estadística de tipo cuantitativa y cualitativa, que permitió obtener indicadores sobre las características fundamentales de los niños y niñas del nivel primario de las escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante los meses de mayo-junio 2013. El diseño estadístico contó con las siguientes características:

4.3.1.1 Población objetivo:

La población objeto de estudio fueron niños (as) del nivel primario que reciben su formación académica en las escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante el ciclo escolar 2013.

4.3.1.2 Dominio de estudio:

El diseño estadístico contempló la generación de indicadores para un solo dominio de estudio, el cual estuvo constituido por los alumnos de las escuelas públicas matutinas del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante el ciclo escolar 2013.

4.3.1.3 Marco de muestreo:

El marco de muestreo estuvo conformado por todas las unidades a partir de las cuales se pudo llegar a seleccionar un conjunto de elementos de una muestra en una población objeto de estudio. Para la selección de las unidades elementales (alumnos(as)) objeto de estudio se enlistó el total de escuelas

públicas matutinas pertenecientes al dominio de estudio. Este listado constituyó el marco de selección de la muestra (según información del Ministerio de Educación). El total de escuelas públicas matutinas que pertenecen al municipio de Puerto Barrios, del departamento de Izabal es de 62, con un total de 9,475 niños y niñas inscritos para el ciclo escolar 2013.

4.3.1.4 Esquema de muestreo:

El esquema de muestreo adoptado para la encuesta fue de tipo probabilístico, bietápico, estratificado y por conglomerados. A continuación se mencionan las características principales de estos tipos de muestreo:

4.3.1.4.1. Probabilístico:

Probabilístico, porque la posibilidad de ocurrencia de inclusión de la unidad es conocida y diferente de cero para cada miembro de la población.

4.3.1.4.2. Bietápico:

Con unidades primarias de muestreo equivalentes a escuelas públicas matutinas del municipio de Puerto Barrios, del departamento de Izabal, y unidades secundarias de muestreo conformadas a partir del listado de alumnos(as) a seleccionar en cada grado.

4.3.1.4.3. Estratificado:

Es estratificado porque las unidades de muestreo se clasifican de acuerdo con el grado de escolaridad de los niños(as) objeto de estudio.

4.3.1.4.4. Por conglomerados:

El muestreo de conglomerados denota los métodos de selección en los cuales la unidad de muestreo, que es la unidad de selección, contiene más de un elemento de la población. En el caso particular de la Encuesta de Prevalencia y Factores de Riesgo Asociados a la Deficiencia e Insuficiencia de Vitamina D en Escolares, se seleccionaron escuelas públicas matutinas del municipio de Puerto Barrios, del departamento de Izabal, como unidades de muestreo.

4.3.2 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, no fue posible establecer una variable principal de diseño muestral debido a que no existen antecedentes de medición del fenómeno de interés en la población objetivo. Por lo que se recurrió al cálculo del tamaño de la muestra por medio de la técnica estadística que considera como hipótesis la presencia de la máxima diversidad posible en la población objeto de estudio (máxima varianza posible para proporciones), es decir, que la prevalencia de deficiencia e insuficiencia de vitamina D en la población es del 50%. De esta manera, y por lo que respecta a la varianza de la población, no se asume el riesgo de utilizar un número insuficiente de elementos de estudio. El tamaño de la muestra fue calculado mediante el siguiente algoritmo:

$$n = \frac{Z^2(1-p)deff}{e^2 p(1-tnr)}$$

Notación:

z = Valor en la escala de Z de una distribución normal de probabilidad correspondiente al nivel de confiabilidad asumido. Para el presente estudio se consideró un 95% de confiabilidad equivalente a 1.96 en la escala de Z.

p proporción máxima varianza 0.5

Deff = Efecto de diseño o efecto de conglomeración asumido de 1.9, que es la pérdida o ganancia en la eficiencia del diseño por efecto de estratificación y/o conglomerar elementos de la población, para formar unidades muestrales. Generalmente se obtiene como el cociente de dividir la varianza de la variable en el diseño complejo entre la varianza de la variable considerando un MAS.

E = Error relativo máximo esperado de 10%.

De donde, el tamaño de la muestra para la Encuesta de Prevalencia y Factores de Riesgo Asociados a la Deficiencia e Insuficiencia de Vitamina D en Escolares corresponde a 812 estudiantes. Con el tamaño de muestra calculado se procedió a determinar un valor constante de muestra de segunda etapa para cada una de las escuelas que conformen la muestra de primera etapa; para este propósito se procedió a analizar la estructura porcentual de los estratos y subestratos (grados y estructura por sexo) que componen el marco de muestreo y con ello se estableció un valor constante que eliminara la posibilidad de obtenerse problemas de afijación insuficiente tanto para los grados como para los sexos al interior de cada estrato. El valor considerado es 36 estudiantes, para un total de 23 escuelas, lo que totaliza 828 estudiantes.

4.3.3 Afijación de la muestra:

Con el propósito de obtener una muestra representativa de los estratos que conforman el marco de muestreo (grados y estructura por sexo), la muestra de segunda etapa (36 niños y niñas) se afijó de manera proporcional al peso porcentual de los estratos y subestratos conformados. El siguiente cuadro muestra la distribución resultante:

ESTRATO	N
Primero H	3
Primero M	3
Segundo H	3
Segundo M	3
Tercero H	3
Tercero M	3
Cuarto H	3
Cuarto M	3
Quinto H	3
Quinto M	3
Sexto H	3
Sexto M	3

36

4.3.4 Selección de la muestra:

La selección de la muestra se realizó de manera independiente en cada estrato al interior del dominio de estudio definido. El procedimiento de selección varía de acuerdo al tipo de diseño muestral aplicado. A continuación se describen los procedimientos de selección que se emplearon en cada etapa de muestreo:

4.3.4.1. Muestra de primera etapa:

A partir del listado de 62 escuelas públicas matutinas que pertenecen al municipio de Puerto Barrios, del departamento de Izabal, se seleccionaron 23 unidades primarias de muestreo (UPM), con probabilidades al tamaño de número de alumnos por escuela.

4.3.4.2. Muestra de segunda etapa:

La selección de la muestra de segunda etapa (estudiantes al interior de cada UPM) se llevó a cabo al interior de cada estrato en base a la afijación de la muestra de 36 niños y niñas

resultante, la cual considera al interior de cada grado dos subestratos: hombres y mujeres. Para ello, se procederá de la siguiente manera:

- a) **Establecimiento y actualización del total de estudiantes al interior de cada UPM seleccionada (submarco de muestreo):** en cada UPM seleccionada en la muestra de primera etapa se procedió a contabilizar el número total de estudiantes a participar en el proceso de extracción de sangre para el análisis de la deficiencia e insuficiencia de vitamina D, así como en la entrevista para la obtención de información general y de factores de riesgo, para este propósito se crearon dos listas por grado, una de hombres y otra de mujeres, sin considerarse algún orden específico para su creación, para poder de esta manera, generar un submarco de muestreo y proceder a la selección de las unidades secundarias de muestreo.
- b) **Selección de unidades secundarias de muestreo al interior de cada UPM en forma aleatoria:** Al interior de cada UPM se procedió a seleccionar 36 estudiantes, los cuales se distribuyeron manteniendo las cuotas por sexo y por grado, conservando así la proporcionalidad de las características generales de la población objetivo, dicha elección se realizó mediante muestreo aleatorio simple, utilizando una tabla de números aleatorios.

4.3.5 Niveles de desagregación de los resultados:

Los nivel de desagregación válido y congruente a las precisiones esperadas en el proceso inferencial y de expansión de la muestra lo

constituye el total de alumnos de las escuelas públicas matutinas del municipio de Puerto Barrios, del departamento de Izabal. Por lo anterior, el diseño muestral no garantiza estimaciones y precisiones aceptables para desagregaciones por grado de escolaridad, sexo, rangos de edad y áreas geográficas particulares.

4.4 Selección de los sujetos de estudio:

4.4.1 Criterios de inclusión:

- Niños y niñas que se encontraban cursando un grado de nivel primario de las escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante los meses de mayo-junio 2013.
- Sexo femenino y masculino.
- Niños y niñas cuyos encargados hayan firmado el consentimiento informado y asentimiento informado para participar en la presente investigación (anexo 11.8, 11.9).

4.4.2 Criterios de exclusión

- Niños y niñas que presentaron patologías asociadas que alteran la medición de vitamina D3 como: asma, enfermedad inflamatoria intestinal, tuberculosis, fibrosis quística, enfermedad renal crónica, influenza, artritis reumatoide juvenil, lupus eritematoso sistémico y epilepsia.
- Niños (as) no nacidos en Guatemala.
- Obtención insuficiente de la muestra para la prueba de laboratorio.
- Hemolización de la muestra sanguínea.
- Escolares que no cumplieron con un desayuno ligero y sin grasas previo a la extracción de la muestra. Escolares que no se encontraban acompañados por su padre, madre o encargado al momento de la extracción sanguínea.

4.5 Medición de variables

Operacionalización de variables					
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Criterios de Clasificación
Niveles de 25-hidroxi vitamina D.	Valor cuantitativo de la concentración de 25-hidroxi vitamina D en suero.	Valor cualitativo de la concentración de 25-hidroxi vitamina D en suero por medio de la técnica de ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA) y el método DIAZYME (anexo 11.1).	Cualitativa	Ordinal	En ng/ml: - Riesgo de Toxicidad (>100) - Suficiencia (>30 -100) - Insuficiencia (20 a 30) - Deficiencia (< 20)

Macro Variable	Grupo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Criterios de Clasificación
FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA DE VITAMINA D.	Aspectos Nutricionales.	Estado nutricional.	Situación en la cual se encuentra una persona en relación a ingesta y adaptación fisiológica.	Calculada a partir de toma de medida antropométrica (peso y talla) del IMC que determina el estado nutricional actual del escolar al momento de la toma de la muestra utilizando las tablas de la OMS (ver anexo 11.2).	Cualitativa	Ordinal	• Obesidad • Sobrepeso • Estado nutricional normal • Delgadez moderada • Delgadez severa
		Suplementación con vitamina D.	Suministro de cantidades adicionales de vitamina D por medio de multivitamínicos o suplementos de la misma.	Suministro de cantidades adicionales de vitamina D en la alimentación durante la última semana previo a la realización de la entrevista según lista incluida en anexos sobre multivitamínicos disponibles en el área (anexo 11.4).	Cualitativa	Nominal	SI NO

Macro Variable	Grupo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Criterios de Clasificación
FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA DE VITAMINA D.	Aspectos Nutricionales.	Consumo de alimentos ricos o fortificados con vitamina D.	Alimentos contenidos en la dieta los cuales aportan cantidades significativas de vitamina D.	Alimentos contenidos en la dieta natural o fortificados ricos en vitamina D	Cualitativa	Nominal	SI
				(cualquier tipo de leche, huevos, margarina, zumo de naranja) consumidos con la frecuencia necesaria (1 vez por día) para suplir los requerimientos necesarios durante la semana previa a la realización de la entrevista según la lista contenida en anexos (anexo 11.5).			NO

Macro Variable	Grupo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Criterios de Clasificación
FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA DE VITAMINA D.	Características relacionadas a la sensibilidad cutánea a la luz.	Fototipo cutáneo.	Capacidad de adaptación al sol que tiene cada persona desde que nace, es decir, el conjunto de características que determinan el color y los efectos del sol sobre la piel.	Capacidad de adaptación de la piel a la radiación solar evaluada según el test de Fitzpatrick y clasificada en 6 distintos Fototipos. (Cuestionario adjunto en anexo 11.3).	Cualitativa.	Ordinal.	Fenotipos según punteo escala de Fitzpatrick: - Fototipo I (de 0 a 7 pts). - Fototipo II (de 8 a 21 pts). - Fototipo III. (de 22 a 42 pts). - Fototipo IV. (de 43 a 68 pts). - Fototipo V. (de 69 a 84 pts). - Fototipo VI (mayor a 85 pts).

Macro Variable	Grupo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Criterios de Clasificación
FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA DE VITAMINA D.	Características relacionadas a la sensibilidad cutánea a la luz.	Uso de protección solar.	Productos, soluciones o comportamientos utilizados con el fin de proteger la piel de los efectos perjudiciales de radiaciones solares ultravioletas.	Métodos de protección a la radiación solar empleados por los sujetos a estudio recolectados por el instrumento de recolección de datos (como mínimo dos de los siguientes criterios: si utiliza bloqueador solar 1 vez al día, ropa que cubra brazos y piernas, sombrilla o paraguas y uso de sombrero o gorra), durante la última semana.	Cualitativa	Nominal	SI NO

4.6 Técnicas, procesos e instrumentos a utilizar en la recolección de datos

4.6.1 Técnica de recolección de datos.

4.6.1.1 Técnica de recolección del fototipo

La evaluación del fototipo mediante la escala de Fitzpatrick se basa en la sensibilidad cutánea a la luz y su forma de reaccionar frente a ella, debido a esto se realizó un test en el cual el encargado de cada escolar contesto una serie de preguntas a las cuales se les asignó una puntuación, dicho test proporcionó una puntuación por cada respuesta la cual se sumó al final y este resultado se comparó con la tabla de puntuaciones y ésta clasificó al escolar dentro de los 6 fototipos de la escala de Fitzpatrick (anexo 11.3).

4.6.1.2 Técnica de recolección y medición de niveles séricos de 25-

Hidroxivitamina D (vitamina D) (anexo 11.1).

- Asepsia y antisepsia del área de la punción para extracción de sangre.
- Se extrajeron de 3 a 5 centímetros de sangre venosa para realización de prueba serológica con jeringa de 5 centímetros.
- Se colocó la muestra obtenida en tubo de ensayo sin anticoagulante debidamente rotulado y etiquetado con los datos del paciente.
- Se almacenaron las muestras en termos herméticos con baterías para su transporte al Centro de Salud de Puerto Barrios.
- A continuación se centrifugaron las muestras para separar el suero sanguíneo y su refrigeración en las instalaciones del Centro de Salud de Puerto Barrios.
- Se colocaron las muestras en termos herméticos con baterías para su transporte a la ciudad capital para la entrega en el laboratorio de Inmunología, ubicado en la 4av 13-67 zona 9 para su procesamiento.

- Realización de test de DIAZYME (ELISA, test diseñado para la cuantificación total de 25-OH en suero y plasma humano) (anexo 11.1)
 - La vitamina D se extrajo del suero con el reactivo EX y luego se mezcló, con el reactivo R1 el cual contiene un anticuerpo para 25 OH-Vitamina D,
 - Se realizó una primera incubación, y luego la microplaca es lavada y el reactivo R2 (HRP- anticuerpo secundario) es agregado.
 - Se realizó una segunda incubación y un segundo lavado, posteriormente el reactivo R3 (TetraMetiBenzadina) es añadido.
 - Finaliza con una última incubación y la reacción es detenida agregando la solución de detención y la señal colorimétrica de la microplaca es medida a 450 nm. La concentración de 25 OH vitamina D de la muestra del paciente es inversamente proporcional a la medida absorbida a 450 nm. Todo el procedimiento toma alrededor de dos horas).

En resumen se trabajaron 10 kits de 96 pruebas (960 pozos), los cuales se procesaron de la siguiente forma:

- Pacientes: 828 pacientes.
- Calibradores: 60.
- Controles: 20.
- Repeticiones: 15.

4.6.1.3 Técnica de medición antropométrica

La medición antropométrica se llevó a cabo utilizando las técnicas siguientes:

- Medición de peso:
 - Para la toma del peso, la balanza de pie se colocó en una superficie plana, horizontal y firme. Antes de iniciar, se comprobó el adecuado funcionamiento de la pesa y su exactitud.
 - Se verificó que la viga de la palanca se encontrara en cero y la báscula estuviera bien balanceada.
 - Se colocó al niño en el centro de la báscula, de frente al medidor, erguido con hombros abajo, los talones juntos y con las puntas separadas.
 - Se verificó que los brazos del niño estén hacia los costados y holgados, sin ejercer presión.
 - Se verificó que la cabeza estuviera firme y mantuviera la vista al frente en un punto fijo.
 - Se evitaron movimientos y oscilaciones por parte del niño para no presentar oscilaciones en la lectura del peso.

- Medición de talla:
 - Se colocó la cabeza, hombros, caderas y talones juntos los cuales se encontraron pegados a la pared bajo la línea de la cinta del estadímetro. Los brazos se colocaron libres y naturalmente a los costados del cuerpo.
 - Se mantuvo la cabeza de la persona firme y con la vista al frente en un punto fijo.
 - Se solicitó que contraiga los glúteos, y estando frente a él coloca ambas manos en el borde inferior del maxilar inferior del explorado, ejerciendo una mínima tracción hacia arriba, como si deseara estirar el cuello.

- Se vigiló que el sujeto no se colocara de puntillas colocando sus manos en las rodillas, las piernas rectas, talones juntos y puntas separadas, procurando que los pies formaran un ángulo de 45°.
 - Se deslizó la escuadra del estadímetro de arriba hacia abajo hasta topar con la cabeza del sujeto, presionando suavemente contra la cabeza para comprimir el cabello.
 - Se verificó nuevamente que la posición del sujeto sea la adecuada.
 - Al ya realizar la lectura con los ojos en el mismo plano horizontal que la marca de la ventana del estadímetro se registro la medición con exactitud. ⁽¹¹⁸⁾
- Cálculo del índice de masa corporal (IMC):
 - Se realizó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{IMC} = \frac{\text{PESO (kilogramos)}}{\text{TALLA}^2 \text{ (mts)}}$$

4.6.2 Metodología de trabajo de campo:

El proceso de trabajo de campo dio inicio con la obtención de la autorización por parte del Ministerio de Educación del departamento de Izabal y del área de Salud de Puerto Barrios, al obtener dichas cartas de aprobación, se designa a 2 grupos de estudiantes (comisión de prueba piloto y educativa) los cuales llegaron al área de estudio, con el fin de dirigirse a cada una de las 23 escuelas seleccionadas para la realización del trabajo de campo; Se realiza un programa en el cual se otorga una fecha específica para la realización del estudio en cada escuela conjuntamente con las autoridades de las instituciones a quienes se les presentó el trabajo de investigación, los procesos a efectuarse durante la toma de muestra sanguíneas y el instrumento de recolección de datos, así mismo dichos estudiantes conversaron

con el personal docente de cada escuela solicitando la colaboración de los mismos el día de la actividad.

El programa de Jornadas Médicas y toma de muestra a los participantes del estudio se dividió en 2 semanas, cada semana se cubrieron 13 escuelas en las cuales un grupo de estudiantes entre 9 y 10 personas realizaron diariamente la visita a una escuela programada para efectuar el trabajo de campo; Durante la primera semana se contó con la supervisión del trabajo de campo por parte del Dr. Cesar García (Asesor del proyecto de tesis) y durante la segunda semana de estudio también se contó con la participación e insumos del personal paramédico de la Cruz Roja Guatemalteca.

La actividad de la jornada durante las dos semanas del trabajo de campo se llevo a cabo utilizando la siguiente metodología:

7 AM – 8 AM: Organización de las áreas de trabajo en:

- Área de entrega de números y sala de espera.
- Área de evaluación de pacientes (clínicas medicas).
- Área de clínica de Procedimientos (Hipodermia).
- Área de farmacia.
- Área de digitalización de pacientes evaluados.

8 AM – 12 PM: Jornada médica, la cual se desarrollo de la siguiente forma:

- Consulta a pacientes por número, acompañado de padres o encargados.
- Se verificó si el paciente estaba en la lista de alumnos inscritos para el año escolar correspondiente.
- Se tomaron los siguientes datos de los pacientes: nombre completo, edad, sexo, teléfono, zona y dirección, los cuales se colocaron en la hoja de registro de pacientes.

- Se realizó la evaluación al paciente iniciando por anamnesis y continuando por signos vitales: temperatura, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, pulso, presión arterial así como examen físico.
- Se consideraron los datos del paciente y se procedió a explicarle la situación de salud en la que se encuentra a padres o encargados.
- Se prescribieron los medicamentos necesarios de acuerdo a la situación de salud de los pacientes.
- En la hoja de registro de pacientes se documento el diagnóstico del paciente y el tratamiento indicado.
- Los pacientes conjunto a sus padres o encargados pasaron al área de registro de entrega de medicamentos en donde se anotaron los medicamentos prescritos colocando el nombre genérico del medicamento, la presentación del mismo y el total de medicamento a entregar.
- Finalmente se hace entrega del medicamento pertinente a cada padre o encargado de paciente.

De manera simultánea los participantes elegidos al azar por medio de tablas de números aleatorios realizan la siguiente metodología:

- Asistencia a charla de orientación del estudio en la cual se les otorgo información respecto al estudio y proceso de extracción de sangre.
- Llenado de instrumento de recolección de datos, asentimiento y consentimiento informado conjuntamente con moderador de la charla.

- Extracción de sangre por parte de los estudiantes asignados a la tarea dentro del grupo de investigadores, por medio de la técnica descrita para el procedimiento.
- Posterior a la extracción de sangre los estudiantes seleccionados se dirigen al área indicada para la toma de medidas antropométricas, según las técnicas apropiadas descritas por la OMS, para este estudio, por parte de los estudiantes asignados.
- Por último se integran al grupo de personas que desean recibir la consulta médica gratuita.

12 PM – 1 PM: Recuento de material médico y almacenamiento de medicamento, se concluyo con la digitalización de los datos recolectados durante la jornada en un programa generado por el grupo de investigación para el efecto.

4.6.3 Procesos

La recopilación de datos se llevó a cabo la técnica de investigación cuantitativa, previa promoción de la actividad en el lugar y fecha acordados, se realizó por grupos conformados de 4 investigadores los cuales procedieron a:

- Informar a los padres lo referente a la investigación mediante la metodología de charla coloquio para información de grupos.
- Lectura detallada y firma de consentimiento informado por encargados de los estudiantes.
- Toma de medidas antropométricas y realización de adecuaciones para establecer estado nutricional (peso, talla y cálculo de IMC) para clasificación de estado nutricional actual.
- Previa asepsia y antisepsia se realizo extracción de muestra sanguínea para realización de prueba serológica para la medición de

vitamina D3 (Test de DIAZYME en el cual se extraen 3-5cc de sangre venosa y se colocaron en tubo de ensayo sin anticoagulante) (anexo 11.1).

- Obtención de información a encargados por medio de instrumento de recolección de datos elaborado para la presente investigación (anexo 11.6).
- Información final sobre la entrega de resultados a padres de familia o encargados.

4.7 Instrumento de medición

Se empleo un instrumento de recolección de datos elaborado para efecto de esta investigación, el cual contó con un determinado número de preguntas cerradas y de respuesta única de las cuales se obtuvo la información pertinente para el análisis; el instrumento se justifico bajo los criterios de validez, confiabilidad y objetividad (anexo 11.6).

4.8 Procesamiento de datos

4.8.1 Procesamiento

La tabulación de los datos se realizó en el programa Microsoft Access haciendo un análisis de cada pregunta, las cuales se relacionaron entre sí para una mejor interpretación de los resultados; este programa es un sistema de gestión de bases de datos o (SGBD) incluido en el paquete de programas de Microsoft Office 2010 el cual recopila información relativa a un asunto o propósito particular, como en este caso es la tabulación de los datos recolectados en el trabajo de campo a través de las encuestas realizadas.

Las características que distinguen este software son:

- La administración de gran cantidad de información en un único archivo de base de datos. Tablas para almacenar los datos.

- Las consultas para buscar y recuperar únicamente los datos que se necesitan.
- Formularios para observar, agregar y actualizar los datos de las tablas, en este caso se utilizó la tabla para el ingreso de los datos obtenidos en las encuestas.
- Generación de informes para análisis e impresión.
- Almacena los datos en una tabla, una única vez para luego recuperarlos desde diferentes ubicaciones, función esencial en la elaboración del análisis en forma simultánea, junto con todos los integrantes del equipo de investigación.

Para la generación de los gráficos que mostrarán las tendencias de la información se utilizó el apoyo del software Microsoft Excel debido a su facilidad de implementación, disponibilidad, y cuenta con varias opciones de gráficos para simplificar la presentación de los datos obtenidos en la investigación.

Los gráficos utilizados en el presente informe final como apoyo serán los siguientes:

- Gráficos circulares.
- Gráficos de barras.
- Gráficos de área.

Así mismo cabe mencionar también la utilización de Microsoft Word, procesador de texto utilizado para la elaboración de este documento de Tesis.

4.8.2 Análisis de datos

Los datos registrados en el instrumento de recolección y los valores obtenidos de la medición de vitamina D en sangre, se procesaron para su análisis utilizando medidas estadísticas descriptivas, las cuales se expresaron por

medio de medidas de tendencia central y dispersión, así como por OR (Razón de momios), Chi cuadrado, razones y proporciones; también se realizarán cuadros de resultados y gráficas en los cuales se presenta de una manera simplificada los valores obtenidos para cada factor de riesgo y población estudiada. La realización del análisis se llevó a cabo a través de la tabulación de los datos obtenidos en Microsoft Access con la ayuda de Microsoft Excel 2010 para generar gráficas de los resultados obtenidos, los cuales serán plasmados en un informe final realizado en Microsoft Word.

4.9 Límites de la investigación

4.9.1 Obstáculos (riesgos y dificultades)

Entre los factores que dificultaron o retrasaron el proceso de investigación se encuentran:

- Logísticos: retrasos según cronograma de actividades, mayor requerimiento de tiempo para las distintas fases de la investigación, disminución de la capacidad del recurso humano.
- Económicos: incremento de costos de transporte y procesamiento serológico de las muestras y recurso humano.
- Sociales: gran participación de la población, no veracidad de los datos proporcionados por los padres de familia o encargados para participar en el estudio.

4.9.2 Alcances

Determinar la prevalencia y factores de riesgo asociados a la deficiencia e insuficiencia de vitamina D en la población de estudiantes del nivel primario del Municipio de Puerto Barrios ubicado en el Departamento de Izabal; esto a través de la investigación descriptiva de corte transversal realizada en los meses de mayo y junio de 2013, la cual se respalda con una

amplia base teórica que cumple los criterios de medicina basada en evidencia, incluyendo artículos actualizados, con valor epidemiológico y estadístico.

Utilizando la metodología y bases teóricas se elaboró un estudio que involucró a estudiantes masculinos y femeninos de nivel primario asistentes a las escuelas mixtas urbanas y rurales de la jornada matutina del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante el periodo descrito anteriormente.

4.10 Aspectos éticos de la investigación

Los padres o encargados, previo a participar en el estudio, firmaron el consentimiento informado, el cual describió el motivo, los objetivos y el procedimiento a realizar durante la presente investigación; así mismo se explico y enfatizó de forma detallada el contenido del instrumento de recolección de datos, siendo este de forma confidencial, asegurando que los datos personales de los participantes no se darán a conocer públicamente y los resultados del proceso se retribuirán individualmente a cada persona implicada en el proceso; además se expuso de forma oral y escrita los beneficios y riesgos físicos que puede implicar la extracción de sangre como el apareamiento de área de equimosis y una posible infección en el sitio de la punción , dolor después del procedimiento y la consideración el riesgo emocional que conlleva este procedimiento en los estudiantes de menor edad.

Con la obtención de los resultados del análisis sanguíneo y los datos recabados en el instrumento de recolección, se procedió a la tabulación y procesamiento de datos, cuyos resultados se dieron a conocer por medios escritos, a través de la redacción de este informe final que contiene los resultados de todas las variables del estudio; así mismo se entregó la información individualmente a los padres y encargados de los escolares que participaron en el estudio a través de la boleta de resultados (anexo 11.10) permitiéndoles conocer de esta forma el estado

nutricional y los niveles de vitamina D encontrados en los niños y niñas participantes, los cuales se clasificaron por grupos según el grado de deficiencia de vitamina D (agrupando en dos categorías para un mejor análisis de los datos, considerando entonces $<30\text{ng/ml}$ como deficiencia y $>30\text{ng/ml}$ como suficiencia), con el fin de proporcionar un aporte único y novedoso que da a conocer el estatus actual de los niveles de vitamina D en escolares, otorgando así información que podrá ser utilizada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para generar nuevas políticas en salud como el implementar la suplementación de micronutrientes en escolares; Para lograr todo lo anterior llegando a mutuo acuerdo con las instituciones educativas, se realizó una campaña en las escuelas promocionando la realización del estudio en conjunto a una jornada médica titulada “niño sano”, la cual pretende funcionar como estrategia de convocatoria y participación de la población elegida a participar en el estudio y así mismo como beneficio y en agradecimiento a la comunidad por su colaboración.

La presente investigación fue sometida a evaluación por el Comité de Ética del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala y contó con su respectivo aval ético.

5. RESULTADOS

El estudio realizado fue de diseño descriptivo de corte transversal, la unidad de análisis fueron escolares femeninos y masculinos con edades comprendidas entre 7 y 15 años, cursantes de los grados de primero a sexto primaria de escuelas nacionales de educación mixta urbana y rural del Ministerio de Educación del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, comprendidos en la jornada matutina, durante los meses de mayo y junio del año 2013. El esquema de muestreo que fue adoptado para la encuesta es de tipo probabilístico, bietápico, estratificado, por conglomerados. La muestra comprendía a 828 niños, formado por 36 estudiantes de 23 escuelas de Puerto Barrios, Izabal. Debido a problemas relacionados con la muestra sanguínea recolectada, muestra hemolizada, 25 niños fueron excluidos del estudio, resultando una muestra de 803.

Los escolares presentaron los siguientes resultados obtenidos a través del instrumento de recolección realizado particularmente para este estudio, estos serán presentados de la siguiente manera:

- Datos epidemiológicos y clínicos de la población estudiantil de primero a sexto grado de primaria del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.
- Niveles de 25 hidroxivitamina D de la población escolar de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.
- Prevalencia de deficiencia e insuficiencia de vitamina D en la población escolar femenina y masculina de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.
- Expansión de resultados de niveles de 25-hidroxivitamina D de escolares que cursan de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio

de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.

- Porcentaje de escolares con niveles insuficientes ($<30\text{ng/ml}$) según el estado nutricional en la población de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.
- Porcentaje de escolares con niveles insuficientes ($<30\text{ng/ml}$) según el fototipo cutáneo en la población de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.

Para la presentación de resultados se decidió clasificar a la población en dos grupos utilizando los niveles de 30ng/ml de 25-OH-D como punto de corte, separando a los escolares en niveles por abajo de 30ng/ml que incluye a los que presentaron deficiencia e insuficiencia, y por arriba de 30ng/ml que contiene a los escolares con niveles suficientes de 25-OH-D y con riesgo de toxicidad.

TABLA 1

Características epidemiológicas y clínicas de la población estudiantil de primero a sexto grado primaria del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.

Características	Frecuencia	Porcentaje
Sexo		
Niños	396	49.32
Niñas	407	50.68
Total	803	100
Estado nutricional		
Delgadez Severa	42	5.23
Delgadez	71	8.84
Peso Adecuado	489	60.90
Sobrepeso	139	17.31
Obesidad	62	7.72
Fototipo cutáneo		
Fototipo II	5	0.62
Fototipo III	155	19.30
Fototipo IV	592	73.72
Fototipo V	51	6.35
Grado escolar		
Primero	135	16.81
Segundo	139	17.31
Tercero	128	15.94
Cuarto	148	18.43
Quinto	130	16.19
Sexto	123	15.32
Consumo de alimentos ricos en vitamina D		
Si	539	67.12
No	264	32.88
Suplementación con vitamina D		
Si	36	4.48
No	767	95.52
Protección solar		
Si	22	2.74
No	781	97.26
	Media	Desviación estándar
Peso en Kilogramos	33.40	+/- 10.91
Talla en centímetros	134.42	+/- 12.71
Edad	9.93	+/- 2.03
Índice de masa corporal	18.13	+/- 4.04
Nivel de Vitamina D	47.41	+/- 12.39

TABLA 2
Niveles de 25 hidroxivitamina D de la población escolar de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.

Variable	Niveles de 25 hidroxivitamina D				Total
	<30ng/ml	Porcentaje	>30ng/ml	Porcentaje	
Sexo					
Niños	19	2.37	377	46.94	396
Niñas	25	3.12	382	47.57	407
Estado Nutricional					
Delgadez Severa	4	0.50	38	4.74	42
Delgadez	3	0.38	68	8.46	71
Peso Adecuado	27	3.36	462	57.54	489
Sobrepeso	6	0.74	133	16.56	139
Obesidad	4	0.50	58	7.22	62
Consumo de Alimentos Ricos en Vitamina D					
Si	33	4.11	506	63.01	539
No	11	1.36	253	31.51	264
Suplementación con Vitamina D					
Si	1	0.12	35	4.36	36
No	43	5.35	724	90.16	767
Protección Solar					
Si	0	0	22	2.74	22
No	44	5.47	737	91.78	781
Fototipo Cutáneo					
Fototipo II	0	0	5	0.62	5
Fototipo III	7	0.87	148	18.43	155
Fototipo IV	34	4.24	558	69.49	592
Fototipo V	3	0.37	48	5.97	51

TABLA 3

Prevalencia de deficiencia e insuficiencia de vitamina D en la población de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.

Clasificación	Frecuencia	Porcentaje
Riesgo de Toxicidad (>100ng/ml)	8	1
Suficiencia (>30 – 100ng/ml)	751	93.52
Insuficiencia (20 – 30ng/ml)	40	4.98
Deficiencia (<20ng/ml)	4	0.5
Total	803	100

TABLA 4

Expansión de resultados de niveles de 25-hidroxivitamina D de escolares que cursan de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.

Diagnóstico	Estimado puntual		Error típico	Precisión	Límite inferior		Límite superior	
	Porcentaje				Porcentaje		Porcentaje	
Deficiencia	39	0.42	19.04	.488	2	0.42	76	0.42
Insuficiencia	514	5.43	87.44	.170	343	5.41	686	5.45
Suficiencia	8815	93.02	154.86	.018	8,511	93.00	9,118	93.04
Riesgo de Toxicidad	107	1.13	43.36	.405	22	1.12	192	1.14
Total	9475	100	143.10		8,878	100	10,072	100

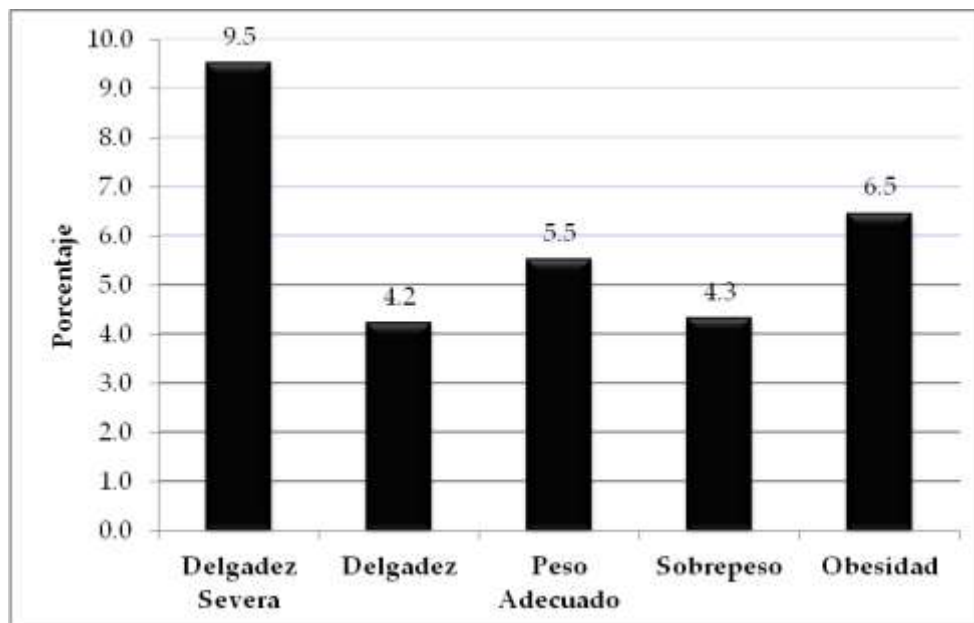
Fuente: Base de datos del presente estudio adaptado por Instituto Nacional de Estadística.

Los datos de 803 niños con las edades entre 7 y 15 años que participaron en el presente estudio representa a 9475 niños y niñas que cursan primero a sexto primaria de 62 escuelas rurales mixtas de la jornada matutina pertenecientes al Ministerio de Educación del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal.

Utilizando estimaciones de la muestra, según el diseño del estudio, 39 escolares presentaron deficiencia de 25-OH-D (<20ng/ml); 514 escolares eran insuficientes (20 – 30ng/ml); 8815 escolares presentaron niveles óptimos (25-OH-D en suero >30 – 100ng/ml); y 107 escolares padecen de riesgo de toxicidad (>100ng/ml).

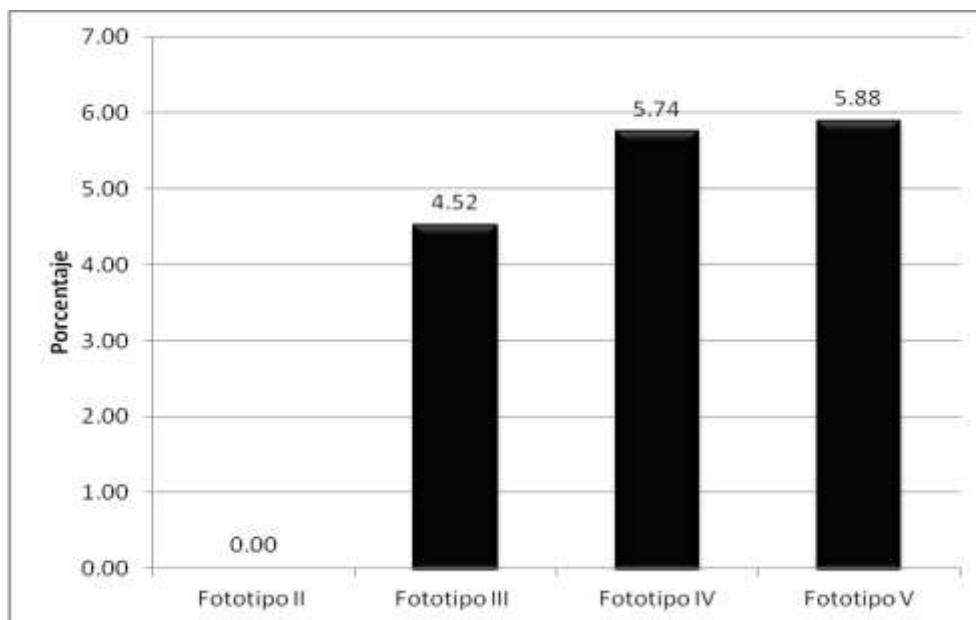
GRÁFICA 1

Porcentaje de escolares con insuficiencia de vitamina D (<30ng/ml) según estado nutricional en la población de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.



GRÁFICA 2

Porcentaje de escolares con insuficiencia de vitamina D (<30ng/ml) según fototipo cutáneo en la población de primero a sexto primaria de las escuelas pertenecientes al Ministerio de Educación, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, mayo-junio 2013.



6. DISCUSIÓN

No existen estadísticas locales que caractericen los niveles de vitamina D en la población pediátrica guatemalteca, por lo que se espera que el presente estudio sea el precursor de futuras investigaciones en las distintas áreas geográficas del país.

Al analizar los resultados del presente estudio, se encontró, que en la muestra, 0.5% de los escolares tiene niveles deficientes de 25-OH-D ($<20\text{ng/ml}$) que representan a 39 escolares de la población descrita, el 4.98% de la muestra tiene niveles insuficientes de vitamina D ($<30\text{ng/ml}$) siendo un total de 514 niños y niñas con las características detalladas, el 93.52% de la muestra mantiene niveles normales equivalente a 8815 escolares y el 1% de la muestra tiene niveles que sugieren riesgo de toxicidad ($>100\text{ng/ml}$) correspondiente a 107 niños y niñas; estos datos contrastan considerablemente con estudios similares. En un estudio realizado en la población pediátrica mexicana publicado en el año 2013, se reporta que el 16% de esta población tiene niveles deficientes de 25-OH-D ($<20\text{ng/ml}$) y el 23% tiene niveles insuficientes ($<30\text{ng/ml}$), lo que significa que sólo el 60.4% de esa población mantiene niveles recomendables de vitamina D y el 0.6% tiene niveles que sugieren riesgo de toxicidad ($>100\text{ng/ml}$).⁽¹⁹⁾ Se pueden encontrar datos similares a los mexicanos al visualizar otros estudios realizados a nivel latinoamericano.^(19,58) A pesar de que ambas poblaciones a estudio se encuentran en regiones tropicales y que la mayor parte de la población mexicana se encuentra en latitudes dentro del trópico del cáncer y capricornio al igual que Guatemala,⁽⁴⁾ éstos resultados deben compararse e interpretarse tomando en cuenta las limitaciones geográficas del presente estudio, al ser regional y no una encuesta nacional como el estudio mexicano, de modo que las características sociales y demográficas afectan en mayor escala el estudio de una población ubicada en una localización geográfica limitada. Esto se debe posiblemente a que Puerto Barrios, Izabal se encuentra a tan sólo 5 metros sobre el nivel del mar,⁽¹¹⁶⁾ manteniendo climas tropicales que causan que la población mantenga descubierta la mayor parte del cuerpo utilizando vestimenta escasa y que aumenta el porcentaje de área corporal expuesta al sol, lo que favorece la síntesis de 25-OH-Vitamina D. El 67% de la población de Puerto Barrios vive en

áreas rurales,⁽¹¹⁶⁾ que conlleva al desplazamiento de grandes extensiones para llegar a las respectivas escuelas, lo que podría aumentar el tiempo de exposición solar.

Existen algunos estudios pediátricos, como la encuesta nacional de salud y nutrición en Estados Unidos realizado en el año de 2001-2004, en los que se mide el nivel de exposición solar utilizando cuestionarios referentes a las actividades que los niños realizan dentro de casa, tales como la cantidad de horas al día para ver televisión, jugar videojuegos o usar la computadora.⁽¹⁸⁾ En el presente estudio no se tomaron en cuenta esas variables debido a que la población escolar de Puerto Barrios se ubica en latitudes en las cuales existe suficiente luz ultravioleta durante todo el año para producir síntesis cutánea de vitamina D, la vestimenta es homogénea ya que todos utilizan uniformes, todos los niños reciben al menos 30 minutos de recreo en horarios óptimos para síntesis de vitamina D al aire libre que deberían ser suficientes para mantener niveles adecuados de la vitamina en personas de piel clara u oscura,⁽⁶⁷⁾ además del tiempo de exposición solar mientras se trasladan desde casa hacia la escuela y viceversa. Todas estas condiciones homogéneas hacen que no sea necesario medir la cantidad de horas en actividades dentro de casa en la población escolar de Puerto Barrios, por lo que no se incluyó en las variables.

En el presente estudio el 69.3% de los escolares reportó consumir cantidades suficientes de alimentos ricos en vitamina D (huevos, leche, zumo de naranja y margarina) para cubrir los requerimientos diarios recomendados, lo cual sumado a los hábitos de exposición solar antes descritos garantiza el mantenimiento de los niveles de vitamina D dentro de los límites normales. No se pudo establecer una relación entre el consumo de alimentos ricos en vitamina D y la presentación de niveles normales de 25-OH-D en sangre ($X^2=1.28$, $p: 0.05$), probablemente debido a que el porcentaje de niños que reportó no consumir la cantidad adecuada de alimentos ricos en vitamina D es baja (<35%), además de la existencia de variables de confusión, como la exposición solar, que no pueden excluirse completamente del análisis.

Se utilizó el fototipo cutáneo para medir la sensibilidad de la piel de los niños a la exposición solar, según el test de Fitzpatrick. Durante la realización del trabajo de campo no fueron encontrados niños pertenecientes a los fototipos I ni VI. El 73.7% de los niños

evaluados corresponde al fototipo IV, 19.3% de los niños corresponde al fototipo III, 6.4% de los niños al fototipo V y 0.6% al fototipo II. No se pudo establecer una relación estadística entre el fototipo cutáneo y los niveles de 25-OH-D, en parte porque la proporción de niños correspondientes a fototipos distintos al IV fue muy baja, lo cual hace que la muestra no sea significativa para establecer relaciones y aumenta el riesgo de sesgo al analizarlas. Además de esto, el diseño del estudio y la gran cantidad de variables de confusión no permite aislar la sensibilidad de la piel a la luz ultravioleta del resto de factores asociados a los niveles de vitamina D. A pesar de lo antes descrito, es importante notar que el fototipo cutáneo que tiene mayor porcentaje de niños con deficiencia de vitamina D es el fototipo V (5.88%), seguido del fototipo IV (5.74%), fototipo III (4.52%) y el fototipo II no tuvo ningún paciente con deficiencia. Ésta distribución de la deficiencia de la vitamina D es la esperada, tomando en cuenta que el fototipo II y III tienen mayor sensibilidad a la luz ultravioleta y necesitan menor exposición solar para mantener niveles normales de vitamina D, mientras que los fototipos IV y V tienen mayor posibilidad de desarrollar deficiencia de vitamina D al necesitar mayor exposición solar para el mantenimiento de valores normales de 25-OH-D.

De los niños participantes en el estudio, sólo el 4.48% se encontraba tomando suplementación con vitamina D. De los niños que recibían suplementación, ninguno tuvo niveles de 25-OH-D que reflejaran riesgo de toxicidad, y sólo uno de ellos presentó niveles debajo de lo recomendado ($<30\text{ng/ml}$). Se pudo establecer una relación estadísticamente significativa e inversamente proporcional entre la suplementación y la deficiencia de vitamina D (OR= 0.48), lo cual también puede interpretarse como que los niños no suplementados tienen 2.07 veces más probabilidad de presentar deficiencia de vitamina D que los niños suplementados. Este hallazgo es muy importante, ya que concuerda con los resultados de estudios realizados en Estados Unidos y Canadá en el año 2012 y confirma que la suplementación es una medida importante y segura para garantizar que la población pediátrica mantenga niveles de vitamina D dentro de los rangos recomendados, además de que el riesgo de toxicidad por suplementación es bajo.^(79,94)

Sólo el 2.74% de los participantes en el estudio utiliza protección solar de forma regular. De los sujetos que utilizan protección solar, ninguno presenta deficiencia de vitamina D, por lo que no es factible buscar una relación estadística entre estas variables. Es importante mencionar que el 68% de los sujetos que utilizan protección solar refieren consumir cantidades suficientes de alimentos ricos en vitamina D para llegar a requerimientos diarios.

Según los datos obtenidos, el 5.34% de los niños presentan delgadez severa, el 8.84% presentan delgadez, el 60.89% peso adecuado, el 17.31 sobrepeso y el 7.72% obesidad. No pudo demostrarse una relación estadísticamente significativa entre el estado nutricional y los niveles de 25-OH-D, probablemente por el efecto de variables de confusión como suplementación, consumo de alimentos ricos en vitamina D y exposición solar. Es interesante notar que dentro de las categorías de estado nutricional, la delgadez severa presenta mayor porcentaje de sujetos con niveles <30ng/dl de vitamina D, con un 9.5%. En este caso debe considerarse que los pacientes con delgadez severa podrían tener bajas reservas de colesterol, lo cual se traduce en bajos niveles de 7-dehidrocolesterol, que es el precursor de las moléculas de 25-OH-D.^(5,7,8,25,26) La obesidad presenta el segundo lugar en porcentaje de sujetos con niveles <30ng/dl de vitamina D, con un 6.5%, presentando la misma tendencia que el estudio realizado en Estados Unidos en el 2004 por Turer C, et.al. en donde se incluye a 12,711 niños de 6-18 años con índice de masa corporal por arriba del 50 percentil y se reporta que a mayor índice de masa corporal, mayor es el porcentaje de deficiencia de vitamina D.⁽⁸⁴⁾ Entre las principales causas de este fenómeno se puede mencionar el efecto volumétrico-dilucional y la teoría de secuestro adiposo.^(82,83)

Las principales características encontradas en los pacientes con niveles deficientes de vitamina D (<20ng/ml, n=4) fueron: 100% de ellos presentaron peso adecuado, 75% no presentaron suplementación, 100% de ellos no utilizan protección solar, el 50% consumían alimentos ricos en vitamina D y el 75% fue clasificado como fototipo IV. No es adecuado considerar estas características como factores de riesgo debido a que éstas conservan la tendencia de la mayoría de la población, por lo que no necesariamente existe relación entre

dichas características, además de que la cantidad de sujetos es insignificante como para buscar asociaciones estadísticas y generalizar los resultados.

Con respecto a la insuficiencia de vitamina D (20-30ng/ml, n=40) el 15% de los sujetos presentaron sobrepeso y 10% de ellos obesidad, el 100% no recibió suplementación, el 100% no utilizó protección solar, el 77.5% consumía alimentos ricos en vitamina D, el 77.5% presentó fototipo IV y 7.5% fototipo V. Al analizar los principales factores de riesgo para insuficiencia de vitamina D debemos considerar cada variable por separado, para evitar el sesgo de confusión que representaría el deducir que las tendencias de la mayoría de la población son los mismos factores de riesgo. Los principales factores de riesgo para insuficiencia de vitamina D analizando las variables de manera individual son los siguientes: delgadez severa, obesidad, no recibir suplementación, y pertenecer a los fototipos IV y V.

7. CONCLUSIONES

1. La prevalencia de insuficiencia y deficiencia de vitamina D es de 0.5% para deficiencia, 4.98% de insuficiencia, 93.52% de suficiencia y 1% con riesgo de toxicidad, al realizar estimaciones de la muestra, según el diseño del estudio esto representa a 39 niños deficientes ($<20\text{ng/ml}$); 514 escolares insuficientes ($20-30\text{ng/ml}$); 8815 escolares presentaron niveles óptimos (25-OH-D en suero $>30-100\text{ng/ml}$); y 107 escolares padecen de riesgo de toxicidad ($>100\text{ng/ml}$); siendo estos representativos de los 9,475 niños (as) de las escuelas mixtas matutinas, urbanas y rurales pertenecientes al Ministerio de Educación del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, que se encontraban cursando un grado de primaria durante los meses de mayo-junio de 2013.
2. No se pudo determinar en el presente estudio los factores de riesgo ni su asociación respecto a la deficiencia de vitamina D, debido a la poca prevalencia de la misma en la población estudiada, contrariamente a los datos presentados a nivel latinoamericano y mundial.
3. No se lograron identificar los principales factores de riesgo asociados a insuficiencia de vitamina D, sin embargo los resultados obtenidos establecen una relación de insuficiencia de vitamina D con un estado nutricional inadecuado (delgadez severa, obesidad), ausencia de suplementación con vitamina D y mayor tono en la coloración de la piel, tendencia que también se observa en otros estudios a nivel mundial para dichos factores de riesgo.

8. RECOMENDACIONES

Al Centro de Investigaciones de las Ciencias de la Salud y Unidad de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ciencias Médicas de la USAC:

1. Promover la investigación de insuficiencia y deficiencia de vitamina D en otras regiones del país, con el fin de contrastar o ratificar los resultados obtenidos en distintas poblaciones escolares a lo largo del territorio nacional.

Al personal médico:

2. Todo médico debe considerar y valorar el diagnóstico de insuficiencia y deficiencia de vitamina D, así como la suplementación en aquellos pacientes que presenten mayor riesgo, ya que esta representa una forma segura de garantizar un desarrollo normal en el niño.

Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social:

3. A pesar de la gran cantidad de factores favorables asociados a la población analizada para presentar niveles suficientes de vitamina D, se encontró la presencia de insuficiencia y deficiencia de esta vitamina, por lo cual, se recomienda el uso de suplementación para prevenir dicha carencia considerando que el 98.3% de pacientes suplementados no padecen deficiencia/insuficiencia de vitamina D según los datos expresados en este estudio.

A padres de familia y encargados:

4. Promover la buena alimentación, y estilos de vida saludable con el fin de obtener un estado de bienestar físico y prevenir la presencia de insuficiencia y deficiencia de vitamina D en la población escolar.

9. APORTES

El presente estudio es un aporte único y novedoso que da a conocer el estatus actual de los niveles de vitamina D en escolares comprendidos entre las edades de 7 a 15 años, que cursan actualmente un grado de primero a sexto primaria de las escuelas urbanas y rurales seleccionadas del Ministerio de Educación, de Puerto Barrios, Izabal, grupo etario más vulnerable para deficiencia de esta vitamina, siendo este un estudio pionero a nivel nacional y otorgando la primera vista relacionada a un tema de importancia mundial.

La información generada por este estudio podrá ser utilizada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para generar nuevas políticas en salud como el implementar la suplementación de micronutrientes en escolares, esto considerando que a pesar de la gran cantidad de factores favorables de la región, la deficiencia e insuficiencia de vitamina D estuvo presente; así mismo incentivara a la realización de nuevos estudios con respecto a la epidemiología de dicha deficiencia en otros grupos y regiones, logrando así una ampliación de la información general de la población guatemalteca; aportando un beneficio científico y social.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Le Roy C. Vitamina D en pediatría. Medwave [en línea] 2010 Feb [citado 5 Mar 2013]; 10(2): 1-7. Disponible en: <http://www.mednet.cl/link.cgi/Medwave/Reuniones/4374>
2. Ramon J, Iñigo A, Miren A. Vitamina D: evidencias y controversias. Liburukia (España) [en línea] 2012 [citado 5 Mar 2013]; 20(2):7-12 Disponible en: http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-gkgnr100/contenidos/informacion/cevime_infac/eu_miez/adjuntos/INFAC_Vol_20_n_2.pdf
3. Misra M, Pacaud D, Petryk A, Collett-Solberg PF, Kappy M. Vitamin D deficiency in children and its management: review of current knowledge and recommendations. Pediatrics [en línea] 2008 Agu [citado 5 Mar 2013]; 122(2): 398-417. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18676559>
4. Enith K, Blanco J, Maya GC. Vitamina D: nuevos paradigmas. Medicina & Laboratorio (Antioquia) [en línea] 2011 [citado 5 Mar 2013]; 17(5-6): 211-46. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2011/myl115-6b.pdf>
5. Anaizi N. Rediscovering vitamin D. Libyan J Med [en línea] 2010 Jan [citado 5 Mar 2013]; 5:1-8. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3066777&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
6. Mathews C, Van Holde K, Ahern K. Bioquímica. 3 ed. Madrid: Pearson Education; 2002.
7. Masvidal Aliberch RM, Ortigosa Gómez S, Baraza Mendoza MC, Garcia-Algar O. Vitamin D: pathophysiology and clinical applicability in paediatrics. An Pediatr (Barcelona) [en línea] 2012 [citado 5 Mar 2013]; 77(4): 279.e1-279.e10. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22766369>
8. González G, Torrejón VC. Actualizaciones en vitamina D. Rev Chil Reumatol [en línea] 2009 [citado 5 Mar 2013]; 25(2):83-7. Disponible en: <http://www.sochire.cl/bases/r-387-1-1343744105.pdf>
9. Instituto Mexicano de Seguridad Social. Prevención, diagnóstico y tratamiento del raquitismo carencial. [en línea] Mexico: IMSS; 2011. [citado 5 Mar 2013] Disponible en: www.imss.gob.mx/profesionales/.../459GRR.pdf

10. Tulchinsky TH. Micronutrient deficiency conditions: global health issues. Public Health Rev [en línea] 2010 [citado 5 Mar 2013]; 32(1):243–55. Disponible en: http://www.publichealthreviews.eu/upload/pdf_files/7/13_Micronutrient.pdf
11. Holick MF. The vitamin D deficiency pandemic: a forgotten hormone important for health. Public Health Rev. 2010; 32(1):267–83.
12. Glade MJ. A 21st century evaluation of the safety of oral vitamin D. Nutrition (Los Ángeles) [en línea] 2012 Apr [citado 5 Mar 2013]; 28(4): 344–56. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22414585>
13. Glade MJ. Vitamin D: health panacea or false prophet?. Nutrition (Los Ángeles) [en línea] 2013 Jan [citado 5 Mar 2013]; 29(1): 37–41. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23085014>
14. Khadilkar V V, Khadilkar A V. Use of vitamin D in various disorders. Indian J Pediatr [en línea] 2013 Mar [citado 3 Abr 2013]; 80(3):215–8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22956345>
15. Pludowski P, Holick MF, Pilz S, Wagner CL, Hollis BW, Grant WB, et al. Vitamin D effects on musculoskeletal health, immunity, autoimmunity, cardiovascular disease, cancer, fertility, pregnancy, dementia and mortality- a review of recent evidence. Autoimmun Rev [en línea] 2013 Mar [citado 2 Abr 2013]; S1568-9972(13): 40-2 Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23542507>
16. Weiler H, Canadian Council of Food and Nutrition. Vitamin D: the current state in Canada. [en línea] Canadá: CCFN; 2008 [citado 5 Mar 2013]. Disponible en: http://www.cfd.ca/Downloads/CCFN-docs/Vitamin-D-Report---final---Aug3-08-revAug9-_2_.aspx
17. Cavalier E, Delanaye P, Chapelle J-P, Souberbielle J-C. Vitamin D: current status and perspectives. CCLM FESCC (Germany) [en línea] 2009 Jan [citado 5 Mar 2013]; 47(2): 120–7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19099529>
18. Kumar J, Muntner P, Kaskel FJ, Hailpern SM, Melamed ML. Prevalence and associations of 25-hydroxyvitamin D deficiency in US children: NHANES 2001-2004. Pediatrics (New York) [en línea] 2009 Sep [citado 5 Mar 2013]; 124(3): e362–e370. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19661054>
19. Flores M, Macias N, Lozada A, Sánchez LM, Díaz E, Barquera S. Serum 25-hydroxyvitamin D levels among mexican children ages 2 y to 12 y: a national survey. Nutrition (Los Angeles) [en línea] 2013 May [citado 5 Mar 2013]; 29(2013): 802–4. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23422537>

20. Freedman DM, Cahoon EK, Rajaraman P, Major JM, Doody MM, Alexander BH, et al. Sunlight and other determinants of circulating 25-hydroxyvitamin D levels in black and white participants in a nationwide U.S. study. *Am J Epidemiol* [en línea]. Ene 2013 [citado 5 Mar 2013]; 177(2): 180–92. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23292956>
21. Binkley N, Ramamurthy R, Krueger D. Low vitamin D status: definition, prevalence, consequences, and correction. *Endocrinol Metab Clin N Am (Wisconsin)* [en línea] 2010 Jun [citado 5 Mar 2013]; 39:287–301. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20511052>
22. Leopardi NM, Palaniappan A, Feldman-Winter L. Vitamin D status & nutritional status among urban versus suburban adolescents. *J Pediatr Adolesc Gynecol* [en línea] 2011 Apr [citado 5 Mar 2013]; 24: e51. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1083318811000234>
23. Zanchetta J, MacDonald S, Consejo Asesor Regional International Osteoporosis Foundation. The Latin America regional audit: epidemiología, costos e impacto de la osteoporosis en 2012. [en línea] Buenos Aires: IOF; 2012 [citado 5 Mar 2013] Disponible en: www.iofbonehealth.org
24. Sud S, Montenegro-Bethancourt G, Bermúdez O, Heaney R, Armas L, Solomons NW. Older Mayan residents of the western highlands of Guatemala lack sufficient levels of vitamin D. *Nutr Res* [en línea] 2010 Nov [citado 5 Mar 2013]; 30(11): 739–46. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21130292>
25. Sanchez A. Vitamina D: actualización. *Rev Méd Rosario* [en línea] 2010 [citado 5 Mar 2013]; 76: 70–87. Disponible en: <http://www.cimero.org.ar/pdf/VOL76/SanchezVitaminaDActualizacionRMR2010.pdf>
26. Guyton A, Hall J. Tratado de fisiología médica. 10 ed. Madrid: Elsevier; 2006.
27. Chen C, Jimenez M, Ulate L. Hipovitaminosis D en Costa Rica reporte inicial: estudio de casos y controles. *Acta Méd Costarric* [en línea] Jul-Sep 2012 [citado 5 Mar 2013]; 54(3): 146–51. Disponibilidad en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v54n3/art4.pdf>
28. Winzenberg T, Jones G. Vitamin D and bone health in childhood and adolescence. *Calcif Tissue Int* [en línea] 2013 Feb [citado 5 Mar 2013]; 92: 140–50. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8642450

29. Gonzáles R. Vitamina D: infecciones, atopia y asma. *Neumol Pediatr* [en línea] 2011 [citado 5 Mar 2013]; 6(3): 123-5. Disponible en: <http://www.neumologia-pediatrica.cl/Revista/201163.html>
30. Masip TC, Morell NA, Serra JD. Nuevas recomendaciones diarias de ingesta de calcio y vitamina D: prevención del raquitismo nutricional. *Acta Pediatr Esp* [en línea] 2008 [citado 5 Mar 2013]; 66(5):233–6. Disponible en: [http://www.gastroinf.com/SecciNutri/66\(5\)_Mayo2008.pdf](http://www.gastroinf.com/SecciNutri/66(5)_Mayo2008.pdf)
31. Le C, Díaz X. Dieta vegetariana en la edad pediátrica. *Gastroenterol Latinoam* (Santiago) [en línea] 2010 [citado 5 Mar 2013]; 21(1): 9–14. Disponible en: <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/lil-570399>
32. Diffey B. Do we need a revised public health policy on sun exposure?. *Br J Dermatol* (Newcastle) [en línea] 2006 Jun [citado 5 Mar 2013]; 154: 1046–51. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16704633>
33. Bueno AL, Czepielewski M a. The importance for growth of dietary intake of calcium and vitamin D. *J Pediatr* (Rio de Janeiro, Brasil) [en línea] 2008 May [citado 5 Mar 2013]; 84(5):386–94. Disponible en: http://www.jped.com.br/conteudo/Ing_resumo.asp?varArtigo=1873&cod=&idSecao=1
34. American Adademy of Dermatology and AAD Association. Position statement on vitamin D. *J Am Acad Dermatol* (Washington) [en línea] 2009 [citado 5 Mar 2013]; 25:1–4. Disponible en: <http://www.aad.org/forms/policies/uploads/ps/ps-vitamin%20d.pdf>
35. Galo Aguilar P, Fundación Europeda Para el Estudio de la Longevidad. Vitamina D: nuevos hallazgos. [en línea] Guatemala: Globedia; c 2010 [actualizado 23 Jul 2010; citado 5 Mar 2013]. Disponible en: <http://gt.globedia.com/vitamina-d-nuevos-hallazgos>
36. Lips P. Vitamin D deficiency and secondary hyperparathyroidism in the elderly: consequences for bone loss and fractures and therapeutic implications. *Endocr Rev* [en línea] 2001 Agu [citado 5 Mar 2013]; 22(4): 477–501. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11493580>
37. Harinarayan C V, Ramalakshmi T, Prasad U V, Sudhakar D. Vitamin D status in Andhra Pradesh: a population based study. *Indian J Med Res* 2008; 127: 211–8.
38. Heaney RP. Calcium needs of the elderly to reduce fracture risk. *J Am Coll Nutr* (Omaha) [en línea] 2001 Apr [citado 5 Mar 2013]; 20(2): 192S–197S. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11349942>

39. Vieth R. Vitamin D supplementation, 25-hydroxyvitamin D concentrations, and safety. *Am J Clin Nutr* [en línea] 1999 May [citado 5 Mar 2013]; 69: 842–56. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10232622>
40. Alonso CG, Díaz MN, García MR, Martín JLF, Cannata JB. Revisión del concepto de «suficiencia e insuficiencia» de vitamina D. *Nefrología (Oviedo)* [en línea] 2003 [citado 5 Mar 2013]; 23(2): 73–7. Disponible en: <http://revistanefrologia.com/revistas/P7-E204/P7-E204-S140-A2639.pdf>
41. Harinarayan C, Shashank RJ. Vitamin D status in India - its implications and remedial measures. *J Assoc Physicians India (Andhra Pradesh)* [en línea] 2009 Jan [citado 5 Mar 2013]; 57: 40-8. Disponible en: http://www.japi.org/january_2009/R-1
42. Chun RF, Adams JS, Hewison M. Back to the future: a new look at “old” vitamin D. *J Endocrinol (Great Britain)* [en línea] 2008 Agu [citado 5 Mar 2013]; 198: 261–9. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2699326&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
43. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* [en línea] 2007 Jul [citado 5 Mar 2013]; 357: 266–81. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17634462>
44. Garcia C. Vitamina D y salud pública en el siglo XXI: paradigmas y controversias en nutrición comunitaria en Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2012.
45. Binkley N, Krueger D, Cowgill CS, Plum L, Lake E, Hansen KE, et al. Assay variation confounds the diagnosis of hypovitaminosis D: a call for standardization. *J Clin Endocrinol Metab (Wisconsin)* [en línea] 2004 Jul [citado 5 Mar 2013]; 89(7): 3152–7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15240586>
46. Hossein-Nezhad A, Holick MF. Vitamin d for health: a global perspective. *Mayo Clin Proc* [en línea] 2013 Jul [citado 8 Jul 2013]; 88(7): 720–55. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23790560>
47. Diazyme Laboratories. Total 25-OH Vitamin D. Poway, CA.: DIAZYME [en línea] 2011 May [citado 5 Mar 2013]. Disponible en: <http://www.diazyme.com/news.php?page=1>
48. Moreno Villares J. Hablemos del calcio y de la vitamina D. *Rev Pediatr Aten Primaria* [en línea] 2011 Apr/Jun [citado 5 Mar 2013]; 13(50):195–7. Disponible en: www.scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1139-76322011000200001&script=sci_arttext

49. Tajer C. La epidemia del déficit de vitamina D y los estilos de la práctica clínica. *Rev Argent Cardiol* [en línea] 2012 [citado 5 Mar 2013]; 80(1): 94–101. Disponible en: www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-37482012000100017&script=sci_arttext
50. Foo LH, Zhang Q, Zhu K, Ma G, Hu X, Greenfield H, et al. Low vitamin D status has an adverse influence on bone mass, bone turnover, and muscle strength in chinese adolescent girls. *J Nutr* [en línea] 2009 Mar [citado 5 Mar 2013]; 1039: 1002–7. Disponible en: <http://jn.nutrition.org/content/139/5/1002.abstract>
51. Zhu Z, Zhan J, Shao J, Chen W, Chen L, Li W, et al. High prevalence of vitamin D deficiency among children aged 1 month to 16 years in Hangzhou, China. *BMC Public Health* [en línea] 2012 Jan [citado 5 Mar 2013]; 12(126): 1-7. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3312872&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
52. Du X, Greenfield H, Fraser DR, Ge K, Trube a, Wang Y. Vitamin D deficiency and associated factors in adolescent girls in Beijing. *Am J Clin Nutr* [en línea] 2001[citado 5 Mar 2013]; 74: 494–500. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11566648>
53. Centers for Disease Control and Prevention. Revised analytical note for NHANES 2000-2006 and NHANES III (1988-1994) 25-hydroxyvitamin D analysis [en línea] Atlanta: CDC; 2010 [citado 5 Mar 2013]. Disponible en: http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes3/VitaminD_analyticnote.pdf
54. Looker AC, Johnson CL, Lacher D a, Pfeiffer CM, Schleicher RL, Sempos CT. Vitamin D status: United States, 2001-2006. *NCHS Data Brief (Ohio)* [en línea] 2011 Mar [citado 5 Mar 2013]; 59: 1–8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21592422>
55. Yetley E a. Assessing the vitamin D status of the US population. *Am J Clin Nutr* [en línea] 2008 [citado 5 Mar 2013]; 88(2):558S–564S. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18689402>
56. Gordon CM, Feldman H a, Sinclair L, Williams AL, Kleinman PK, Perez-Rossello J, et al. Prevalence of vitamin D deficiency among healthy infants and toddlers. *Arch Pediatr Adolesc Med* [en línea] 2008 [citado 5 Mar 2013]; 162(6): 505–12. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20532799>
57. Gordon CM, DePeter KC, Feldman H a, Grace E, Emans SJ. Prevalence of vitamin D deficiency among healthy adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med (Boston)* [en línea] 2004 Jun [citado 5 Mar 2013]; 158: 531–7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15184215>

58. Gilbert-Diamond D, Baylin A, Mora-Plazas M, Marin C, Arsenault JE, Hughes MD, et al. Vitamin D deficiency and anthropometric indicators of adiposity in school-age children: a prospective study. *Am J Clin Nutr* [en línea] 2010 Dec [citado 5 Mar 2013]; 92: 1446–51. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20926524>
59. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab* [en línea] 2011 Jul [citado 5 Mar 2013]; 96(7): 1911–30. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21646368>
60. Tsiaras WG, Weinstock MA. Factors influencing vitamin D status. *Acta Derm Venereol* (Providence) [en línea] 2011 Mar [citado 5 Mar 2013]; 91: 115–24. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21384086>
61. Rodríguez M. Influencia de la exposición solar y la dieta en el estatus nutricional de vitamina D en mujeres adolescentes y de edad avanzada: estudio OPTIFORD-Unión Europea. [tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, Departamento de Nutrición; 2006.
62. Sánchez G, Nova J. Confiabilidad y reproducibilidad de la escala de fototipos de Fitzpatrick antes y después de un ejercicio de estandarización clínica. *Biomédica* (Bogotá) [en línea] 2008; [citado 5 Mar 2013] 28:544–50. Disponible en: http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572008000400008&lng=es&nrm
63. Marín D, Del Pozo A. Fototipos cutáneos: conceptos generales. *OFFARM* (Barcelona) [en línea] Mayo 2005 [citado 5 Mar 2013]; 24(5): 136–7. Disponible en: http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pid=ent_articulo=13074483&pid=ent_usuario=0&pid=ent_revista=4&fichero=4v24n05a13074483pdf001.pdf&ty=165&accion=L&origen=doymafarma&web=www.doymafarma.com&lan=es
64. Ramírez-Prada D, De la Torre MJ, Gil-Campos FL, Pérez-Navero M, Llorente-Cantarero FJ. Evaluación de la exposición solar, ingesta y actividad física en relación con el estado sérico de vitamina D en niñas prepúberes españolas. *Nutr Hosp* (Córdoba) 2012; 27(6): 1993–8.
65. Nair-Shalliker V, Clements M, Fenech M, Armstrong BK. Personal sun exposure and serum 25-hydroxyvitamin D concentrations. *Photochem Photobiol* [en línea] 2013 [citado 5 Mar 2013]; 89: 208–14. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22780860>
66. Muhairi SJ, Mehairi AE, Khouri A a, Naqbi MM, Maskari F a, Kaabi J, et al. Vitamin D deficiency among healthy adolescents in Al Ain, United Arab Emirates. *BMC*

- Public Health [en línea] 2013 Jan [citado 5 Mar 2013]; 13:33. Disponible en: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/13/33>
67. Misra M, Pacaud D, Petryk A, Collett-solberg PF. Deficiencia de vitamina D en los niños y su tratamiento: revisión del conocimiento y las recomendaciones actuales. *Pediatrics (Ed esp)* [en línea] 2008 [citado 5 Mar 2013]; 66(2):86–106. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es/revistas/pediatrics-10/deficiencia-vitamina-d-los-niños-su-tratamiento-13126503-articulo-revision-2008>
68. Institute of Medicine of The National Academies. Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. [en línea] Washington: IOM; 2010 [citado 5 Mar 2013]. Disponible en: www.iom.edu/vitaminD
69. Ángeles M, Jimeno B. Vitamina D: visión desde el laboratorio. *Rev Esp Endocrinol Pediatr* [en línea] 2012[citado 5 Mar 2013]; 2012(3): 39–45. Disponible en:<http://www.endocrinologiapediatrica.org/modules.php?name=articulos&idarticulo=99&idlangart=ES>
70. Zhang R, Naughton DP. Vitamin D in health and disease: current perspectives. *Nutr J* [en línea] 2010 Dec [citado 5 Mar 2013]; 9:65. Disponible en: <http://www.nutritionj.com/content/pdf/1475-2891-9-65.pdf>
71. Dror DK, King JC, Durand DJ, Allen LH. Association of modifiable and nonmodifiable factors with vitamin D status in pregnant women and neonates in Oakland, CA. *J Am Diet Assoc* [en línea] 2011 Jan [citado 5 Mar 2013]; 111: 111–6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21185972>
72. Lopez Moreno J. Vitamina D: un microcosmos en expansión acelerad. *Rev Chil Endocrinol Diabetes* [en línea] 2010 [citado 5 Mar 2013]; 3(4): 248–9. Disponible en: http://www.soched.cl/Revista%20Soched/4_2010/Revista%204.pdf
73. Ross a C, Manson JE, Abrams S a, Aloia JF, Brannon PM, Clinton SK, et al. The 2011 dietary reference intakes for calcium and vitamin D: what dietetics practitioners need to know. *J Am Die Assoc* [en línea] 2011 Apr [citado 5 Mar 2013]; 111(4): 524–7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21443983>
74. Mcmillan A, Hicks J, Isabella C, Higa GM. A critical analysis of the (near) legendary status of vitamin D. *Expert Rev Endocrinol Metab* 2012; 7(1): 103–19.
75. Estefanell C, Olivera R, Satriano R, Noel Tanzi M, Goyetche R, Gambeetta JC. Desafíos de la vitamina D: nuevas prouestas de suplementacion. *Arch Pediatr Urug* [en línea] 2010 [citado 5 Mar 2013]; 81(4): 248–50. Disponible en:

http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05842010000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

76. Marwaha RK & Gopalakrishanan Sripathy. Vitamin D and bone mineral density of healthy school children in northern India. *Indian J Med Res* [en línea] 2008 Mar [citado 5 Mar 2013]; 127(3): 239–44. Disponible en: http://www.ijmr.org.in/temp/IndianJMedRes1273239-6516727_180607.pdf
77. Moyad MA. Vitamin D: a rapid review. *Urol Nurs* [en línea] 2008 Oct [citado 5 Mar 2013]; 28(5): 343–50. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18980100>
78. Maguire JL, Birken CS, Khovratovich M, Degroot J, Carsley S, Thorpe KE, et al. Modifiable determinants of serum 25-hydroxyvitamin D status in early childhood: opportunities for prevention. *JAMA Pediatr* [en línea] 2013 Jan [citado 2 Abr 2013]; 167(3): 230–5. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23318560>
79. Dawodu A, Agarwal M, Hossain M, Kochiyil J, Zayed R. Hypovitaminosis D and vitamin D deficiency in exclusively breast-feeding infants and their mothers in summer: a justification for vitamin D supplementation of breast-feeding infants. *J Pediatr* [en línea] 2003 Feb [citado 5 Mar 2013]; 142(2): 169–73. Disponible en: [http://www.jpeds.com/article/S0022-3476\(02\)40265-X/fulltext#](http://www.jpeds.com/article/S0022-3476(02)40265-X/fulltext#)
80. Miranda D, Leiva L, León JP, De la Maza MP. Diagnóstico y tratamiento de la deficiencia de vitamina D. *Rev Chil Nutr* [en línea] 2009 Sep [citado 5 Mar 2013]; 36(3): 269–77. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v36n3/art09.pdf>
81. Maguire JL, Lebovic G, Kandasamy S, Khovratovich M, Mamdani M, Birken CS, et al. The relationship between cow's milk and stores of vitamin D and iron in early childhood. *Pediatrics* [en línea] 2012 Dec [citado 5 Mar 2013]; 131(1): e144–51. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/content/early/2012/12/12/peds.2012-1793>
82. Vimalaswaran KS, Berry DJ, Lu C, Tikkanen E, Pilz S, Hiraki LT, et al. Causal relationship between obesity and vitamin D status: bi-directional Mendelian randomization analysis of multiple cohorts. *Plos Medicine* [en línea] 2013 Feb [citado 5 Mar 2013]; 10(2): 1–13. Disponible en: <http://www.plosmedicine.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pmed.1001383>
83. Vanlint S. Vitamin D and obesity. *Nutrients* [en línea] 2013 Mar [citado 2 Abr 2013]; 5(3): 949–56. Disponible en: <http://www.mdpi.com/2072-6643/5/3/949>
84. Turer CB, Lin H, Flores G. Prevalence of vitamin D deficiency among overweight and obese US children. *Pediatrics* [en línea] 2012 Dec [citado 5 Mar 2013]; 131(1): e152–61. Disponible en:

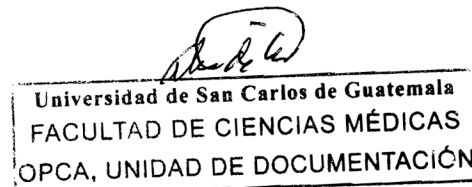
<http://pediatrics.aappublications.org/content/early/2012/12/19/peds.2012-1711>

85. Fernandez R, Ashraf A, Dure LS. Nutritional vitamin D deficiency presenting as hemichorea. *J Child Neurol* [en línea] 2007 Jan [citado 5 Mar 2013]; 22(1): 74-6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17608310>
86. Maxwell J D. Seasonal variation in vitamin D. *Proc Nutr Soc* 1994; 53: 533-43.
87. Cashman KD, Kiely M. Towards prevention of vitamin D deficiency and beyond: knowledge gaps and research needs in vitamin D nutrition and public health. *Br J Nutr* [en línea] 2011 Dec [citado 5 Mar 2013]; 106(11): 1617-27. Disponible en: http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN106_11%2FS0007114511004995a.pdf&code=f578680daf9144afff41ae708a1ef5e1
88. Sangrador MR, Miguel BB De, Vives CC, Moreiras O. Análisis comparativo del estado nutricional de vitamina D y de los hábitos de exposición solar de las participantes españolas (adolescentes y de edad avanzada) del estudio de los cinco países (Proyecto OPTIFORD). *Nutr Hosp (Madrid)* [en línea] 2011 [citado 5 Mar 2013]; 26: 609-13. Disponible en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/4636.pdf>
89. Cashman KD, Fitzgerald AP, Kiely M, Seamans KM. A systematic review and meta-regression analysis of the vitamin D intake-serum 25-hydroxyvitamin D relationship to inform European recommendations. *Br J Nutr* [en línea] 2011 Dec [citado 5 Mar 2013]; 106(11): 1638-48. Disponible en: http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN106_11%2FS0007114511005058a.pdf&code=868d339c1fba3164e051a6bcc1b17fc3
90. Pedro-Botet J. Vitamina D: ¿un nuevo factor de riesgo cardiovascular?. *Clin Invest Arterioscl* [en línea] 2010 [citado 5 Mar 2013]; 22(2): 72-8. Disponible en: <http://www.elsevier.es/sites/default/files/elsevier/pdf/15/15v22n02a13150704pdf001.pdf>
91. Cianferotti L, Marcocci C. Subclinical vitamin D deficiency. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* [en línea] 2012 Agu [citado 5 Mar 2013]; 26(4): 523-37. Disponible en: [http://www.bprcem.com/article/S1521-690X\(11\)00164-3](http://www.bprcem.com/article/S1521-690X(11)00164-3)
92. Villamor E, Marin C, Mora-plazas M, Baylin A. Vitamin D deficiency and age at menarche: a prospective study. *Am J Clin Nutr* [en línea] 2011 [citado 5 Mar 2013]; 94: 1020-5. Disponible en: <http://ajcn.nutrition.org/content/94/4/1020.full.pdf+html?sid=61da4110-ec82-4a18-9c0c-03aa9de1f597>
93. Schwalfenberg GK, Genuis SJ, Hiltz MN. Addressing vitamin D deficiency in Canada: a public health innovation whose time has come. *Public Health* [en línea]

- 2010 Apr [citado 5 Mar 2013]; 124(6): 350–9. Disponible en: [http://www.publichealthjrn.com/article/S0033-3506\(10\)00061-2](http://www.publichealthjrn.com/article/S0033-3506(10)00061-2)
94. Hayek J El, Pham TT, Finch S, Hazell TJ, Jean-philippe S, Vanstone CA, et al. Vitamin D status in Montréal preschoolers is satisfactory despite low vitamin D intake. *J Nutr* [en línea] 2012 Dec [citado 5 Mar 2013]; 143(1): 154–60. Disponible en: <http://jn.nutrition.org/content/143/2/154.long>
 95. Alcaina MB, Segura NL, Anglerill RB, Pérez SH, Torné EE, Seidel V, et al. Raquitismo en inmigrantes asiáticos en período puberal. *An Esp Pediatr* (Barcelona) [en línea] 2002 [citado 5 Mar 2013]; 57(3): 264–7. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es/revistas/anales-pediatria-37/raquitismo-inmigrantes-asiaticos-periodo-puberal-13035391-notas-clinicas-2002>
 96. Kriegel MA, Manson JE, Costenbader KH. Does vitamin D affect risk of developing autoimmune disease?: a systematic review. *Semin Arthritis Rheum* [en línea] 2011 Jun [citado 5 Mar 2013]; 40(6): 512–531.e8. Disponible en: [http://www.semarthritISRheumatism.com/article/S0049-0172\(10\)00148-4](http://www.semarthritISRheumatism.com/article/S0049-0172(10)00148-4)
 97. Wang S. Epidemiology of vitamin D in health and disease. *Nutr Res Rev* [en línea] 2009 Dec [citado 5 Mar 2013]; 22(2): 188–203. Disponible en: http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FNRR%2FNRR22_02%2FS0954422409990151a.pdf&code=08394f819d96bd0674f024857fd4885c
 98. Welsh P, Peters MJL, Sattar N. Vitamin D insufficiency. *N Engl J Med* [en línea] 2011 Apr [citado 5 Mar 2013]; 364: 1378–80. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMc1101911>
 99. Wagner CL, Greer FR, American Academy of Pediatrics. Prevention of rickets and vitamin D deficiency in infants, children, and adolescents. *Pediatrics* [en línea] 2008 Nov [citado 5 Mar 2013]; 122(5): 1142–52. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/content/122/5/1142.long>
 100. Wolden-Kirk H, Gysemans C, Verstuyf A, Mathieu C. Extraskelatal effects of vitamin D. *Endocrinol Metab Clin N Am* [en línea] 2012 Sep [citado 5 Mar 2013]; 41(3): 571–94. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889852912000709>
 101. Holick MF, Chen TC. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. *Am J Clin Nutr* [en línea] 2008 [citado 5 Mar 2013]; 87(4): 1080S–6S. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18400738>

102. Abrams SA, Coss-Bu JA, Tiosano D. Vitamin D: effects on childhood health and disease. *Nat Rev Endocrinol* [en línea] 2013 Mar [citado 13 Mar 2013]; 9: 162–70. Disponible en:
<http://www.nature.com/nrendo/journal/v9/n3/full/nrendo.2012.259.html>
103. Zittermann A, Iodice S, Pilz S, Grant WB, Bagnardi V, Gandini S. Vitamin D deficiency and mortality risk in the general population: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* [en línea] 2012 [citado 16 Abr 2013]; 95: 91–100. Disponible en: <http://ajcn.nutrition.org/content/95/1/91.long>
104. Bjelakovic G, Li Gluud, Nikolova D, Whitfield K, Wetterslev J, Rg Simonetti, et al. Vitamin D supplementation for prevention of mortality in adults. *Cochrane Database of Syst Rev*. [en línea] 2011 Jul [citado 5 Mar 2013]; (7): CD007470. Disponible en:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD007470.pub2/abstract;jsessionid=B4C1AB2566C9F1B1EDFFC4075E3E3579.d03t02>
105. Dinizulu T, Griffin D, Carey J, Mulkerrin E. Vitamin D supplementation versus combined calcium and vitamin D in older female patients - an observational study. *J Nutr Health Aging* [en línea] 2011 Agu [citado 17 Abr 2013]; 15(8): 605–8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21968853>
106. Fragoso TS, Dantas AT, Diniz C, Marques L. 25-Hydroxyvitamin D3 levels in patients with systemic lupus erythematosus and its association with clinical parameters and laboratory tests. *Rev Bras Reumatol* [en línea] 2012 [citado 5 Mar 2013]; 52(1): 55–65. Disponible en:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0482-50042012000100007
107. Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB. *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. Washington; IOM 2011.
108. Ivorra Cortés J. Redescubriendo la vitamina D: niveles y dosis óptimos. *Rev Sociedad Val Reuma (Valencia)* [en línea] 2012 [citado 5 Mar 2013]; 4(3): 1–3. Disponible en: http://www.ibanezyplaza.com/Biblio/PDFs/RSVRvol4_03.pdf
109. Black LJ, Seamans KM, Cashman KD, Kiely M. Efficacy of food fortification for the prevention of vitamin D deficiency—results of a systematic review and meta-analysis. *Proc Nutr Soc* [en línea] 2011 Agu [citado 5 Mar 2013]; 70(OCE3): E101. Disponible en:
http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FPNS%2FPNS70_OCE3%2FS0029665111001418a.pdf&code=d4b346d44a6b451a00062d1042e9273c

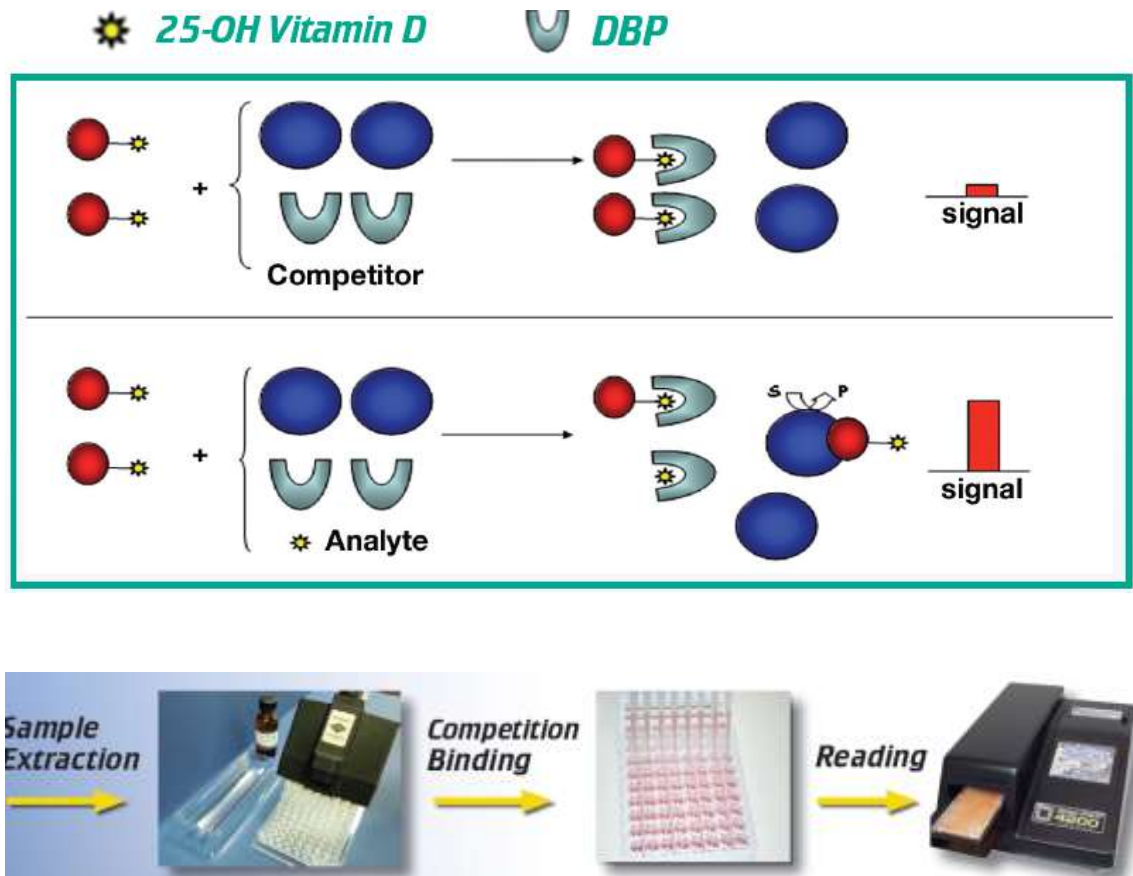
110. Cajoto IV, Vicedo MJV, Vilar DA. Tratamiento con vitamina D en la infancia: discusión de la evidencia. *An Med Interna (Madrid)* [en línea] 2006 [citado 5 Mar 2013]; 23(9): 446–8. Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2166855>
111. Casey CF, Slawson DC, Neal LR. Vitamin D supplementation in infants, children, and adolescents. *Am Fam Physician* [en línea] 2010 [citado 5 Mar 2013]; 81(6): 745–8. Disponible en: <http://www.aafp.org/afp/2010/0315/p745.html>
112. Molgaard C, Fleischer K. Vitamin D and bone health in early life. *Proc Nutr Soc* [en línea] 2003 [citado 5 Mar 2013]; 62: 823–8. Disponible en: http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FPNS%2FPNS62_04%2FS0029665103001083a.pdf&code=a5860a7f61bf94daa467b20ce538f628
113. Urashima M, Segawa T, Okazaki M, Kurihara M, Wada Y, Ida H. Randomized trial of vitamin D supplementation to prevent seasonal influenza A in schoolchildren. *Am J Clin Nutr* [en línea] 2010 May [citado 5 Mar 2013]; 91(5):1255–60. Disponible en: <http://ajcn.nutrition.org/content/91/5/1255.long>
114. World health Organization. Growth reference data for 5-19 years. [en línea] Geneva: WHO; 2007 [citado 17 Abr 2013] Disponible en: http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/index.html
115. Ladino Meléndez L, Velásquez ÓJ. *Nutridatos: manual de nutrición clínica*. Medellín, Colombia: Health Book's; 2010.
116. Arriola Quan G, Escobar P, Barrios Paiz G, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. *Cifras para el desarrollo humano Izabal*. Guatemala: PNUD; 2011.
117. Guatemala. Ministerio de Educación. *Estadística inicial 2013*. Guatemala: MINEDUC; 2013.
118. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guías alimentarias para Guatemala: recomendación para una alimentación saludable*. Guatemala: MSPAS, OPS, INCAP; 2012.



11. ANEXOS

11.1 Test de DIAZYME.

El test Diazyme de 25-OH vitamina D se basa en el principio de la α -complementación de la enzima β -galactosidasa y la competencia entre el conjugado de una enzima 25-OH vitamina D donante y 25-OH vitamina D libre, de la muestra de suero en la unión con Proteína de unión de Vitamina D (DBP). El ensayo está diseñado en un formato homogéneo sin la necesidad de etapas de lavado, y se puede ejecutar manualmente con un lector de microplacas o automáticamente con un sistema de ensayo automatizado de microplacas. El principio de ensayo simplificado se muestra en el diagrama siguiente. ⁽⁴⁹⁾



Fuente: Total 25-OH Vitamin D. DIAZYME. 2011. ⁽⁴⁹⁾

Carta de Validación de método DIAZYME (ELISA)

	Title: Certificate of Analysis for 25-OH Vitamin D EIA Kit		Page 1 of 1
	Doc. #: CQF 4275	Rev: A	CDO #: 1595

Catalog Number: DZ688B-K

Kit Lot No.: VB002130 Kit Expiration Date: 2014-03

Reagent Components:

Reagents	Lot Number	Expiration Date
Reagent R1	VB102130	2014-03
Reagent R2	VB202130	2014-03
Reagent R3	VB302130	2016-09
STOP	VB102130	2014-03
Extraction EX	VBX02130	2015-03
Wash 20X	VBW02130	2014-03
Microplate	VBP02130	2014-03

Calibrator Components:

Calibrators	Lot Number	Expiration Date	Assigned Value	
			(ng/mL)	(nM)
Calibrator 1	VBS102130	2014-03	0.001	0.002
Calibrator 2	VBS202130	2014-03	11.0	27.5
Calibrator 3	VBS302130	2014-03	23.0	57.5
Calibrator 4	VBS402130	2014-03	50.0	125.0
Calibrator 5	VBS502130	2014-03	100.0	250.0
Calibrator 6	VBS602130	2014-03	150.0	375.0

Warnings and Precautions:

Each donor unit of serum in the preparation of this material was tested by FDA-approved methods and found negative for the Human Immunodeficiency Virus Antibody (HIV I/II Ab), Hepatitis B Surface Antigen (HBsAg), and Hepatitis C Virus Antibody (HCV). Because no method can offer complete assurance as to the absence of infectious agents, however, this material and all patient samples should be handled as though capable of transmitting infectious disease and disposed of accordingly.

Test Results:

Controls	Lot Number	Expiration Date	Acceptable Range		Results	
			(ng/mL)	(nM)	(ng/mL)	(nM)
Control 1	VBC102130	2014-03	15.7-33.7	39.3-84.3	24.5	61.3
Control 2	VBC202130	2014-03	35.7-74.7	89.3-186.8	47.7	119.4

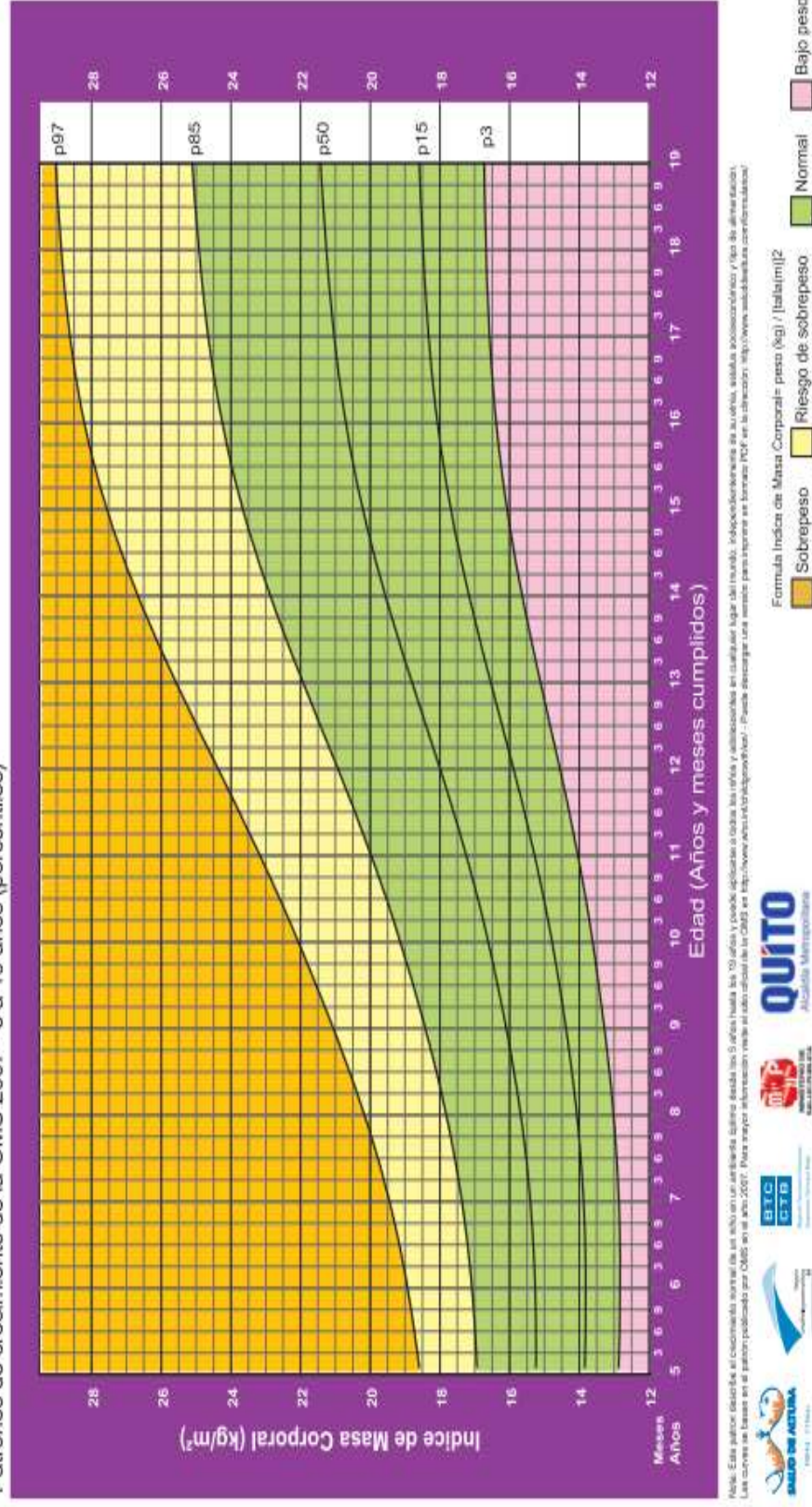
Certified by:  Date: 03/26/2013

Diazyme Laboratories 12889 Gregg Court, Poway, California 92064 USA
Tel: 858-455-4766, Fax: 858-455-2701, Web: www.diazyme.com Email: support@diazyme.com

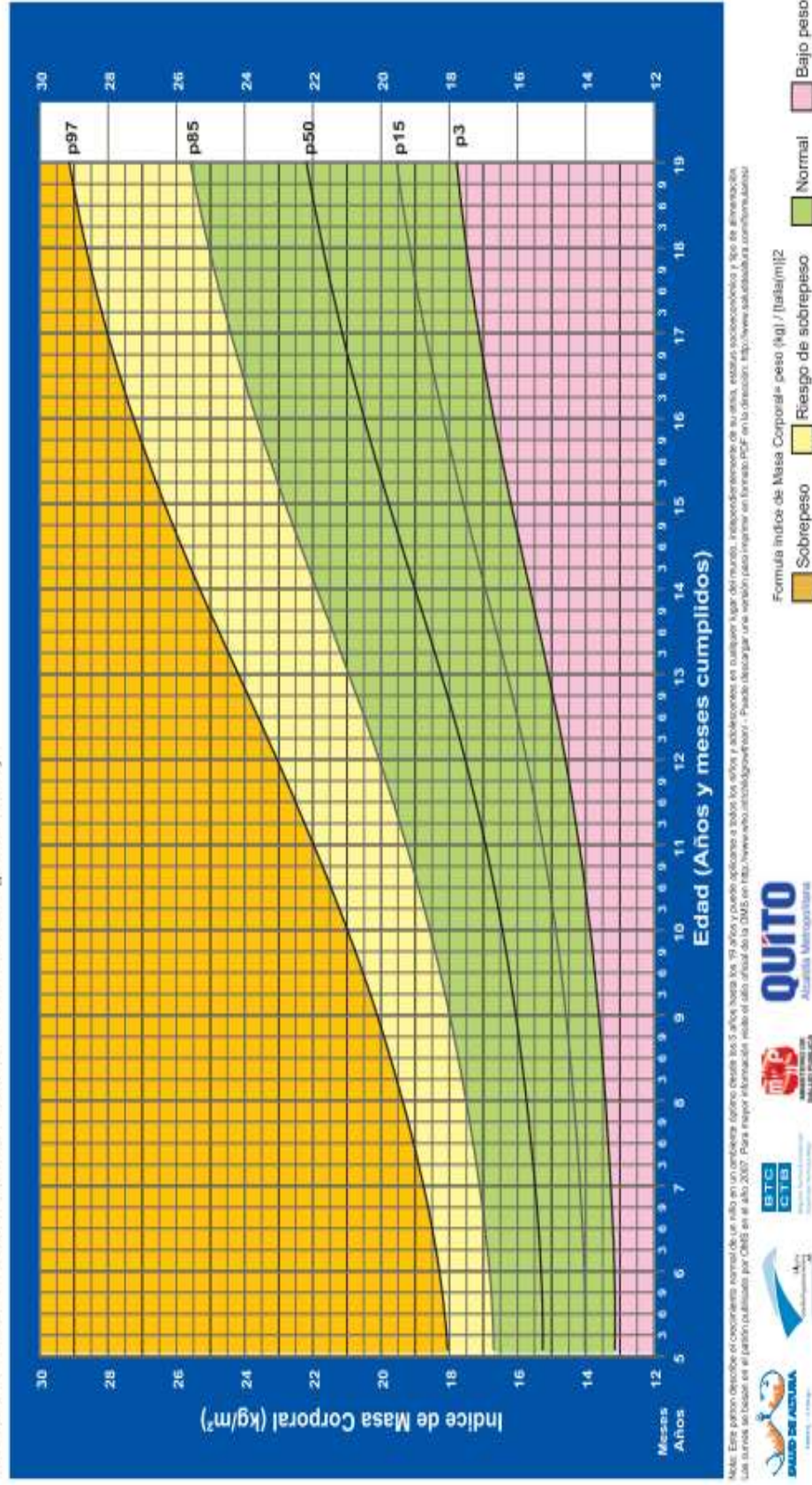
CQF 4275 - Certificate of Analysis for 25-OH Vitamin D EIA Kit

Indice de Masa Corporal - NIÑAS y ADOLESCENTES

Patrones de crecimiento de la OMS 2007 - 5 a 19 años (percentiles)



Fuente: Patrones de Crecimiento Infantil. ⁽¹¹²⁾



Fuente: Patrones de Crecimiento Infantil. ⁽¹¹²⁾

Interpretación:

ÍNDICE DE MASA CORPORAL

También es llamado índice de Quetelet, vincula la talla con el peso y aunque no mide la grasa corporal, tiene estrecha relación con la adiposidad. Es el parámetro clínico más aconsejable para definir, cuantificar y seguir la evolución de la obesidad infantil. Se debe tomar en cuenta que aprecia por igual masa magra y grasa por lo que se altera en casos de masa muscular alta y edema. En niños y adolescentes varía con la edad.

INTERPRETACION DE IMC/E PARA NIÑOS POR PERCENTILES Y DE.

Percentil	DE	Interpretación
Arriba de 97	Arriba de +2 DE	Obesidad
Entre 97 y 85	Entre +1 DE y +2DE	Sobrepeso
Entre 15 y 85	Entre +1 DE y -2DE	Peso adecuado
Entre 15 y 3	Entre -2DE y -3DE	Delgadez
Debajo de 3	Debajo de -3DE	Delgadez severa

Fuente: Ladino Meléndez L, Velásquez ÓJ. Nutridatos. MAnual de Nutrición Clínica. Medellín, Colombia: Health Book's; 2010.⁽¹¹³⁾

11.3 Test de evaluación de fototipo cutáneo (Test de FITZPATRICK).

TEST DE FITZPATRICK

1. ¿Cuál es el color natural de su piel cuando no está bronceada?

- | | | |
|----|----------------|--------------------------|
| 0 | Rojiza, blanca | ☐ |
| 2 | Blanca - Beige | ☐ |
| 4 | Beige | ☐ |
| 8 | Marrón Clara | ☐ |
| 12 | Marrón | ☐ |
| 16 | Negra | ☐ |

2. ¿De qué color natural es su cabello?

- | | | |
|----|------------------------|--------------------------|
| 0 | Pelirrojo, rubio claro | ☐ |
| 2 | Rubio , castaño claro | ☐ |
| 4 | Castaño | ☐ |
| 8 | Castaño oscuro | ☐ |
| 12 | Castaño oscuro – negro | ☐ |
| 16 | Negro | ☐ |

3. ¿De que color tiene los ojos?

- | | | |
|----|-------------------------------------|--------------------------|
| 0 | Azul claro, verde claro, gris claro | ☐ |
| 2 | Azules, verdes, grises | ☐ |
| 4 | Grises, marrón claro | ☐ |
| 8 | Marrones | ☐ |
| 12 | Marrón oscuro | ☐ |
| 16 | Negros | ☐ |

4. ¿Cuántas pecas tien de manera natural en el cuerpo cuando no está bronceado?

- | | | |
|---|--------------|--------------------------|
| 0 | Muchas | ☐ |
| 4 | Algunas | ☐ |
| 6 | Unas cuantas | ☐ |
| 8 | Ninguna | ☐ |

5. ¿Qué categoría describe mejor su herencia genética?

- 0 Raza blanca de piel muy blanca ☐
- 2 Raza blanca de piel clara ☐
- 4 Raza blanca piel morena (mediterráneo) ☐
- 8 Oriente medio, hindú, asiático, hispano-americano. ☐
- 12 Aborigen, africano, afroamericano ☐

6. ¿Qué categoría describe mejor su potencial de quemadura despues de exponerse al sol una hora en verano?

- 0 Siempre se quema y no se broncea nunca ☐
- 2 Habitualmente se quema, pero puede broncearse ligeramente ☐
- 4 Se quema ocasionalmente, pero se broncea moderadamente ☐
- 8 Nunca se quema y se broncea con facilidad ☐
- 10 Raramente se quema y se broncea profundamente ☐
- 12 Nunca se quema ☐

7. ¿Qué categoria describe mejor su potencial de bronceado?

- 0 Nunca se broncea ☐
- 2 Se puede broncear ligeramente ☐
- 4 Se puede broncear moderadamente ☐
- 8 Se puede broncear profundamente ☐

A continuación, sume los puntos de las 7 respuestas e identifique su puntuación total con el tipo de piel correcto que se enumera más abajo.

PUNTUACIÓN DEL TIPO DE PIEL Y DESCRIPCIÓN

0 – 7	Fototipo I	Muy sensible a la luz solar
8 – 21	Fototipo II	Sensible a la luz solar
22 – 42	Fototipo III	Sensibilidad normal a la luz solar
43 – 68	Fototipo IV	La piel tiene tolerancia a la luz solar
69 – 84	Fototipo V	La piel es oscura y su Tolerancia es alta
+ 85	Fototipo VI	La piel es negra y su tolerancia es altísima

Fuente: Marín D, Del Pozo A. Fototipos cutáneos: Conceptos generales. Offarm (Barc) 2005

11.4 Multivitamínicos que poseen vitamina D.

SUPLEMENTOS VITAMINICOS QUE CONTIENEN VITAMINA D

NOMBRE DEL SUPLEMENTO VITAMINICO	CANTIDAD DE VITAMINA D QUE CONTIENE	FRECUENCIA RECOMENDADA PARA SU CONSUMO
Enerkid plus jarabe	Vitamina D3 600UI	• 5 ml una vez al día
Vigorlax jarabe	Vitamina D3 800UI	• Niños de 1-5 años: 7.5 ml una vez al día Niños mayores de 5 años: 15 ml una vez al día
Kiddi pharmaton jarabe	Vitamina D3 4000 I.U.	• Niños de 1-5 años: 7.5 ml una vez al día Niños mayores de 5 años: 15 ml una vez al día
Dayamineral jarabe	vitamina D (como vitamina D3), 8000 UI	• 5 ml una vez al día
Emulsión de Scott jarabe	Colecalciferol (vitamina D ₃) 2,261 U.I.	• Bebés de 6 meses hasta 2 años: 1 cucharadita al día. • Niños de 2 a 6 años: 2 cucharaditas al día. • Niños de 6 a 12 años: 3 cucharaditas al día. • Adultos y niños mayores de 12 años: 3 cucharadas al día
Ballena azul jarabe	Vitamina D 120UI	• Bebes (6 meses hasta 2 años): 1cucharadita al día • Niños de 2 a 6 años: 2 cucharaditas al día • Niños de 6 a 12 años: 3 cucharaditas al día • Adultos y niños mayores de 12 años: 3 cucharada al día
Vital fuerte jarabe	Vitamina D 400 UI	• 5 ml al día
Medox ABC	Vitamina D ₃ (colecalfiferol) 400.00 U.I.	• Menores de 2 años: 2.5 ml 2 veces al día. • De 2 a 6 años: 5.0 ml 2 veces al día. • De 7 a 12 años: 5.0 ml 3 veces al día. • Adultos: 10 ml 4 veces al día.

Mineravit Jarabe	Vitamina D 400UI	Niños: De 2 a 4 años 7.5 mL al día. De 4 a 12 años 15 mL al día.
Blodin calcio jarabe	Vitamina D 400 UI	5 ml al día

Fuente: Farmacias y sucursales del municipio de Puerto Barrios, Izabal.

11.5 Alimentos ricos en vitamina D.

CONTENIDO DE VITAMINA D EN ALIMENTOS	
Alimento	UI
Cereales	
Especial K	332/100g
Copos maíz tostado	170/100g
Arroz inflado chocolatado	112/100g
Pastelería y bollería	
Bizcocho de chocolate	98/100g
Magdalena	80/100g
Lácteos y Derivados	
Leche fortificada	400/L
Leche de Vaca	3-40/L
Yogur	89/100g
Queso Cheddar	12/100g
Huevos	
Gallina (clara entera)	70/100g
Gallina (yema)	240/100g
Aceites y grasas	
Hígado de bacalao	8,400/100g
Mantequilla	30-32/100g
Margarina	320/100g
Mayonesa comercial	40/100g
Carne	
Hígado	48-88/100g
Pescado, Moluscos y crustáceos	
Langostinos	720/100g

Salmón/Caballa cocinados	345-360/100g
Lata atún/sardinas/salmón/caballa + aceite	224-332/100g
OTROS	
Mostaza (salsa)	400/100g
Zumo de naranja	400/100g
Leche de soya	
Leche de arroz reforzada	

Fuente: T. Cabo Masip, N. Alentado Morell, J. Dalmau Serra. Nuevas recomendaciones diarias de ingesta de calcio y vitamina D: prevención del raquitismo nutricional. NUTRICIÓN INFANTIL. Valencia, España 2008.

11.6 Instrumento de recolección de datos

 	Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC- Facultad de Ciencias Médicas Unidad de trabajos de Graduación	Formulario 000 15
PRESENTACIÓN		
Buenos (días, tardes o noches) mi nombre es _____ y soy estudiante de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala, actualmente estoy realizando una investigación acerca de la vitamina "D" en los niños de 7 a 15 años que servirá para obtener datos de suma importancia, por lo que le solicito su colaboración en contestarme lo que a continuación le voy a preguntar:		
INSTRUCCIONES GENERALES: COLOQUE UNA "X" EN LOS CUADROS DE LAS OPCIONES QUE INDIQUE EL ENTREVISTADOR Y HAGA CASO OMISO DE LOS NÚMEROS FUERA DE LOS CUADROS		
I: DATOS DEL ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO Y DE LA ENTREVISTA		
Nombre: _____	Tipo: Urbana ☐ 1	
Dirección: _____	Rural ☐ 2	
Teléfono: _____	Fecha de la entrevista _____	
II: DATOS DEL ALUMNO		III: DATOS DE LA MADRE, PADRE O ENCARGADO
Nombre: _____		Nombre: _____
Edad: (en años cumplidos) Sexo: ☐ H 1 ☐ M 2		Dirección: _____
Grado: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6		Teléfono: _____
SECCIÓN A: ESTADO NUTRICIONAL		
Peso Lbs	Talla cms	
SECCIÓN B: PROTECCIÓN SOLAR		
¿Cómo se protege o se cuida del sol (...)?		
1 Usa bloqueador solar 1 vez al día		☐
2 Usa ropa que le cuida del sol, en brazos y piernas		☐
3 Utiliza sombrero o gorra		☐
4 Otra _____		☐
SECCIÓN C: CONSUMO DE ALIMENTOS RICOS O FORTIFICADOS CON VITAMINA D		
¿De los productos que le mencionaré a continuación cuales consume (...) por lo menos una vez al día durante la última semana?		
1. leche? (cualquier tipo de leche) ☐	3. margarina? ☐	
2. huevos? ☐	4. Jugo de naranja? ☐	
SECCIÓN D: SUPLEMENTACIÓN CON VITAMINA D		
¿De las vitaminas que le mencionaré consume alguna al menos durante la última semana?		
1 enerkid plus? ☐	6 Ballena Azul? ☐	
2 Vigorlax? ☐	7 Vital Fuerte? ☐	
3 Kiddi Pharmaton? ☐	8 Medox ABC? ☐	
4 Dayamineral? ☐	9 Mineravit? ☐	
5 Emulsión de Scott? ☐	10 Blodin Calcio ☐	
	11 Otra _____	
Coloque el nombre del suplemento/ o no recue		



Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Facultad de Ciencias Médicas
Unidad de Trabajos de Graduación

Características personales

INSTRUCCIONES GENERALES:

COLOQUE UNA "X" EN LOS CUADROS DE LAS OPCIONES QUE INDIQUE EL ENTREVISTADOR Y HAGA CASO OMISO DE LOS NUMEROS FUERA DE LOS CUADROS

1. Color de ojos

1 Azul claro, verde claro, gris claro

☐

4 Marrones

☐

2 Azules, verdes, grises

☐

5 Marrón oscuro

☐

3 Grises, marrón claro

☐

6 Negros

☐

2. Color de pelo

1 Pelirrojo, rubio claro

☐

4 Castaño oscuro

☐

2 Rubio, castaño claro

☐

5 Castaño oscuro-negro

☐

3 Castaño

☐

6 Negro

☐

3. Color de piel

1 Rojiza, blanca

☐

4 Marrón clara

☐

2 blanca-beige

☐

5 Marrón

☐

3 Beige

☐

6 Negra

☐

Exposición al sol

1. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor la forma en que se broncea (...)?

1 nunca se broncea

☐

3 se puede broncear moderadamente

☐

2 se puede broncear ligeramente

☐

4 se puede broncear profundamente

☐

2. ¿Cuántas pecas tiene (...) de manera natural en el cuerpo cuando no esta asoleado o bronceado?

Muchas (>20)

☐

Algunas (10-19)

☐

Unas cuantas (0-9)

☐

Ninguna 0

☐

3. Después de asolearse una hora en el verano que le pasa a (...)

1 Siempre se quema y no se broncea nunca

☐

2 Habitualmente se quema, pero puede broncearse ligeramente

☐

3 Se quema ocasionalmente, pero se broncea moderadamente

☐

4 Nunca se quema y se broncea con facilidad

☐

5 Raramente se quema y se broncea profundamente

☐

6 Nunca se quema

☐

4. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor la herencia genética de (...)?

1 raza blanca de piel muy blanca

☐

4 oriente medio, hindú, asiático

2 raza blanca de piel clara

☐

hispano-americano

☐

3 raza blanca piel morena (mediterráneo)

☐

5 aborígen, africano,

afroamericano

☐

Nivel de Vitamina D

ng/dl

PENDIENTE DE RESULTADO

**GRACIAS POR SU
COLABORACIÓN**

11.7 Cartas de Autorización del Estudio.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS



Guatemala 8 de febrero del 2013

Lic. José Alfaro
Director
Dirección Departamental de Educación.
Puerto Barrios, Izabal.

Lic. Alfaro

Atentamente me dirijo a usted, para saludarlo respetuosamente y desearle éxitos en sus labores diarias.

El objetivo del presente es para solicitarle su autorización y apoyo para la realización de la investigación que tiene por título *"factores de riesgo para desarrollar deficiencia e insuficiencia de los niveles de vitamina D en población escolar, niños entre las edades de 7 a 12 años del nivel primario del distrito de Puerto Barrios"* la metodología consiste en realizar medidas antropométricas y la extracción de una muestra sanguínea para su respectivo análisis en el laboratorio de inmunología de la ciudad capital. Esta será una investigación a nivel nacional que se llevara a cabo por 60 estudiantes de la facultad de medicina quienes realizan este trabajo como requisito ultimo para optar al título de Médico Y Cirujano.

Agradezco de antemano su colaboración me despido de usted atentamente.



Rodrigo Aguilar
Coordinador general
Grupo de tesis

SECRETARIA DIRECCION DISTITAL
DE EDUCACION DE IZABAL

RECIBIDO

FECHA: 9/2/2013 HORA: 15:04
RECIBIDO POR: [Firma manuscrita]

CC. Dr. Cesar García (Asesor de la investigación), Grupo de Investigación

CARTA DE AUTORIZACION DEL COMITÉ NACIONAL DE ÉTICA EN SALUD



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
COMITÉ NACIONAL DE ÉTICA EN SALUD

COMITÉ NACIONAL DE ÉTICA EN SALUD

No. Resolución 33-13
Fecha: 7 de Mayo 2013

TÍTULO DEL ESTUDIO: "Prevalencia y factores de riesgo asociados a la deficiencia e insuficiencia de vitamina D en escolares"

EQUIPO INVESTIGADOR: 50 estudiantes de la Universidad de San Carlos.
Asesor del proyecto: Dr. Cesar García

Dictamen:

El estudio cumple con los requisitos técnicos y éticos para ser aprobado; se le solicita que al finalizarlo se socialice y se presenten dos copias impresas y una digital a este Comité.


Dr. Mario Figueroa Álvarez
Presidente Comité Nacional de Ética



c.c. Archivo



REF: SIAS-DG-OF/4.1/327

Guatemala, 02 de mayo de 2013

Doctor
César Oswaldo García
Asesor de Tesis
Facultad de Ciencias Médicas
Coordinación de Trabajos de Graduación USAC
Presente

Estimado Doctor García:

Deseándole éxitos en sus labores diarias, atentamente me dirijo a usted en el contexto de su oficio No. UdTdG-022-13 de fecha 22 del mes de abril de 2013, le solicito se proceda a presentar el Protocolo de Investigación respectivo a la unidad de Investigación y Ética del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, con la **Doctora Malvina de León**.

Habiendo obtenido el aval respectivo, podemos coordinar las acciones de apoyo que consideren necesarias de acuerdo a nuestro ámbito de competencia.

Sin otro particular y agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted.



DR. EDGAR ENCARNACIÓN LARA CABALLEROS
DIRECTOR GENERAL a.i. DEL SISTEMA INTEGRAL
DE ATENCIÓN EN SALUD

c.c. Archivo
EEL/Odella Monteros



9ª. Avenida 14-65 Zona 1 Of. 101 Primer Nivel

CARTA DE CONSTANCIA DE REALIZACIÓN DE TRABAJO DE CAMPO



Puerto Barrios, Izabal
23/07/13

Dr. Edgar De León
Coordinación de Trabajos de Graduación
Medicina USAC
Presente.

Respetable Doctor de León:

Por este medio hago constar que los estudiantes del séptimo año de la carrera Médico y Cirujano de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizaron la investigación **"PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA DE VITAMINA D EN ESCOLARES"**, investigación realizada en 23 centros educativos a niños y niñas de primero a sexto primaria de las escuelas mixtas del área urbana y rural, del ministerio de educación del municipio de puerto barrios, departamento de Izabal, durante los meses de mayo a junio del año 2013.

Me suscribo de usted, como su atento y seguro servidor

Atentamente.



Dra. Otto Mardoqueo Aguilar Gutierrez
Director de Distrito de Salud
Puerto Barrios, Izabal.

Dra. Otto Mardoqueo Aguilar Gutierrez
Médico y Cirujano
Céd. 1.001

Puerto Barrios, Izabal
23 de julio del 2013

Doctor:
Edgar de León
Director General
Coordinación de Trabajos de Graduación
Medicina USAC
Presente

Respetable Doctor de León:

Por este medio hago constar que los estudiantes del séptimo año de la carrera Médico y Cirujano de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizaron la investigación **"Prevalencia y Factores de Riesgo Asociados a la Deficiencia e Insuficiencia de Vitamina D en Escolares"**, investigación realizada en 23 centros educativos a niños y niñas de primer y sexto primaria de las escuelas mixtas del área urbana y rural, del Ministerio de Educación del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, durante los meses de mayo a junio del año 2013.

Sin más sobre el particular me suscribo,

Atentamente,



Lic. José Francisco Alfaro Paz
Director Departamental de Educación de Izabal



cc/archivo

11.8 Consentimiento Informado

Estimado padre/madre o encargado:

Somos estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala; estamos realizando nuestra Tesis sobre la Prevalencia y Factores de Riesgo relacionados con la deficiencia de vitamina D en escolares (dicha vitamina es muy importante para el crecimiento y desarrollo adecuado de los niños). Invitaremos a participar a su hijo; no tiene que decidir de inmediato permitir que su hijo(a) participe en nuestra investigación, puede hablar con alguien de su confianza sobre la investigación, así mismo puede ver la validez de la misma con el Dr. César García de la Unidad de Trabajo de Graduación de USAC al número 2485-1927, o al Comité de Ética del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social al número _____. Puede hacernos preguntas cuando lo considere conveniente.

La falta de vitamina D se relaciona con múltiples factores como: poco consumo de alimentos que contengan vitamina D, el estado nutricional, poca exposición a la luz del sol y color de la piel. Al tener deficiencia puede provocar problemas como poco desarrollo de los huesos, aparición de enfermedades comunes como neumonía, asma y otras.

Estamos investigando en niños y niñas que estén estudiando de primero a sexto grado primaria (edades de 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15 años) ya que a estas edades se necesita más vitamina D. Esta investigación será de mucho beneficio ya que conoceremos cómo se encuentran los valores de vitamina D en escolares de Guatemala, y así poder sugerir medidas preventivas al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social conforme a los resultados obtenidos.

La autorización para que su hijo participe es voluntaria, usted puede elegir dejarlo participar o no; si su hijo no participa no sufrirá ninguna consecuencia ya que este estudio es ajeno a la Escuela donde él asiste. Al momento de aceptar participar en nuestra investigación queda con la libertad de retirarse en cualquier momento si así lo considera.

El procedimiento que se llevará a cabo durante la investigación es:

1. Se cuenta con autorización de la Dirección de la escuela.
2. El análisis de sangre que se le realizará a su hijo es gratuito, usted no tiene que pagar ningún costo.
3. Se le dará información a usted y a su hijo(a) sobre la importancia de la vitamina D y las enfermedades que provoca su deficiencia.
4. Podrán participar los niños y niñas que se encuentren sanos, sin padecer de enfermedades como: asma, tuberculosis, enfermedad renal crónica, artritis reumatoide juvenil, lupus eritematoso sistémico y epilepsia.
5. Tendrá que autorizar por escrito la participación de su hijo(a) en la investigación.

6. Se le realizarán preguntas relacionadas con la alimentación de su hijo(a) o si padece alguna enfermedad, le tomará más o menos 15 minutos.
7. Se medirá y pesará a su hijo(a) para verificar su estado nutricional.
8. Se extraerá una única muestra de sangre de más o menos 3 a 5 cm; el material a utilizarse será totalmente descartable y estéril, la toma de sangre puede producir leve dolor y no causa ningún efecto dañino en la salud de su hijo.
9. La muestra se transportará en termos a un laboratorio de la capital donde se medirán los niveles de vitamina D.
10. Se le entregará una boleta con los resultados obtenidos respecto a los valores de vitamina D, información que será totalmente confidencial.
11. Se le dará información y recomendaciones sobre cómo mantener los niveles óptimos de vitamina D en caso de que su hijo tenga alguna deficiencia.

Mi hijo(a) ha sido invitado(a) a participar en la investigación "Prevalencia y Factores de riesgo relacionados con la deficiencia de Vitamina D en escolares". Entiendo que a mi hijo(a) se le extraerá de 3 a 5 centímetros de sangre en una sola oportunidad. He sido informado(a) que los riesgos son mínimos y que pueden incluir un poco de dolor en el sitio de la punción. Sé que es posible que haya beneficios para mi hijo(a) al detectar si se encuentra que tiene deficiencia de vitamina D para poder tratarlo a tiempo.

He leído o me han leído, y he comprendido la información proporcionada. He tenido la oportunidad de preguntar sobre la investigación y se han contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente la participación de mi hijo(a) en esta investigación y entiendo que tenemos el derecho de retirarnos de la investigación en cualquier momento sin que me afecte a mi o a mi hijo(a) en ninguna manera.

Nombre del alumno: _____

Firma y nombre del encargado: _____

He sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento para el encargado del niño/niña participante y la persona ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que la persona ha dado consentimiento libremente.

Firma del testigo: _____

Huella dactilar del encargado del alumno

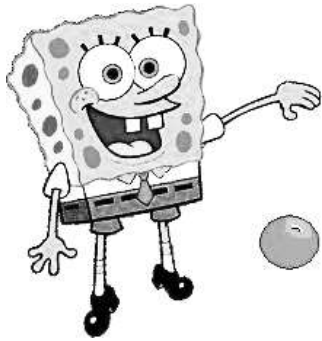
Nombre del investigador: _____

Firma del Investigador: _____

Lugar y Fecha: _____

Código:

11.9 ASENTIMIENTO INFORMADO



Este documento está diseñado para alumnos de 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15 años de edad, que cursan actualmente los grados de primero a sexto de las escuelas mixtas matutinas de Puerto Barrios, Izabal.

Somos estudiantes de la Carrera de Medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala; nuestro estudio consiste en medir la cantidad de vitamina D en la sangre y lo que causa que esta vitamina esté baja en niños como tú y así evitar que esto te cause problemas de salud en el futuro. Creemos que este problema es causado por comer pocos alimentos que contengan esta vitamina, poca exposición a la luz del sol y otras causas; esta investigación nos ayudará a comprenderlo.

Te voy a dar información acerca de nuestro estudio y la importancia de la vitamina D en tu cuerpo para invitarte a participar en nuestra investigación. Tienes la libertad de decidir participar o no sin que esto te afecte de ninguna manera en tus notas, ya le hemos pedido la autorización a tus padres/encargados quienes han autorizado tu participación y saben que en este momento te estamos preguntando si quieres participar o no, puedes decidir no hacerlo aunque ellos ya lo hayan autorizado o hablar con ellos antes de decidir.

Si aceptas participar tus padres/encargados no tendrán que pagar nada, y al momento que tengas alguna duda o pregunta puedes hacerlo libremente.

Estamos realizando la investigación en niños como tú porque a esta edad necesitas de la vitamina D para tener huesos fuertes, sanos y crecer muchísimo!!



Si participas en nuestra investigación, los pasos a seguir son los siguientes:

- 1. Te informaremos sobre qué es la vitamina D y los beneficios en tu cuerpo.*
- 2. Mediremos tu altura y peso para ver tu estado nutricional.*
- 3. Haremos una serie de preguntas a tus padres/encargados sobre tu alimentación.*
- 4. Tomaremos una muestra de tu sangre y la analizaremos para evaluar los valores de la vitamina D.*
- 5. Al final de la investigación sólo le daremos y explicaremos los resultados a tus padres/encargados y a ti.*

Debes saber que la toma de muestra será solamente un poco de tu sangre de uno de tus brazos, sentirás como que una hormiguita te





picó, puede ponerse un poco enrojecido de donde te saquemos sangre pero no debes asustarte, es normal.

No diremos a otras personas si aceptas o no participar en la investigación, y si participas no compartiremos información sobre ti a nadie que no trabaje en la investigación. Si tienes alguna duda puedes preguntarme en este momento o más tarde o a tus maestros, padres, encargados o a la persona que más confianza le tengas.



YO entiendo que me han invitado a participar en esta investigación donde medirán la cantidad de vitamina D en mi sangre y las causas que llevan a tener valores bajos, entiendo que le harán preguntas a mis padres/encargados y que tomarán una muestra de sangre en mi brazo. Sé que puedo elegir participar o no, y puedo decidir retirarme en cualquier momento sin que esto me afecte en nada; he leído o me han leído esta información y la entiendo, me han respondido mis preguntas y sé que puedo preguntar si tengo dudas en el futuro.



Acepto participar en la investigación:

Nombre: _____

Firma o Huella: _____



Fecha: _____

He sido testigo de la lectura exacta del documento de asentimiento al niño(a) como participante potencial y él/ella ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmo que ha dado su asentimiento libremente.

Nombre del testigo: _____

Firma del testigo: _____

Código:



11.10 Boleta de Retribución de Resultados.

PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA DE VITAMINA D EN ESCOLARES

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Médicas

Unidad de Trabajos de Graduación

Boleta de Resultados

Código del participante:

Nombre del alumno: _____ Edad: _____

Nombre de la Escuela: _____ Grado _____ Fecha: _____

Resultado según niveles de vitamina D en sangre:

*Bajo

*Muy Bajo

*Normal

*Arriba de lo Normal

Valor Reportado en ng/dl:

Recomendaciones:

Estado Nutricional:

*Obesidad ☐ 

*Sobrepeso ☐ 

*Normal ☐ 

*Desnutrición Moderada ☐ 

*Desnutrición Severa ☐ 

Muy Bajo: Se recomienda el aumento de consumo de alimentos diarios como leche entera, cereal fortificado, aceite de hígado de bacalao, atún o sardinas, huevos, margarina, jugo de naranja e iniciar suplementos de vitamina D, exposición solar al menos 30 min. al día en el sol de las 8:00 am – 10:00am sin ninguna protección solar en ese periodo de tiempo. Consulta al médico de su localidad.

Bajo: Se recomienda el aumento de consumo de alimentos diarios como leche entera, cereal fortificado, aceite de hígado de bacalao, atún o sardinas, huevos, margarina, jugo de naranja, e iniciar suplementos de vitamina D, exposición solar al menos 30 min. al día en el sol de las 8:00 am – 10:00am sin ninguna protección solar en ese periodo de tiempo. Consulta al médico de su localidad.

Normal: Se recomienda dieta balanceada, incluyendo consumo diarios de los alimentos mencionados anteriormente, aumentar actividades al aire libre y exposición solar al menos 30 min. Al día en el sol de las 8:00 am – 10:00am sin ninguna protección solar en ese periodo de tiempo.

Arriba de lo Normal: Se recomienda no consumir suplementos vitamínicos que tengan Vitamina D, disminuir la exposición solar excesiva. Consulta al médico de su localidad.

IZABAL

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS:

El departamento de Izabal está ubicado en la Región III (Nororiente) del país. Ocupa una superficie aproximada de 9,038 km² y su cabecera departamental, Puerto Barrios, se ubica aproximadamente a 5 metros sobre el nivel del mar.⁽¹¹⁵⁾

En 2010, a lo largo de sus 5 municipios vivían poco más de 403 mil personas. Se estima que un 67% de sus habitantes vive en áreas rurales.⁽¹¹⁵⁾

Población según edad Izabal (2010):

EDAD	2010		
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
0 – 4	31,557	30,403	61,960
5 – 9	28,815	27,995	56,811
10 – 14	27,295	26,552	53,847
15 – 19	22,602	22,463	45,065
20 – 24	17,555	18,130	35,685
25 – 29	15,039	16,018	31,057
30 – 34	11,932	13,107	25,039
35 – 39	9,600	11,093	20,693
40 – 44	7,378	8,562	15,940
45 – 49	5,740	6,622	12,362
50 – 54	5,013	5,577	10,590
55 – 59	4,642	4,765	9,407
60 – 64	4,019	4,004	8,023
65 – 69	2,918	2,896	5,814
70 – 74	2,366	2,384	4,750
75 – 79	1,705	1,765	3,470
80+	1,264	1,479	2,743
TOTAL	199,440	203,403	403,256

Fuente: INE, proyecciones de población.

INDICADORES BÁSICOS

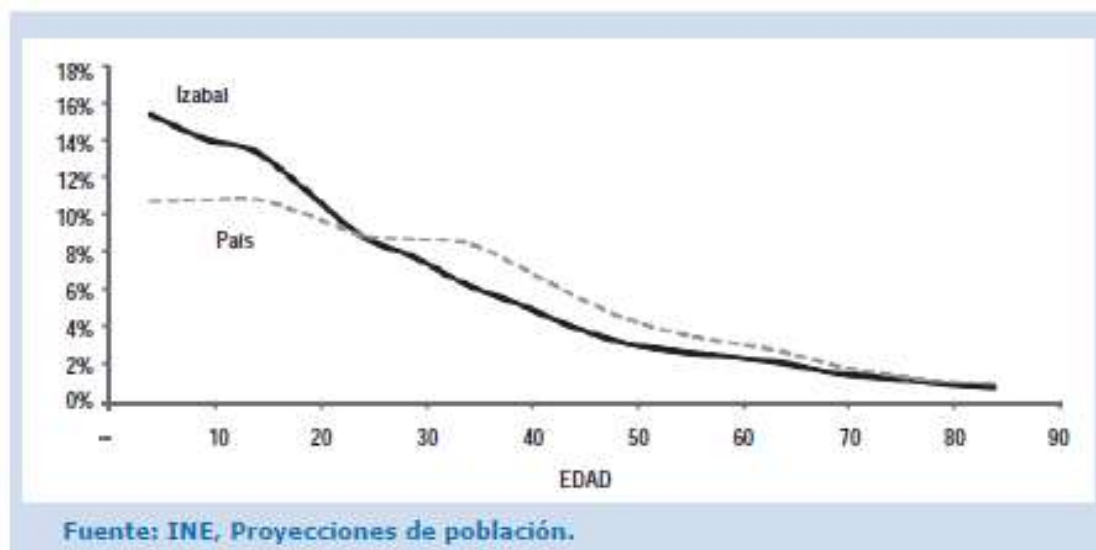
Densidad poblacional (hab/Km ² , 2010)	44.6
Mujeres (% , 2010)	50.5
Población Rural (2006, %)	67%
Población indígena (2006, %)	26%
Total de hogares (miles, 2006)	73.0
Tamaño promedio de los hogares (2006)	4.6
Tasa Global de fecundidad (2008)	3.6
Edad mediana (2006, años)	18
Población total, (miles de habitantes, 2010)	403.3

Fuente: INE, proyecciones de población.

Aunque la definición de «ruralidad» es todavía un tema pendiente en el país, se estima que en 2010, tres de cada cinco personas habitan en áreas rurales. Además, según proyecciones de población, el 51% de los habitantes son mujeres.⁽¹¹⁵⁾

Guatemala es un país cuya población es mayoritariamente joven. La mitad de la población se encuentra bajo la «edad mediana». Según la ENCOVI 2006, la edad mediana del país era de 19 años. En promedio, los hogares guatemaltecos están conformados por seis personas.⁽¹¹⁵⁾

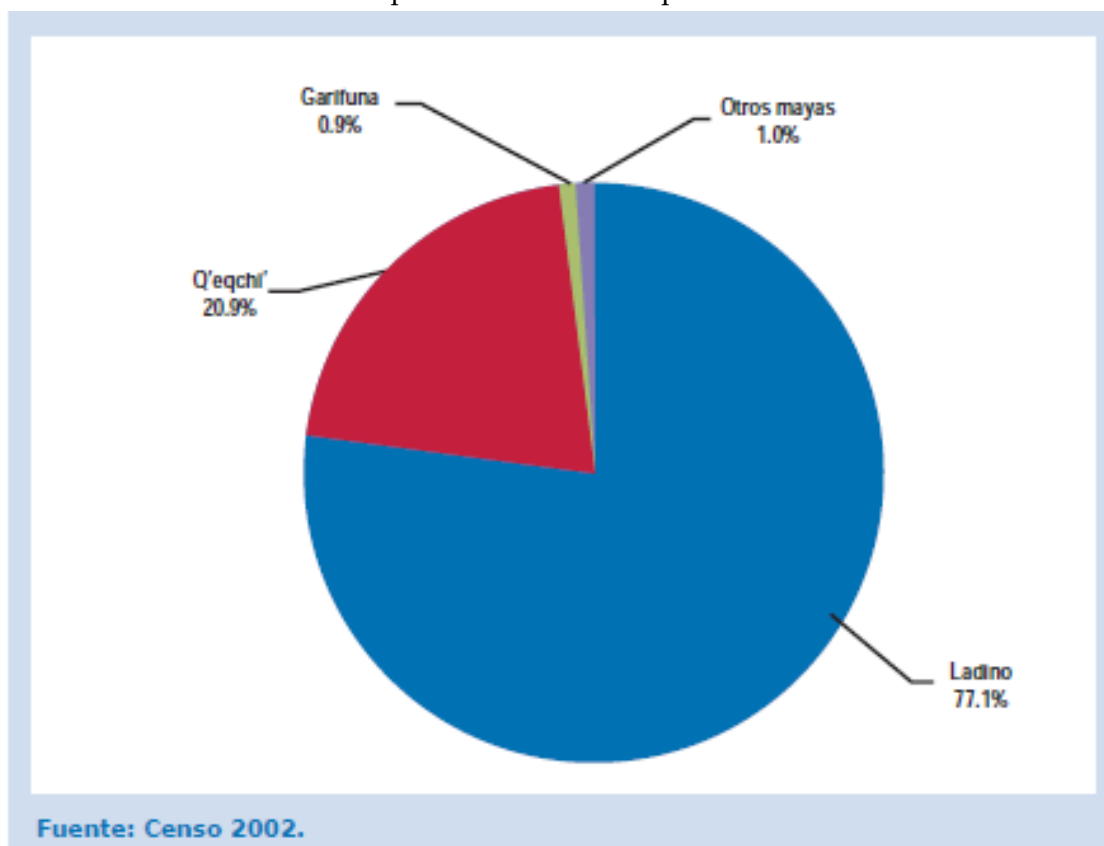
Población según edad:



Según el último censo de población y las más recientes encuestas de hogares, dos de cada cinco guatemaltecos se consideran pertenecientes a una de las comunidades lingüísticas de los pueblos indígenas: Maya, Garífuna y Xinca.

La gráfica siguiente muestra la composición étnica de la población del departamento. En 2010, el país se dividía en 333 municipios, con su respectiva administración pública local. En el cuadro siguiente se presenta la población estimada para 2010 de cada municipio del departamento.⁽¹¹⁵⁾

Composición étnica de la población:



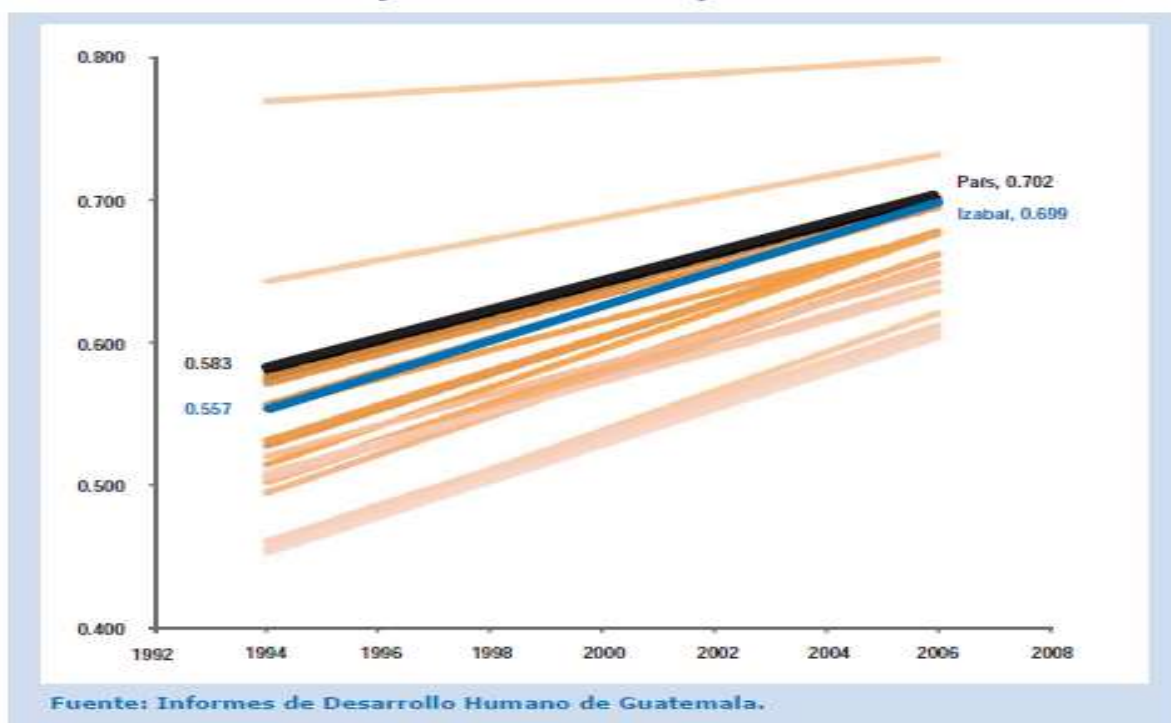
Departamento de Izabal (2010): Población según municipio

MUNICIPIOS	MILES DE HABITANTES
Puerto Barrios	100.4
Livingston	61.6
El Estor	69.2
Morales	109.8
Los Amates	62.3
TOTAL	403.3

Fuente: Estimación con base en proyecciones de población del INE

ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador sintético que expresa tres dimensiones básicas del desarrollo humano: salud, educación y nivel de vida. El valor del índice del desarrollo humano puede ser entre 0 y 1, donde 0 indica el más bajo nivel de desarrollo humano, y 1 indica un desarrollo humano alto. En la gráfica siguiente se muestra el valor del IDH, de 1994 a 2006 de los 22 departamentos. Se resalta el promedio nacional y el departamental.⁽¹¹⁵⁾



Para calcular el IDH se agregan, estandarizados, distintos indicadores. En el ámbito de salud se incluye la esperanza de vida al nacer, que indica cuál es la edad más probable que alcanzaría una persona que nace en un período determinado, si se mantienen los patrones demográficos de ese momento. En educación se incluyen tanto la tasa de alfabetización de mayores de 15 años como la matriculación combinada de los tres niveles educativos. Y, finalmente, el nivel de vida se aproxima utilizando los ingresos promedio de la población.⁽¹¹⁵⁾

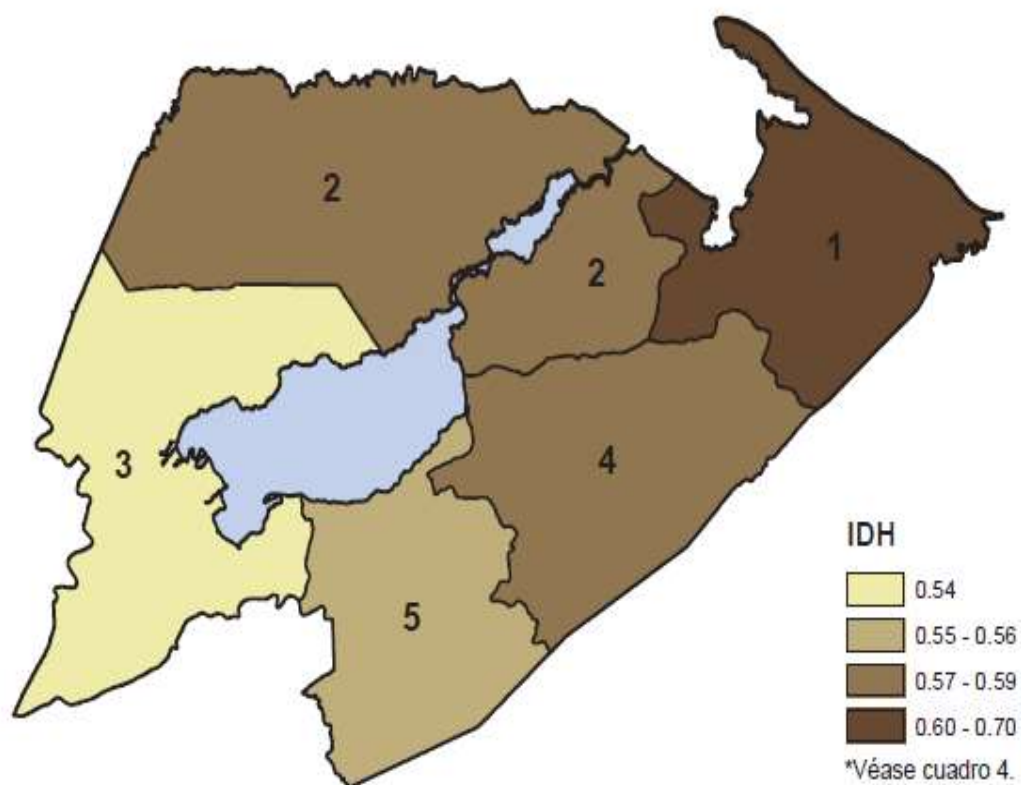
A escala municipal, la información más reciente con la que se cuenta, que permite estimar el IDH, proviene del censo realizado en 2002. En el mapa y el cuadro siguiente se presenta el IDH de los municipios del departamento de Izabal.⁽¹¹⁵⁾

Índice de desarrollo humano por municipio según componente:

Municipio	IDH	Salud	Educación	Ingresos
Puerto Barrios	0.704	0.752	0.729	0.631
Livingston	0.595	0.713	0.503	0.568
El Estor	0.550	0.657	0.434	0.558
Morales	0.595	0.591	0.596	0.597
Los Amates	0.561	0.547	0.548	0.588

Fuente: INDH 2005, Guatemala.

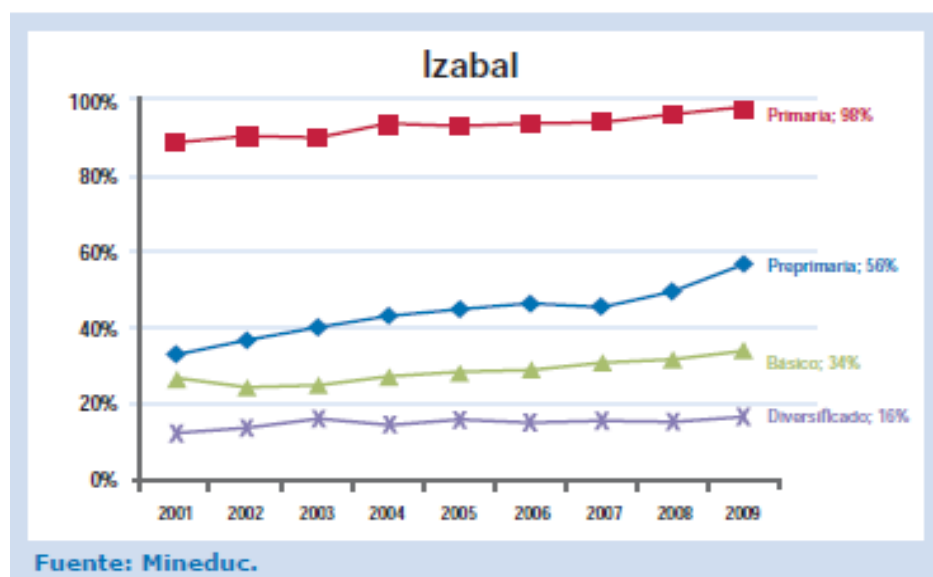
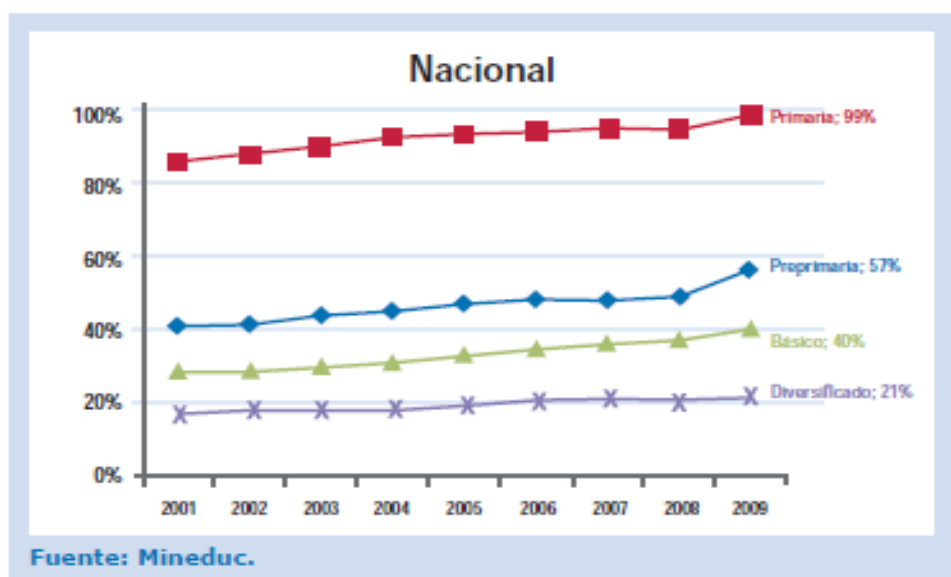
Municipios del departamento de Izabal según su IDH



COBERTURA EDUCATIVA

En la década de 2000 hubo una ampliación de la cobertura educativa en distintos niveles. La tasa neta de escolaridad expresa la relación entre la población inscrita en la edad escolar para el nivel dado y la población total proyectada en dicha edad. En el nivel primario, casi se alcanzó, a nivel nacional, una tasa neta de 100%. Tanto en la preprimaria como en niveles más altos, la cobertura es más baja. ⁽¹¹⁵⁾

Tasa neta de escolaridad nacional y del departamento de Izabal (2001-2009)



Tasa neta de escolaridad según nivel por municipio:

	Preprimaria			Primaria de niños			Ciclo Básico			Ciclo diversificado		
	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M
Izabal	56.3	55.5	57.2	97.5	98.6	96.4	33.7	32.6	34.8	16.3	15.3	17.3
Puerto Barrios	61.6	59.9	63.4	92.0	92.2	91.8	49.9	45.9	54.1	30.8	28.7	32.9
Livingston	60.1	58.3	61.9	122.7	125.8	119.6	28.4	30.1	26.7	5.8	6.4	5.2
El Estor	65.4	64.6	66.3	100.9	101.5	100.3	24.8	26.8	22.8	8.5	8.8	8.2
Morales	44.4	45.6	43.2	81.4	83.2	79.5	30.7	29.1	32.3	16.7	14.5	18.8
Los Amates	55.2	52.8	57.7	106.1	105.7	106.5	27.4	25.7	29.2	11.3	11.0	11.5
TOTAL	57.1	56.8	57.4	98.7	99.8	97.6	40.2	41.2	39.3	21.2	20.9	21.5

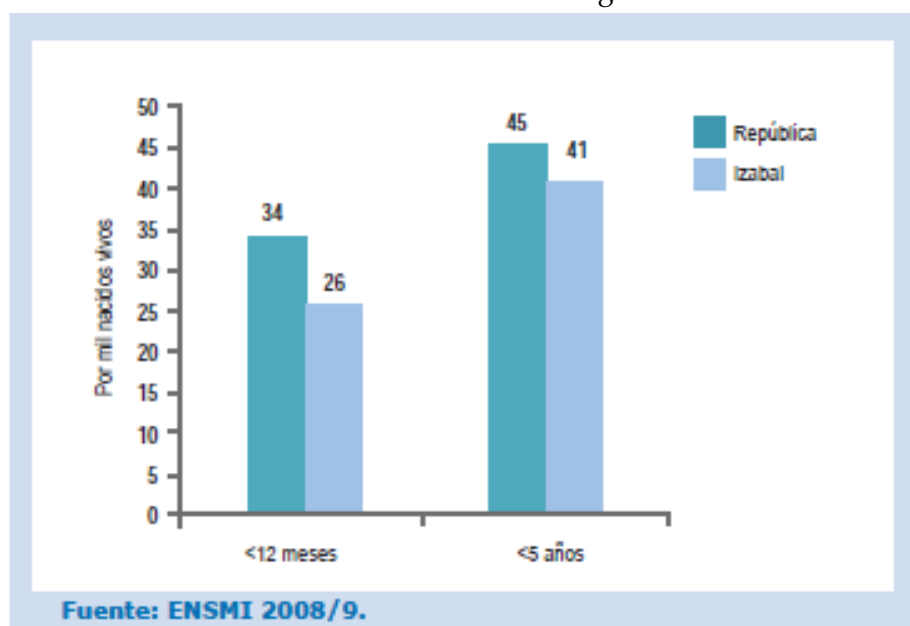
Fuente: MINEDUC.

La cobertura educativa es condición necesaria pero no suficiente. La capacidad de retención del sistema educativo y la aprobación de los alumnos inscritos permiten una aproximación a la eficiencia. La tasa de promoción indica la proporción de alumnos que aprueban el grado con relación a los que lo terminan. A nivel nacional, en 2009, el 86% de los alumnos que concluyeron algún grado de primaria logró aprobar. Esta tasa es mucho más baja tanto en el ciclo básico como en el diversificado.⁽¹¹⁵⁾

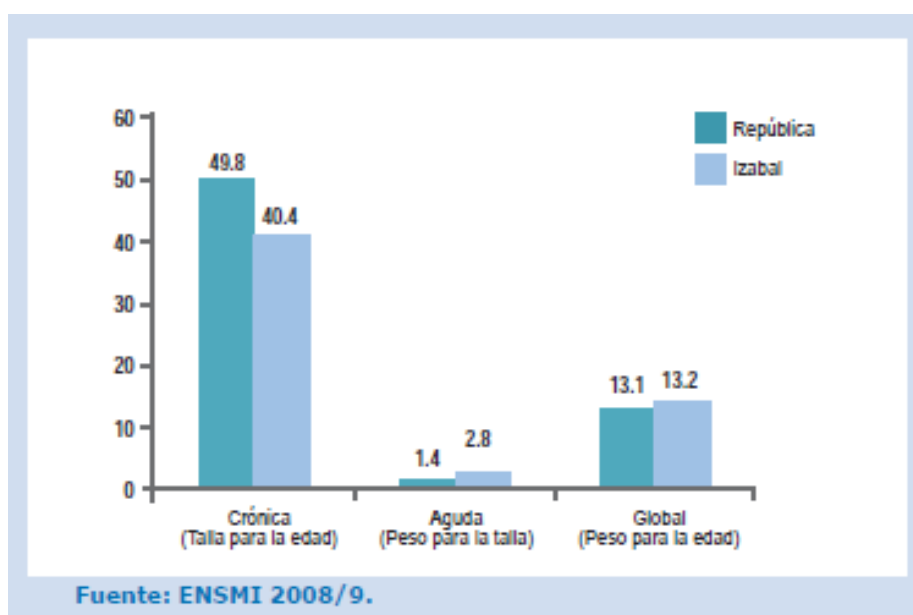
SALUD Y SEGURIDAD

Otra de las dimensiones básicas del desarrollo humano es la salud. Dos indicadores en el ámbito de salud que reflejan el estado del desarrollo humano en una sociedad son la mortalidad infantil y la desnutrición en la niñez. En Guatemala, a principios del siglo XXI, por cada mil niños que nacen, 34 mueren antes de cumplir un año y 45 antes de llegar a los cinco. Además, casi la mitad de los niños sufre de desnutrición crónica.⁽¹¹⁵⁾

Tasas de mortalidad infantil según edad:



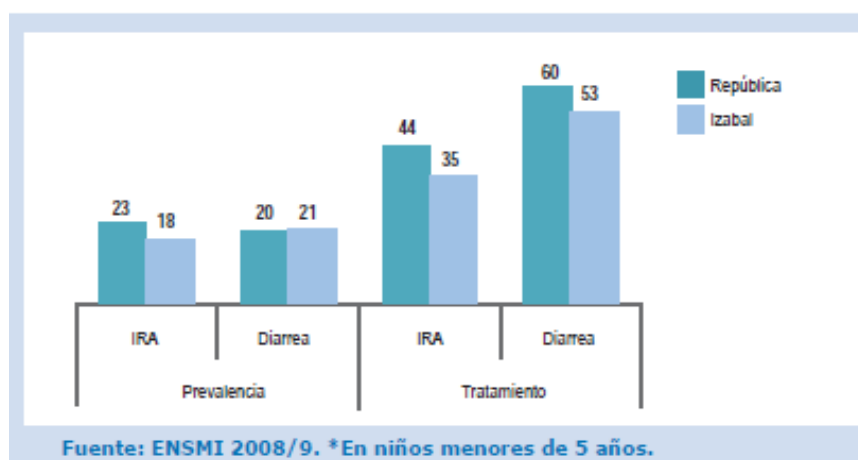
Tasa de desnutrición infantil (%)



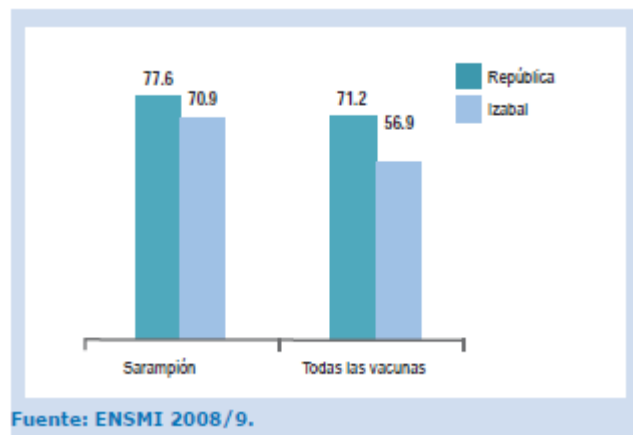
Las altas tasas de mortalidad infantil están asociadas principalmente a enfermedades respiratorias y a síntomas de diarrea. Más de la quinta parte de los niños menores de cinco años del país han presentado síntomas, pero solo el 44% de los casos de una infección respiratoria aguda recibe tratamiento, mientras que menos de dos terceras partes de los casos de diarrea son atendidos. También es importante la cobertura de vacunación en niños para la prevención de la mortalidad y morbilidad.⁽¹¹⁵⁾

Casi una cuarta parte de los niños menores de dos años en el país tienen pendiente una o más vacunas.⁽¹¹⁵⁾

Prevalencia de infecciones respiratorias agudas y diarrea, y casos que reciben tratamiento (%)

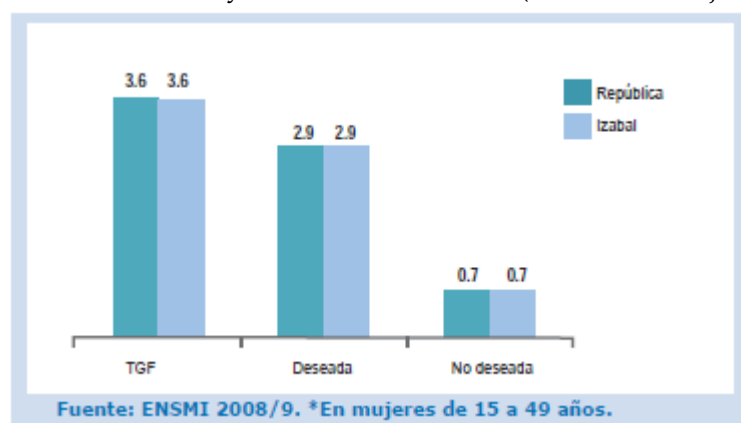


Niños de 12 a 23 meses que han recibido vacunas (%)

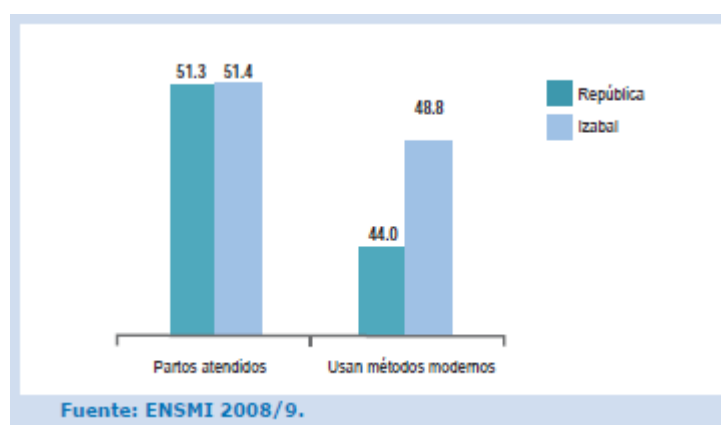


Los riesgos para la salud comienzan desde el embarazo. Guatemala tiene una de las tasas de fecundidad más altas de la región. Si se toma en cuenta que una cuarta parte de esa fecundidad es no deseada, se hace evidente el desafío que representa el hecho que menos de la mitad de las mujeres en unión utilicen algún método moderno de planificación familiar. La salud de las mujeres se complica con el hecho de que solo la mitad de las mujeres guatemaltecas tiene sus partos asistidos por personal médico.⁽¹¹⁵⁾

Tasa Global de Fecundidad y fecundidad deseada (Número de hijos promedio):

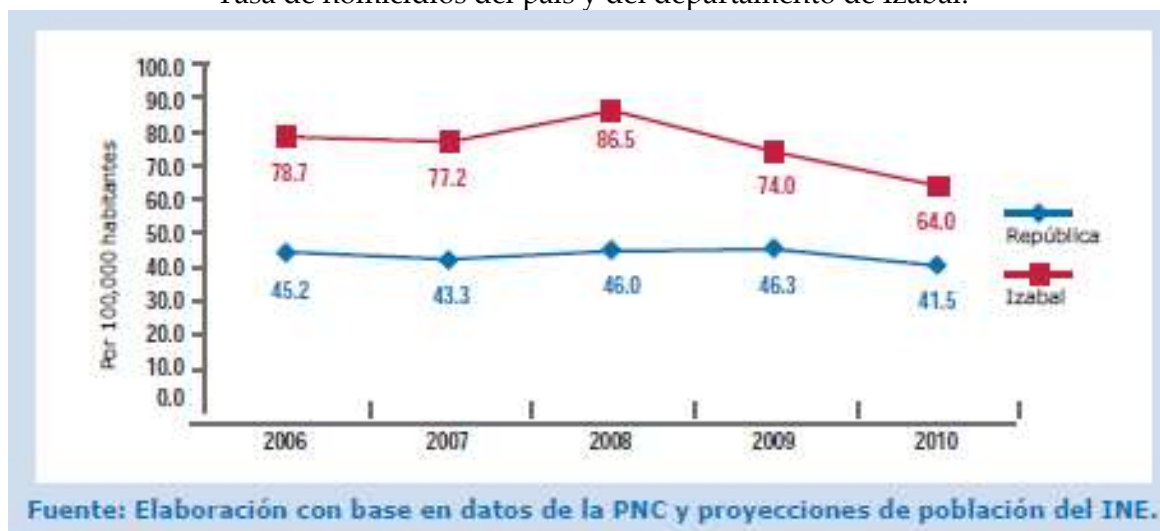


Partos atendidos por personal médico. Mujeres en unión que usan métodos modernos de planificación familiar (%)



Finalmente, la más grave limitación al desarrollo humano es la privación de la vida misma. Guatemala se ha convertido en uno de los países más violentos de la región con una tasa de homicidios mayor a 40 por cien mil habitantes. ⁽¹¹⁵⁾

Tasa de homicidios del país y del departamento de Izabal.



El desarrollo humano tiene como propósito ampliar las libertades reales de las personas para que sean y hagan lo que valoran y tienen razón para valorar. Se centra en las personas y las empodera para que participen activamente en un proceso de desarrollo planetario sostenible y equitativo.⁽¹¹⁵⁾

Se enfoca en libertades esenciales como vivir una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos, disfrutar de un estándar de vida digno y edificar el propio destino (Informe nacional de desarrollo humano 2009/2010, PNUD 2010:45).⁽¹¹⁵⁾

11.12 OTROS

11.12.1 Escuelas del Ministerio de Educación pertenecientes al Municipio de Puerto Barrios por código de establecimiento.

No.	codigo	municipio	Entidad Educativa	Dirección	variable1	variable2	variable3	variable4	variable5
38	18-01-0101-43	PUERTO BARRIOS	EORMI ERAIN VIDES LEMUS	BARRIO EL PUEBLITO SANTO TOMAS DE CASTILLA	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
39	18-01-0102-43	PUERTO BARRIOS	EORMI ILMA VIRGINIA CALDERON VILLA	COLONIA SAN AGUSTIN STO. TOMAS DE CASTILLA	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
9	18-01-0022-43	PUERTO BARRIOS	EORMI 'PROFESORA ANA SUCELY CALDERON MARIN'	COLONIA EL PROGRESO	PRIMARIA	OFICIAL	URBANA	ABIERTA	PABLO DE JESUS LINARES FLORES
83	18-01-0084-43	PUERTO BARRIOS	"12 DE OCTUBRE"	ENTRE RÍOS	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL		JACOBO AREVALO MEDINA
3	18-01-0016-43	PUERTO BARRIOS	EORMI NO.1 'DR. MARIANO GALVEZ'	14 CALLE ENTRE 11 Y 12 AVENIDA	PRIMARIA	OFICIAL	URBANA	ABIERTA	PABLO DE JESUS LINARES FLORES
43	18-01-0106-43	PUERTO BARRIOS	EORMI HILARIO DE PAZ RODRIGUEZ	CASERIO PIEDRAS NEGRAS	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
37	18-01-0100-43	PUERTO BARRIOS	EORMI JUAN JOSE OROZCO POSADAS	COLONIA MARIA LUISA I	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
76	18-01-0061-43	PUERTO BARRIOS	ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA	PLACA UNO	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL		JACOBO AREVALO MEDINA
4	18-01-0017-43	PUERTO BARRIOS	EORMI NO.3 'MARIO MENDEZ MONTENEGRO'	19 CALLE Y 14 AVENIDA	PRIMARIA	OFICIAL	URBANA	ABIERTA	PABLO DE JESUS LINARES FLORES
41	18-01-0104-43	PUERTO BARRIOS	EORMI ANA DOLORES CABRERA DE PORTILLO	COLONIA SAN MANUEL STO. TOMAS DE CASTILLA	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
42	18-01-0105-43	PUERTO BARRIOS	EORMI QUEBRADA SECA	CASERIO QUEBRADA SECA	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
46	18-01-0131-43	PUERTO BARRIOS	EORMI EL MANANTIAL JM	COLONIA EL MANANTIAL	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
15	18-01-0056-43	PUERTO BARRIOS	EORMI 'OVED ARNOLDO CISNEROS ALDANA'	CASERIO LA REFINERIA	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	PABLO DE JESUS LINARES FLORES
49	18-01-0134-43	PUERTO BARRIOS	EORMI 15 DE ABRIL JM	COLONIA 15 DE ABRIL STO. TOMAS DE CASTILLA	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
90	18-01-0610-43	PUERTO BARRIOS	"PROF. JORGE LEONEL VILLATORO MONTERROSO"	COL. BETHANIA, STO. TOMAS DE CASTILLA	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL		JACOBO AREVALO MEDINA
51	18-01-0138-43	PUERTO BARRIOS	EORMI COLINA II	CASERIO COLINA II	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
63	18-01-1098-43	PUERTO BARRIOS	EORMI MARLIN JUDITH ESTRADA E.	CASERIO PISTA DE MOTOCROS	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
47	18-01-0132-43	PUERTO BARRIOS	EORMI REPEGUA JM	CASERIO LA REPEGUA	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
16	18-01-0068-43	PUERTO BARRIOS	EORMI	18 CALLE Y 25 AVENIDA ALDEA PUENTE DOS	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	PABLO DE JESUS LINARES FLORES
79	18-01-0080-43	PUERTO BARRIOS	ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA	VERACRUZ	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL		JACOBO AREVALO MEDINA
45	18-01-0128-43	PUERTO BARRIOS	EORMI SAN CARLOS EL PORVENIR	ALDEA SAN CARLOS EL PORVENIR	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
32	18-01-0054-43	PUERTO BARRIOS	EORMI LAS PAVAS	ALDEA LAS PAVAS	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA
33	18-01-0058-43	PUERTO BARRIOS	EORMI LA COCONA	ALDEA LA COCONA	PRIMARIA	OFICIAL	RURAL	ABIERTA	MAGDALENA SÚCHITE GARNICA

Fuente: Ministerio de Educación de Guatemala. Estadística Inicial 2013. Guatemala. 2013.⁽¹¹⁶⁾

11.12.2 Carta de Nutricionista

Guatemala, 11 de Abril de 2013.

**COORDINADOR
UNIDAD DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
DR. EDGAR DE LEÓN,
PRESENTE.**

Yo ANA PACHECO. Actualmente me encuentro asesorando en el área de nutrición, al grupo de Médicos Graduandos de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, quienes actualmente se encuentran trabajando en su tesis sobre: **PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA E INSUFICIENCIA DE VITAMINA D EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, IZABAL.** Para lo cual han sido capacitados en la toma de algunas medidas antropométricas, dominando la técnica de peso y talla y la adecuada interpretación de los mismos, asimismo cuentan con el equipo necesario, garantizándose además para este estudio el buen estado de las mismas.

Y para los usos que al interesado convenga se extiende la presente carta siendo el mes de Abril del año 2013.

Atte.

**ANA PACHECO
LICENCIADA EN NUTRICIÓN**

Lda. Ana Elisa Pacheco E.
Nutricionista
Colegiada No. 3253