



Original / Vitaminas

¿El consumo de vitaminas de los alimentos fortificados supera los límites permitidos? estudio realizado en población joven y adulta joven de la región metropolitana de Chile

Alejandra Freixas Sepúlveda¹, Víctor Patricio Díaz Narváez², Samuel Durán Agüero³ y María Cristina Gaete Verdugo⁴

¹Ingeniero en Alimentos. Escuela de Nutrición y Dietética. Profesor asociado Universidad del Pacífico. Chile. ²Doctor en Ciencias Biológicas. Profesor de Pregrado y Postgrado. Director Regional Académico. Universidad Mayor. Temuco. Chile. ³Nutricionista. Universidad de Autónoma de Chile. Chile. ⁴Nutricionista. Facultad de Salud. Universidad de Autónoma de Chile. Chile.

Resumen

Con el objeto de analizar el consumo usual de vitaminas en una población adolescente y adulta joven de la Región Metropolitana, se identificaron 213 alimentos fortificados con vitaminas del mercado Chileno. Se realizó una encuesta de consumo y se calculó la ingesta de nutrientes. Sobre el resultado se agregó las vitaminas adicionadas a los alimentos. Se evaluó la normalidad de las variables de la ingesta y los datos se sometieron a análisis de estadígrafos descriptivos y se determinaron percentiles. Se estimó los porcentajes de sujetos cuyos valores superan los fijados por DDR y UL para cada vitamina y porcentaje de exceso para cada caso. Se realizó análisis discriminante usando la prueba M de Box. Se estimó la correlación canónica y el estadígrafo de Wilks. Finalmente se estimó el porcentaje de datos correctamente clasificados. Los datos se procesaron por el programa SPSS 20.0 con un nivel de significación de $\alpha \leq 0,05$. Los resultados señalan que para todas las vitaminas estudiadas, el porcentaje de sujetos que más supera el DDR es para el folato total (96,43%) y el menor porcentaje se da para la Vitamina E y B12 en mujeres adultas jóvenes. El porcentaje de sujetos que sobrepasa los valores de UL es máximo para la vitamina B3 (91,96%). Según la correlación canónica, existen diferencias de comportamiento entre los grupos. Se recomienda monitorear el comportamiento y consumo de alimentos fortificados con vitaminas especialmente del complejo B y A.

(Nutr Hosp. 2013;28:1201-1209)

DOI:10.3305/nh.2013.28.4.6549

Palabras clave: Alimentos fortificados. Vitaminas. Recomendaciones de ingesta. Nivel máximo de ingesta tolerable.

DO VITAMINS FROM FOODS FORTIFIED EXCEED THE ALLOWED LIMITS? STUDY CARRIED OUT IN POPULATION YOUNG ADOLESCENT AND YOUNG ADULT OF THE METROPOLITAN REGION OF CHILE

Abstract

In order to analyze the usual consumption of vitamins in an adolescent population and young adult in the Metropolitan Region, were 213 food fortified with vitamins of the Chilean market. A survey of consumption and nutrient intake was calculated. The result added vitamins added to food. The normality of the variables of the intake was assessed and data were subjected to analysis of descriptive statisticians and percentiles are determined. Estimated percentages of subjects whose values exceed those fixed for DDR and UL listed for each vitamin and percentage of excess for each case. Discriminant analysis was performed using the M Box test. The correlation canonical and the Statisticians Wilks were estimated. Finally it was estimated the percentage of correctly classified data. Data were processed by the program SPSS 20.0 with a significance level of $\alpha \leq 0.05$. The results indicate that you for all the studied vitamins, the percentage of subjects who more than the DDR is for total folate (96.4%) and the lowest percentage is given for the vitamin E and B12 in young adult women. The percentage of subjects who exceed the UL values is greatest for the vitamin B3 (91.9%). According to the canonical correlation, there are differences in behavior between the groups. It is recommended to monitor the behavior and consumption of food fortified with vitamins, especially of the complex B and A.

(Nutr Hosp. 2013;28:1201-1209)

DOI:10.3305/nh.2013.28.4.6549

Key words: Fortified foods. Vitamins. Recommended intakes. Tolerable upper intake level.

Correspondencia: Alejandra Freixas Sepúlveda.
Ingeniero en Alimentos. Escuela de Nutrición y Dietética.
Profesor Asociado Universidad del Pacífico.
Avda. Jose Massoud, 533.
Melipilla. Chile.
E-mail: alefs00@gmail.com / afreixass@docentes.upacifico.cl

Recibido: 2-III-2013.
Aceptado: 28-V-2013.

Introducción

En los últimos años, el comportamiento general del consumidor ha demostrado un acentuado interés hacia alimentos que se anuncian como beneficiosos para la salud, como es el caso de alimentos modificados, fortificados o enriquecidos¹ que según el Codex es el agregado de uno o más nutrientes esenciales al alimento, independientemente si están normalmente contenidos en el alimento (enriquecimiento) o no (fortificación), con el propósito de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de población^{2,3}. La reglamentación chilena, señala que fortificado o enriquecido es el alimento que se ha modificado para aportar adicionalmente por porción de consumo habitual un 10% o más de la Dosis de Referencia para el nutriente adicionado⁴. Las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos en pequeñas cantidades por el organismo, cumplen funciones bioquímicas esenciales para el mantenimiento de la vida^{5,6} actúan como catalizadores o componentes de sistemas enzimáticos y son aportadas por la dieta, sin embargo, no existen alimentos que aporten por sí solos todas las vitaminas. Consumidas en los niveles recomendados (Dosis Diaria Recomendada : DDR) no presentan riesgo potencial de efectos adversos para la salud de la población, sin embargo a fin de evitar que ciertos alimentos y hábitos alimentarios de la población condujeran a una ingesta excesiva de algunos nutrientes, la Unión Europea solicitó a sus comités una evaluación de vitaminas y minerales. La Food and Agriculture Organization, FAO, basa la toxicidad de las vitaminas en función de la administración de elevadas dosis en el tiempo, la velocidad de excreción a nivel renal y de absorción a nivel intestinal, para lo cual ha fijado límites máximos permitidos (Upper limit: UL) de ingesta diaria de un nutriente que probablemente no comportará riesgos de efectos adversos en la casi totalidad de los individuos sanos del grupo considerado. Para aquellas vitaminas que no han reportado efectos de toxicidad en los niveles consumidos, este valor no está determinado y se asume como valor cero. Tal es el caso de las vitaminas K, tiamina, riboflavina, Vitamina B12, biotina, ácido pantoténico⁷. En Chile, los alimentos más utilizados para fortificación con multinutrientes son los derivados de la leche, cereales de desayuno, bebidas alcohólicas no carbonatadas (jugos/néctares), harinas y sus derivados. El objetivo del presente estudio es comprobar si el consumo usual de vitaminas de alimentos fortificados, supera valores DDR y UL, en adultos jóvenes y adolescentes.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo con 554 sujetos de ambos sexos, clasificados en dos grupos según edad : grupo 1 : 14 a 18 años (adolescentes) y grupo 2 : 19 a 29 años (adultos jóvenes) todos estudiantes de la Región

Metropolitana. El tamaño muestral se calculó a partir del estudio de Fulgoni⁸ con un intervalo de confianza del 95%, una potencia de un 90% y una precisión calculada como media observada-valor recomendado (DDR) para cada vitamina. Todos los participantes dieron su consentimiento por escrito. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Chile.

Se identificaron del mercado, 213 alimentos fortificados, entre ellos: cereales de desayuno, galletas, arroz, zumos y jugos en polvo, lácteos, margarinas y bebidas energéticas; de su etiquetado, se obtuvo información del aporte de cada vitamina. Se determinó el consumo usual, pues es la única alternativa que permite realizar inferencia adecuada alrededor del consumo dietario⁹. Para ello se les realizó una encuesta de tendencia de consumo creando paneles fotográficos con los diferentes alimentos disponibles en el mercado. Posteriormente se realizó el cálculo de ingesta de nutrientes utilizando las tablas de Composición Química de alimentos Chilenos^{10,11}. Al resultado anterior se sumó la cantidad de las vitaminas adicionadas que contenían los alimentos, cuando correspondía, obteniéndose 3 valores distintos: 1. Aporte de vitaminas según tabla de composición, 2. Aporte de vitaminas en alimentos fortificados, 3. Ingesta total de vitaminas (suma de las 2 anteriores).

La ingesta usual estimada de vitaminas fue comparada con los valores de DDR utilizada en el etiquetado nutricional de alimentos en Chile, basado en las directrices entregadas por el Codex y en algunos casos por la FDA¹². También se evaluó el consumo de alimentos fortificados con el UL para vitaminas y se analizó si los valores registrados sobrepasaban este valor de referencia, las tablas utilizadas fueron obtenidas a partir de Dietary Guidelines for Americans, 2010¹³.

Análisis estadístico

Para evaluar la normalidad de las variables de la ingesta se utilizó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov y de homocedasticidad de Levene. Los datos primarios se sometieron a un análisis descriptivos y se estimaron los siguientes estadígrafos: media, mediana y desviación típica en todas las variables analizadas. Se estimaron, también, los percentiles 50 y 90 en cada una de las variables antes nombradas en concordancia con Díaz¹⁴. Se estimaron los porcentajes de sujetos cuyos valores de las variables se situaron por encima del valor fijado por DDR, RDA y UL, según sea el caso. Posteriormente se realizó un análisis discriminante, sobre la base de los valores de cada una de las vitaminas. Para comprobar si las matrices de varianzas y covarianzas de cada grupo comparado, (adolescentes hombres comparados con mujeres y adultos hombres comparados con mujeres) provienen o no de una misma población, se empleó la prueba M de Box¹⁵ y en las funciones discriminantes se estimaron

Tabla I
Resultados de la estimación de estadígrafos descriptivos de los datos de las diferentes vitaminas examinadas en los distintos grupos y del % de sujetos que sobrepasan valores de DDR, RDA y UL

	Vit. A	B1	B2	B3	B6	Ác. Fól.	B12	Ác. Pant.	C	E
<i>Mujeres (n = 191)</i>										
Media	1.559,0	2,6	3,2	22,6	2,0	813,2	1,6	5,6	96,1	7,4
Mediana	1.031,1	2,1	2,4	21,1	1,5	681,3	1,4	4,6	81,9	6,1
Desv. Típ.	1.570,9	2,2	4,1	12,8	2,6	527,0	1,2	3,5	58,7	5,4
Percentil										
50	1.031,1	2,1	2,4	21,1	1,5	681,3	1,4	4,6	81,9	6,1
90	3.664,8	4,6	6,2	38,6	3,4	1.553,6	3,1	9,5	187,8	14,0
% > DDR	62,8	75,9	74,3	60,2	34,54	89,5	69,6	0,08	68,5	0,02
% > RDA	67,5	82,7	86,9	71,2	57,5	75,9	19,3	47,6	55,4	7,8
% > UL	12,5	-	-	17,2	0,00	32,8	-	-	0,0	0,0
<i>Hombres (n = 120)</i>										
Media	1.670,4	3,7	4,1	34,5	2,7	1139,3	2,6	8,0	109,8	9,0
Mediana	1.127,2	2,9	3,6	29,7	2,0	1037,1	2,0	6,9	91,0	7,5
Desv. Típ.	1.586,1	2,6	2,6	19,8	2,2	748,4	2,2	5,1	74,4	7,0
Percentil										
50	1.127,2	2,9	3,6	29,7	2,0	1037,1	2,0	6,9	91,0	7,5
90	4.424,5	7,2	7,5	68,5	5,1	2.120,6	6,8	15,1	210,7	18,3
% > DDR	68,3	85,0	90,8	79,1	53,3	95,8	78,3	29,1	70,0	5,0
% > RDA	61,6	92,5	92,5	84,1	59,1	85,8	39,1	69,1	50,0	18,3
% > UL	13,3	-	-	45,0	0,0	50,8	-	-	0,0	0,0
<i>Mujeres adolescentes (n = 131)</i>										
Media	1.167,6	2,3	3,3	20,5	2,7	690,2	2,6	5,0	89,0	4,8
Mediana	900,8	2,1	2,7	18,6	1,5	603,8	1,6	4,1	70,4	3,3
Desv. Típ.	1.168,0	0,9	2,1	8,4	4,8	397,2	5,0	3,2	61,2	4,2
Percentil										
50	900,8	2,1	2,7	18,6	1,5	603,8	1,6	4,1	70,4	3,3
90	2.233,3	3,7	6,3	31,6	3,4	1.304,4	3,1	7,8	174,1	10,9
% > DDR	54,2	86,2	77,1	54,9	34,3	96,1	74,0	5,3	58,0	1,5
% > UL	50,3	-	-	70,5	0,0	77,8	-	-	0,0	0,0
<i>Hombres adolescentes (n = 112)</i>										
Media	1.345,5	3,1	4,7	29,6	3,1	912,2	3,5	6,7	86,6	5,5
Mediana	938,3	2,4	3,9	24,0	1,8	747,7	2,1	5,2	68,4	3,7
Desv. Típ.	1.318,4	1,8	3,5	17,1	4,4	562,1	6,9	4,4	65,6	5,0
Percentil										
50	938,3	2,4	3,9	24,0	1,8	747,7	2,1	5,2	68,4	3,7
90	2.940,8	6,3	10,1	54,6	5,1	1.617,0	6,7	12,3	172,0	11,4
% > DDR	54,4	93,7	78,5	74,1	46,4	96,4	83,9	18,7	57,1	2,6
% > UL	51,7	-	-	91,9	0,0	91,0	-	-	0,0	0,0

los autovalores para conocer el porcentaje de varianza y el acumulado en cada función discriminante^{16,17}. Se estimó la correlación canónica con el objeto de obtener una medida de asociación entre las puntuaciones discriminantes y los grupos basada en la variancia atribuible a la diferencia entre grupos. Se estimó el estadígrafo λ de Wilks para evaluar la proporción de la varianza total de las puntuaciones discriminantes no explicada por las diferencias entre grupos. Por último, se estimó el porcentaje de datos correctamente clasificados en cada grupo y en la totalidad del análisis realizado. Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico SPSS 20.0. El nivel de significación utilizado fue de $\alpha \leq 0,05$.

Resultados

Los resultados de la estimación de los estadígrafos descriptivos media, mediana y desviación típica en todas las variables analizadas y de los percentiles 50 y 90 en cada una de las variables antes nombradas y en todos los grupos de sujetos estudiados se presentan en la tabla I.

Análisis según Dosis Diaria de Referencia (DDR)

Se observa que en todos los grupos y para todas las vitaminas estudiadas la DDR es sobrepasada por la

población en estudio (tabla I) con excepción de ácido pantoténico y vitamina E. En mujeres adultas jóvenes el porcentaje de sujetos que sobrepasa la DDR es 89,5% en folato, en cambio ácido pantoténico y vitamina E no superan el 0,1% (0,08 y 0,02% respectivamente). En mujeres adolescentes el % que sobrepasa folato alcanza 96,2%, en cambio vitamina E es solo un 1,5%. Por otra parte, en el grupo de hombres adultos jóvenes, el porcentaje de sujetos que exceden la DDR es 95,8% para folato total, 68% lo hace para las vitaminas A y C y solo un 5% para vitamina E. Con respecto al grupo de hombres adolescentes, 96,4% sobrepasa el DDR para folato total, en cambio solo un 2,7% de los sujetos sobrepasa la DDR en vitamina E.

Análisis según límite superior (UL)

Nuestros resultados consideran UL para aquellas vitaminas que han demostrado toxicidad y por tanto tienen valores definidos, éstas son : vitamina A, B3, B6, folato total, C y E. En los distintos grupos estudiados el porcentaje de sujetos que sobrepasó estos valores está en el rango de 12,6 % y 91,9% (vitamina A en mujeres adulta joven, vitamina B3 ,en adolescentes hombres respectivamente); se estimó que estos valores se encuentran 22,2% y 97,4% por sobre los UL respectivamente.

En general, más del 50% de adolescentes de ambos sexos sobrepasan el UL para alguna vitamina, siendo los hombres los que lo hacen en la casi totalidad de los sujetos: 91,9 y 91,1% en las vitaminas B3 y folato total. El porcentaje de mujeres pertenecientes a este grupo lo hacen en 70,6 y 77,9% para las mismas vitaminas. Con respecto a la Vitaminas A, sobre el 77% de la población estudiada de hombres, tanto adultos como jóvenes superan su consumo. Las Vitamina C en los adolescentes hombres como mujeres, solo un 13% de ellos supera el límite máximo. En el caso de la vitamina E, no alcanza el 1%.

Análisis según percentil 90

Se analizó el DDR, UL en el percentil 90. Se observa en todos los grupos y para todas las vitaminas estudiadas el consumo excede el valor recomendado (fig. 1), siendo el folato total la vitamina más ampliamente superada por el percentil 90 en todos los grupos con valores comprendidos entre 6,5 y 10,6 veces la DDR (mujeres adolescentes y hombres adultos respectivamente). Se observa que los sujetos superan la vitamina A, B3 y Folato total entre 1,1 y 4,0 veces el valor del UL siendo en el grupo de hombres adolescentes los que más veces superan el consumo de estas vitaminas en relación a los otros grupos analizados. Para el caso de las vitaminas B6 y C total, en todos los grupos estudiados el valor tiende a cero.

Análisis según media de consumo usual

Analizando el promedio de consumo, los resultados señalan que el folato total es la vitamina más ampliamente superada por los diferentes grupos, excediendo el DDR entre 245,1 a 469,7% en mujeres adolescentes y hombres adultos, respectivamente. Para el ácido pantoténico y vitamina E la relación resultó ser negativa en todos los sujetos estudiados lo que indica que el promedio de consumo usual está por debajo del DDR.

En el caso de los límites máximos permitidos (UL) considerando que para no todas las vitaminas se tienen valores definidos, el grupo adolescente presenta el mayor valor positivo obtenido equivalente a 72,6 y 128,1% en el folato total (mujeres y hombres respectivamente), lo cual señala la cantidad de veces que el consumo usual excede el UL en este grupo. Por su parte, las mujeres adultas presentan una relación negativa, lo que indica que el consumo usual no sobrepasa el valor fijado para el UL. Las vitaminas que resultaron mayormente excedidas son: Folato total, Vitamina B3 (97,36% hombres adolescentes) y las que no representan un riesgo para la salud al tener resultados negativos en relación al promedio del consumo usual son: Vitamina E, C y B6 en todos los sujetos estudiados (rango: -86,3 a -99,26%). Por su parte la Vitamina A obtuvo una relación positiva igual a 49,5% en los hombres adolescentes y 29,75% en mujeres adolescentes.

Comparación del consumo usual de vitaminas entre grupos

La comparación de cada uno de los nutrientes, entre los diferentes grupos estudiados, se presentan en la tabla II. Se observa que tanto la prueba de Wilks, así como la prueba F, fueron altamente significativas ($p < 0,0005$) en todos los nutrientes, con excepción de la B6, que se comporta de la misma forma en todos los grupos examinados ($p > 0,05$). La prueba M de Box ($M = 7.474,7$) fue altamente significativa ($p < 0,0005$), lo cual indica que las poblaciones estudiadas son diferentes entre sí cuando son comparados todos los nutrientes de cada población a la vez. Por otra parte, las tres funciones discriminantes evaluadas permitieron estimar un 57,0; 36,2 y un 6,7% de varianza respectivamente para un total de 99,9 % de varianza explicada acumulada, todo lo cual muestra que existe poca varianza sin explicar y ratifica las diferencias observadas por la prueba M de Box. Dichas diferencias se presentan gráficamente en la figura 2, se observó ausencia de intersección entre la nube de puntos de un grupo en torno a su centroide respecto a las nubes que rodean los otros centroides, determinando que existe poca varianza sin explicar, lo que a su vez quedó ratificado con la prueba de χ^2 estimada que resultó altamente significativa en todos los contrastes de funciones discriminantes (contraste de 1 a la 3: $\chi^2 = 1.163,5$; $p < 0,0005$). Por último, en la tabla III se muestran los pronósticos de clasifica-

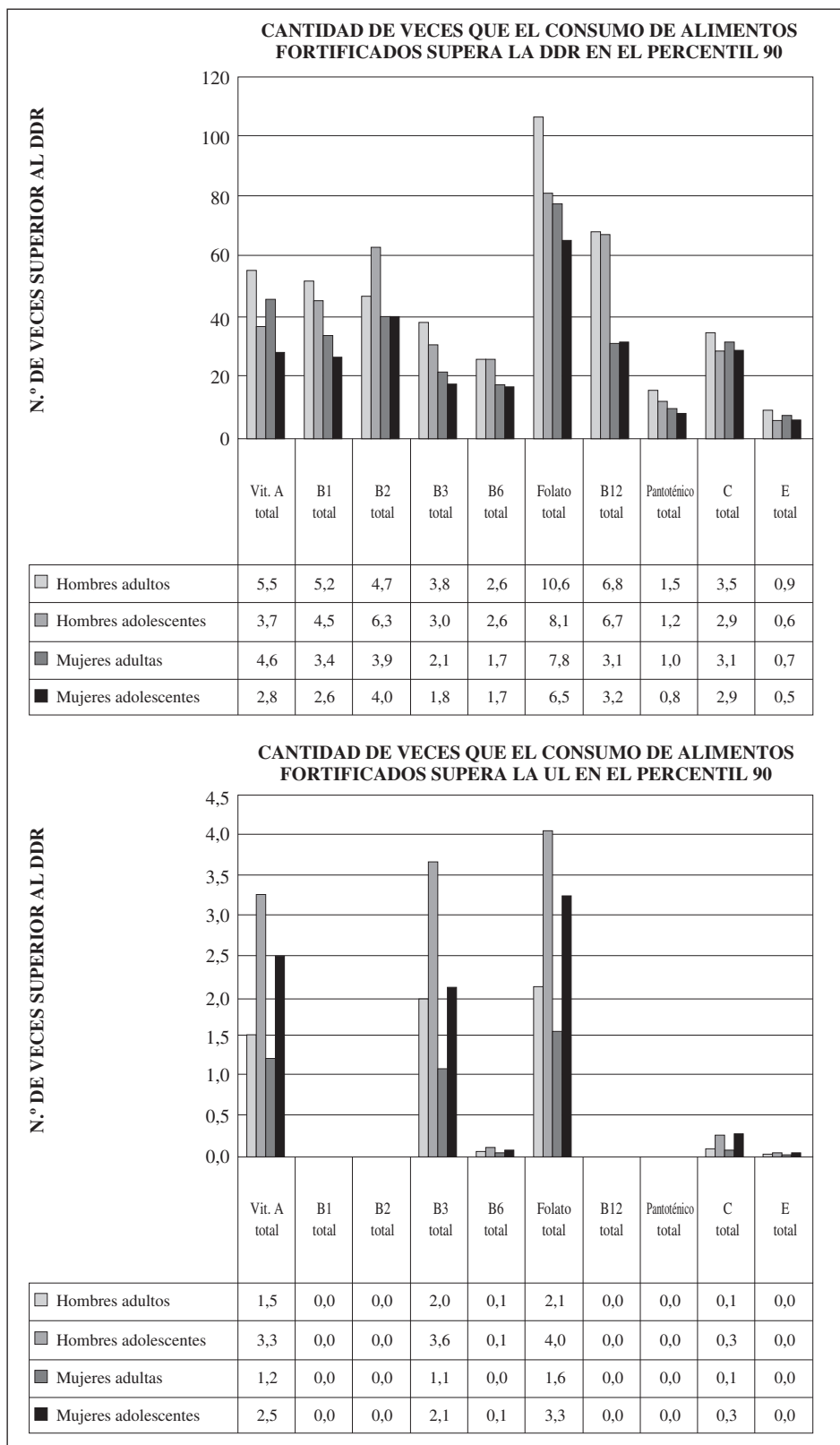


Fig. 1.—Análisis del DDR y UL en el percentil 90 en todos los grupos.

ción que realiza el modelo empleado. De un total de 112 hombres adolescentes 105 (93,8%) son clasificados correctamente en su grupo correspondiente. En hombres adultos, de un total de 120, 89 sujetos (74,2%)

son clasificados correctamente. En mujeres adolescentes, de un total de 131, son clasificadas correctamente 119 (90,8%) y finalmente en mujeres adultas de 191 analizadas, son clasificadas correctamente 189 (99,0%).

Tabla II
Resultados de la comparación entre las medias de los grupos en cada una de las vitaminas estudiadas

	Lambda de Wilks	F	gl1	gl2	Sig.
Vit A	0,98	3,18	3,00	550,00	0,024
B1	0,94	12,38	3,00	550,00	0,000
B2	0,97	6,42	3,00	550,00	0,000
B3	0,88	24,76	3,00	550,00	0,000
B6	0,99	2,57	3,00	550,00	0,054
Folato	0,93	14,39	3,00	550,00	0,000
B12	0,97	4,93	3,00	550,00	0,002
Pantoténico	0,93	13,56	3,00	550,00	0,000
C	0,98	3,13	3,00	550,00	0,025
E	0,92	15,07	3,00	550,00	0,000

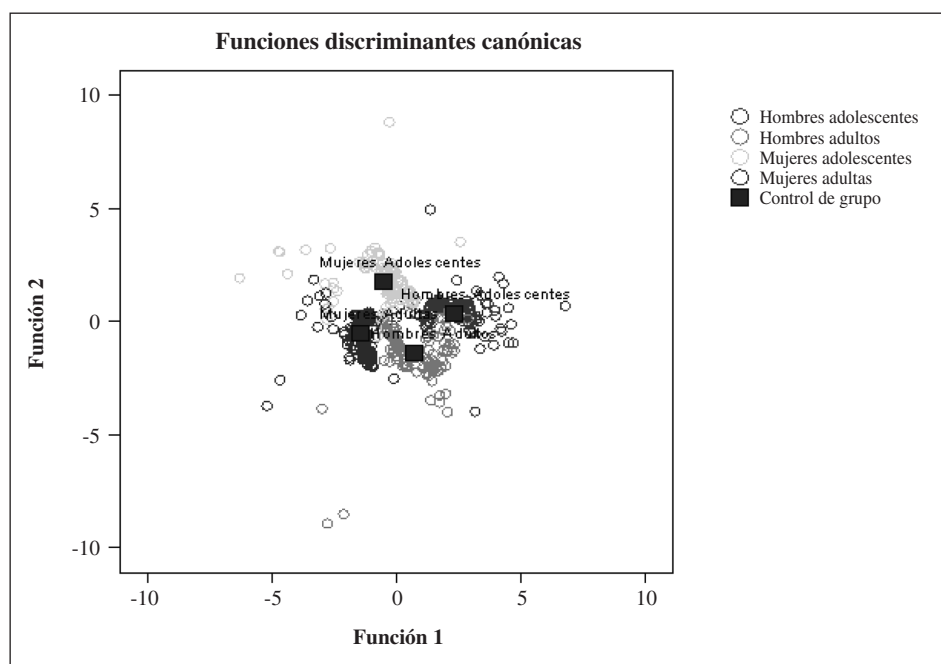


Fig. 2.—Resultados de la gratificación de los centroides de cada uno de los grupos estudiados.

Discusión

El consumo usual representa la ingesta dietética de mediano y largo plazo permitiendo realizar inferencia adecuada en torno al consumo dietario. En Europa y Estados Unidos (EEUU) la ingesta adecuada de vitaminas está indicada por resultados de encuestas nacionales¹⁸. Aún no existe un método perfecto que permita la validez de la estimación del consumo, pues podrían haber subestimación de micronutrientes¹⁹. Se ha sugerido los valores de referencia de la ingesta de nutrientes (incluyen las RDA, EAR y UL) para aproximar el consumo usual de vitaminas en la población²⁰. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las vitaminas deben ser aportadas por una dieta balanceada y variada²¹. Sin embargo, desde que se inició la fortificación de alimentos, hacia mediados del siglo 20, hasta

nuestros días ha aumentado la oferta de alimentos fortificados generando creciente interés por evaluar la existencia de posibles riesgos asociados a su consumo, aunque no hay suficientes estudios que comprueben dicha afirmación²². Estudios realizados en EE.UU, señalan que los alimentos presentan un mayor grado de enriquecimiento que en países europeos²³ y éste ha sido el país modelo a seguir desde que implementó en la década del 40, en forma obligatoria la fortificación de harina con vitaminas del complejo B. Estudios sugieren que la exposición a largo plazo de altos niveles de vitamina B puede influir en el incremento de la prevalencia de la obesidad y diabetes^{24,25,26} por una asociación entre dicha vitamina y la estimulación del apetito²⁷. Nuestros resultados señalan una tendencia a superar las recomendaciones en más del 50% de los sujetos estudiados, principalmente vitaminas del complejo B. Un

Tabla III
Resultados de la clasificación de los sujetos en cada uno de los grupos de acuerdo al modelo estudiado

Poblaciones	Grupo de pertenencia pronosticado				Total
	Hombres adolescentes	Hombres adultos	Mujeres adolescentes	Mujeres adultas	
<i>Original recuento</i>					
Hombres adolescentes	105	1	0	6	112
Hombres adultos	2	89	2	27	120
Mujeres adolescentes	1	0	119	11	131
Mujeres adultas	1	0	1	189	191
<i>%</i>					
Hombres adolescentes	93,8	0,9	0	5,4	100
Hombres adultos	1,7	74,2	1,7	22,5	100
Mujeres adolescentes	0,8	0	90,8	8,4	100
Mujeres adultas	0,5	0	0,5	99	100

estudio realizado en Canadá señala que bajos niveles de vitamina B12 combinado con altos niveles de ácido fólico se asociaría al aumento de síntomas clínicos dependientes de vitaminas del complejo B²⁸. Resultados en este estudio, indican que la Tiamina (B1) y Riboflavina (B2), son excedidas por un rango de población que oscila entre el 74,3 a 93,7%, siendo la Riboflavina la que presenta los mayores valores de exceso de consumo en todos los grupos estudiados cuyos rangos están 102,7 a 198,4% sobre el DDR a pesar de ello no se han reportado efectos adversos para estas vitaminas, aunque existe la posibilidad teórica que la riboflavina puede aumentar la foto sensibilidad a la radiación U.V en infantes tratados por hiperbilirubinemia. Nuestros resultados comparados con los europeos muestran una mayor ingesta de folatos y señalan que el folato total supera ampliamente las recomendaciones, siendo en el percentil 90 los hombres adultos y adolescentes el valor más alto: 10,6 y 8,1 veces respectivamente es decir 469,6 y 356,1% no obstante el grupo de mujeres adultas excede el DDR para la misma vitamina en 306,6% y las adolescentes en 245,1% explicado quizá por el elevado consumo de pan y de alimentos derivados del trigo en la población chilena²⁹. Un estudio realizado por la Unidad de Consumidores de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) señala que Chile ocupa el segundo lugar a nivel mundial entre los países con mayor consumo de pan y el segundo en Latinoamérica después de México, con un promedio de 250 g de pan por día el que tiene un aporte de 400 µg de ácido fólico (nivel de fortificación de la harina en base a la ingesta promedio diaria de pan en la mujer para lograr la prevención de los defectos del tubo neural). Otros estudios señalan que existe un porcentaje de población nacional con ingestas de ácido fólico cercanas a la UL³⁰, lo que concuerda con nuestros resultados que indican que un 32,9% de mujeres adultas jóvenes supera el UL y 91,0% de los hombres adolescentes lo excede en 128,0%; el 77,8% de las mujeres adolescen-

tes lo haría en 72,5%. Recientes estudios muestran que ingestas elevadas de folatos podrían relacionarse con cáncer de colon, de mama y próstata, además se describen alteraciones neurológicas y anemias en ancianos con ingestas elevadas de folatos^{31,32}, sin embargo el mayor riesgo en la salud dependería no sólo de su nivel de ingesta, sino también, de la extensión en el tiempo de su consumo. Por otro lado, es sabido que la niacina puede inducir graves efectos adversos³³. Según la FAO, la niacina es terapéuticamente útil en el manejo del colesterol sérico, sin embargo afirma que elevadas dosis de ácido nicotínico puede causar hepatotoxicidad y conducir a una ictericia colestática, intolerancia a la glucosa, resistencia a la insulina y manifestaciones cutáneas fijando un límite superior equivalente a 35mg/día³⁴. En el presente estudio, los grupos evaluados mostraron que un gran porcentaje de los sujetos en todos los grupos superan el límite máximo permitido para niacina, similar comportamiento ocurre con Vitamina A. Dado que la Vitamina A es liposoluble se almacena principalmente en el hígado, se requiere en pequeñas cantidades, esta vitamina se obtiene a partir de esteres de retinol en alimentos de origen animal, fortificados y productos farmacéuticos así como de carotenoides (provitamina A) de origen vegetal, interviene en el mantenimiento de los tejidos epiteliales en el crecimiento, reproducción y visión, el resultado de una ingesta excesiva crónica de la vitamina A da lugar a efectos adversos determinados por la dosis, la toxicidad aguda se caracteriza por vómitos, dolor de cabeza severo, náusea, irritación cutánea, dolor articular, vértigo, visión borrosa; la toxicidad crónica puede incluir efectos adversos en el sistema nervioso central, anomalías hepáticas, piel, y huesos asociada a la ingesta de 3000 mg o más en el tiempo³⁵, no obstante expertos de la OMS sugieren que éste valor no debe ser ingerido en ningún período de gestación ni por mujeres en edad fértil³⁶. En el caso de la vitamina C, cuyo rol es indiscutido como antioxidante por su elevado poder

óxido reductor, es generalmente inocua y bien tolerada, sin embargo en función de la dosis podría provocar efectos no deseados como diarrea, hinchazón, excreción de oxalato aumentada y formación de cálculos renales y efectos pro-oxidantes bajo ciertas condiciones. Nuestros resultados indican que sobre el 57,1% de los sujetos evaluados se encuentran excediendo el DDR, pero en el consumo promedio está bajo el límite máximo permitido.

Nuestros resultados fueron altamente significativos. La prueba M de Box señala que las poblaciones en estudio son diferentes entre sí, es decir frente a las vitaminas estudiadas los distintos grupos se comportan de diferente manera, corroborado por el 0,01% de varianza sin explicar y por la no intersección de los centroides en la prueba de funciones canónicas. En otras palabras, estamos en presencia de 4 grupos que se diferencian en el consumo de alimentos enriquecidos o fortificados con vitaminas, concordando estos hallazgos con los resultados medidos en este estudio donde se ha señalado diferencias importantes en el consumo de ciertas vitaminas frente a los grupos de ambos sexos sean adolescentes o adultos jóvenes. Tal es el caso del folato total donde los hombres (adultos y adolescentes) lideran el exceso de sobreconsumo de la vitamina por sobre las mujeres, explicado tal vez por la restricción dietaria asociada a productos del trigo (pan, galletas, entre otros) que las mujeres suelen hacer principalmente en la adolescencia. Por el contrario, se observa para la vitamina B6, un comportamiento similar en todos los grupos. Respecto al propósito que se persigue al aplicar el análisis discriminativo sobre el conjunto de variables es comprobar si se encuentran correctamente clasificados los individuos dentro del grupo, de otro modo, deberían pertenecer a otro. Los resultados permiten señalar que el modelo utilizado tiene una clasificación correcta general de un 90,6%, todo lo cual sugiere que lo que ocurre en general en esta muestra, también está ocurriendo en la población donde se extrajo la muestra, población que está expuesta al consumo de los alimentos antes descritos, en forma masiva.

Una limitación importante en este estudio fue que no se cuantificó la diferencia de consumo de alimentos en la población medido por el factor socioeconómico, ni se midió el consumo de pan en forma directa, lo que podría inducir supuestos equivocados al relacionar los altos valores obtenidos para el folato total con el consumo directo de pan, pues se desestima el consumo de otros productos derivados del trigo de consumo habitual en la población. Otra limitación fue no considerar que los consumos de vitamina C y B12, pueden estar sobreestimados hasta en un 50%, debido a que las tablas de composición no contemplan las pérdidas por cocción o procesos industriales, ni la pérdida de degradación que pueden afectar a las vitaminas entre la fecha de elaboración del alimento fortificado hasta la fecha de término de vida útil y que se refleja en la rotulación con un excedente máximo del 40%.

Conclusión

A la luz de los resultados obtenidos, es posible señalar que: a) el consumo de vitaminas de los alimentos fortificados supera tanto las recomendaciones, como el límite máximo permitido para el consumo seguro de vitaminas (UL) en todos los grupos de la población estudiada. b) el comportamiento se expresa diferente entre los grupos estudiados. c) los resultados estadísticos permiten inferir un similar comportamiento para cualquier población expuesta al consumo de alimentos descritos. Se recomienda monitorear el consumo de alimentos fortificados con vitaminas especialmente vitaminas del complejo B y A.

Agradecimientos

Agradecemos a colaboradores que participaron en la realización de este trabajo.

Referencias

1. Alvidrez A, González B, Jiménez Z. Tendencias en la Producción de Alimentos: Alimentos Funcionales. *RESPYN* 2002; 3 (3).
2. FAO/WHO Codex Alimentarius. General Principles for the addition of essential nutrients to foods. CAC/GL 09-1987 amended 1991. Rome, Food and Agriculture Organization, 1987 (Special dietary uses).
3. Scrimshaw N. La fortificación de alimentos: una estrategia nutricional indispensable. *An Venez Nutr* 2005; 18 (1): 64-8.
4. Gobierno de Chile. Ministerio de Salud. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Disponible en: http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/page/minsalcl/g_proteccion/g_alimentos/reglamento_sanitario_alimentos.html [Consultado el 25 de mayo 2012].
5. Durán S, Freixas A, Saavedra J, Maureira R, Berrios D, Gaete MC. Consumo de alimentos fortificados en estudiantes secundarios de la región Metropolitana de Chile. *Rev Chil Nutr* 2012; 39 (2): 144-8.
6. FAO /WHO. Human Vitamin and Mineral Requirements. 2001; (2) [citado 26 Junio 2012]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e08.htm#bm08.1>
7. García A. Ingesta de Nutrientes: Conceptos y Recomendaciones Internacionales (1ª Parte). *Nutr Hosp* 2006; 21 (4): 291-9.
8. Fulgoni VL, Keast DR, Bailey RL, Dwyer J. Foods, Fortificants, and Supplements: Where Do Americans Get Their Nutrients? *J Nutr* 2011; 141: 1847-54.
9. Herrán O, Prada G, Quintero D. Ingesta usual de vitaminas y minerales en Bucaramanga, Colombia. *Rev Chil Nutr* 2007; 34: 35-44.
10. Nestlé. Tabla de composición química 2008. Santiago: Nestlé, 2008.
11. Jury G, Urteaga C, Taibo M, Porciones de Intercambio y Composición Química de los Alimentos de la Pirámide Alimentaria Chilena. Santiago: Universidad de Chile, INTA; Facultad de Medicina, Centro de Nutrición Humana, 1999.
12. Ministerio de Salud. Gobierno de Chile. 2006. Selección de alimentos: Uso del etiquetado nutricional para una alimentación saludable. Disponible en: http://www.redsalud.gov.cl/archivos/alimentosnutricion/inocuidad/Manual_Etiquetado.pdf [Consultado 2012, Mayo 07].
13. U.S. Department of Health and Human Services and USDA. Dietary Guidelines for Americans, 2010. 7th ed. Washington, DC: U.S. Government Printing Office; 2011
14. Díaz Narváez VP. Metodología de la Investigación Científica y Bioestadística para Profesionales y Estudiantes de Ciencias

- Médicas. RiL Editores. Santiago; 2009, pp. 320-9.
15. Hair, JF; Anderson, RE; Tatham, RL; Black, WC. Análisis multivariante. Edit. Prentice-Hall. Madrid; 2001, pp. 66-7.
 16. Levy JP, Varela J. Análisis Multivariante para las Ciencias Sociales. Edit. Pearson Prentice Hall. Madrid; 2003, pp. 251-74.
 17. Visauta B. Análisis estadístico con SPSS. Vol II. McGraw-Hill Editores, 1998, pp. 128-50.
 18. Aguirre A, Cabrera de León A, Domínguez S, Borges C, Carrillo L, Gavilán C, Rodríguez MC, Almeida D. Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos adaptado para el estudio y seguimiento de la población adulta de las Islas Canarias. *Rev Esp Salud Pública* 2008; 82 (5): 509-18.
 19. Monsalve J, Gonzalez L. Diseño de un cuestionario de frecuencia para evaluar ingesta alimentaria en la Universidad de Antioquia, Colombia. *Nutr Hosp* 2011; 26 (6): 1333-44.
 20. Murphy SP, Poos MI. Dietary reference intakes: summary of applications in dietary assessment. *Public Health Nutr* 2002; 6A: 843-9.
 21. Torres M, Márquez M, Sutil de Naranjo R, C de Yépez, Leal de García, Muñoz M, Gómez ME. Aspectos Farmacológicos relevantes de las Vitaminas y Antioxidantes (E, A y C). *AVFT* 2002; 21 (1): 22-7.
 22. Castillo C, Tur j, Uauy R. Fortificación de la harina de trigo con ácido fólico en Chile: consecuencias no intencionadas. *Rev Med Chile* 2010; 138: 832-40.
 23. Bailey RL et al. Total folate and folic acid intake from foods and dietary supplements in the United State: 2003-2006. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 231-7.
 24. Shi-Sheng Zhou, Li D, Zhou YM, Sun W, Liu Q.B-vitamin consumption and the prevalence of diabetes and obesity among the US adults: population based ecological study. *BMC Public Health* 2010; 10: 746.
 25. Li D, Sun WP, Zhou YM, Liu QG, Zhou SS, Luo N, Bian FN, Zhao ZG, Guo M. Chronic niacin overload may be involved in the increased prevalence of obesity in US children. *World J Gastroenterology* 2010; 16: 2378-87.
 26. Ruano M, Silvestre V et al. Nutrición, síndrome metabólico y obesidad mórbida. *Nutr Hosp* 2011; 26 (4): 759-64.
 27. USA, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Thiamine, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. Institute of Medicine. National Academy Press. Washington, D.C., 1998. <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309065542>
 28. MacFarlane AJ, Greene-Finestone LS, Shi Y. Vitamin B-12 and homocysteine status in a folate-replete population: results from the Canadian Health Measures Survey. *Am J Clin Nutr* 2011; 94 (4): 1079-87.
 29. Olivares S, Zacarías I, Lera L, Leyton B, Durán R, Vio F. Estado nutricional y consumo de alimentos seleccionados en escolares de la región metropolitana: línea base para un proyecto de promoción del consumo de pescado. *Rev Chil Nutr* 2005; 32 (2): 102-8.
 30. García A. Ingesta de Nutrientes: Conceptos y Recomendaciones Internacionales (2ª Parte). *Nutr Hosp* 2006; 21 (4): 437-47.
 31. Sanjoaquin MA, Allen N, Couto E, Roddam AW, Key TJ. Folate intake and colorectal cancer risk: a meta-analytical approach. *Int J Cancer* 2005; 113 (5): 825-8.
 32. Selhub J, Morris MS, Jacques PF, Rosenberg IH. Folate-vitamin B-12 interaction in relation to cognitive impairment, anemia, and biochemical indicators of vitamin B-12 deficiency. *Am J Clin Nutr* 2009; 89 (2): 702S-706S.
 33. Ginsberg HN. Niacin in the metabolic syndrome: more risk than benefit? *Nat Clin Pract Endocrinol Metab* 2006; 2: 300-1.
 34. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intake for vitamin B, folate, choline and other . Washington, DC, National Academy Press, 1998.
 35. Araya H, Ruz M. Evaluación de riesgo para Vitaminas y Minerales en alimentos fortificados: Informe final. 2007 [citado 20 de julio 2012]. Disponible en: <http://www.redsalud.gov.cl/archivos/alimentosynutricion/inocuidad/EVALUACI.pdf>
 36. FAO /WHO. Human Vitamin and Mineral Requirements.2001 [citado 26 Junio 2012]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e0d.htm#bm13>.