



Determinando el riesgo de deficiencia de zinc: Evaluación del consumo dietético de zinc

Una evaluación sobre la prevalencia de la ingesta dietética inadecuada de zinc en el ámbito poblacional puede proporcionar datos sobre el riesgo de deficiencia de zinc en una población. La ingesta dietética inadecuada de formas biodisponibles de zinc es la causa más probable de deficiencia de zinc. En muchos países en desarrollo, el consumo de dietas a base de plantas, está frecuentemente basado en cereales no refinados y leguminosas. Estos alimentos contienen un alto contenido de fitato, una sustancia que inhibe significativamente la absorción corporal de zinc. Otras dietas basadas en raíces feculentas o tubérculos tienen un contenido total de zinc bajo.

Existen cinco principales pasos para evaluar la adecuación de la ingesta de zinc en una población (Figura 1). Cada paso se describe a continuación:

Paso 1. Determinar el diseño de la encuesta

Se puede obtener dos niveles de información sobre el consumo de zinc de la población, como lo determina el diseño básico de la encuesta.

1a. Encuesta diseñada para estimar la prevalencia de ingesta inadecuada de zinc en una población

El diseño de encuesta seleccionado permite la descripción de la distribución de la ingesta usual de zinc para una población; es decir, tanto el promedio como la varianza sobre el promedio, son estimados. Cuando se conoce la distribución de la ingesta usual de zinc, se puede estimar la prevalencia o probabilidad de ingesta inadecuada de zinc en la población. En este caso, el consumo de alimentos debe ser determinado por dos días no consecutivos o tres días consecutivos. Es preferible que datos de consumo sean recolectados en múltiples días para todos los individuos en la población. Sin embargo, si no es posible, entonces se debería recolectar al menos dos días no consecutivos de datos de consumo de una sub-muestra de 30 a 40 individuos por estratos.

1b. Encuesta diseñada para estimar el promedio de la ingesta de zinc en una población

Si los datos de ingesta dietética pueden ser recolectados sólo un día por cada individuo de la muestra; entonces sólo se puede determinar la ingesta de zinc promedio de la población. Este método mide la ingesta promedio, pero no puede mostrar la variabilidad entre los individuos, por lo tanto, los datos no se pueden utilizar para dar una estimación precisa de la prevalencia de ingestas inadecuadas. No obstante, estos datos aún pueden ser utilizados para identificar los principales alimentos contribuyentes de zinc, otros nutrientes específicos y antinutrientes en la dieta habitual, y además para identificar los vehículos a utilizarse en programas de fortificación de alimentos. También puede proporcionar una estimación en bruto de la proporción de individuos con ingestas inadecuadas de zinc, como se describe en el Paso 5.

Paso 2. Seleccionar una muestra representativa de la población

El tamaño de muestra para la encuesta dietética debe ser lo suficientemente grande para asegurar que es representativa de la población de interés. El tamaño de la muestra requerido depende de la prevalencia esperada de consumos inadecuados de zinc y del grado deseado de precisión de la estimación, o el tamaño del intervalo de confianza.

Figura 1: Organigrama que resume los pasos durante la evaluación de la adecuación dietética de la ingesta de zinc en las poblaciones.

Paso 1 Seleccionar una muestra representativa de la población

Determinar la distribución de la ingesta usual de zinc: Recolectar al menos 2 días de datos de ingesta para la muestra entera, o al menos para una sub-muestra (ejemplo, 30-40 personas por extrato)

o Determinar la ingesta promedio de zinc de la población: Recolectar un día de información de ingesta dietética por individuo.

Paso 2 Seleccionar una muestra representativa de la población

Estimar un tamaño de muestra basado en:
La prevalencia esperada de inadecuada ingesta de zinc
y El intervalo de confianza deseado.

Paso 3 Determinar el consumo de alimentos

Utilizar los registros del peso de alimentos o recordatorios de 24 horas, adaptados para la población de interés

Paso 4 Estimar la ingesta dietética de zinc absorbible

Basado en el consumo de alimentos, calcular la ingesta dietética total de zinc y de fitatos.
Calcular la razón molar de fitato: zinc de la dieta, o estimar la razón molar fitato: zinc basada en el tipo de dieta. Alternativamente, se podría calcular el supuesto porcentaje de absorción de zinc y la cantidad de zinc absorbible.

Paso 5 Determinar la prevalencia de ingestas inadecuadas de zinc

Si la distribución de la ingesta usual de zinc es conocida, se puede determinar la prevalencia de ingesta de zinc por debajo del Requerimiento Promedio Estimado, RPE (EAR por sus siglas en Inglés). El RPE es específico para edad, sexo, estado fisiológico y la razón molar fitato: zinc de la dieta.

Alternativamente, se puede estimar la prevalencia de ingesta de zinc absorbible por debajo del requerimiento fisiológico apropiado para zinc absorbido, específico por edad, sexo y estado fisiológico.

Si se conoce la distribución de la ingesta usual de zinc, se puede también calcular la probabilidad de la ingesta inadecuada de zinc, utilizando el enfoque de probabilidad.

La prevalencia esperada de la ingesta inadecuada de zinc se puede determinar a partir de:

- i. Los datos dietéticos preexistentes en un grupo de población similar que proporciona un estimado de la proporción de personas dentro de la población, cuyas ingestas normales de zinc caen por debajo del Requerimiento Promedio Estimado (RPE).
- ii. Con frecuencia, los datos preexistentes sobre las ingestas de zinc, no están disponibles. En este caso, se puede realizar una estimación indirecta derivada de la hoja del balance de dieta [1]. Estos datos proporcionan el porcentaje estimado de la población dentro de un país, que esta en riesgo de una ingesta inadecuada de zinc, basado en el abastecimiento de alimentos de un país [2].

Los intervalos de confianza deseados también deben ser tomados en cuenta.

En la Tabla 1, se muestran ejemplos de cálculos de tamaños de muestra, basados en la prevalencia estimada de la ingesta inadecuada e intervalos de confianza deseados. Estos tamaños de muestra se deberían aplicar a cada estrato o subgrupo de interés, basado en la edad, sexo, estado fisiológico, o área de residencia.

Tabla 1: Los tamaños estimados de la muestra para las encuestas dietéticas evaluando consumos normales de zinc de las personas dentro de una población a través de la proporción esperada de personas con consumos inadecuados y la precisión deseada (la mitad de la dimensión del 95% del intervalo de confianza).

Proporción estimada ¹	Precisión Deseada				
	±0.02	±0.03	±0.04	±0.05	±0.06
0.05	457	203	115	73	51
0.10	865	385	217	139	97
0.15	1225	545	307	196	137
0.20	1537	683	385	246	171
0.25	1801	801	451	289	201
0.30	2017	897	505	323	225
0.40	2305	1025	577	369	257
0.50	2401	1068	601	385	267

¹ Proporción esperada de individuos con ingesta de zinc por debajo del Requerimiento Promedio Estimado, RPE (EAR por sus siglas en inglés).

Paso 3. Seleccionar el método de medida del consumo de alimentos

El próximo paso es seleccionar un método para medir el consumo de alimentos. Los consumos pueden ser medidos, utilizando el registro casero del peso de los alimentos o recordatorio de 24 horas. Los registros del peso de los alimentos requieren de un entrevistador entrenado para medir la cantidad de cada alimento consumido durante el día, y es, generalmente, el método más preciso de medida de consumo de alimentos. En los países de bajos ingresos económicos, el registro del peso de los alimentos es frecuentemente el método de elección para poblaciones analfabetas. Los protocolos detallados para el entrenamiento de los entrevistadores [3] y la recolección de registros del peso de los alimentos [4] ya han sido documentados.

Alternativamente, se puede utilizar el recordatorio de 24 horas. Este método requiere que las medidas de las

porciones puedan recolectarse con bastante precisión y, como se mencionó anteriormente, que los entrevistadores entrenados sean los que realicen los registros. Varias estrategias están disponibles para mejorar la estimación de las medidas de porción, y para reducir los lapsos de memoria durante las entrevistas de registro de 24 horas². Es recomendable confirmar la factibilidad, validez, y reproducibilidad al utilizar este método de registro de 24 horas, descrito en el manual de dieta para un grupo específico de población y localidad, antes de adoptar este procedimiento para el estudio propuesto.

Los cuestionarios de frecuencia de alimentos también son utilizados algunas veces, para la evaluación de la ingesta absorbible de zinc, pero hay datos limitados sobre su validez para medir la ingesta de zinc.

Paso 4. Evaluar el consumo de zinc absorbible en la dieta

Existen tres etapas involucradas durante la evaluación de la ingesta de zinc absorbible en la dieta. Debe calcularse la ingesta total de zinc y de fitatos, después, determinarse la razón molar fitato:zinc y finalmente, seleccionar el RPE apropiado.

4a. Calcular la ingesta total de zinc y fitatos

La ingesta de zinc y fitatos puede ser calculada a partir de los datos de consumo de alimentos medido en el Paso 3, utilizando una base de datos de composición de alimentos apropiada y un programa de computación de evaluación dietética. Los detalles de cómo compilar una tabla de composición de alimentos locales, ya han sido documentados [3]. Si fuera posible, debería usarse una base de datos de composición de alimentos locales para zinc y fitatos, debido a que estos pueden variar por las condiciones locales del suelo y los métodos de preparación y procesamiento de los alimentos [5,6]. Se han enlistado algunas fuentes de información sobre el contenido de zinc y fitatos en los alimentos [2].

La información sobre el contenido de zinc y fitatos de alimentos básicos locales, a base de plantas puede encontrarse en los centros regionales y nacionales de la Red Internacional de Sistemas de Datos en Alimentos (INFOODS) y en el 1^{er} Informe técnico del IZiNCG [2]. Por ejemplo: los datos para seis países (Egipto, India, Indonesia, Kenya, México, y Senegal) están disponibles a través del World Food Dietary Assessment System, 2.0. Estas tablas de composición de alimentos, junto con el programa de evaluación dietética, pueden descargarse, de manera gratuita, de la página de internet de INFOODS (http://www.fao.org/infoods/software_worldfood_en.stm).

Es de notar que la base de datos de composición de alimentos del Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA), también contiene una extensa lista de valores de zinc (pero no fitatos) que puede descargarse desde el internet. Los valores de fitato para la base de datos de USDA, están disponibles en la base de datos Nutrition Coordinating Center Database de la Universidad de Minnesota.

4b. Calcular la razón molar fitato: zinc

Si la ingesta de zinc y fitatos ha sido calculada en base a los datos de consumo de alimentos, la próxima etapa es calcular la razón molar fitato:zinc de las dietas de cada individuo, para proporcionar una estimación de la absorción de zinc. Estas razones son calculadas para cada individuo, utilizando la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{mg de fitatos por día} / 660}{\text{mg de zinc por día} / 65.4}$$

$$\text{mg de zinc por día} / 65.4$$

² Varias estrategias para mejorar la estimación de los tamaños de porción, están descritas en detalle, en el manual de dieta compilado especialmente para medir la ingesta de zinc y de hierro absorbibles en países de bajos recursos económicos [3].

Por ejemplo, si la ingesta de fitatos es 883 mg/d y la ingesta de zinc es 7 mg/d, entonces la razón molar fitatos: zinc es 12.5. La razón molar promedio de fitatos: zinc debe ser usada para clasificar las dietas que tengan una biodisponibilidad de zinc baja o media. Si la información sobre el contenido de fitatos de la dieta no se pueden calcular, entonces, las dietas deberán ser categorizadas como si tuvieran una biodisponibilidad de zinc baja o media, basadas en ciertas características dietéticas. Por ejemplo, las dietas a base de cereales sin refinar y/o legumbres (fitatos: zinc >18) tendrían una baja biodisponibilidad de zinc (absorción de zinc de 18% para hombres y 25% para mujeres), mientras que las dietas mixtas o dietas basadas en plantas refinadas (fitatos: zinc 4-18) tendrían una biodisponibilidad promedio (absorción de zinc de 26% para hombres y 34% para mujeres).

Alternativamente, la ingesta total de zinc y la razón molar fitatos: zinc puede ser usada para estimar el porcentaje de zinc biodisponible y posteriormente la cantidad de zinc absorbible para cada individuo usando un algoritmo presentado por IZiNCG [2].

4c. Seleccionar el RPE apropiado

La etapa final es seleccionar el RPE más apropiado para determinar la adecuación de ingestas de zinc para la etapa de vida y el tipo de dieta. El IZiNCG ha desarrollado los RPE's apropiados para uso internacional (Tabla 2). El uso de los valores de los RPE del IZiNCG permitirá comparaciones entre países de la adecuación de ingestas de zinc.

Paso 5. Estimando la prevalencia de ingestas inadecuadas de zinc

El proceso para determinar la prevalencia de ingesta inadecuada de zinc, depende del diseño de encuesta seleccionado. Si se utiliza el diseño de encuesta preferido y el consumo de alimentos es medido en dos días no consecutivos o tres días consecutivos (1a.), la determinación implica primero corregir la distribución de la ingesta observada de zinc, generada en el Paso 4, para representar la ingesta usual de zinc, y luego aplicar del método del punto de corte del RPE.

Tabla 2: El Requerimiento promedio estimado (RPE) por el IZiNCG, para el zinc según la etapa de la vida y el tipo de dieta.

EDAD	SEXO	PESO CORPORAL DE REFERENCIA (Kg)	RPE del IZiNCG para el zinc (mg/d)	
			Dietas a base de Mezclas o plantas refinadas	Dietas a base de plantas sin refinar
6-11 meses	H+M	9	3	4
1-3 años	H+M	12	2	2
4-8 años	H+M	21	3	4
9-13 años	H+M	38	5	7
14-18 años	H	64	8	11
14-18 años	M	56	7	9
Embarazo	M	-	9	12
Lactancia	M	-	8	9
>19 años	H	65	10	15
>19 años	M	55	6	7
Embarazo	M	-	8	10
Lactancia	M	-	7	8

Si se utiliza el diseño de encuesta menos preferido, donde solamente se mide la ingesta por un solo día (1b.) se deberá utilizar una estimación del coeficiente de variación (CV) de las ingestas usuales de la población. Luego, se puede aplicar el método del punto de corte del RPE, el cual determina la proporción de individuos con ingesta de zinc por debajo del RPE.

5a. Diseño de encuesta preferido

i. Corregir las ingestas observadas de zinc para representar las ingestas usuales de zinc. La distribución de las ingestas observadas de zinc en cada sub-grupo específico de edad y sexo deben ser ajustadas para remover la variabilidad introducida por la variación de día a día en la ingesta de zinc individual. Esto se puede hacer utilizando programas de computación especializados (por ejemplo, PC-SIDE, Universidad del Estado de Iowa, Departamento de Estadística y Laboratorio Estadístico, Ames, Iowa, USA) [7], siempre y cuando una serie de observaciones repetidas ha sido obtenida al menos en una sub-muestra de individuos. El proceso de ajuste proporciona estimaciones de las distribuciones de la ingesta usual de zinc por cada sub-grupo específico de edad y sexo. En la figura 2 se muestra un ejemplo comparando las distribuciones ajustadas de las ingestas usuales de zinc con las ingestas observadas de zinc para mujeres adultas de Nueva Zelanda entre 19-50 años. Notar que el proceso de ajuste usado produce una distribución con la variabilidad reducida que conserva la forma de la distribución original [6].

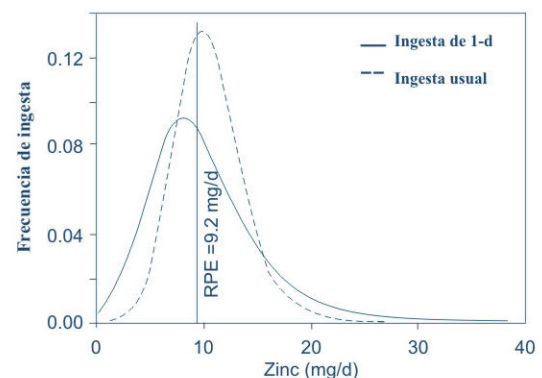


Figura 2: Estimaciones de la distribución de la ingesta usual de zinc para adultos de Nueva Zelanda obtenida de los datos de un recordatorio de 24-h y ajustada con datos repetidos de ingesta, utilizando el método perfeccionado de NRC. El eje Y (frecuencia de ingesta) muestra la probabilidad de cada nivel de ingesta en la población.

El método utilizado por el PC-SIDE para estimar las distribuciones de la ingesta usual está compuesto de cuatro rutinas: ajustes de datos preliminares, transformación semi-paramétrica para normalizar, porque los datos observados de ingestas de zinc generalmente no están distribuidos de manera normal, la estimación de la variación intra- e inter-individual en las ingestas, y finalmente la transformación inversa de la distribución usual de ingesta de la escala normal a la original.

ii. Aplicar el método del punto de corte del RPE.

Esto conlleva calcular el número de individuos con ingestas usuales por debajo del RPE apropiado de zinc, según los sub-grupos específicos de edad y sexo y los tipos de dietas (véase Paso 4).

5b. El diseño de encuesta menos preferido

i. Cuando solamente es recolectada la ingesta de un solo día para cada individuo de la población, no se conoce ni la verdadera variación intra-individual, ni la distribución de las

ingestas usuales de zinc en la muestra poblacional. En consecuencia, para este diseño de encuesta, la distribución de ingestas observadas de zinc no puede ser ajustadas a ingestas usuales. En cambio, se podría suponer un coeficiente de variación (CV) de ingestas usuales de zinc. El valor recomendado para este CV es de 25%³ y está basado en los datos de una encuesta nacional de jóvenes de 4 a 18 años en el Reino Unido [8].

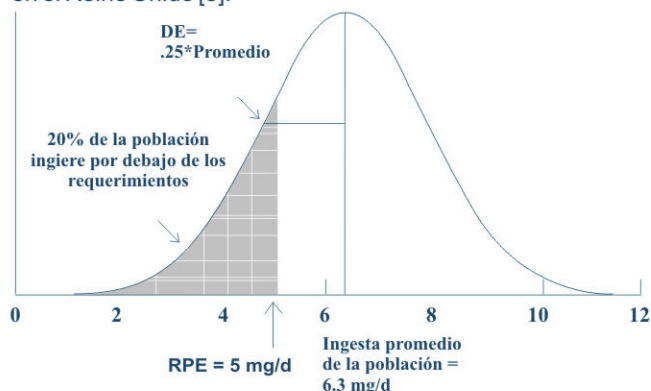


Figura 3: La representación gráfica hipotética de la estimación de la proporción de las mujeres adultas con ingestas de zinc dietético por debajo del requerimiento promedio estimado (RPE) para zinc proveniente de una dieta mixta típica, suponiendo una ingesta promedio de 6.3 mg/día y un CV de la distribución corregida de las ingestas usuales de 25%.

³El coeficiente de variación, 0.25, es representado como un porcentaje.

ii. Luego, el método de punto de corte del RPE puede ser aplicado para estimar rigurosamente la proporción de individuos con ingestas inadecuadas. Esta etapa puede realizarse utilizando una función de distribución acumulativa tal como CDF.NORM en SPSS, donde la desviación estándar (DE) de las ingestas es asumida como 0.25 veces el promedio, como se muestra en el ejemplo hipotético para mujeres adultas en la Figura 3. Note que se debe utilizar precaución cuando este enfoque sea aplicado.

Finalmente, es importante mencionar que además de los objetivos de la encuesta, muchos otros factores, tales como disponibilidad de los recursos, determinará el diseño final de la encuesta.

Se dice que existe un alto riesgo de deficiencia de zinc en la población cuando el 25% o más de la población tiene ingestas de zinc menores que el RPE, independiente de el diseño de la encuesta [2]. Sin embargo, para colaborar con la interpretación del riesgo de deficiencia de zinc, se recomienda combinar las estimaciones de la adecuación de ingesta de zinc con los datos bioquímicos sobre concentraciones séricas de zinc.

Este informe técnico fue realizado por la Dra. Rosalind S. Gibson y fue revisado por los miembros Directivos de IZiNCG. La traducción al español fue realizada por la Asociación Latinoamericana de Zinc - LATIZA. www.latiza.com

Referencias

1. FAO. Food balance sheet. Available at <http://faostat.fao.org/>.
2. IZiNCG. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Food Nutr Bull, 2004;25:S94-S203. Available at: www.izincg.org
3. Gibson RS & Ferguson EL. An interactive 24-hr recall for assessing the adequacy of iron and zinc intakes in developing countries. Washington, DC: ILSI Press, 1999.
4. Gibson RS. Nutritional Assessment: A Laboratory Manual. New York: Oxford University Press, 1993.
5. Alloway BJ. Zinc in soils and crop nutrition. Brussels: International Zinc Association, 2004.
6. Gibson RS. Principles of Nutritional Assessment. 2nd Edition. New York: Oxford University Press, 2005.
7. Carriquiry AL. Assessing the prevalence of nutrient inadequacy. Public Health Nutr 1999;2:23-33.
8. Gregory J, Lowe S, Bates CJ, et al. National Diet and Nutrition Survey. Young people aged 4 to 18 years. Volume 1: Report of the diet and nutrition survey. London: The Stationary Office, 2000.

Sobre el IZiNCG

El IZiNCG es el Grupo Internacional de Expertos en Nutrición del Zinc, cuyos objetivos primarios son promover y ayudar a desarrollar esfuerzos para reducir la deficiencia de zinc en el ámbito mundial mediante la interpretación de resultados de investigación en nutrición, difusión de la información y provisión de asistencia técnica a los gobiernos nacionales y los organismos internacionales de cooperación. El IZiNCG se centra en la identificación, prevención y tratamiento de la deficiencia de zinc en las poblaciones más vulnerables de los países de bajos ingresos en todo el mundo. El comité directivo del IZiNCG consta de 11 científicos internacionalmente reconocidos, con una larga experiencia en programas de nutrición de zinc y en programas de salud pública.

Secretaría del IZiNCG

a/c Programa de Nutrición Internacional y Comunitaria
 Universidad de California
 One Shields Avenue Davis, CA 95616, EEUU
 Tel: +1 (530) 752 0814 Fax: +1 (530) 752 3406
 E-mail: IZiNCG@ucdavis.edu www.izincg.org

Producido con el apoyo financiero de la Iniciativa de Micronutrientes
 Y la Asociación Internacional de Zinc (IZA).
 Para mayor información sobre MI visite www.micronutrient.org
 Para mayor información sobre IZA visite www.iza.com