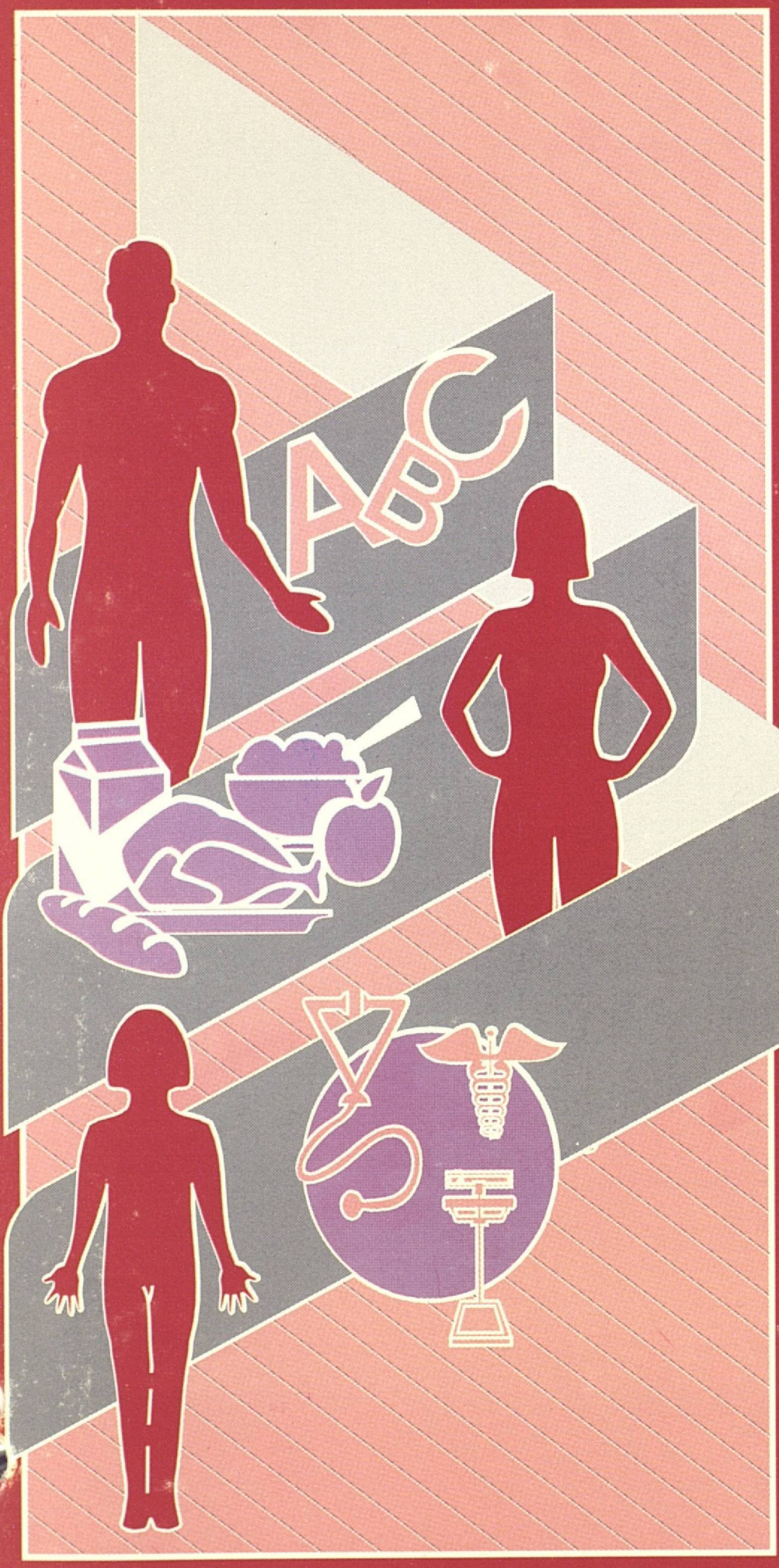
Curso de Educación a Distancia

NUTRICIÓN BÁSICA



QUINTA UNIDAD

Minerales, Agua y Electrolitos

INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ
INCAP/OPS

CONTENIDO

		Página
I.	**GENERADORES RESPONSABLES DEL CURSO**	iii
II.	**INTRODUCCIÓN**	iv
III.	**OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE**	vi
IV.	**AGUA Y ELECTROLITOS**	1
	A. Agua	1
	1. Definición y funciones	1
	2. Fuentes alimentarias	1
	3. Pérdida de agua corporal	1
	4. Requerimientos y recomendaciones	2
	5. Consideraciones generales	2
	B. Electrolitos	3
	1. Sodio	3
	2. Potasio	4
V.	**HIERRO**	6
	A. Importancia nutricional	6
	B. Absorción, transporte, metabolismo y excreción	6
	C. Fuentes alimentarias	7
	D. Requerimientos y recomendaciones	9
	E. Deficiencia y consideraciones generales	11
VI.	**CALCIO**	13
	A. Importancia nutricional	13
	B. Fuentes alimentarias y factores que intervienen en su absorción	13
	C. Relación entre la ingestión y el balance de calcio	14
	D. Recomendaciones y consideraciones generales	14
VII.	**FÓSFORO**	17
	A. Importancia nutricional	17
	B. Fuentes alimentarias y factores que intervienen en su absorción	17
	C. Recomendaciones y consideraciones generales	17

VIII. MAGNESIO 19

A. Importancia nutricional 19
B. Fuentes alimentarias y factores que intervienen en su absorción 19
C. Requerimientos y recomendaciones 20
D. Deficiencia y consideraciones generales 20

IX. YODO 21

A. Importancia nutricional 21
B. Fuentes alimentarias 21
C. Deficiencia 21
D. Consideraciones generales 22

X. FLÚOR 24

A. Importancia nutricional 24
B. Fuentes alimentarias 24
C. Fluoruración 24
D. Consideraciones generales 25

XI. OTROS MINERALES "TRAZA" 26

A. Zinc 26
B. Cobre 26
C. Selenio 27
D. Cromo 28
E. Manganeso 28

XII. EJERCICIOS INTRATEXTO

XIII. BIBLIOGRAFÍA 36

XIV. RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS Y ACTIVIDADES 37

XV. AUTOEVALUACIÓN 42

I. GENERADORES RESPONSABLES DEL CURSO

INICIATIVA Y GESTIÓN DEL COMPENDIO ORIGINAL:	*Licda. María Ernestina Ardón* *Dr. Hernán L. Delgado*
AUTORES DEL COMPENDIO ORIGINAL:	*Dr. Guillermo Arroyave* *Lic. Carlos A. Anaya*
REVISORES TÉCNICOS DEL COMPENDIO ORIGINAL:	*Licda. Myriam Ruiz Maldonado* *Licda. Hedi Deman* *Dr. Hernán L. Delgado* *Licda. Vilma Cerón* *Licda. Mireya Palmieri* *Dr. Max Ramírez* *Dra. Ilka Esquivel* *Licda. Victoria Valdés* *Dr. Miguel Dávila* *Licda. Hilda Fanny Mejía* *Lic. René Martorell* *Lic. Pedro García* *Dra. Lilian Ninette Reneau*
ADAPTACIÓN DEL COMPENDIO ORIGINAL A UNIDADES DE APRENDIZAJE A DISTANCIA:	*Licda. Verónika M. de Palma* *Dr. Guillermo Arroyave* *Licda. Odette S. de Osorio*

NUESTRO AGRADECIMIENTO A:

- *Grupo Técnico Básico de Guatemala*
- *Grupo de Residentes de Investigación INCAP 1993*
- *Grupo de Trabajo INCAP-XELA-QUETZALTENANGO*
- *Grupo multidisciplinario de la Jefatura Área de Salud de Quetzaltenango.*

Quienes nos ayudaron a validar este material y cuyos valiosos comentarios nos han permitido presentarles una versión mejorada del Curso.

- *La Oficina de Editorial e Informes del INCAP por el trabajo editorial, corrección de estilo, y diseño de carátula y separadores.*

II. INTRODUCCIÓN

Esta Unidad se inicia con el tema sobre el agua, ya que es considerada como un constituyente importante del organismo. Se desarrolla además lo relacionado con el sodio y el potasio (electrolitos) como los componentes de la dieta que son esenciales para mantener **el medio vital**, donde se efectúan las reacciones metabólicas y los mecanismos fisiológicos del organismo.

De igual importancia, de la larga lista de minerales cuya esencialidad bioquímica ha sido demostrada, esta Unidad discute en detalle seis de ellos por la clara relevancia epidemiológica de sus deficiencias. Ellos son: hierro, calcio, fósforo, magnesio, yodo y flúor. Otro grupo de minerales se analiza en conjunto, en forma breve, bajo la denominación **Otros Minerales Traza;** se incluyen zinc, cobre, selenio, cromo y manganeso, que tienen reconocida acción metabólica pero, en general, no hay evidencia en la actualidad de que presenten problemas en las dietas de las poblaciones.

Los minerales son elementos inorgánicos. Su presencia en las plantas se origina directamente de los suelos en los cuales se cultivan y en los animales, primariamente a través del consumo de alimentos de origen vegetal (herbívoro) o del consumo de otros productos animales (carnívoro).

La esencialidad de algunos de ellos ha sido ampliamente demostrada y es el criterio básico para su inclusión en el presente Curso. Otro criterio estriba en su importancia en la alimentación humana, en función de que sus deficiencias constituyen un problema nutricional real o potencial para el individuo o a nivel de poblaciones.

La denominación de **minerales mayores** para algunos de ellos, y de **minerales traza** para otros, se basa en la magnitud de las cantidades en que son requeridas por el organismo y no tiene significación directa desde un punto de vista nutricional.

En el Cuadro 1 se presenta una lista de los minerales que se consideran de mayor importancia y que, por ende, se discuten en esta Unidad.

CUADRO 1

MINERALES MÁS IMPORTANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA NUTRICIONAL

NUTRIMENTO	SÍMBOLO QUÍMICO
Hierro	Fe
Calcio	Ca
Fósforo	P
Magnesio	Mg
Yodo	I
Flúor	Fl
Zinc	Zn
Cobre	Cu
Selenio	Se
Cromo	Cr
Manganeso	Mn

A través del estudio de la quinta y última Unidad de este curso usted conocerá la importancia nutricional y fisiológica de los minerales, agua y electrolitos; los alimentos que nos proveen de éstos; las cantidades que necesita el organismo; y las consecuencias de consumirlos en cantidad insuficiente.

III. OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio, análisis y aplicación práctica de esta Unidad el estudiante estará en capacidad de:

A. Describir las características, distribución en el organismo y funciones fundamentales del agua, el sodio y el potasio; así como sus requerimientos y formas de satisfacerlos.

B. Identificar los minerales más importantes en la nutrición humana y reconocer los alimentos que constituyen sus mejores fuentes en la dieta y los factores que afectan su biodisponibilidad.

C. Definir la magnitud de las recomendaciones de ingestión de los diferentes minerales.

D. Distinguir las funciones que desempeñan en el organismo y las alteraciones patológicas que resultan de ingestiones insuficientes.

E. Comparar la importancia que tienen las deficiencias de hierro y yodo como problemas más generalizados y serios de salud pública.

IV. AGUA Y ELECTROLITOS

A. AGUA

1. Definición y funciones

El agua es el constituyente más abundante del organismo. El porcentaje de agua en el cuerpo del recién nacido es alrededor de 75%, valor que baja rápidamente a 65% en niños de 12 meses de edad y a 62% en niños preescolares. Conforme avanza la edad este porcentaje decrece gradualmente hasta 55 y 65% en el hombre adulto y de 50 a 55% en la mujer adulta, respectivamente. El contenido menor en la mujer es debido a su menor cantidad de músculo y mayor cantidad de tejido adiposo (grasa). Un hombre adulto de 65 kg de peso contiene alrededor de 40 litros, distribuidos en el compartimiento intracelular (25 litros), y el extracelular (15 litros).

El agua es el medio básico donde se efectúan todas las reacciones bioquímicas del organismo, así como el **medio de transporte de los nutrimentos y muchísimos compuestos metabólicos y substancias activas**, tales como las hormonas, muchas enzimas, factores inmunes y productos de degradación. Aun las grasas que son básicamente insolubles en agua, forman complejos prácticamente hidrosolubles para ser transportados por la circulación y a través de todo el medio acuoso del organismo. El agua conduce a los productos de desecho del metabolismo para su excreción por los riñones, por el sudor, y en menor grado por el intestino.

2. Fuentes alimentarias

La ingestión bruta en la dieta comprende el agua de bebida y el agua contenida en los alimentos. Además, en los tejidos está disponible el agua metabólica generada por la combustión o metabolismo completo de los componentes energéticos de la dieta: los carbohidratos, las grasas y las proteínas. A manera de ilustración se refiere al siguiente ejemplo: El consumo de una dieta mixta que aporte 3,000 kcal, con 12% de proteína, 60% de carbohidratos y 28% de grasa, genera aproximadamente 400 ml de agua metabólica.

El agua de bebida y el agua de hidratación de los alimentos es muy variable y depende de varios factores como el clima y el tipo de alimento. Por ejemplo, la naranja, la sandía y frutas similares tienen un gran contenido de agua, mientras otros alimentos como los cereales, leguminosas y tubérculos contribuyen en mucho menos. Bajo condiciones ordinarias un hombre adulto ingiere alrededor de 2,000 a 2,500 ml de estas dos fuentes combinadas.

3. Pérdida de agua corporal

Las pérdidas de agua se efectúan por la orina, la piel (pérdidas insensibles por evaporación y sudor), las heces y los pulmones, esta última en forma de vapor de agua en el aire expirado.

El contenido de agua del organismo debe mantenerse muy constante. Variaciones moderadas pueden afectar la salud y grandes variaciones por pérdidas patológicas pueden ser hasta fatales. El organismo posee un mecanismo muy eficiente de regulación del balance de agua, incluyendo la sensación de sed y la reducción del volumen de orina, cuando el contenido normal de agua corporal tiende a disminuir. Las variaciones en las pérdidas por el sudor son grandes, desde menos de 1 litro por día, en individuos sedentarios en climas templados hasta cerca de 10 litros en sujetos con actividad física intensa en climas cálidos.

Bajo condiciones de severa restricción de ingestión de alimentos se le debe dar gran prioridad a la provisión de agua. Este es el factor crítico en la inanición, en la cual hay producción metabólica excesiva de nitrógeno ureico de las proteínas y de productos de la degradación incompleta de las grasas (cuerpos cetónicos) que son tóxicos para el organismo y necesitan cantidades suficientes de agua para ser eliminados.

4. Requerimientos y recomendaciones

Es imposible determinar un requerimiento exacto para cualquier situación, debido a los varios factores ya mencionados que aumentan o disminuyen las pérdidas de agua. Bajo condiciones ordinarias, se considera adecuado un aporte de 1 ml de agua por kcal para los adultos y niños mayores y de 1.5 a 1.2 ml/kcal para infantes lactantes y niños de corta edad, respectivamente. De este requerimiento, más de la mitad viene con el agua de los alimentos y el resto como agua de bebida (cantidad suficiente entre 6 a 8 vasos de agua al día).

Es preciso mencionar que en general, el personal de salud no tiene que preocuparse por la regulación del nivel de ingestión de agua de grupos de población o de individuos, excepto en casos de diarrea, enfermos con fiebre alta, pacientes comatosos o pérdidas excesivas por condiciones ambientales muy extremas.

5. Consideraciones generales

Cuando las pérdidas de agua son excesivas y no se compensa con un incremento en la ingestión, se puede llegar a un estado de **deshidratación**, especialmente peligroso en el infante y niño de corta edad. Ésta es la más seria complicación de las diarreas y de la malnutrición proteínico-energética en su forma clínica severa. En esta última condición hay un trastorno en el movimiento y distribución del agua corporal, presentándose una acumulación de agua en el espacio entre las células de los tejidos (especialmente del tejido subcutáneo de la cara, piernas y brazos), signo clínico conocido como **edema**.

El agua de bebida para consumo humano, debe tener ciertas características que definen su categoría como **agua potable**. Como condición primordial el agua debe estar libre, o contener un mínimo de bacterias, particularmente patógenas. Muy frecuentemente, las fuentes naturales de agua (ríos, lagos) están contaminadas con desechos y excretas de animales o del hombre mismo, siendo así fuente de infecciones, especialmente del tracto gastrointestinal. Para hacerlas potables, deben ser sometidas a procesos de purificación.

El contenido de minerales (dureza) es también importante y debe mantenerse dentro de ciertas concentraciones. Depende principalmente del tipo de suelos con los cuales las fuentes de agua entran en contacto, muchas de ellas contienen exceso de sales minerales (aguas duras) que al ingerirse interfieren con la capacidad excretoria del riñón para regular el balance de agua y electrolitos en el organismo. En estos casos también es necesario aplicar tecnologías para reducir estos niveles excesivos, a límites aceptables. Como una situación extrema a este respecto, el agua de mar tiene una concentración de sales minerales mayor que la fluida del organismo o sea que es hipertóxica, por lo que es totalmente no potable.

En el otro extremo está el agua destilada o desmineralizada. Por el proceso de desmineralización o destilación el agua pierde totalmente los minerales que contiene originalmente y su consumo prolongado puede resultar en desmineralizacíon de los tejidos. Es pues fácil de comprender que una de las preocupaciones primarias de los sistemas de salud pública es asegurar que las poblaciones cuenten con agua de bebida que satisfaga los estándares de **agua potable**.

B. ELECTROLITOS

1. Sodio

El sodio está localizado predominantemente en el fluido extracelular donde ejerce su función primaria manteniendo la presión osmótica, la cual regula los volúmenes de agua en los compartimientos extra- e intracelulares (dentro y fuera de las células). Está además involucrado en la respuesta del sistema cardiovascular a los agentes que afectan la presión arterial.

El riñón es primariamente el órgano responsable del mantenimiento del balance de sodio en el organismo. Cuando la ingestión de sodio es insignificante las pérdidas urinarias decrecen a nivel cerca de cero. A la inversa, cuando la ingestión aumenta, la excreción urinaria se eleva de igual manera. La hormona **aldosterona** regula este proceso. El sodio se pierde también por otras vías, de las cuales aparte de la orina, la más importante es la piel.

Es interesante notar que, los animales herbívoros como el ganado vacuno y el caballo requieren, o tienen un apetito adicional por el cloruro de sodio, no así los carnívoros, probablemente porque estos últimos ingieren suficiente sodio de las carnes y la sangre.

El sodio se encuentra esencialmente en todos los alimentos, siendo los de origen animal más ricos que los de origen vegetal. La ingestión de sodio intrínseco de los alimentos naturales es relativamente baja y su nivel depende del tipo de alimentos de la dieta. El aporte más abundante y realmente significativo proviene del consumo de cloruro de sodio o sal de mesa, el cual varía mucho en diferentes poblaciones, principalmente obedeciendo a hábitos culinarios asociados con factores culturales. Las encuestas dietéticas han revelado consumos diarios por persona entre 5 y 20 g de sal.

Actualmente parece claro que en un sentido estricto, **no hay un requerimiento de cloruro de sodio como tal por encima de la cantidad de sodio contenido naturalmente en los alimentos.** Los procesos fisiológicos pueden mantenerse normales sin el agregado deliberado de sal durante su preparación culinaria o en la mesa. Es curioso, sin embargo, y aún inexplicable, que para la mayoría de las civilizaciones, primitivas o desarrolladas, la sal común se ha vuelto un condimento indispensable en gran demanda. **Se ha especulado que el "apetito" por cloruro de sodio se genera por la relativa alta ingestión de potasio cuando se consumen dietas predominantes en alimentos vegetales,** lo cual aumenta la eliminación renal de sodio.

En poblaciones con consumos diarios de sal común (cloruro de sodio) entre 10-15 g, se ha reportado que de 20 a 30% de individuos que naturalmente tendrían presión arterial normal (normotensos) son sensibles al efecto perjudicial del sodio, aumentándoseles su presión arterial. Con ingestiones de sal aun mayores, la proporción de individuos afectados podría ser más alta. Debe advertirse, sin embargo, que alrededor de 60-80% de individuos normotensos no son perjudicados por estos consumos de sal. **Es de hacer notar que las causas de la hipertensión arterial son múltiples y complejas, siendo la ingestión excesiva de sodio solamente un factor contribuyente.**

Un enfoque preventivo y educativo en relación al niño es evitar el agregado innecesario de sal a los alimentos infantiles, tanto por el daño potencial a largo plazo, como porque al salarlos demasiado se está contribuyendo a crear un hábito indeseable.

En función de los individuos susceptibles y de lo innecesario de consumos más elevados, **hay consenso en que la ingestión de sal común no debe exceder 5 gramos por día.** Para lograr esto es preciso usar menos sal durante la preparación de las comidas, evitar el consumo muy frecuente de alimentos procesados con alto contenido de sodio (nueces saladas, carnes conservadas con sal o con salitre, jamones, tocino, por ejemplo) y abandonar el hábito de agregar "sal de salero" a los platos en la mesa.

Por último, es preciso recordar que en condiciones de sudoración intensa puede justificarse incrementar la ingestión hasta 10 g por día.

2. Potasio

En contraste con el sodio, el potasio se encuentra predominantemente en el interior de las células, siendo su concentración intracelular alrededor de 30 veces mayor que en el compartimiento extracelular.

El potasio es esencial para la función de muchas enzimas. La concentración diferencial de sodio y potasio entre el exterior y el interior de las células es crítica para mantener el potencial eléctrico a través de la membrana celular y, por ende, de la excitabilidad muscular y la conducción del impulso nervioso.

El balance de potasio en el organismo se lleva a cabo principalmente por un mecanismo renal. Variaciones relativamente grandes en la ingestión no se reflejan en fluctuaciones

en su concentración en el plasma sanguíneo y las celulas de los tejidos. **El balance de potasio está en cierto grado relacionado fisiológicamente con el del sodio.**

El potasio está muy distribuido en los alimentos siendo los vegetales los que lo contienen en mayor cantidad. Las dietas más variadas proporcionan suficiente potasio para satisfacer las necesidades, por lo que su deficiencia en sujetos normales es inexistente. No se justifica proponer recomendaciones estrictas de aportes diarios de potasio. **Consumos entre 2 y 5 g diarios son compatibles con un buen estado de salud en el adulto. Las necesidades del infante de 0 a 6 meses caen dentro de los límites de 120 a 750 mg por día, cantidades que son normalmente suplidas por la leche materna.** Entre la infancia y la edad adulta las ingestiones aumentan gradualmente con la edad en proporción a los aportes dietéticos de energía y proteínas.

La hipopotasemia (niveles deficientes de potasio sanguíneo) sólo se presenta asociada a condiciones patológicas como fallo renal, trauma severo, insuficiencia adrenal y diarreas prolongadas.

Antes de concluir esta sección debe quedar claro que durante la deshidratación que complica clínicamente a los episodios de diarrea aguda, no se pierde solamente agua, sino que también se eliminan por las heces cantidades anormales de los electrolitos, sodio y potasio. Este imbalance constituye en realidad el riesgo más serio de la diarrea, especialmente en niños de corta edad en quienes es la causa más frecuente de mortalidad. El enfoque internacionalmente aceptado para controlar este daño es la administración de **fórmulas de rehidratación oral**, las cuales contienen agua, cloruro de potasio, cloruro y bicarbonato de sodio, y glucosa; esta última como coadyuvante de utilización de los electrolitos y como fuente de energía.

A. IMPORTANCIA NUTRICIONAL

El hierro es un elemento esencial para la síntesis de compuestos que son metabólicamente importantes. Pueden identificarse dos tipos de hierro corporal: el **hierro funcional** y el de **reserva.**

El hierro funcional es el componente de hierro mayor en el organismo (<80%). Se encuentra en la hemoglobina de los glóbulos rojos de la sangre y en la mioglobina del músculo. La función específica de la **hemoglobina** es transportar oxígeno desde los pulmones hacia las células de todos los órganos y tejidos, y la **mioglobina** sirve de fuente de oxígeno en el músculo para su uso inmediato. Una pequeña pero, muy importante parte del hierro funcional está como componente de varias coenzimas que actúan con las enzimas como "facilitadoras" en los procesos de respiración celular (oxido-reducción), tales como los citocromos, las deshidrogenasas y las reductasas. Otro componente funcional del hierro es la **transferrina** que transporta el hierro en la circulación.

El hierro de reserva incluye a la **ferritina** que es la proteína predominante de almacenamiento en condiciones normales, y la **hemosiderina** cuya función es almacenar excesos de hierro en el organismo.

B. ABSORCIÓN, TRANSPORTE, METABOLISMO Y EXCRECIÓN

El hierro de los alimentos se presenta en diversas formas que tienen diferentes biodisponibilidades. En el intestino delgado el hierro de los alimentos es liberado en el lumen intestinal, y es atrapado por la ferritina en el interior de las células de la mucosa intestinal. Esta lo transfiere a la transferrina de la circulación sanguínea, la cual lo lleva al hígado donde una parte puede almacenarse en forma de ferritina hepática (o como hemosiderina cuando está en exceso) y otra parte es llevada por la transferrina del plasma sanguíneo hasta la médula ósea donde se utiliza para la formación de hemoglobina, así como a los otros órganos y tejidos del cuerpo.

La absorción intestinal del hierro de los alimentos no es completa. El hierro no absorbido se excreta por las heces, al que se une el hierro contenido en células descamadas de la mucosa intestinal (hierro fecal). Sin embargo, la "economía" nutricional del hierro en el humano es muy eficiente, ya que el hierro absorbido es recirculado para ser reutilizado por el organismo (sólo una mínima parte se pierde por la orina, más trazas que se pierden por el pelo, las uñas y la piel). **En un hombre adulto o una mujer en edad postmenstrual, estas pérdidas suman menos de 1 mg por día.**

La mujer madura pierde durante la menstruación cantidades adicionales significativas con el flujo menstrual. Durante el embarazo la demanda fisiológica de hierro se ve también incrementada por las necesidades del feto y el incremento del volumen sanguíneo, y durante la lactancia, por la producción de leche materna, que contiene hierro. Después del parto el

volumen sanguíneo de la madre se normaliza. **El recién nacido hereda una cantidad** excesiva de hemoglobina de la madre en el momento del parto, esta cantidad se destruye rápidamente durante los primeros días de vida y el hierro liberado es reutilizado por el organismo del infante **para contribuir a llenar sus requerimientos hasta los 4 a 6 meses de edad.**

Durante la niñez, al pequeño requerimiento de mantenimiento se agrega una cantidad adicional para crecimiento. En resumen, **las necesidades fisiológicas de hierro varían según la edad, el sexo, y el estado fisiológico.**

La mucosa intestinal posee un mecanismo biológico de control de la absorción del hierro que funciona en dos sentidos:

- Cuando las proteínas de reserva de hierro están saturadas, el intestino bloquea la absorción ya que de lo contrario entraría hierro al organismo que tendría que circular no ligado (libre), forma en la cual es muy tóxico.

- Cuando las reservas corporales están bajas, el intestino recibe un "mensaje" inverso y permite una absorción mayor que la normal, en un esfuerzo por contrarrestar el déficit de hierro.

Si la dieta contiene cantidades razonables de hierro, este mecanismo ayuda a compensar, al menos parcialmente, el efecto de pérdidas normales de sangre y requerimientos elevados durante el embarazo. **Desafortunadamente, con mucha frecuencia no se logra una compensación completa del hierro y se precisan otras medidas correctivas como suplementación o fortificación de alimentos.**

C. FUENTES ALIMENTARIAS

Entre los alimentos de origen animal, las carnes son excelentes fuentes de hierro, sobre todo la de res y ternera que tienen un alto contenido de hierro hemínico (absorción entre 12 y 22%, respectivamente), las vísceras también son una excelente fuente. Las carnes de cerdo, pollo y pescado al igual, son fuentes muy importantes. El Cuadro 2 presenta una lista de algunos alimentos fuente de hierro por porciones. La absorción intestinal del hierro de éstos últimos alimentos oscila entre 9 a 15%. El hierro del huevo no se absorbe tan eficientemente. El hierro de la leche materna, aunque está relativamente en baja cantidad, tiene una excelente biodisponibilidad para el lactante (alrededor de 50%) mientras que el de la leche de vaca se absorbe sólo en 20%.

Muchos alimentos vegetales revelan por análisis químico un alto contenido de hierro total, tales como las leguminosas, los cereales y algunas hojas verdes como la espinaca y la acelga (Cuadro 2). Sin embargo, estos altos contenidos son engañosos pues, a diferencia del hierro de las carnes y otros productos animales, éste es muy poco absorbible, por lo general de 2 a 5%. Esta baja biodisponibilidad es causada principalmente por la presencia en ellos de substancias inhibidoras. Los cereales como el maíz, el trigo y el arroz, y las semillas leguminosas como los frijoles contienen **fitatos** que bloquean la utilización intestinal.

CUADRO 2

CONTENIDO DE HIERRO EN ALGUNOS ALIMENTOS COMUNES

Alimentos	Porción	Contenido Promedio (mg)
ORIGEN ANIMAL		
Bazo de res	1 onza	10.6
Camaroncillo salado	1 onza	5.5
Pescado seco	1 onza	4.6
Hígado y corazón de res	1 onza	1.5
Carnes rojas	1 onza	1.2
Embutidos de cerdo	1 unidad	1.0
Queso oreado	1 onza	0.8
Queso crema	1 onza	0.7
Huevo	1 unidad	1.2
ORIGEN VEGETAL		
Macuy o hierba mora	1 onza	1.9
Puntas y hojas de ayote	1 onza	1.7
Bledo o amaranto	1 onza	1.2
Chipilín	1 onza	0.8
Espinaca	1 onza	0.8
Agua de coco	1 vaso	1.4
Frijoles cocidos	2 cucharadas	1.2
Maní	1 onza	1.0
Harina de trigo (enriquecida)	1 onza	0.9
Pan de trigo	1 unidad (aprox. 25 g)	0.75
Incaparina	1 taza	1.7

NOTA: El hierro de origen animal, principalmente de carnes rojas y vísceras, se absorbe más eficientemente (aproximadamente 10-12%) que el de origen vegetal (aproximadamente 2-5%).

Fuente: INCAP. *Valor Nutritivo de los Alimentos para Centro América y Panamá*. Guatemala, INCAP 1971 (INCAP E-530).

Algunos nutrimentos son facilitadores de la absorción de hierro, tal como el ácido ascórbico (vitamina C), facilitador excelente de la absorción del hierro vegetal, la ingestión de 40 mg (el contenido de una naranja de regular tamaño, por ejemplo) en la misma comida con alimentos fuente de hierro, puede hasta triplicar la utilización intestinal del hierro.

Los tanatos son fuertes inhibidores presentes en alta concentración en el té y en el café, aunque un poco menos en este último; por lo que debe evitarse acompañar ciertas comidas que de por sí son pobres en hierro, con un abundante consumo de estas bebidas. **En dietas con alto contenido de fibra** (afrecho, salvado de trigo), se reduce también la absorción del hierro vegetal. **Los inhibidores mencionados no tienen efecto depresivo sobre el hierro de las carnes.**

Cuando a una dieta esencialmente de origen vegetal se le agregan carnes (de res, cerdo, pollo o pescado, por ejemplo) la absorción del hierro vegetal de dichas dietas se incrementa notablemente. Estas carnes contienen un componente facilitador (péptidos del aminoácido cisteína) que estimula la absorción del hierro no-hemínico de los otros alimentos que se ingieren simultáneamente.

D. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de ingestión son las cantidades de hierro que se deben ingerir diariamente para que al ser absorbidas llenen los requerimientos fisiológicos. Por consiguiente, los factores que condicionan estas recomendaciones son, por una parte, la edad, el sexo y los estados fisiológicos del embarazo y la lactancia; y por otra, la biodisponibilidad del hierro de las dietas usuales en las poblaciones para las cuales se están proponiendo las recomendaciones, ya que entre más pobre sea la absorción de hierro, será necesario un aporte más grande de éste a través de los alimentos.

Para facilitar la elaboración de las recomendaciones, un Comité de Expertos FAO/OMS (1988) a nivel mundial, categorizó las dietas por su contenido en hierro, en tres:

1. **Dietas con baja disponibilidad**, muy usuales en las poblaciones de muy pobre nivel socioeconómico. Son dietas muy simples a base de cereales, tubérculos o raíces farináceas y de leguminosas con insignificantes y ocasionales cantidades de carne y otros alimentos animales, y poco aporte de ácido ascórbico. Se estima que el hierro de estas dietas se absorbe en un promedio de 5%.

2. **Dietas de biodisponibilidad intermedia**, comunes en los sectores de estratos socioeconómicos medios de muchos países y que también son a base de cereales, tubérculos y leguminosas, pero con cantidades más altas y frecuentes de carnes (res, pollo, cerdo, pescado) y fuentes de ácido ascórbico. La absorción promedio de su mezcla de hierro hemínico y no-hemínico se estima alrededor del 10%.

3. **Dietas con biodisponibilidad alta**, típica de los grupos de alto nivel socioeconómico; dietas compuestas por numerosos ingredientes, abundantes en distintas carnes: pollo, pescado, y un frecuente y generoso consumo de fuentes de ácido ascórbico. La absorción promedio se estima en 15%.

Sobre las consideraciones anteriores se basan las cifras de ingestión diaria de hierro que se presentan en el Cuadro 3. Nótese que no aparece recomendación para el lactante menor de 6 meses, ya que como se discutió antes, sus requerimientos se llenan con las reservas de hierro acumuladas durante la vida intrauterina, más el hierro altamente absorbible de la leche materna.

CUADRO 3
INGESTIÓN DIARIA DE HIERRO RECOMENDADA SEGÚN EDAD, SEXO Y ESTADO FISIOLÓGICO
(mg/día)[1]

Edad, años	Biodisponibilidad de hierro en la dieta[2]		
	Alta	Intermedia	Baja
Niños			
0.5 - 1	5	7	14
1.1 - 2	3	4	8
2.1 - 6	3	5	9
6.1 - 12	5	8	16
Hombres			
12.1 - 16	8	12	24
16 +	5	8	15
Mujeres (menstruando)			
12.1 - 16	9	13	27[3]
16 +	10	14	29[3]
Postmenopausia	4	6	13
Lactando	6	9	17

[1] Percentilo 95 de la población. En las mujeres que menstrúan, se calculó con base en el percentilo 95 de pérdidas menstruales. (Fuente: FAO/OMS, 1985).

[2] Cuando la absorción y utilización del hierro alimentario es 15% ("alta") y 10% ("intermedia"), ó 5% ("baja").

[3] Valor difícil de alcanzar con la dieta usual.

Fuente: Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. *Metas Nutricionales y Guías de Alimentación para América Latina: Bases para su Desarrollo* (Informe editado por Drs. J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988.

En la mujer embarazada las reservas corporales de hierro al inicio del embarazo y una dieta con alta biodisponibilidad del mineral puede prevenir la anemia por deficiencia de hierro. De lo contrario, en el segundo y tercer trimestre puede ser necesario **suplementar** a la mujer con 30-60 mg de hierro/día.

En el Cuadro 4, ubicado al final de la sección de contenidos (X Minerales "Traza") se presentan las Recomendaciones Dietéticas Diarias de Minerales según el INCAP. Para el hierro se indican valores para dos tipos de dietas:

- ✓ Dietas con abundantes alimentos de origen animal.
- ✓ Dietas con predominio de alimentos vegetales.

Dichos datos facilitan una aplicación a la práctica.

E. DEFICIENCIA Y CONSIDERACIONES GENERALES

Cuando las necesidades de hierro del organismo no son satisfechas por la cantidad de este nutrimento proporcionado por la dieta, éste utiliza las reservas, especialmente las almacenadas en el hígado, y si esta situación no se corrige éstas se depletan, y se desarrolla un estado de deficiencia, aun antes de que aparezcan las manifestaciones clínicas. Este estado, difícil de detectar (fase preclínica), va ya acompañado de consecuencias indeseables tales como debilidad, disminución del apetito, reducción del lapso de atención, y capacidad de aprendizaje.

Si las reservas llegan a un mínimo o se agotan, la formación de hemoglobina en la médula ósea se ve afectada y se desarrolla la condición patológica conocida como **anemia ferropriva**, caracterizada por la formación de glóbulos rojos pequeños y pálidos, por lo que también se le conoce como **anemia microcítica hipocrómica**; la disponibilidad de oxígeno para los órganos y tejidos se reduce, y las alteraciones mencionadas anteriormente se incrementan.

Los niños de corta edad, los adolescentes y las mujeres durante la menarquia y el embarazo son los grupos más vulnerables, pero en general, afecta a todas las edades.

Una de las consecuencias biológico-sociales de esta deficiencia es la disminución significativa de la capacidad de trabajo físico (productividad), la cual ha sido plenamente demostrada en estudios con trabajadores agrícolas en sociedades en desarrollo. La suplementación con hierro corrige el problema.

Mujeres que padecen de deficiencia de hierro durante el embarazo no pueden transferirle suficiente hierro al recién nacido, haciéndolo más vulnerable a la anemia durante su primer año de vida.

La anemia también contribuye a una reducción en la respuesta inmune (defensa contra las infecciones) mediada por una disminución de la capacidad de los glóbulos blancos de la sangre para englobar y destruir a las bacterias invasoras (bacteriofagia).

Aunque la deficiencia de hierro es, primariamente de origen dietético, se ve también agravada con frecuencia por pérdidas excesivas de sangre tales como hemorragias por accidentes o, peor aún, crónicas. En áreas tropicales de los países en desarrollo, por ejemplo, infestaciones con ciertos parásitos intestinales producen hemorragias continuas de la pared intestinal con pérdidas acumulativas de hierro muy significativas. La uncinaria es sin lugar a dudas el más agravante pero, el anquilostoma y el ascaris en infestaciones elevadas también son de consideración. La malaria es también contribuyente a la anemia pues el parásito destruye (hemoliza) los glóbulos rojos.

A. IMPORTANCIA NUTRICIONAL

El calcio es el constituyente mineral más abundante del organismo. El cuerpo de un hombre adulto promedio contiene alrededor de 1,200 g de este mineral, o sea del 1.5 - 2% de su peso total. El 99% de este calcio está en los huesos y dientes, principalmente como **fosfato de calcio**, incluido en una matriz celular para formar la estructura sólida de estos tejidos. El resto (menos de 10 g) está distribuido en los fluidos y en los tejidos blandos donde juega importantes funciones tales como:

- **La excitabilidad neuromuscular.**
- **La coagulación sanguínea, la transmisión nerviosa y la contracción muscular.**

Para mantener un nivel normal en estas funciones, incluyendo la **calcificación de huesos y dientes**, se requiere de un adecuado aporte de calcio en la dieta diaria.

Existe un constante proceso de fijación y liberación de calcio y fósforo del hueso, que se encuentra regulado normalmente por un equilibrio muy ajustado. En este sentido los huesos actúan como una reserva grande de calcio y fósforo de la cual el organismo puede utilizar en caso necesario para reponer pérdidas de calcio y fósforo funcionales en otros sistemas del organismo.

B. FUENTES ALIMENTARIAS Y FACTORES QUE INTERVIENEN EN SU ABSORCIÓN

El contenido de calcio de los alimentos no siempre refleja el calcio disponible para su absorción. Por ejemplo, algunas hojas verdes, como la espinaca, las hojas de rábano y las de remolacha tienen un alto contenido de calcio total, pero contienen también **ácido oxálico** que puede formar cantidades substanciales de oxalato de calcio, reduciendo la absorción del calcio, ya que este compuesto es insoluble en el medio intestinal. Asimismo, ciertos compuestos de las hojas verdes y cereales integrales, como el **ácido fítico** y el **ácido oxálico** interfieren en la absorción por la formación de sales de calcio insolubles. Las grasas y los ácidos grasos saturados de alto peso molecular también forman sales insolubles y cuando están en exceso en las dietas pueden arrastrar en las heces cantidades significativas de calcio, sobre todo en personas que sufren de malabsorción de grasa.

Los cereales como el trigo son importantes fuentes cuando se presentan en forma de harinas enriquecidas.

En ciertas culturas incluyendo la de influencia Maya en el área centroamericana, la tortilla de maíz es una fuente muy rica debido al tratamiento con cal que se le da al grano para ablandarlo y eliminar su cascarilla. Este alimento llega a contener hasta 190 mg de calcio por 100 g y en las poblaciones rurales pobres que la consumen, puede contribuir hasta 50% de la ingestión diaria.

La leche es muy buena fuente porque además de contener bastante calcio, éste es muy absorbible. La carne no es una fuente abundante. Los pescados tipo sardina enlatada y otros muy pequeños que se consumen con su esqueleto son, en algunas poblaciones, una muy buena fuente. En el Cuadro 5 se presenta una lista de alimentos comunes fuentes de calcio y su contenido por porción.

Entre los factores que favorecen la absorción de calcio se encuentran la vitamina D, que es esencial para su utilización ya que actúa como transportadora del mineral a través de las paredes intestinales. Asimismo, **las proteínas** favorecen la absorción de calcio, ya que ciertos aminoácidos interactúan con el calcio a nivel intestinal y forman complejos muy solubles de este mineral.

En los cereales no integrales (trigo, avena) hay una **enzima (fitasa)** que libera el calcio y lo hace más disponible para su absorción.

C. RELACIÓN ENTRE LA INGESTIÓN Y EL BALANCE DE CALCIO

El balance de calcio o sea la relación entre el calcio excretado y el ingerido, debería ser, en teoría, el método por excelencia para determinar el requerimiento. Sin embargo, el organismo tiene una gran capacidad de adaptar la eficiencia de absorción a ingestiones variadas dentro de límites muy amplios y reestablecer así el equilibrio. **Las adaptaciones en el balance de calcio, se pueden describir de la siguiente manera:**

1. Una disminución rápida y pronta en la ingestión resulta inmediatamente en un balance negativo (pérdidas mayores que la ingestión), pero después de una semana, la absorción se torna más eficiente, la pérdida fecal decrece y el equilibrio se logra de nuevo a un nivel más bajo;

2. El mecanismo a la inversa también ocurre. Así, se tiene que un individuo puede estar en equilibrio con una dieta baja en calcio. Si se le sube la ingestión de calcio éste seguirá absorbiéndose con gran eficiencia resultando temporalmente en balance positivo, dando la impresión de que este nivel es mejor, pero después de un tiempo con esta alta ingestión, la eficiencia de absorción va disminuyendo hasta establecer de nuevo el equilibrio.

Se presume que el mecanismo de estas adaptaciones es mediado a través de cambios en el transporte intestinal de calcio en respuesta al estado de mineralización del esqueleto. **Si ésta es baja, la absorción se estimula, y si es alta, se inhibe.**

D. RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES GENERALES

No se conocen signos francos de deficiencia en el hombre, pero en la mujer la **osteomalasia** (o sea el resblandecimiento del hueso por desmineralización) ha sido asociado con bajas ingestiones de calcio durante el embarazo, la lactancia y la vejez. Sin embargo, es difícil concluir que existe una relación causal directa, ya que aun con ingestiones moderadamente bajas de calcio parece ser que la osteomalasia no se desarrolla, si existe a la vez un buen aporte de vitamina D.

CUADRO 5

CONTENIDO DE CALCIO EN ALGUNOS ALIMENTOS COMUNES

Alimentos	Porción	Contenido Promedio (mg)
ORIGEN ANIMAL		
Leche	1 taza	322
Sardinas (con el esqueleto)	1 onza	120
Quesos (variedades)	1 onza	295
Camarón seco salado	1 onza	131
Crema pura	1 cucharada	18
Requesón	1 cucharada	17
ORIGEN VEGETAL		
Pacayas	1 unidad	402
Chipilín	1 onza	46
Hierba mora o macuy	1 onza	34
Acelga	4 hojas	33
Espinaca	1 onza	14
Frijoles cocidos (toda variedad)	2 cucharadas	14
Tortilla de maíz preparada con cal	1 unidad	67
Harina de trigo enriquecida	1 onza	12
Incaparina	1 taza	131
Zapote	1/2 unidad	55

Fuente: INCAP. *Valor Nutritivo de los Alimentos para Centro América y Panamá*. Guatemala, INCAP, 1971 (INCAP E-530).

Epidemiológicamente a la deficiencia de calcio no se considera como la causa primaria responsable de los problemas de osificación durante la etapa de crecimiento en la niñez, conocida como **raquitismo.** Sin duda, básicamente el raquitismo se debe a la deficiencia de vitamina D.

Asimismo, las caries dentales tampoco obedecen primordialmente a una baja ingestión de calcio, sino que se deben a múltiples factores ambientales como la higiene oral, la carencia de flúor y la genética (factores hereditarios) que parecen ser independientes a la ingestión de calcio entre los límites de los requerimientos fisiológicos y los aportes recomendados.

A pesar de ciertas incongruencias en la información disponible, **se considera justificable que las recomendaciones dietéticas de calcio para los países en desarrollo donde los niveles de proteína dietética son bajos, sean de alrededor de 400 a 500 mg por día para niños menores de 1 año; de 800 mg/día para niños mayores; de 1,000 mg/día para adultos y adolescentes y de 1,200 y 1,400 mg/día para mujeres embarazadas y madres en período de lactancia** (Cuadro 5). El infante alimentado al seno recibe suficiente cantidad de calcio con la leche materna, siendo éste, además, de una excelente biodisponibilidad intestinal.

A. IMPORTANCIA NUTRICIONAL

Después del calcio, el fósforo es el segundo mineral más abundante en el cuerpo. El contenido de fósforo de un adulto masculino es de aproximadamente 700 g. Alrededor de 85% está en los huesos y dientes como **fosfato de calcio** y el restante está en las células y líquidos extracelulares.

El fósforo cumple una **función estructural en relación con el sistema óseo** y está involucrado en gran número de funciones celulares, principalmente como **fosfolípidos a nivel de la membrana, donde juega un papel regulador de la permeabilidad celular.** Este mineral, **es un constituyente de los compuestos que almacenan altas cantidades de energía metabólica (ATP) y por lo tanto, es esencial para la transferencia de dicha energía y su utilización en el funcionamiento celular.** Además, las formas activas de muchas vitaminas y varios intermediarios del metabolismo de los carbohidratos requieren fósforo para realizar su función.

B. FUENTES ALIMENTARIAS Y FACTORES QUE INTERVIENEN EN SU ABSORCIÓN

El fósforo de los alimentos es más biodisponible que el calcio en el intestino, ya que con una ingestión normal, se absorbe cerca de 60-70%. Una excepción es el **ácido fítico**, un fosfato orgánico presente en los cereales y semillas, que no sólo no se absorbe como tal, sino que también interfiere en la absorción del fósforo, calcio, hierro y de otros microelementos de la dieta.

El fósforo se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, y son buenas fuentes alimentarias la leche y sus derivados, las carnes, las aves de corral, el pescado, los cereales y las leguminosas.

Un factor muy importante en la eficiencia de absorción del fósforo es el nivel de vitamina D en el organismo, ya que la deficiencia de esta vitamina reduce la absorción conjunta del fósforo y del calcio.

C. RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES GENERALES

En las dietas ordinarias el consumo de fósforo iguala o aún excede al de calcio. Es por esto que nunca ha constituido un problema dietético y se ha dicho como regla empírica "cuide del calcio y el fósforo se cuidará solo".

Para los primeros meses de vida, se requiere una relación de calcio y fósforo Ca/P de 1.5:1 en las fórmulas modificadas para alimentación infantil. La leche materna provee al lactante una adecuada cantidad de fósforo en una relación natural Ca/P de 2:1. La razón requerida decrece hasta llegar a 1:1 al final del primer año de vida. Para niños mayores de 1 año se recomienda una ingestión de fósforo igual a la del calcio (razón Ca/P = 1:1).

Durante el embarazo y la lactancia, las recomendaciones de fósforo se incrementan en las cantidades adicionales de 150 y 300 mg/día, respectivamente. En el Cuadro 4 se incluyen los valores recomendados de fósforo por grupo de edad y estado fisiológico.

A causa de su amplia distribución en la mayoría de alimentos, es improbable que se presenten deficiencias dietéticas de fósforo en poblaciones humanas; sin embargo, **sí puede ocurrir reducción del fósforo corporal como resultado de un tratamiento prolongado con antiácidos no absorbibles, los que forman fosfatos insolubles, como por ejemplo, el hidróxido de magnesio.**

A. IMPORTANCIA NUTRICIONAL

El magnesio es un elemento que comparte ciertas propiedades con el calcio en relación con su absorción y almacenamiento en los huesos. Por otra parte, tiene similitud con el potasio en cuanto a que **es un constituyente funcional intracelular importante**, y con el sodio, por la facilidad de su control renal.

El contenido de magnesio en el cuerpo de un hombre de 70 kg es de aproximadamente 20 a 28 g, de los cuales alrededor de 55% se halla en los huesos y 27% en los músculos. Aproximadamente 9% del total del contenido corporal es extracelular y el resto está localizado intracelularmente en los otros tejidos del organismo.

El magnesio **es constituyente de muchas coenzimas** y desempeña una función esencial en prácticamente todas las vías metabólicas de mayor importancia. **Participa en varios procesos de la utilización y almacenamiento de los carbohidratos, de las grasas y de las proteínas.** Además, **participa en la síntesis de proteínas, en el mantenimiento de la integridad funcional de las membranas celulares, en la transmisión del impulso nervioso, y en el mantenimiento de la actividad neuromuscular.**

B. FUENTES ALIMENTARIAS Y FACTORES QUE INTERVIENEN EN SU ABSORCIÓN

El magnesio está ampliamente distribuido en los alimentos. Forma parte de la clorofila de las plantas verdes y se encuentra así mismo en la cocoa, nueces, leguminosas, granos integrales, carne, leche y mariscos. En vista de su amplia distribución, no se considera necesario incluir datos sobre el contenido de magnesio en alimentos específicos, debido a que en general, no parecen existir problemas de deficiencia de magnesio. Esto se discute más adelante en el inciso D.

El magnesio se absorbe principalmente en el intestino delgado. Cuando se consume una dieta que contiene cantidades normales, se absorbe alrededor de 45%, en tanto que con una restricción dietética severa, los porcentajes de absorción pueden elevarse hasta 75%. Una cantidad substancial es secretada dentro del intestino por la vía biliar y el jugo pancreático. En individuos normales la mayoría de este magnesio secretado se reabsorbe.

Existen algunos factores que reducen su absorción normal, como:

- Ingestiones muy elevadas de calcio, ya que esto compite con el magnesio por su mecanismo de absorción;
- Un tiempo de tránsito intestinal muy corto (como en la diarrea, o por concentración muy alta de agua en el lumen intestinal).

Cuando el aporte de magnesio es severamente restringido, el organismo responde, disminuyendo rápidamente su excreción, como mecanismo de conservación.

C. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES

Con base en el contenido promedio de magnesio en la dieta norteamericana, el Consejo Nacional de Investigación (NRC) ha estimado que los requerimientos varían de 200 a 300 mg/día. En el Cuadro 4 se presentan las recomendaciones establecidas por el INCAP, definiendo las recomendaciones de magnesio **para el hombre y la mujer adultos en: 310 y 240 mg/día,** respectivamente. Para los **adolescentes varones y mujeres aumentan a 340 y 290 mg/día,** respectivamente.

Los requerimientos durante el embarazo y la lactancia han recibido poca atención. Sin embargo, se considera que una cantidad adicional de 40 y 75 mg/día son recomendables para las mujeres durante esos estados fisiológicos. La leche materna provee al lactante de 0-6 meses entre 40-50 mg diarios. Entre 6 meses y un año se recomiendan 70 mg/día. A partir de un año, las cifras aumentan gradualmente de 75 mg hasta alcanzar un nivel de 220 mg diarios en la prepubertad.

D. DEFICIENCIA Y CONSIDERACIONES GENERALES

Su deficiencia con manifestaciones clínicas es rara en humanos, debido más que todo a su amplia distribución en los alimentos animales y vegetales consumidos por la mayoría de la población. Sin embargo, **una deficiencia de magnesio puede ocurrir en individuos que presentan algunas patologías tales como malabsorción severa, alcoholismo crónico, desnutrición severa, episodios frecuentes de vómitos o suministro prolongado de soluciones parenterales (sueros) libres de magnesio, y administración excesiva y crónica de diuréticos.**

La deficiencia aguda conduce a la disminución de magnesio, calcio y potasio en el plasma sanguíneo, con aparición de **síntomas neurológicos, anorexia, naúseas y apatía.**

A. IMPORTANCIA NUTRICIONAL

El yodo es un elemento esencial que debe ser proveido por la dieta en cantidades suficientes **para la producción de dos hormonas, la tiroxina y la triyodotironina.** El yodo ingerido y absorbido es llevado a la glándula tiroides donde se incorpora a residuos del aminoácido tirosina de una proteína específica la cual sirve como precursor de las hormonas mencionadas. Éstas son secretadas por la tiroides a la circulación, para ser distribuidas a todos los tejidos donde ejercen **su función primaria en la regulación del metabolismo basal.** Parte del yodo liberado de la degradación de las hormonas se reutiliza, y parte se pierde principalmente en la orina.

B. FUENTES ALIMENTARIAS

Las cantidades de yodo en los alimentos son muy variables y reflejan el contenido del elemento en los suelos en que las plantas son cultivadas o donde los animales pastan. Las sales de yodo en los suelos son muy solubles, y por la eroción que las lluvias producen las han eliminado de muchas áreas geográficas, especialmente en zonas montañosas y laderas inclinadas. En estas regiones el aporte natural de yodo es marcadamente insuficiente tanto para nutrición animal como humana.

Las poblaciones que viven en las proximidades del mar gozan generalmente de una amplia disponibilidad de yodo en vista de que éste es muy abundante en los alimentos marinos (mariscos y algunas algas comestibles recogidas del océano). Aun la brisa marina que humedece el aire en estas regiones costeras contribuye en cierto grado al aporte de yodo a través de los pulmones y las mucosas.

Se ha identificado la presencia de **substancias bociogénicas** en ciertos alimentos, como algunas variedades de repollo, las que causaron problemas en el ganado que las consumían como forraje en altas cantidades, como fue el caso en Australia. La evidencia no indica que estos factores bociógenos tengan importancia en el hombre, excepto quizás, cuando el aporte de yodo está muy por debajo del requerimiento.

C. DEFICIENCIA

Un deficiente aporte de yodo resulta en una hipertrofia e hiperplasia de la glándula tiroides, condición clínica conocida como bocio endémico. La glándula aumenta su masa en un esfuerzo por compensar el déficit de yodo y producir suficientes cantidades de las hormonas. Por regla general, se logra esta compensación, de tal forma que las personas con bocio alcanzan niveles de hormonas circulantes normales, aun con una ingestión reducida (personas normotiroideas).

El bocio es reversible al incrementar la ingestión de yodo cuando la hipertrofia no ha llegado a su grado más avanzado. Cuando la hipertrofia es extrema, la glándula se torna fibrosa y puede llegar a pesar hasta 400 gramos o más. Además del efecto antiestético estos grandes

bocios pueden obstaculizar parcialmente la deglución y la respiración por presión sobre la faringe y la laringe.

D. CONSIDERACIONES GENERALES

Desde el punto de vista de salud pública **el embarazo representa un riesgo particularmente crítico en zonas bociógenas.** Debido a que este estado fisiológico conlleva un incremento significativo del requerimiento nutricional de yodo, el equilibrio se rompe, y la glándula ya no es capaz de compensar el déficit dietético, produciéndose en la embarazada una deficiencia real por insuficiente producción de hormonas tiroideas. Esta situación tiene serios efectos sobre el desarrollo del feto y en casos severos, es causa de retraso físico y mental irreversible en el infante, conocido como **cretinismo**.

Un análisis de la OPS en 1988 reveló dramáticamente que conforme aumenta el bocio endémico se reduce el cociente de inteligencia (IQ) del niño hasta en 20% o más cuando la prevalencia de bocio alcanza 40 a 60% en la población general. Al mismo tiempo el porcentaje de infantes con cretinismo comienza a subir rápidamente. La carga humana, económica y social de esta tara es incalculable.

Dados estos problemas de salud, la necesidad de ingestiones adecuadas de yodo es imperativa. **La demanda fisiológica del adulto y del adolescente de ambos sexos se satisface con aportes de 150 mcg diarios,** nivel que toma en cuenta la posibilidad de la presencia de factores bociógenos en algunos alimentos, los cuales podrían interferir en cierto grado con la producción y secreción de las hormonas por la tiroides.

Aportes adicionales de 25 y 50 mcg durante el embarazo y la lactancia cubren las demandas del feto y suplen el yodo secretado en la leche. El infante amamantado al seno recibe al menos 30 mcg diarios, nivel que es la base de la recomendación para infantes entre 0 y 6 meses y, por extrapolación, se han calculado las cifras para niños de los diferentes grupos de edad entre la infancia y la adolescencia (el Cuadro 4 refiere las recomendaciones de yodo según grupos de edad).

El enfoque aceptado para controlar y aun erradicar la deficiencia de yodo y sus consecuencias es la **yodación de la sal común** que consiste en el agregado de yoduro o yodato de potasio a nivel de planta industrial. Esta intervención ha probado ser muy factible en muchos países, y cuando se ha llevado a cabo eficientemente, su impacto ha sido plenamente demostrado. En Guatemala, por ejemplo, se aplicó una tecnología sencilla desarrolladada en el INCAP. El programa de yodación se implementó a nivel nacional con carácter obligatorio, con el cual se redujo la prevalencia de bocio de un promedio de alrededor de 45% a menos de 4% en la mayoría de las regiones ecológicas del país. Experiencias similares han sido implementadas en el resto del área centroamericana.

Los niveles de yodación recomendados dependen del consumo de sal de la población objetivo y dentro de los parámetros de las recomendaciones diarias para todos los grupos de edad. En la mayoría de los programas oscila entre 1 parte de yodo por 10,000 partes de sal a 1 parte de yodo por 50,000 partes de sal.

En países o regiones donde la yodación **universal** ha probado ser poco factible se han usado, aunque con menor éxito, otras opciones, tales como inyecciones intramusculares periódicas de una dosis alta de yodo en aceite cada 3 a 4 años, o la distribución de pastillas de yoduro de sodio o de potasio a los grupos más vulnerables.

A. IMPORTANCIA NUTRICIONAL

El flúor es un elemento constituyente de todas las dietas naturales, pues está presente, aunque en ocasiones en pequeñas cantidades, en prácticamente todos los suelos, fuentes de agua, plantas y animales. Estudios experimentales en animales con dietas muy restringidas en flúor, han sugerido que éste juega un papel importante en el crecimiento. Sin embargo, se desconoce el efecto de este mecanismo y, además, no existe ninguna evidencia de que tenga significación en nutrición humana.

La principal acción del flúor en el organismo humano se concentra en la composición de los huesos y el esmalte de los dientes, tejidos donde se deposita **fluorofosfatos.** En los dientes, el flúor ingerido en forma de fluoruro se incorpora en la estructura cristalina de la hidroxiapatita, que es un tipo de fosfato de calcio, convirtiéndola en fluorohidroxiapatita que tiene una estructura cristalina más dura y le confiere al esmalte una mayor resistencia a la caries dental. Este efecto protector se observa principalmente cuando el flúor **actúa durante la formación de los dientes (fase preeruptiva).** Además el fluoruro actúa **como inhibidor del crecimiento de las bacterias cariogénicas en la cavidad bucal,** especialmente cuando se aplica en forma tópica (pastas dentífricas o enjuagatorios).

Hay evidencia de que la administración de fluoruros, tópica o ingerida, también actúa **contra la enfermedad periodontal (piorrea).** En el individuo de edad avanzada, una ingestión adecuada de fluór parece retardar o prevenir el desarrollo de la osteoporosis, síndrome que se caracteriza por desmineralización de la matriz de los huesos.

B. FUENTES ALIMENTARIAS

La disponibilidad del flúor varía mucho en diferentes localidades geográficas, ya que su contenido en los alimentos cultivados y en el agua potable dependen de la riqueza de este elemento en los suelos. Mientras hay regiones con suficiente flúor y aún ligeros excesos, hay otras con niveles muy bajos. **El agua potable es la fuente por excelencia.** Si la concentración natural de fluoruro en ésta es al menos 1 mg/litro, la población obtendrá suficiente flúor para asegurarse su efecto protector contra la caries.

C. FLUORURACIÓN

Si el nivel de fluoruración se juzga insuficiente, está indicado el agregado de flúor en forma de fluoruro. Existe tecnología sencilla y económica para la fluoruración de la fuente de agua potable y hay concenso en que esta medida debe aplicarse para subir la concentración a 1 mg/litro en poblaciones con un consumo normal de agua. En climas muy cálidos donde el consumo de agua es significativamente mayor, el nivel de fluoruración debe reducirse proporcionalmente.

El efecto beneficioso de la fluoruración ha sido plenamente confirmado en muchos estudios comunitarios, mostrando reducciones en la prevalencia de caries dental en niños de 3 a 5 años hasta de 65 a 50%, y un poco menores, en edades posteriores.

D. CONSIDERACIONES GENERALES

En áreas donde el contenido de fluoruro en el agua es de más de 2 mg/litro se ha descrito una alteración en el esmalte de los niños llamada **diente moteado**, caracterizada por pigmentación parda del esmalte. Estos dientes tienen una clara resistencia a caries. La pigmentación tiene solamente objeciones cosméticas que pueden afectar la aceptación del programa de fluoruración con niveles de esa magnitud, pero aún así, no hay evidencia de toxicidad.

Aportes muy por encima de los niveles recomendados (20 a 80 mg/día) mantenidos por varios años, sí producen síntomas de **toxicidad crónica o fluorosis** con alteraciones de los huesos y las articulaciones.

A. ZINC

El zinc es un elemento esencial para el hombre y todas las especies animales. Es un **componente de muchas enzimas que catalizan múltiples procesos metabólicos.** Parece también ser **esencial en la síntesis de proteína y del material genético** y está **asociado con la movilización y transporte de la vitamina A.**

La carne, el pescado y los mariscos son muy buenas fuentes en la dieta. Los alimentos vegetales también contienen zinc pero éste es menos absorbible que el de origen animal. El zinc en la leche humana es muy bien absorbido por el lactante.

Observaciones experimentales en el hombre y datos sobre el contenido y biodisponibilidad del zinc de dietas mixtas en los Estados Unidos han permitido estimar los aportes dietéticos considerados adecuados. **A los adultos de ambos sexos se les asigna una recomendación entre 14-18 mg/día,** con un aporte adicional de 5 mg durante el embarazo y 10 mg durante la lactancia. Estos aportes adicionales responden a las necesidades del feto y aseguran un contenido de zinc adecuado en la leche materna. La cifra **para el niño de 6 meses a 1 año es 5 mg diarios, elevándose a 10 mg hasta antes de la pubertad. El aporte recomendado para los adolescentes de ambos sexos es de 14 mg por día.**

Se asume que con dietas predominantemente de origen vegetal estas recomendaciones son un poco más altas. En el Cuadro 4 se detalla esta diferencia, especificando las recomendaciones de zinc para dos tipos de dietas (1. dieta con abundantes alimentos de origen animal, y 2. dieta con predominio de alimentos vegetales).

Se han descrito casos de deficiencia con alteraciones clínicas, pero solamente asociados con condiciones patológicas y no atribuibles a la dieta. Una excepción son algunos países del norte de África y el cercano Oriente en donde se han descrito frecuentes **casos de deficiencia severa de origen dietético con signos clínicos de hipogonadismo y enanismo en hombres jóvenes y adolescentes.** En otras áreas del mundo existe la sospecha de que las ingestiones pueden ser marginales pero su significación nutricional aún espera confirmación.

B. COBRE

El cobre es un nutrimento esencial para el hombre y todas las especies de vertebrados. **Se ha identificado un gran número de proteínas y enzimas que contienen cobre funcional en su estructura; algunas de éstas son esenciales para la utilización del hierro.**

La deficiencia de cobre en animales experimentales resulta en una serie de anomalías que incluyen, anemia, defectos esqueléticos, desmielinización de las terminaciones nerviosas, defectos en la pigmentación y estructura del pelo, y trastornos en la función reproductiva.

La deficiencia de cobre es rara en el hombre y sólo se ha descrito como resultado secundario de condiciones patológicas como el sprue tropical, el síndrome nefrótico y la malnutrición proteínico-energética severa.

No han sido reportadas deficiencias de cobre de origen alimentario en poblaciones, incluyendo las de países en desarrollo. Una razón es probablemente que el cobre se encuentra ampliamente distribuido en los alimentos.

Las fuentes más ricas de cobre en la dieta son las ostras, el hígado, el riñón, las nueces y las leguminosas. La margarina de aceite de maíz es también una fuente de consideración.

En algunas circunstancias la contaminación del agua potable, servida por tuberías de cobre puede contribuir significativamente a la ingestión de este mineral.

La leche materna provee suficiente cobre para satisfacer las necesidades de infantes amamantados al seno.

No existen bases científicas suficientes para establecer cifras de requerimientos de cobre con la misma certeza que para otros nutrimentos. Sin embargo, algunos grupos de expertos han sugerido aportes diarios compatibles con niveles adecuados de cobre en el organismo y ausencia de signo alguno de deficiencia en grupos de población.

El INCAP propone para infantes menores de 1 año 0.2 - 0.4 mg/día, niños hasta la prepubertad 0.7 - 0.8 mg/día, y para adolescentes y adultos de ambos sexos hasta 1.2 mg/día, incluyendo a las mujeres embarazadas. Para las madres en período de lactancia, refiere una cantidad adicional de 0.3 mg/día.

C. SELENIO

Aportes de selenio dentro de los límites mencionados pueden ser fácilmente alcanzados con una gran variedad de dietas. Los pescados y mariscos de agua salada, el hígado y el riñón son fuentes ricas, siguiéndole las carnes que también son fuentes muy confiables. El contenido de selenio en cereales y leguminosas varía dependiendo de la concentración de este elemento en los suelos donde se cultiva. Por último, las verduras y las frutas contribuyen con moderadas cantidades.

El papel esencial del selenio ha sido demostrado experimentalmente. La función vital más importante y mejor estudiada es la que desempeña como parte **de una enzima (peroxidasa del glutation) que protege a los componentes fundamentales de las células contra el daño que pueden causarle concentraciones excesivas de factores externos.** En este proceso metabólico el selenio funciona acoplado a la vitamina E que es otro factor antioxidante intracelular poderoso. La deficiencia de cualquiera de los dos interfiere con el rol protector del otro.

Hasta el presente, no se han descrito en el humano anormalidades atribuibles a deficiencia de selenio en las dietas. Es por consiguiente difícil definir con certeza cifras de requerimientos. Sin embargo, por extrapolación de estudios en animales, y algunos estudios de balance en sujetos humanos, se han podido estimar límites mínimos y máximos de ingestión dentro de los cuales los aportes de selenio se consideran adecuados y aseguran contra cualquier riesgo de deficiencia o toxicidad.

Para adolescentes y adultos de ambos sexos las recomendaciones de selenio son de 45 a 70 mcg por día. Se sugieren cantidades adicionales de 5 y 15 mcg/día durante el embarazo y la lactancia, respectivamente. Los aportes para infantes menores de un año se han fijado entre 10 y 12 mcg diarios, y los aportes máximos para niños en edades intermedias pueden ser hasta 40 mcg diarios (Cuadro 4).

D. CROMO

El cromo es un elemento nutricional esencial que debe ser proveido por la dieta. **Éste es necesario para el mantenimiento del metabolismo normal de la glucosa**, probablemente **actuando como cofactor de la insulina.** Esta función del cromo ha sido plenamente demostrada en animales experimentales y confirmada en sujetos humanos que probablemente tenían dietas marginales de este nutrimento. Todos estos casos eran de mujeres embarazadas, personas de edad avanzada o pacientes con malnutrición proteínico-energética.

La absorción del cromo de dietas mixtas sobrepasa 70%. **Un aporte dietético de 200 mcg por día cubre ampliamente las necesidades fisiológicas del adulto, aun con dietas con cromo de la más baja biodisponibilidad intestinal.**

Dietas familiares mixtas y variadas que aporten cromo al adulto en cantidad es de 50 a 200 mcg por día se consideran adecuadas y seguras para satisfacer las necesidades de todos los otros grupos de edad y sexo.

La levadura, el queso, las carnes y los cereales integrales son buenas fuentes de cromo. Los cereales en forma de harina refinada y las hojas verdes son pobres en cromo.

E. MANGANESO

Las nueces y los cereales no refinados son ricas fuentes de manganeso, las verduras y las frutas contienen cantidades moderadas, mientras que las carnes y los alimentos marinos tienen bajas concentraciones.

El manganeso forma **parte esencial de muchas enzimas que participan en el metabolismo energético y proteínico**, así como en la **formación de los mucopolisacáridos.**

No existe ninguna evidencia de deficiencia de manganeso en poblaciones humanas, posiblemente por sus requerimientos muy bajos y su extensa distribución en los alimentos.

En animales se ha observado que los síntomas de deficiencia incluyen **alteraciones en el proceso de reproducción, retardo en el crecimiento, malformaciones congénitas, formación anormal de cartílago y hueso, y una baja tolerancia a la glucosa.**

No hay suficientes bases para establecer recomendaciones de aporte dietéticos diarios. El NRC sugiere límites entre los cuales considera que las ingestiones son adecuadas; **para los adultos se proponen cifras de 2.5 a 5 mg/día.**

CUADRO 4

RECOMENDACIONES DIETETICAS DIARIAS DE MINERALES

Edad	Fe[a] A mg	Fe[a] B mg	Ca mg	P mg	Mg mg	I mcg	F mg	Zn[a] A mg	Zn[a] B mg	Cu mg	Se mcg
NIÑOS											
meses:											
0 - 2.9	[b]	[b]	500[c]	300[c]	30	40	0.3	2[c]	3	0.2	10
3 - 5.7	[c]	10	500[c]	300[c]	45	40	0.3	3[c]	5	0.3	10
6 - 11.9	10	10	500	300	60	50	0.5	4	6	0.3	12
años:											
1 - 2.9	7	10	400	300	75	65	1.0	5	8	0.4	15
3 - 6.9	7	10	500	400	110	85	1.5	7	10	0.6	20
7 - 9.9	8	12	800	600	160	120	2.0	7	10	0.7	30
HOMBRES											
10 - 11.9	8	12	1,000	800	200	150	2.0	9	14	0.8	35
12 - 13.9	12	18	1,000	800	250	150	2.0	12	18	0.9	45
14 - 17.9	10	15	1,000	800	340	150	2.0	12	18	1.0	60
18 - 64.9	8	11	1,000	800	310	150	3.0	12	18	1.2	70
			800[d]	600[d]							
65 +	8	11	800	600	300	150	3.0	12	18	1.2	70
MUJERES											
10 - 11.9	8	12	1,000	800	220	150	2.0	9	14	0.8	40
12 - 13.9	13	20	1,000	800	260	150	2.0	9	14	0.9	45
14 - 17.9	15	22	1,000	800	290	150	2.0	9	14	1.0	55
18 - 64.9	16	24	1,000	800	240	150	3.0	9	14	1.2	60
	6[e]	9[e]	800[d]	600[d]							
65 +	6	9	800	600	250	150	3.0	9	14	1.2	60
CANTIDADES ADICIONALES DURANTE:											
EMBARAZO	[f]	[f]	200	150	40	25	--	3	5	- 0.3	5
LACTANCIA	3[g]	4[g]	400	300	75	50	--	6	9		15

1: Dieta con abundantes alimentos de origen animal. 2: Dieta con predominio de alimentos vegetales.

Necesidades de hierro son satisfechas por la disminución fisiológica de hemoglobina y la movilización de reservas corporales de hierro.

RDD para niños alimentados exclusiva o primordialmente al pecho: 300 mg Ca, 125 mg P, 4.5 Fe, 1.3 mg Zn

Hasta 25 años: 1,000 mg Ca y 800 mg P/día. Después de 25 años: 800 mg Ca y 600 mg P/día.

RDD para mujeres que no menstrúan (e.g., después de la menopausia o histerectomía): 6 mg/día con dieta 1 y 9 mg/día con dieta 2.

Durante los últimos 2 trimestres del embarazo es necesario administrar folatos y hierro suplementarios en dósis farmacológicas. Con algunas dietas también es necesario durante la lactancia.

Equivalente a 9 ó 13 mg Fe/día con dieta 1 ó 2 para mujeres en período de lactancia amenorreicas y a 19 ó 28 mg Fe/día para mujeres que están menstruando.

Fuente: Torún, B., M.T. Menchú y L. G. Elías. *Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP*. Guatemala, INCAP/OPS, 1994.

XII. EJERCICIOS INTRATEXTO

Ejercicio No. 1

- Elabore el contenido básico de una cuña radial sobre la importancia de evitar el consumo excesivo de sal común (por su alto contenido de sodio) para evitar riesgos a la salud.

Ejercicio No. 2

- ¿En qué condiciones patológicas es sumamente importante la regulación y supervisión de la ingestión de agua?

Ejercicio No. 3

- La consecuencia más seria de la diarrea, especialmente en el infante y niño de corta edad es la deshidratación aguda. ¿Qué nutrimentos es urgente reemplazar en el organismo para contrarrestar los efectos a veces mortales de esta condición clínica? Comente sobre la intervención o tratamiento más recomendable en este caso.

Ejercicio No. 4

- A usted le hacen la siguiente consulta:

  Si el potasio es un electrolito tan esencial para el funcionamiento del organismo ¿cómo se explica que su deficiencia en sujetos normales es inexistente aun en los países en desarrollo?

Ejercicio No. 5

- En una reunión de un grupo muldisciplinario de profesionales, surge la pregunta ¿qué alimentos deben sugerirse a las familias para mejorar su nutrición de hierro y prevenir la anemia? Alguien propone recomendar cualquier alimento que de acuerdo con las tablas de composición tenga un contenido substancial de hierro, "ya que el hierro de cualquier alimento sea éste vegetal o animal, es igualmente bueno". Usted le responde dando su opinión y sus sugerencias al respecto.

Ejercicio No. 6

- Haga una comparación entre las ingestiones recomendadas de hierro del hombre de 16 años o más con los de la mujer de 16 años o más, incluyendo los estados fisiológicos embarazo y lactancia, y explique las razones de las diferencias.

Ejercicio No. 7

- Complete el siguiente Cuadro que se está preparando para presentar una charla sobre "Aspectos Nutricionales del Calcio".

Buenas Fuentes de Calcio	Factores que Inhiben la Absorción de Calcio
Origen Animal	
Origen Vegetal	

Ejercicio No. 8

- Redacte un breve párrafo explicando las causas de deficiencia endémica de yodo en muchas regiones del mundo y la intervención más aceptada y efectiva para su control en grupos de población.

Ejercicio No. 9

- Redacte un párrafo explicando la función principal del flúor, el efecto de su deficiente ingestión, y la interveción más efectiva y aceptada para controlarla a nivel de grupos de población.

Ejercicio No. 10

- Complete el siguiente Cuadro que resume información nutricional sobre algunos minerales "traza".

Minerales	Principales Funciones Específicas	Mejores Fuentes	¿Existe deficiencia como problema de salud pública?		
			Sí	No	Dudoso
Zinc					
Cobre					
Selenio					
Cromo					
Manganeso					

Ejercicio No. 11

A usted le envían el siguiente párrafo como parte de un primer borrador de un artículo para su revisión y corrección. Por consiguiente, identifique los posibles errores que encuentre, subráyelos y en el espacio en blanco a la derecha del siguiente Cuadro haga ver en qué consisten.

"El contenido de magnesio del organismo humano es de 20 a 28 g, de los cuales cerca de 27% está en el sistema óseo y 55% en los músculos. Forma parte de muchas coenzimas que participan en casi todo el metabolismo, incluyendo la utilización y almacenamiento de las proteínas, los carbohidratos y las grasas, además de los procesos de síntesis proteínica. Su absorción se lleva a cabo principalmente en el intestino delgado, y entre los varios factores que lo favorecen está la alta ingestión de calcio. El Consejo Nacional de Investigaciones (NRC) estima que los requerimientos del adulto varían de 200 a 300 mg por día. Asimismo, el INCAP recomienda ingestiones diarias de 310 y 240 mg para el hombre y la mujer mayores de 18 años, respectivamente".	

XIII. BIBLIOGRAFÍA
(Lectura Adicional Recomendada)

1. Hershman, J.M., G.A. Melnick y R. Kastner. **Economic Consequences of Endemic Goiter.** Towards the Eradication of Endemic Goiter, Cretinism and Iodine Deficiency. Proceedings of the V Meeting of the PAHO/WHO Technical Group. Washignton, D.C., PAHO/WHO, 1986 (Scientific Publication No. 502).

2. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación para América Latina: Bases para su desarrollo.** (Informe editado por los Drs. J. M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N. S. Scrimshaw). Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988.

3. Whitney, E.N. y F.S. Sizer. **Nutrition. Concepts and Controversies.** St. Paul, Minessota, West Publishing Co., 1988.

4. National Research Council. **Recommended Dietary Allowances.** Washington D.C., National Academy of Sciences, 1988.

5. Organización Panamericana de la Salud/Instituto Internacional de Ciencias de la Vida. **Conocimientos Actuales sobre Nutrición.** 6a. ed. Washington, D.C., Organización Panamericana de la Salud, 1991 (Publicación Científica No. 532).

6. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud. **Necesidades de Vitamina A, Hierro, Folatos y Vitamina B_{12}.** Informe de una Reunión Consultiva Mixta de Expertos. Roma, FAO, 1991 (Estudios FAO de Alimentación y Nutrición No. 23).

7. Torún, B., M.T, Menchú y L. G. Elías. **Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP.** Guatemala INCAP/OPS, 1994.

XIV. RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS Y ACTIVIDADES

Ejercicio No. 1.

- **Elabore el contenido básico de una cuña radial sobre la importancia de evitar el consumo excesivo de sal común (por su alto contenido de sodio) para evitar riesgos a la salud.**

  Cerca de 20-30% de las poblaciones de la subregión manifiestan consumos de sal común (cloruro de sodio) entre 10-15 gramos por día o más con un incremento indeseable de la presión arterial.

Ejercicio No. 2

- **¿En qué condiciones patológicas es sumamente importante la regulación y supervisión de la ingestión de agua?**

  Diarrea, enfermedades con fiebre alta, y pacientes comatosos o por pérdidas excesivas por condiciones ambientales muy extremas.

Ejercicio No. 3

- **La consecuencia más seria de la diarrea, especialmente en el infante y niño de corta edad es la deshidratación aguda. ¿Qué nutrimentos es urgente reemplazar en el organismo para contrarrestar los efectos a veces mortales de esta condición clínica? Comente sobre la intervención o tratamiento más recomendable en este caso.**

  Además de agua, la diarrea aguda resulta en pérdidas anormalmente elevadas de potasio y de sodio, cuyas consecuencias pueden ser muy serias. El reemplazo de estos nutrimentos es urgente. La intervención "universalmente recomendada" es la administración de soluciones o fórmulas de rehidratación oral que contienen, además de los elementos esenciales mencionados, cierta cantidad de glucosa para facilitar la utilización de los electrolitos y como fuente de energía.

Ejercicio No. 4

- **A usted le hacen la siguiente consulta:**

  Si el potasio es un electrolito tan esencial para el funcionamiento del organismo ¿Cómo se explica que su deficiencia en sujetos normales es inexistente aun en los países en desarrollo?

  La razón es que el potasio está ampliamente distribuido en los alimentos, particularmente en los de origen vegetal. Las dietas más diversas contienen suficiente potasio para satisfacer los requerimientos nutricionales.

Ejercicio No. 5

- **En una reunión de un grupo muldisciplinario de profesionales surge la pregunta ¿qué alimentos deben sugerirse a las familias para mejorar su nutrición de hierro y prevenir la anemia? Alguien propone recomendar cualquier alimento que de acuerdo con las tablas de composición tenga un contenido substancial de hierro, "ya que el hierro de cualquier alimento sea éste vegetal o animal, es igualmente bueno". Usted le responde dando su opinión y sus sugerencias al respecto.**

  Lo expresado anteriormente no es correcto. Aunque a juzgar solamente por su contenido de hierro, hay alimentos de origen vegetal que aparecen con un significativo contenido de este mineral. Debe recordarse que éste es mucho menos absorbible en el intestino que el hierro hemínico presente en las carnes. Por otra parte, si las familias están consumiendo una dieta esencialmente de origen vegetal, debe recomendarse y promoverse la ingestión de fuentes ricas en vitamina C, ya que cuando ésta se ingiere en los mismos tiempos de comida con hierro de este tipo de alimentos, la absorción se incrementa muy significativamente.

Ejercicio No. 6

- **Haga una comparación entre las ingestiones recomendadas de hierro del hombre de 16 años o más con las de la mujer de 16 años o más, incluyendo los estados fisiológicos, embarazo y lactancia, y explique las razones de las diferencias.**

  La diferencia básica entre los requerimientos de hierro del hombre y de la mujer, es que la mujer durante el período de la vida en que está menstruando, prácticamente duplica sus requerimientos de hierro debido a la pérdida de sangre menstrual. Al cesar la menstruación durante el embarazo, estas pérdidas se suspenden; sin embargo, la demanda de hierro se ve levemente incrementada para satisfacer las necesidades del feto y por el incremento del volumen sanguíneo. Si las reservas de hierro preembarazo no son adecuadas y el hierro de la dieta no es de alta biodisponibilidad, puede ser necesario suplementar la dieta. Durante la lactancia, se necesita hierro adicional para la producción de leche y los requerimientos son aún más altos si la madre está en período de lactancia y menstruando al mismo tiempo.

Ejercicio No. 7

- **Complete el siguiente Cuadro que se está preparando para presentar una charla sobre "Aspectos Nutricionales del Calcio".**

Buenas Fuentes de Calcio	Factores que Inhiben la Absorción de Calcio
Origen Animal ✓ Leche, quesos ✓ Pescados pequeños que se consumen con el esqueleto Origen Vegetal ✓ Tortillas de maíz (cultura maya) ✓ Harinas enriquecidas	✓ Ácido fítico ✓ Ácido oxálico ✓ Exceso de grasas (saturadas)

Ejercicio No. 8

- **Redacte un breve párrafo explicando las causas de deficiencia endémica de yodo en muchas regiones del mundo y la intervención más aceptada y efectiva para su control en grupos de población.**

  La deficiencia de yodo se presenta endémicamente en regiones donde el contenido de este mineral en los suelos es muy pobre, y en donde se consumen principalmente alimentos de plantas cultivadas, y alimentos de animales que pastan en esas localidades, los cuales son también pobres en yodo. Sin duda, la intervención más aceptada es la yodación de la sal común en niveles que oscilan entre 1 parte de yodo por 10,000 partes de sal a 1 parte de yodo por 50,000 partes de sal de acuerdo con el nivel de ingestión de sal y de la severidad de la deficiencia.

Ejercicio No. 9

- **Redacte un párrafo explicando la función principal del flúor, el efecto de su deficiente ingestión, y la interveción más efectiva y aceptada para controlarla a nivel de grupos de población.**

  La función principal del flúor es incorporarse a la hidroxiapatita del esmalte dental, convirtiéndola en fluorohydroxiapatita, confiriéndole al esmalte más dureza y resistencia a las caries. En áreas donde la concentración de fluoruro en el agua potable es muy baja (menos de 1 mg por litro), la población no obtiene suficiente flúor para lograr su efecto protector y las prevalencias de caries son elevadas. En estas situaciones es preciso incrementar el consumo de flúor, y la intervención tecnológica y económicamente más factible es la fluoruración del agua potable para asegurar el nivel de 1 mg por litro cuando el consumo de agua es normal. Cuando el consumo de agua es mucho mayor, por ejemplo, en un clima muy cálido, el nivel debe reducirse proporcionalmente para evitar efectos indeseables de una ingestión excesiva.

Ejercicio No. 10

Complete el siguiente Cuadro que resume información nutricional sobre algunos minerales "traza".

Minerales	Principales Funciones Específicas	Mejores Fuentes	¿Existe Deficiencia como problema de Salud Pública?		
			Sí	No	Dudoso
Zinc	• Múltiples procesos metabólicos • Síntesis de proteínas • Transporte de vitamina A	• Carnes • Pescado • Mariscos • Leche			✓
Cobre	• Utilización del hierro • Componente de muchas enzimas	• Ostras • Hígado y riñón • Nueces • Leguminosas		✓	
Selenio	• Antioxidante celular	• Pescados • Mariscos • Hígado y riñón • Carnes		✓	
Cromo	• Metabolismo de la glucosa (cofactor de la insulina)	• Levadura • Quesos • Carnes • Cereales integrales		✓	
Manganeso	• Metabolismo energético y proteínico	• Nueces • Cereales integrales • Verduras • Frutas		✓	

Ejercicio No. 11

A usted le envían el siguiente párrafo como parte de un primer borrador de un artículo para su revisión y corrección. Por consiguiente, identifique los posibles errores que encuentre, subráyelos y en el espacio en blanco a la derecha del siguiente cuadro haga ver en qué consisten.

"El contenido de magnesio del organismo humano es de 20 a 28 g, de los cuales cerca de 27% está en el sistema óseo y 55% en los músculos. Forma parte de muchas coenzimas que participan en casi todo el metabolismo, incluyendo la utilización y almacenamiento de las grasas, los carbohidratos y los procesos de síntesis proteínica. Su absorción se lleva a cabo principalmente en el intestino delgado y entre los varios factores que la favorecen está la alta ingestión de calcio. El Consejo Nacional de Investigaciones (NRC) estima que los requerimientos del adulto varían de 200 a 300 mg por día. Asimismo, el INCAP recomienda ingestiones diarias de 310 y 240 mg para el hombre y la mujer mayores de 18, años, respectivamente".	✓	lo correcto es "cerca de 55% en el sistema óseo y 27% en los músculos"
	✓	por el contrario, las altas ingestiones de calcio inhiben la absorción de magnesio.

A. INSTRUCCIONES

1. A continuación se presentan tres series de preguntas: selección múltiple, complementación y pareamiento. Contestélas en forma concisa en la hoja de respuestas (inciso C).

2. La autoevaluación consta de 40 preguntas, a las que corresponde un total de 54 respuestas, cada una con un valor de 5 puntos. Se calificará el porcentaje de eficiencia del estudiante en relación con un puntaje máximo de 270.

3. Llene la etiqueta de envío para la próxima Unidad, con sus datos personales, adjuntándola en el espacio destinado en el inciso D. Favor de no desprender la etiqueta del papel parafinado.

4. Envíe la hoja de respuestas de su autoevaluación debidamente completa, al encargado del Curso en el INCAP, en la fecha indicada.

B. PREGUNTAS

SELECCIÓN MÚLTIPLE (18 ítems)

Marque las respuestas correctas. Cada pregunta puede tener más de una respuesta. Luego llene la Hoja de Respuestas.

1. El contenido de agua de un adulto de sexo masculino oscila entre los siguientes porcentajes:

a. 50-55
b. 40-50
c. 70-80
d. 55-65

2. La principal vía de excreción de los productos de desecho que transporta el agua es:

a. sudor
b. orina
c. heces
d. respiración

3. Es (son) característica (s) del potasio:

a. Predominantemente intracelular
b. Ingestiones elevadas resultan en hipertensión arterial
c. Deficiencia diética es muy generalizada
d. Factor crítico para la excitabilidad muscular

4. Los alimentos que tienen mejor hierro absorbible son:

a. leguminosas de grano
b. espinaca
c. leche
d. carnes rojas

5. La deficiencia de hierro en el humano conduce a una enfermedad llamada:

a. anemia perniciosa
b. anemia microcítica hipocrómica
c. anemia megaloblástica
d. anemia macrocítica

6. Las recomendaciones de hierro son mayores en las mujeres de edad reproductiva que en el hombre a causa de su (el):

a. mayor gasto metabólico
b. desarrollo precoz
c. proceso menstrual
d. mayor volumen sanguíneo

7. Los factores o compuestos que estimulan una mejor absorción intestinal del hierro son la (el):

a. presencia de hierro no hemínico en dietas mixtas
b. presencia de fitatos y tanatos
c. consumo de ácido ascórbico
d. reservas bajas de hierro en el hígado

8. La fuente de mejor biodisponibilidad de calcio es la (el) (las):

a. espinaca
b. pescado
c. hojas de rábano
d. leche

9. Son funciones del calcio:

a. facilitar la coagulación sanguínea
b. regular la función renal
c. calcificación de huesos
d. integridad de los epitelios

10. La razón de calcio:fósforo recomendada en la dieta para sujetos mayores de 1 año es:

a. 10:1
b. 1:2
c. 1:1
d. 1.5:1

11. Entre los factores que reducen la absorción intestinal del magnesio se encuentran:

a. la simultánea ingestión de polisacáridos
b. la diarrea
c. ingestión simultánea muy elevada de calcio
d. dietas pobres en grasa

12. La deficiencia de yodo durante el embarazo produce el siguiente efecto:

a. incremento en la secreción de hormonas tiroideas
b. la glándula tiroides no compensa el déficit diétetico de yodo
c. la embarazada se adapta a la situción
d. no sucede ningún cambio

13. La deficiencia de yodo se manifiesta clínicamente como:

a. hipogonadismo
b. bocio endémico
c. enanismo
d. cretinismo infantil

14. Una estrategia que ha dado los mejores resultados para combatir y erradicar la deficiencia endémica de yodo es:

a. la administración de tabletas de yodato de potasio
b. el uso de multivitaminas con minerales
c. la yodación de la sal común
d. el consumo de algas marinas

15. Una ingestión de agua con más de 2 mg de fluoruro por litro resulta en:

a. enfermedad periodontal
b. dientes moteados
c. descalcificación ósea
d. interferencia con la utilización del yodo

16. Dietas deficientes en selenio son:

a. muy comunes en los países nórdicos
b. se observan sólo en países en desarrollo
c. no se han descrito nunca en poblaciones humanas
d. son frecuentes sólo en África

17. En la deficiencia severa de zinc se presenta:

a. caries dentales y gingivitis
b. hipertiroidismo
c. hipogonadismo
d. retardo en el crecimiento (enanismo)

18. La deficiencia de cobre es poco frecuente y sólo se presenta asociada a ciertas condiciones patológicas como:

a. el beriberi
b. el sprue tropical
c. la malnutrición proteínico-energética severa
d. la obesidad

COMPLEMENTACIÓN (12 ítems)

Llene los espacios en blanco con las respuestas correctas. No olvide completar luego su Hoja de Resultados.

1. El requerimiento de agua del organismo se satisface de tres fuentes: _____, _____ y _____.

2. La ingestión diaria de cloruro de sodio entre 10 y 15 g aumenta el riesgo de _____ en 20 a 30% de individuos adultos.

3. El hierro mejor absorbido es el hierro_____ presente en alimentos de origen animal.

4. La infestación con uncinaria incrementa las pérdidas intestinales de _____ _.

5. En las regiones de influencia de la cultura Maya, una fuente muy rica de calcio es _____ _____.

6. El estado nutricional de vitamina ____ es factor determinante de la eficiencia de absorción del fósforo.

7. Las recomendaciones diarias de magnesio referidas por el INCAP son de _____ y ____ mg para el hombre y la mujer adultos, respectivamente.

8. El enfoque más factible para prevenir y corregir la deficiencia de yodo en muchas poblaciones es _____.

9. La prevalencia de caries dental se reduce significativamente cuando el mineral _____ _____ se administra durante la fase de formación de _____.

10. El cromo es esencial para el metabolismo normal de la _____ probablemente actuando como cofactor de la hormona _____.

11. El nivel de yodación de la sal depende de la severidad de la deficiencia y del consumo de sal. Este nivel usualmente cae entre_____.

12. Las nueces y cereales no refinados son fuentes _____ de manganeso. Las carnes y alimentos marinos son fuentes _____ de este mineral.

PAREAMIENTO (10 ítems/12 opciones)

Asigne la letra de la columna II al número correspondiente de la columna I. (Algunas letras podrían no corresponder a ningún número y una misma letra podría corresponder a más de un número).

I		II	
1.	Reservas hepáticas de hierro	a.	Subdesarrollo mental y cretinismo
2.	Fluorohidroxiapatita	b.	Nivel normal de fluoruración
3.	Inhibe la absorción del hierro	c.	Uncinaria y áscaris
4.	Deficiencia de yodo en el embarazo	d.	Nivel excesivo de fluoruración
5.	Tortilla (Maya) de maíz	e.	En primeros meses de vida
6.	Razón Ca/P = 1.5:1	f.	Esmalte dental
7.	1 mg/litro de agua	g.	Ferritina
8.	Hierro hemínico	h.	Muy buena fuente de calcio
9.	Calcio en la leche	i.	Ácido fítico
10.	Altas pérdidas intestinales de hierro	j.	En adolescentes
		k.	Individuos adultos
		l.	Muy buena absorción intestinal

C. HOJA DE AUTOEVALUACIÓN - HOJA DE RESPUESTAS

Nombre: _____

Profesión: _____

No. de Colegiado: _____ Teléfono: _____

Dirección: _____

Selección Múltiple 18 ítems	Complementación 12 ítems	Pareamiento 10 ítems
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18.	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.

D. ETIQUETA DE ENVÍO DE PRÓXIMA UNIDAD

Llene la etiqueta a máquina o con letra clara, incluyendo la siguiente información:

NOMBRE:

DIRECCIÓN:

PROVINCIA/CIUDAD:

PAÍS:

CÓDIGO POSTAL:

Pegue la etiqueta en este espacio, sin desprenderla del papel parafinado.

E. RESPUESTA DE AUTOEVALUACIÓN (HOJA CLAVE)

Selección Múltiple 18 ítems	Complementación 12 ítems	Pareamiento 10 ítems
1. (d)	1. Agua de bebida/agua metabólica y agua contenida en los alimentos	1. (g)
2. (b)	2. Aumento de la presión arterial	2. (f)
3. (a), (d)	3. Hemínico	3. (i)
4 (d)	4. Hierro	4. (a)
5 (b)	5. La tortilla de maíz	5. (h)
6. (c)	6. D	6. (e)
7. (c), (d)	7. 340 y 240	7. (b)
8. (d)	8. Yodación de sal	8. (l)
9. (a), (c)	9. Flúor/Formación de los dientes	9. (l)
10. (c)	10. Glucosa/Insulina	10. (c)
11. (b), (c)	11. 1:10,000; 1:50,000	
12. (b)	12. Ricas/Pobres	
13. (b), (d)		
14. (c)		
15. (b)		
16. (c)		
17. (c), (d)		
18. (b), (c)		