

**9º Congreso Argentino de Lactancia Materna**  
**Sociedad Argentina de Pediatría**  
**Hotel Panamericano. Buenos Aires. Argentina**  
**25-27 de abril de 2018**

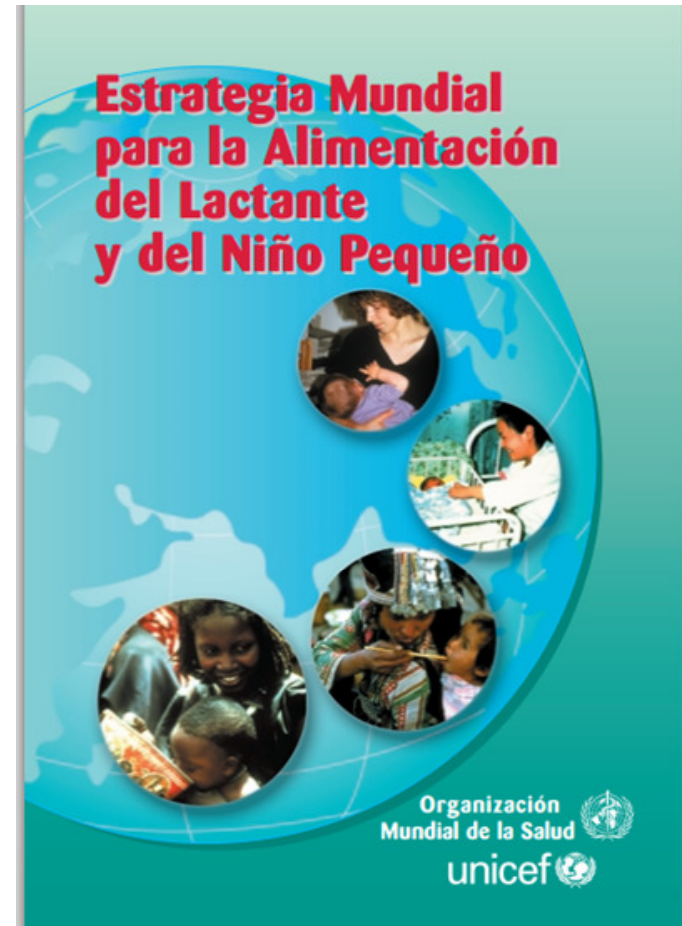
**“Medición del volumen de leche materna  
por medio del deuterio”**

**Dra. Anabel Pallaro**  
**Profesora Titular. Cátedra de Nutrición**  
**[apallaro@ffyb.uba.ar](mailto:apallaro@ffyb.uba.ar)**

# Alimentación del lactante y del niño pequeño

➤ La OMS recomienda lactancia materna exclusiva durante los primeros seis meses de vida, introducción de alimentos seguros y apropiados para la edad a partir de entonces y mantenimiento de la lactancia materna hasta los 2 años o más.

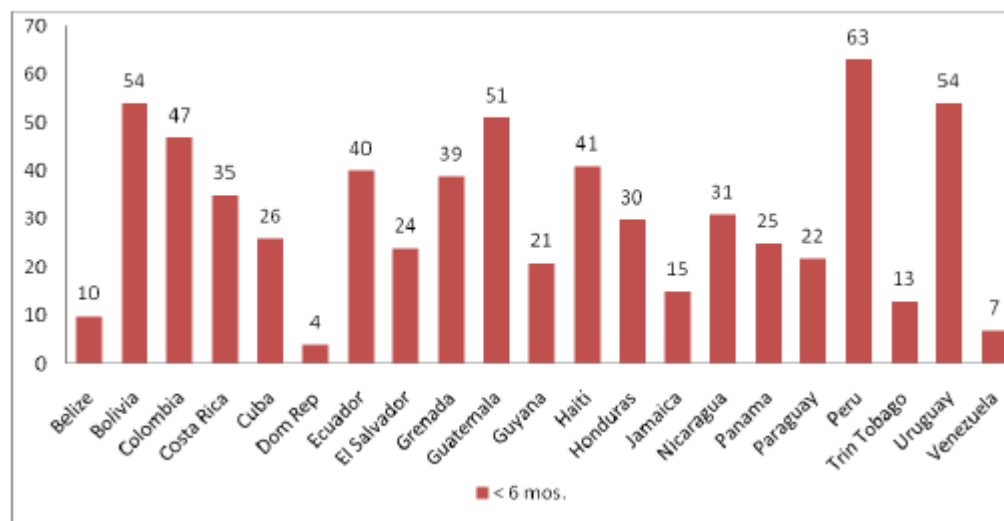
- Crecimiento y desarrollo
- Desarrollo cognitivo
- Desarrollo motor
- Inmunidad
- Programación temprana y protección frente a enfermedades crónicas no transmisibles en el futuro
- Obesidad Materna
- Salud cardiovascular de la madre, Diabetes tipo 2, cáncer de ovario



**A nivel mundial, solo un 40% de los lactantes menores de seis meses reciben leche materna como alimentación exclusiva.**

Datos regionales  
de lactancia  
materna  
exclusiva

LACTANCIA MATERNA EXCLUSIVA HASTA LOS SEIS MESES DE EDAD POR PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE.<sup>4</sup>



Estado Nutricional de la Infancia  
2009, UNICEF

TABLA 2. NUTRICIÓN

Países y zonas	Bajo peso al nacer (%)	Iniciación temprana a la lactancia materna (%)	Lactancia materna exclusiva <6 meses (%)	Incorporación de alimentos sólidos, semisólidos o blandos 6 a 8 meses (%)	Alimentación mínima aceptable (6 a 23 meses, %)	Lactancia materna a los 2 años (%)	Insuficiencia ponderal (%)	Retraso en el crecimiento (%)	Emaciación (%)	Sobrepeso (%)	Suplementos de vitamina A, cobertura completa <sup>a</sup> (%)	Consumo de sal yodada adecuadamente (%)
	2009-2013*	2010-2015*					moderado y grave <sup>a</sup>				2014	2009-2013*
Albania	7	43 x	39 x	78 x	-	31 x	6 x	23 x	9 x	23 x	-	75
Arabia Saudita	9	-	-	-	-	30 x	5 x	9 x	12 x	6 x	-	-
Argentina	7	53	33	93	-	29	2 x	8 x	1 x	10 x	-	-







## Metas Globales de la OMS para 2025

# METAS GLOBALES 2025

*Para mejorar la nutrición materna,  
del lactante y del niño pequeño*

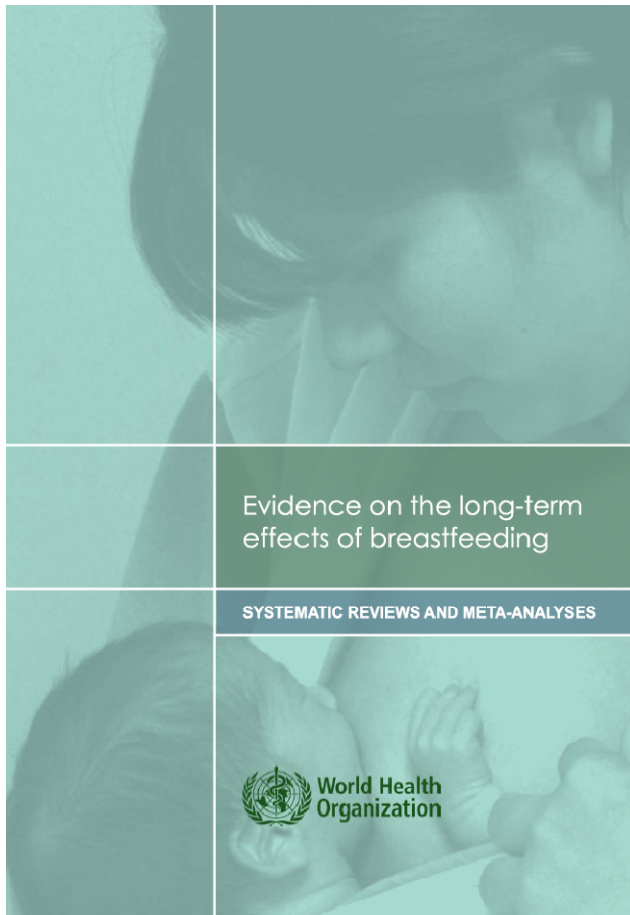
Los Países Miembros de la Organización Mundial de la Salud han endosado metas globales para mejorar la nutrición materna, del lactante y del niño pequeño y están comprometidos con la monitorización de los avances. Las metas son vitales para identificar áreas prioritarias y propiciar los cambios a nivel mundial.



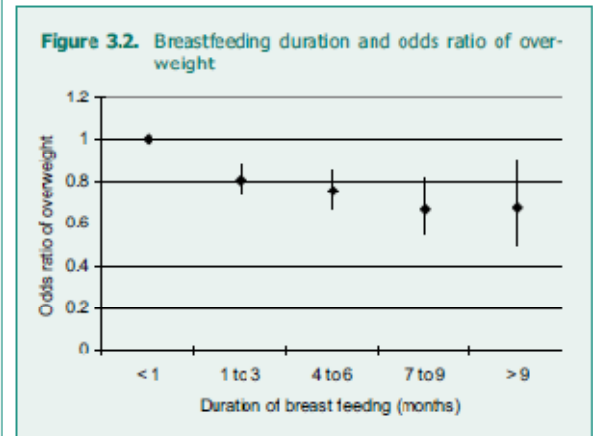
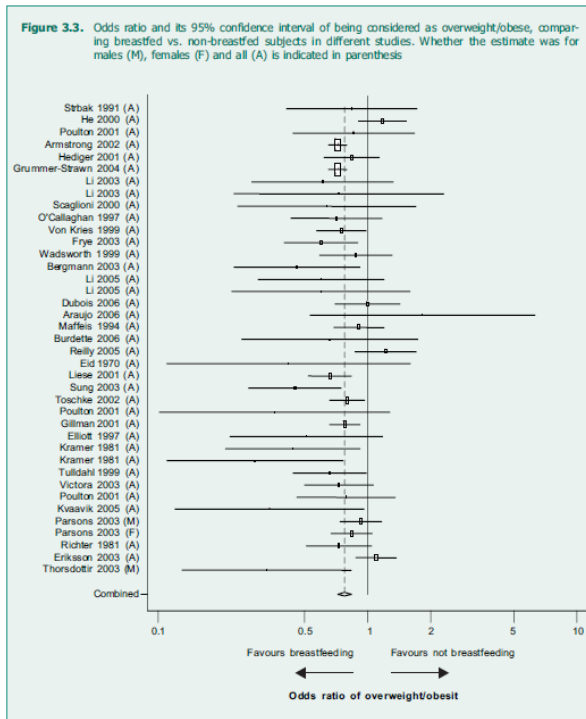
-  REDUCIR 40% EL RETRASO EN EL CRECIMIENTO (TALLA BAJA PARA LA EDAD) EN LOS NIÑOS MENORES DE CINCO AÑOS
-  REDUCIR 50% LA ANEMIA EN MUJERES EN EDAD REPRODUCTIVA
-  REDUCIR 30% EL BAJO PESO AL NACER
-  NO AUMENTO DEL SOBREPESO EN NIÑOS
-  AUMENTAR LA LACTANCIA MATERNA EXCLUSIVA EN LOS PRIMEROS SEIS MESES HASTA AL MENOS 50%
-  REDUCIR Y MANTENER POR DEBAJO DE 5% LA EMACIACIÓN EN NIÑOS

[http://www.who.int/nutrition/topics/nutrition\\_global\\_targets2025/es/](http://www.who.int/nutrition/topics/nutrition_global_targets2025/es/)

Dra. Anabel Pallaro. Cátedra de  
Nutrición, FFYB, UBA



- Efecto de la lactancia materna sobre:
- ✓ Presión arterial
  - ✓ Colesterol plasmático
  - ✓ Sobrepeso y obesidad
  - ✓ Diabetes tipo 2
  - ✓ Rendimiento escolar



Evidence on the long-term effects of breastfeeding : systematic review and meta-analyses / Bernardo L. Horta ... [et al.].

I. Breast feeding. 2. Blood pressure. 3. Diabetes mellitus. 4. Cholesterol. 5. Obesity. I. Horta, Bernardo L. II. World Health Organization.

ISBN 978 92 4 159523 0

(NLM classification: WS I25)

**La importancia de:**

- ✓ **La lactancia materna**
- ✓ **La lactancia materna exclusiva respecto a la lactancia materna predominante o mixta**
- ✓ **La duración de la LME y el método de su evaluación**
- ✓ **El volumen de leche materna ingerido por el lactante**

**Modificar el aporte de nutrientes y factores de crecimiento/moléculas con actividad biológica que recibe el lactante**

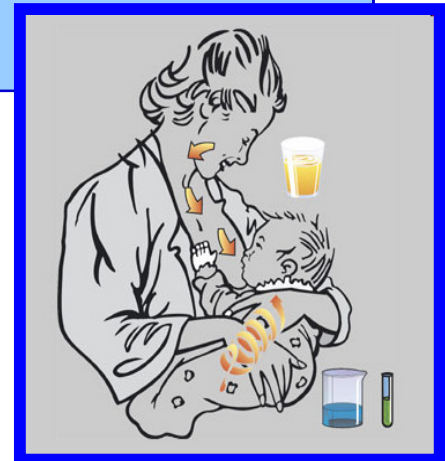
## Metodologías para conocer la lactancia materna exclusiva

- Cuestionarios a las madres sobre prácticas de lactancia y momento de incorporación de alimentos
- Método de dilución isotópica con deuterio de dosis a la madre

## Metodologías para conocer el volumen de leche materna ingerido por el lactante en los primeros meses de vida

- Método de la doble pesada
- Método de dilución isotópica con deuterio de dosis a la madre

Es una técnica nuclear



## “TÉCNICAS NUCLEARES EN EL ÁREA NUTRICIÓN”

Son técnicas que utilizan isótopos estables

### APLICACIONES

- ✓ Establecimiento de las Ingestas Recomendadas de Energía para la población publicada por FAO/OMS en el año 2001 **AGUA DOBLEMENTE MARCADA**
- ✓ Estudio de la Composición Corporal **AGUA DEUTERADA**
- ✓ Estudio de la ingesta de leche materna **AGUA DEUTERADA**
- ✓ Validación de otras metodologías para establecer requerimientos energéticos
- ✓ Validación de instrumentos de medición sencillos de ingesta energética y de composición corporal
- ✓ Estudio de Biodisponibilidad de Micronutrientes
- ✓ Estudio de reservas de nutrientes



## LISTA Y ABUNDANCIA (%) DE ISÓTOPOS ESTABLES

Elemento	Isótopo	Abundancia natural	Elemento	Isótopo	Abundancia natural
<b>H</b>	1	99.985	<b>Fe</b>	54	5.82
	2	0.015		56	91.66
<b>C</b>	12	98.89		57	2.19
	13	1.11		58	0.33
<b>N</b>	14	99.62	<b>Zn</b>	64	48.89
	15	0.37		66	27.81
<b>O</b>	16	99.76		67	4.11
	17	0.037		68	18.57
<b>S</b>	18	0.204		70	0.62
	32	95.0	<b>Se</b>	74	0.87
	33	0.76		76	9.02
34	4.22	77		7.58	
		78		23.52	
		80		49.82	
		82	9.19		
			<b>Si</b>	28	92.21
				29	4.90
				30	3.09

**PROYECTO DE COOPERACIÓN TÉCNICA  
IAEA/RLA/6/071**

**Estudio de la ingesta de leche materna y de la composición corporal de lactantes y sus madres, medidas por dilución isotópica con deuterio, como indicadores de buenas prácticas de alimentación**



**Países participantes**

Argentina	Ecuador
Bolivia	Guatemala
Brasil	República Dominicana
Chile	Uruguay
Cuba	

**FASES DEL PROYECTO**

- ✓ **Consenso sobre la problemática regional**
- ✓ **Diseño metodológico del proyecto**
- ✓ **Capacitación en técnicas de evaluación de ingesta de leche maternal**

**ESTUDIO DE CAMPO**

- ✓ **Aprobación del protocolo en Comité de Ética**
- ✓ **Capacitación a los colaboradores para la administración de agua deuterada y recolección de saliva**
- ✓ **Recolección de datos y muestras**
  - ✓ **Procesamiento**
  - ✓ **Análisis de datos**



Dra. Anabel Pallaro. Cátedra de  
Nutrición, FFYB, UBA

# Método de dilución isotópica con deuterio es una técnica nuclear

Emplea DEUTERIO como isótopo estable del Hidrógeno

¿Qué es un isótopo estable?

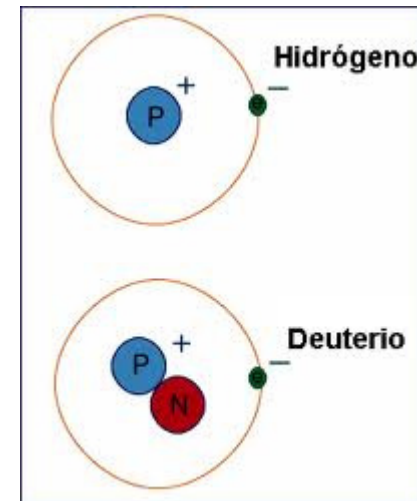
Los isótopos de un elemento tienen el mismo número de protones en el núcleo (número atómico) pero, distinta masa (la suma de número de protones + número de neutrones).

✓ Son inocuos

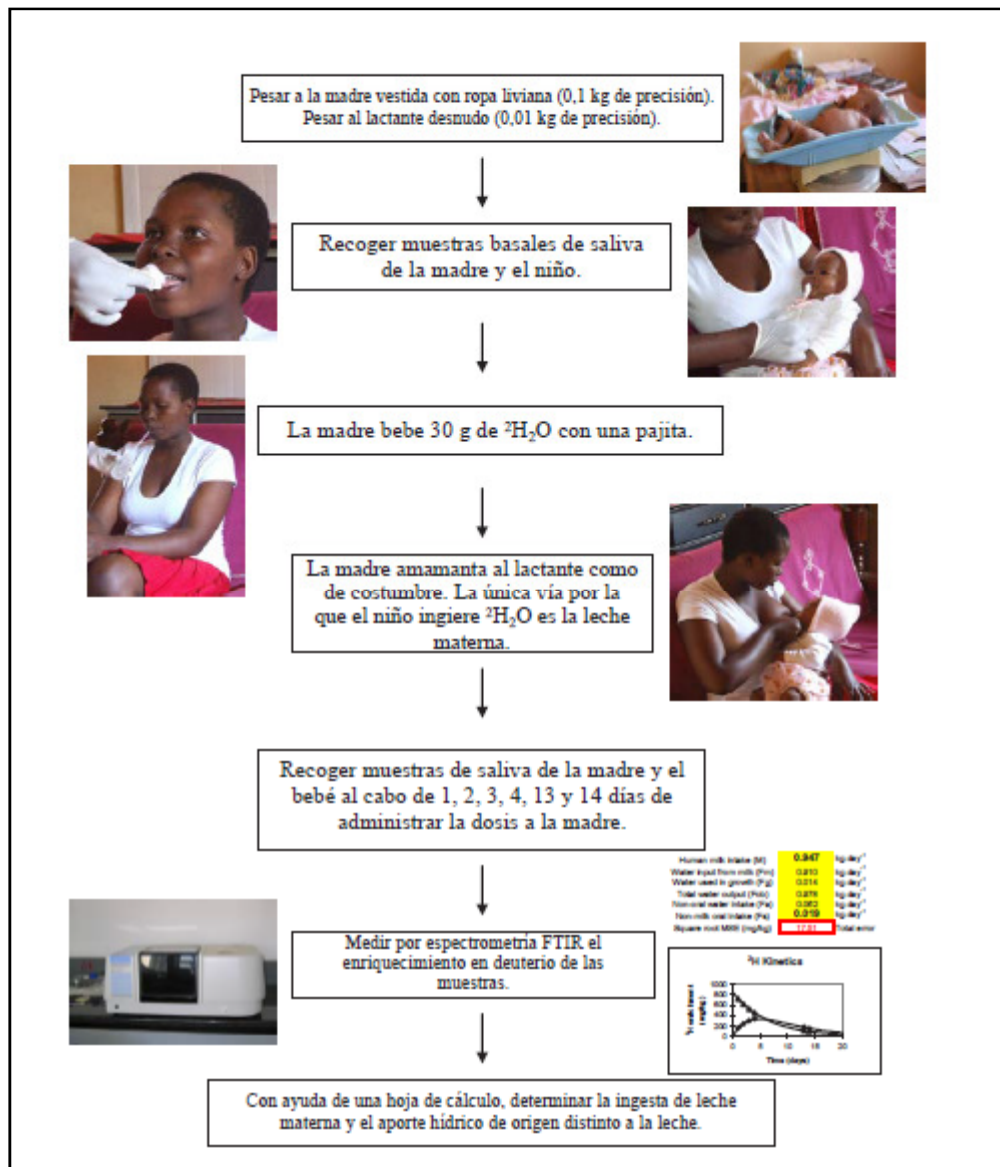
1. Son estables

2. No son radiactivos

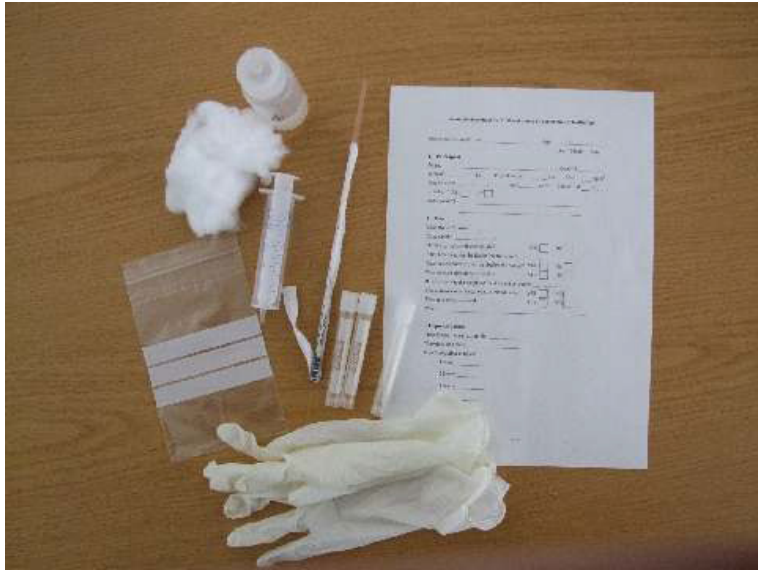
✓ Pueden ser administrados a individuos de todas las edades



# Método de dilución isotópica con deuterio de dosis a la madre



Dra. Anabel Pallaro. Cátedra de  
Nutrición, FFYB, UBA



## Protocolo de la Dosis a la Madre

✓ **Dosificación: 30 gr de agua deuterada de alta pureza (99,8%)**

✓ **Recolección de muestras de saliva**

✓ **Protocolo de toma de muestra**

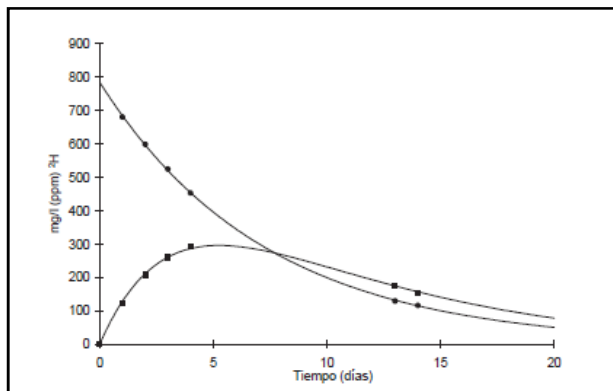
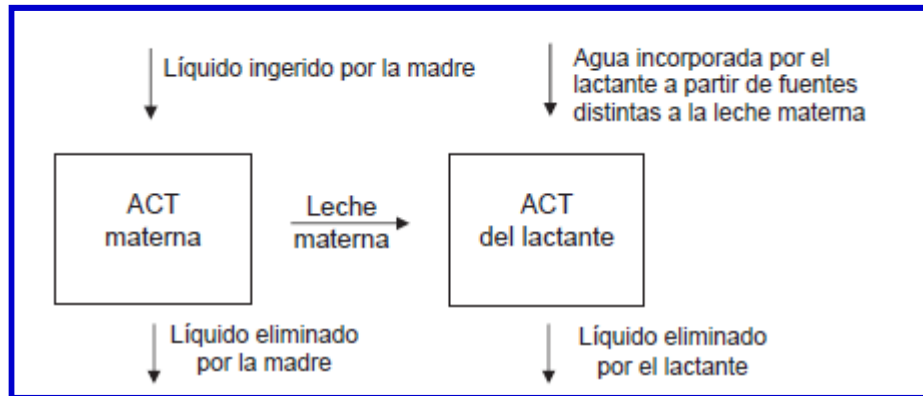
**Días: Muestra Basal y Dosificación a la madre Día 0**  
**Luego se toman muestras 1, 2, 3,4, 13, 14,**  
**a la madre y la niña/o**

⇒ **Muestras deben ser recogidas en períodos diarios similares (AM o PM)**

# TÉCNICA DE DILUCIÓN ISOTÓPICA CON DEUTERIO DE DOSIS A LA MADRE

- Se basa en el flujo de agua en un modelo de dos compartimientos que está dado por el par madre – lactante.

## MODELO DE DOS COMPARTIMIENTOS



- ▲ desaparición del deuterio del agua corporal materna
- aparición en el agua corporal del lactante



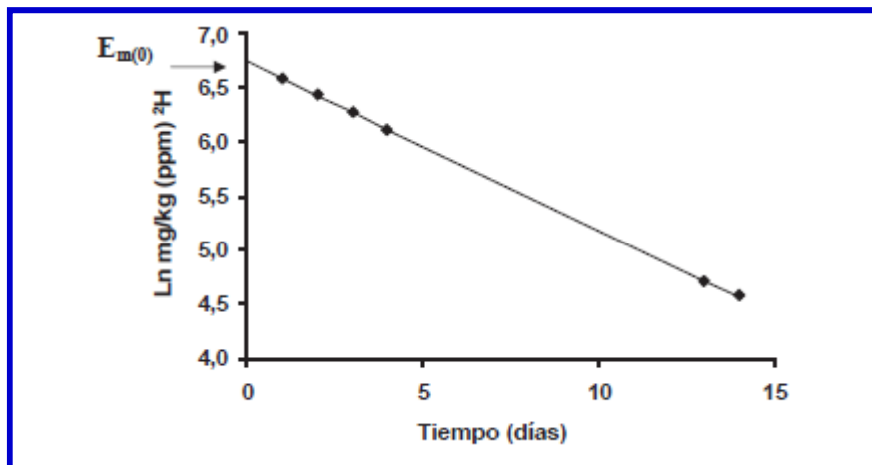
### Productos de su aplicación:

- ✓ Ingesta de leche materna (ml/día) (evaluada durante un período de 14 días)
- ✓ Ingesta de agua proveniente de otros líquidos (ml/día)

## TÉCNICA DE DILUCIÓN ISOTÓPICA CON DEUTERIO

### Composición corporal de la madre

- Se basa en determinar el enriquecimiento de deuterio a tiempo 0 por el método del intercepto



#### Productos de la aplicación de la técnica:

- ✓ Composición corporal de la madre (ACT, MLG y MG)
- ✓ Estimación de la Composición corporal del lactante

COWARD, W.A., et al., Breast-milk intake measurement in mixed-fed infants by administration of deuterium oxide to their mothers, Hum. Nutr. Clin. Nutr. 36C (1982) 141-148.



**(1) Información de saliva de madre**

Fecha	Tiempo	Tiempo desde dosis (días)	Enriquecimiento de Deuterio		mean (mg/kg)	SD (mg/kg)	CV (%)	ppm calc (mg/kg)	mean sq error MSE
			ppm (mg/kg)	ppm (mg/kg)					
		0						907,7	
13-may-14	14:36	0,97	844	831	837,6	9,52	1,14	836,3	1,69
14-may-14	14:35	1,97	773	773	773,0	0,55	0,07	768,7	18,21
15-may-14	14:40	2,98	687	684	685,5	2,35	0,34	706,4	433,12
16-may-14	15:05	3,99	666	664	664,9	1,03	0,15	648,3	273,83
27-may-14	15:20	15,00	259	259	259,3	0,19	0,07	256,3	8,96
28-may-14	14:30	15,97	231	231	231,3	0,04	0,02	236,3	24,25
								sum =	760,06

**(2) Información de saliva del bebé**

Fecha	Tiempo	Tiempo desde dosis (días)	Enriquecimiento de Deuterio		mean (mg/kg)	DE (mg/kg)	CV (%)	Agua Corporal Total (kg)	ppm calc (mg/kg)	mean sq error MSE
			ppm (mg/kg)	ppm (mg/kg)						
		0								
13-may-14	14:40	0,98	154	155	154,8	0,99	0,64	4,17	155,5	0,62
14-may-14	14:40	1,98	270	272	270,9	1,61	0,59	4,18	267,6	10,66
15-may-14	14:45	2,98	335	334	334,4	0,57	0,17	4,19	343,6	84,18
16-may-14	15:05	3,99	401	399	399,8	1,72	0,43	4,21	392,6	51,93
27-may-14	15:15	15,00	292	291	291,5	0,66	0,23	4,37	304,4	164,43
28-may-14	14:15	15,96	299	296	297,6	1,75	0,59	4,38	285,5	148,27
								sum =	460,09	

**Ejemplo LM 1**

Ingesta de leche materna (M)	0,984
Agua en la leche (Fm)	0,946
Agua utilizada en crecimiento (Fg)	0,014
Producción total de agua (Fob)	1,019
Ingesta de agua no oral (Fa)	0,065
Ingesta oral de otras fuentes (Fs)	0,022
Raíz cuadrada MSE (mg/kg)	34,93

**Ingesta de agua de otras fuentes:**  
 Importante para establecer si la lactancia es o no exclusiva

## Ejemplo LM 2

**(1) Información de saliva de madre**

Fecha	Tiempo	Tiempo desde dosis (días)	Enriquecimiento de Deuterio		mean (mg/k)	SD (mg/kg)	CV (%)	ppm calc (mg/kg)	mean sq error MSE
			ppm (mg/kg)	ppm (mg/kg)					
		0					725.7		
23-abr-14	12:13	1.07	641	639	640.2	1.44	0.22	652.2	141.92
24-abr-14	10:15	1.99	594	592	593.0	1.23	0.21	594.9	3.61
25-abr-14	12:08	3.06	539	536	537.5	1.65	0.31	534.0	12.02
26-abr-14	10:38	4.00	505	504	504.5	0.77	0.15	486.2	332.65
07-may-14	12:00	15.06	158	157	157.9	0.84	0.53	160.8	8.55
08-may-14	09:40	15.96	138	137	137.7	0.93	0.67	146.9	84.70
								sum =	583.45

**(2) Información de saliva del bebé**

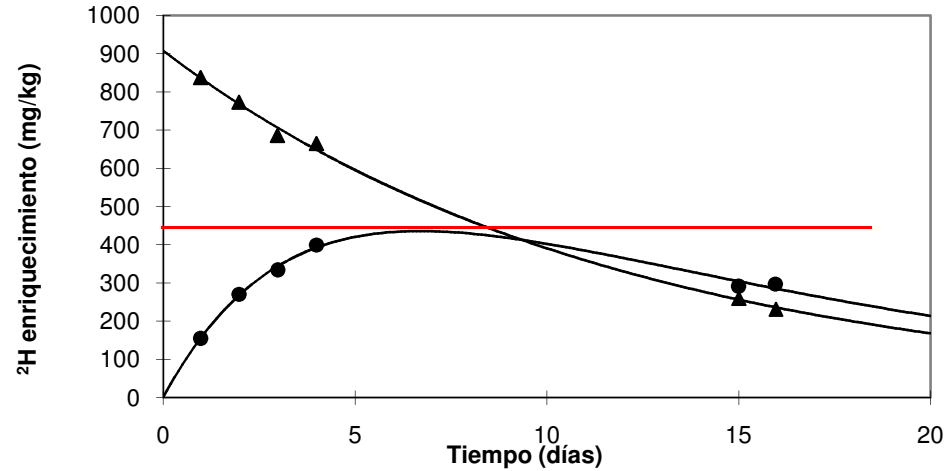
Fecha	Tiempo	Tiempo desde dosis (días)	Enriquecimiento de Deuterio		mean (mg/k)	DE (mg/kg)	CV (%)	Agua Corporal Total (kg)	ppm calc (mg/kg)	mean sq error MSE
			ppm (mg/kg)	ppm (mg/kg)						
		0								
23-abr-14	12:13	1.07	74	74	74.1	0.08	0.11	3.64	95.9	476.59
24-abr-14	10:15	1.99	154	157	155.8	1.93	1.24	3.64	156.3	0.27
25-abr-14	12:10	3.07	204	204	203.9	0.37	0.18	3.64	206.6	7.76
26-abr-14	10:40	4.00	252	249	250.9	2.02	0.81	3.64	236.0	220.51
07-may-14	12:00	15.06	193	193	193.0	0.57	0.29	3.65	191.8	1.30
08-may-14	15:56	15.56	180	180	180.0	0.00	0.00	3.65	185.3	27.64
								sum =	734.07	

Ingesta de leche materna (M)	0,604
Agua en la leche (Fm)	0,580
Agua utilizada en crecimiento (Fg)	0,001
Producción total de agua (Fob)	0,697
Ingesta de agua no oral (Fa)	0,044
Ingesta oral de otras fuentes (Fs)	0,073
Raíz cuadrada MSE (mg/kg)	36,30

## Ejemplo LM 1

Ingesta de leche materna (M)	<b>0.984</b>	kg.day <sup>-1</sup>
Agua en la leche (Fm)	0.946	kg.day <sup>-1</sup>
Agua utilizada en crecimiento (Fg)	0.014	kg.day <sup>-1</sup>
Producción total de agua (Fob)	1.019	kg.day <sup>-1</sup>
Ingesta de agua no oral (Fa)	0.065	kg.day <sup>-1</sup>
Ingesta oral de otras fuentes (Fs)	<b>0.022</b>	kg.day <sup>-1</sup>
Raíz cuadrada MSE (mg/kg)	<b>34.93</b>	Total error

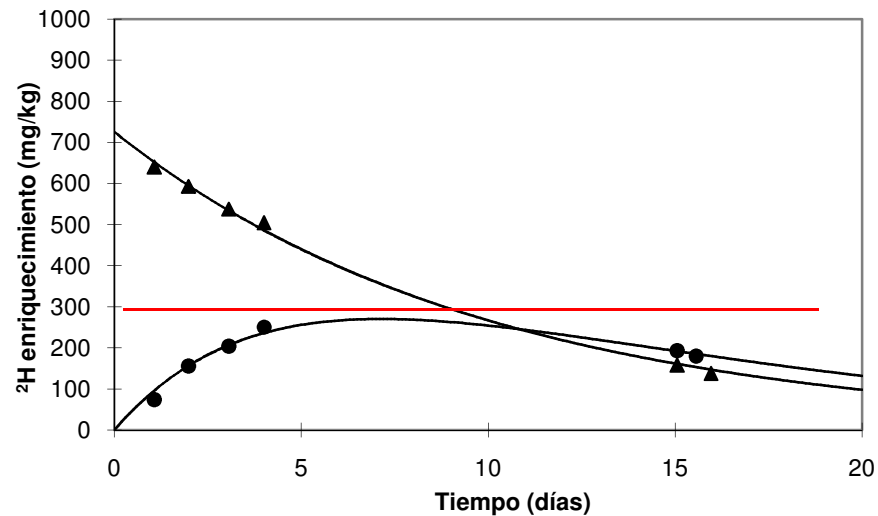
### Cinética <sup>2</sup>H



## Ejemplo LM 2

Ingesta de leche materna (M)	<b>0.604</b>	kg.day <sup>-1</sup>
Agua en la leche (Fm)	0.580	kg.day <sup>-1</sup>
Agua utilizada en crecimiento (Fg)	0.001	kg.day <sup>-1</sup>
Producción total de agua (Fob)	0.697	kg.day <sup>-1</sup>
Ingesta de agua no oral (Fa)	0.044	kg.day <sup>-1</sup>
Ingesta oral de otras fuentes (Fs)	<b>0.073</b>	kg.day <sup>-1</sup>
Raíz cuadrada MSE (mg/kg)	<b>36.30</b>	Total error

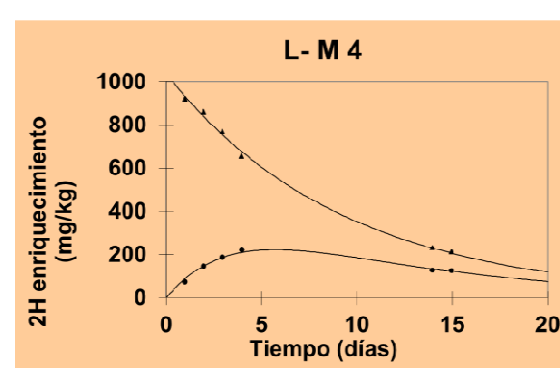
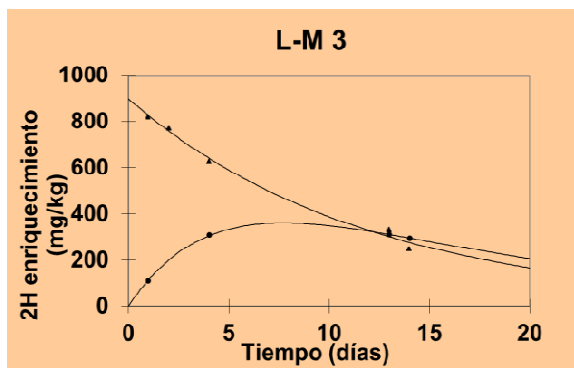
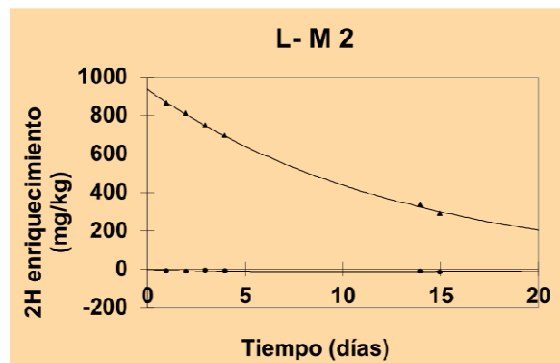
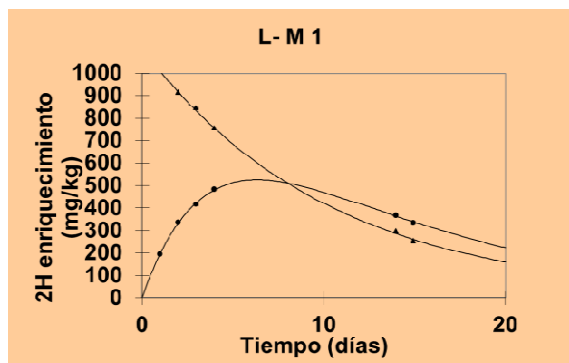
### Cinética <sup>2</sup>H



Dra.

# APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE DILUCIÓN ISOTÓPICA CON DEUTERIO (D<sub>2</sub>) EN LA DETERMINACIÓN DE LA INGESTA DE LECHE MATERNA.

Distintos casos



M-L	ILM (ml/día)	IOL (ml/día)	Tipo de lactancia
1	909	0	LME
2	0	675	-
3	757	43	LMP
4	539	602	LMPA

Dilución isotópica con deuterio para determinar ingesta de leche humana y composición corporal materna.  
 Silvina Mariela Vidueiros, Cristián Nápoli, Cristina Possidoni, Gabriel Tarducci, Sergio Giordanengo, Inés Fernandez, Anabel Pallaro.  
 Acta Bioquím Clin Latinoam 2017; 51(2):269-56PB04

# APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE DILUCIÓN ISOTÓPICA CON DEUTERIO EN LA DETERMINACIÓN DE LA INGESTA DE LECHE MATERNA y COMPOSICIÓN CORPORAL.

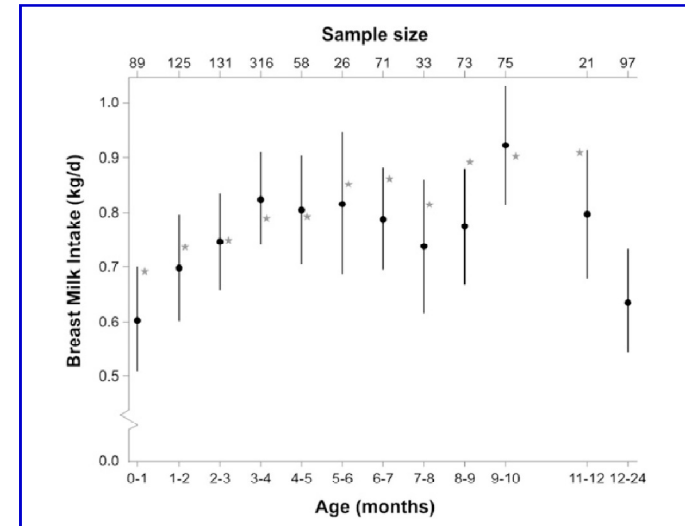


	Total* (n= 18)	Exclusivos* (n= 11)	No exclusivos* (n= 7)
<b>Madres</b>			
Edad (años)	29.3 (5.3)	29.5 (5.9)	29.0 (4.5)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25.0 (3.9)	24.1 (2.4)	26.3 (5.5)
ACT %	48.2 (5.9)	47.7 (4.5)	49.1 (8.0)
MCLG %	65.9 (8.0)	65.1 (6.1)	67.1 (10.9)
MG %	34.3 (8.4)	35.2 (6.8)	32.9 (10.9)
<b>Lactantes</b>			
Edad (meses)	3.6 (0.8)	3.8 (0.9)	3.3 (0.7)
Peso para la edad (Z-score)	0.4 (0.9)	0.5 (0.9)	0.4 (0.9)
Talla para la edad (Z-score)	0.4 (1.0)	0.6 (1.2)	0.2 (0.8)
IMC (Z-score)	0.3 (1.2)	0.3 (1.3)	0.4 (1.0)
ACT %	60.2 (2.9)	59.3 (1.2)	61.5 (4.2)
MCLG %	75.3 (3.6)	74.2 (1.4)	76.9 (5.3)
MG %	24.7 (3.6)	25.8 (1.4)	23.1 (5.3)

## INGESTA DE LECHE MATERNA Y DE OTROS LÍQUIDOS EN LACTANTES CON LME O LMNnoE POR LA TÉCNICA DE DOSIS A LA MADRE

Lactantes alimentados a pecho	Ingesta de leche materna (ml/día)	Ingesta de agua de otras fuentes (ml/día)
Exclusivos	950.2 (818.2-1082.2)	15.2 (3.1-27.3)
No exclusivos	<b>710.0 *</b> (570.6-849.4)	<b>170.0 **</b> (-17.0-357.0)
Todos	856.8 (751.0-962.6)	75.4 (3.9-146.9)

\* p<0.05; \*\*p<0.001



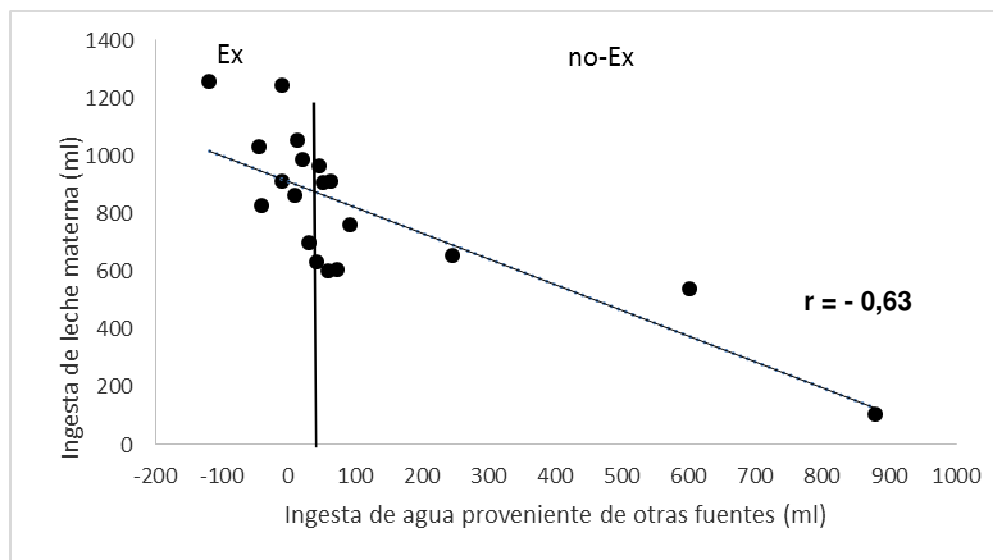
- Bangladesh, Brazil, Chile, Kenya, Mexico, Senegal, PNG, UK
- Edad = 0.4 – 24 meses
- N = 1115
- Ingesta de leche materna = 0.778 (95% CI = 0.717, 0.839) kg/d
- ILM 1º mes = 0.6 kg/d (95% CI = 0.51–0.70)
- **ILM 3º-4º mes = 0.82 kg/d (95% CI = 0.74–0.91)**
- ILM varones = 0.828 kg/d vs ILM mujeres = 0.772 kg/d, p<0.001

*J. Nutr. (2010) 140: 2227–2232, 2010*

- 3-4 meses = 779 (40); 5 meses = 827 (39); 6 meses = 894 (87)

*British Journal of Nutrition (2005) 94(1), 56-63*

# INGESTA DE LECHE MATERNA Y DE OTROS LÍQUIDOS POR LA TÉCNICA DE DOSIS A LA MADRE



	Exclusivos	No exclusivos	
		Sólo leche materna	Leche materna más fórmula
Ingesta de energía (kcal/kg/día)	95.1 (84.1-106.0)	74.6 * (60.5-88.7)	91.5 (77.1-106.0)
Ingesta de proteínas (g/kg/día)	1.3 (1.1-1.4)	1.0 (0.8-1.2)	1.3 (1.0-1.6)

Requerimientos energéticos FAO2001 (kcal/kg/día)

- 2-3 m = 94 -95, 3-4 m = 82 - 84, 4-6 m = 81 - 83

Requerimientos proteicos FAO2007 (g proteína/kg/día)

- 2-3 m = 1.36, 3-4 m = 1.24, 4-6 m = 1.14

## **CONCLUSIONES**

- ✓ **La técnica de dilución isotópica de dosis a la madre es un método inocuo y no invasivo y método de referencia para la determinación del volumen de leche materna ingerido por el lactante.**
- ✓ **La experiencia en terreno y la determinación analítica se desarrollaron satisfactoriamente, por lo que la aplicación de la metodología por primera vez en el país abre perspectivas de transferencia a nivel local.**

## **Utilidad de la técnica de dosis a la madre**

- **Evaluar con exactitud el consumo de leche materna**
- **Conocer el patrón de alimentación del lactante**
- **Evaluar la adecuación de la cobertura de los requerimientos nutricionales del lactante**
- **Estimar LME y validar de los cuestionarios a las madres sobre prácticas de alimentación del lactante, utilizados en grandes encuestas.**



*Muchas gracias*

**Dra. Anabel Pallaro**

**Cátedra de Nutrición, FFYB, UBA**

**[apallaro@ffyb.uba.ar](mailto:apallaro@ffyb.uba.ar)**