



*XX Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencias y Tecnología de Alimentos  
IV Simposio Panameño de Inocuidad de Alimentos - SPIA*

**7 a 9 de marzo, 2018  
Ciudad de Panamá**

**PRODUCIENDO Y COMERCIALIZANDO ALIMENTOS DE MANERA RESPONSABLE**

# Revalorización de subproductos de la Industria Láctea como fuente de compuestos bioactivos



**Dra. Alejandra Medrano**

Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos  
Facultad de Química. Udelar. Uruguay

**8 de marzo de 2018**

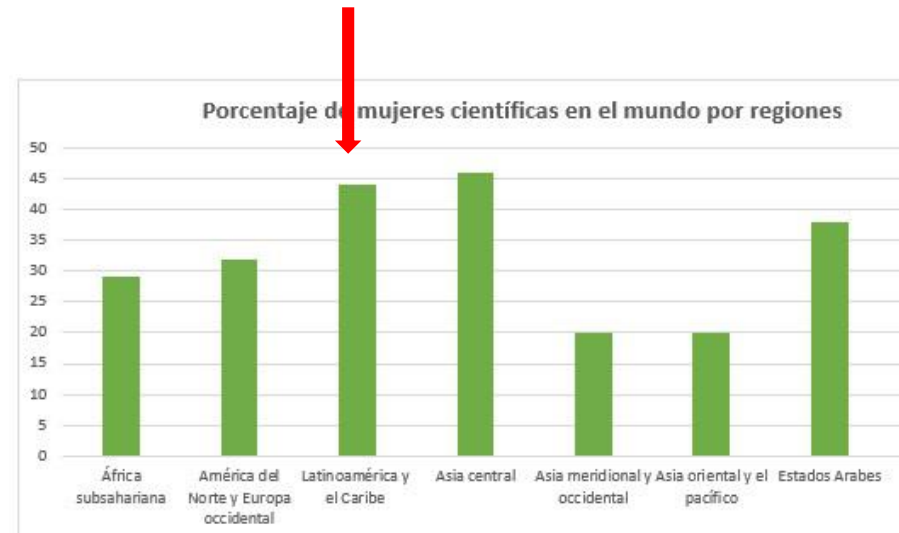
## 8 de marzo : Día Internacional de la Mujer

Conmemora la lucha de la mujer por su participación, en pie de igualdad con el hombre, en la sociedad y en su desarrollo íntegro como persona.



Premios Nobel  
1901-2017  
561 Hombres  
18 Mujeres

1911  
Marie Curie



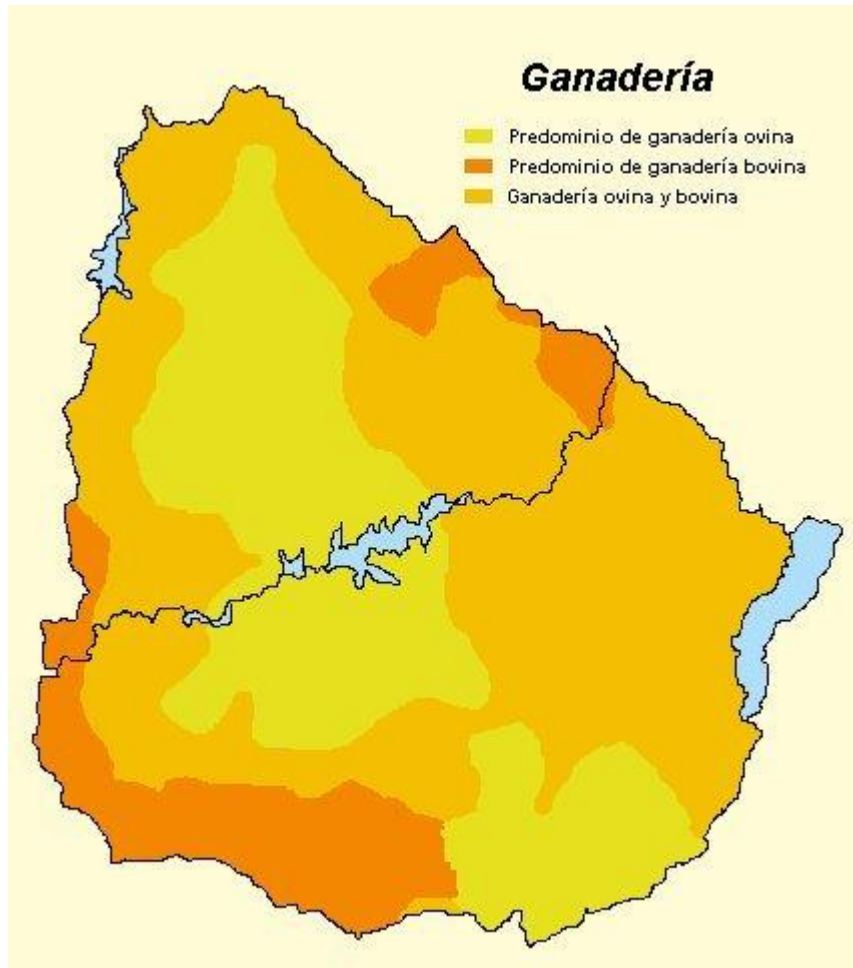
2018- Según Unesco  
mujeres científicas % 28

“ No es que tenemos que estar por ser mujer. Debemos estar pues tenemos la capacidad para hacerlo”.

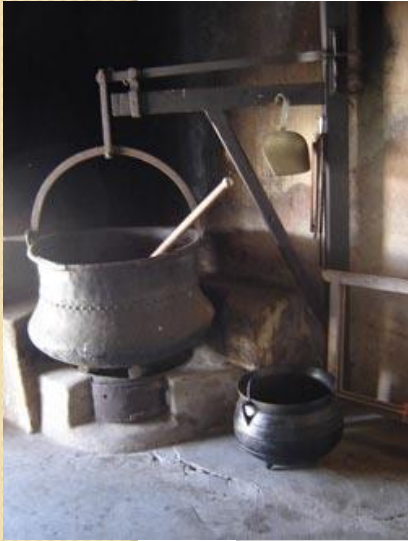
**Revalorización de subproductos de la Industria Láctea como fuente de compuestos bioactivos**



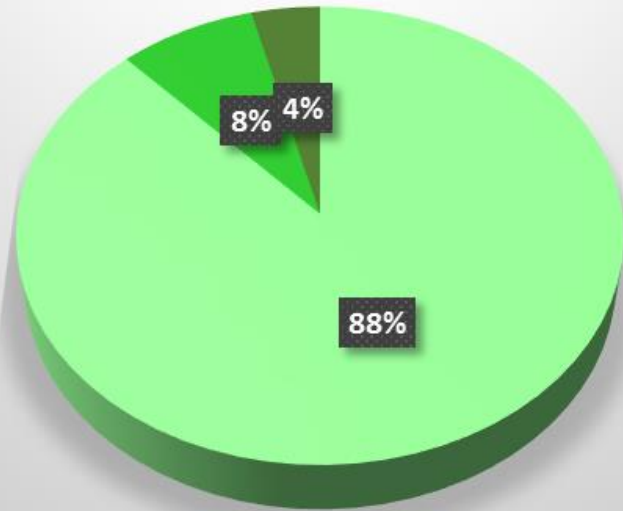
# URUGUAY: Cadena láctea



**Producción anual es aprox 2.100 millones de litros de leche.**



## Producción en Uruguay



Cuadro 2. Cantidades elaboradas y destino de los principales productos. Año 2016

Productos	Cantidades <sup>1</sup>		
	Producción	Mercado Interno <sup>2</sup>	Exportación
Manteca (t)	16.325	5.129	11.843
Quesos (t)	65.421	28.791	38.840
<i>pasta dura</i>	5.947	521	5.051
<i>pasta semi-dura</i>	26.579	10.723	19.545
<i>pasta blanda y cuajada</i>	27.735	12.105	7.610
Otros	5.160	143	6.635
Leches en polvo (t)	121.967	3.129	144.778
Leche pasteurizada y media vida (mill lt)	232	220	0
Leches ultra pasteurizadas larga vida (mill lt)	30,7	15,9	16
Leche chocolatada (mill lt)	15	14	0
Flanes y postres (t)	3.311	3.039	0
Yogur (natural, frutado, dietético) (mill lt)	38	36	0
Dulce de leche (t)	16.979	15.814	194
Suero de queso concentrado y en polvo (t)	16.520	898	14.986

<sup>1</sup> Cuando lo comercializado en el año supera lo producido, hay utilización de stocks anterior.

<sup>2</sup> El mercado interno se compone de ventas que no necesariamente implican consumo directo de la población, pudiendo efectuarse a otras empresas, como materia prima o reventa.

Fuente: MGAP-DIEA

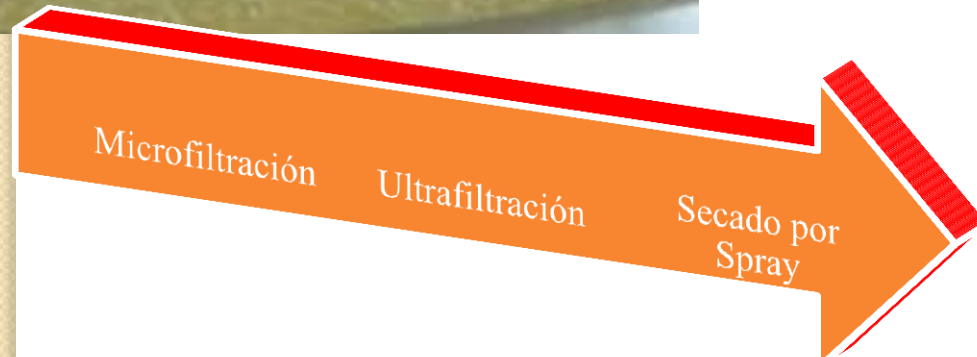


**Exportaciones: 1649 millones de litros de leche equivalentes 78%**





## Obtención de concentrados y Aislados de Suero lácteo



**Suero sin proceso** DQO: 70.000 mg/L  
DBO : 40.000 mg/L ( $\leq 3000$  mg/L)

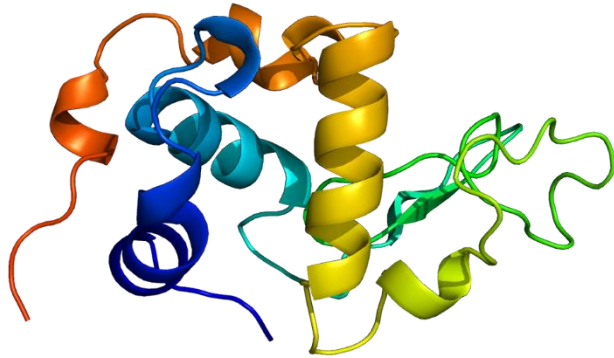
**Tabla 1.** Composición de los sueros de leche dulce y ácido.

Componente (g/L)	Suero de leche dulce	Suero de leche ácido
Sólidos totales	63.0 - 70.0	63.0 - 70.0
Lactosa	46.0 - 52.0	44.0 - 46.0
Grasa	0.0 - 5.0	0.0 - 5.0
Proteína	6.0 - 10.0	6.0 - 8.0
Calcio	0.4 - 0.6	1.2 - 1.6
Fósforo	0.4 - 0.7	0.5 - 0.8
Potasio	1.4 - 1.6	1.4 - 1.6
Cloruros	2.0 - 2.2	2.0 - 2.2

Adaptado de Panesar (2007), Callejas (2012).

Ronkilde de Poulsen (1976) JDS

# Proteínas de Suero Lácteo



**$\beta$ -Lactoglobulina**

**$\alpha$ -Lactoalbumina**

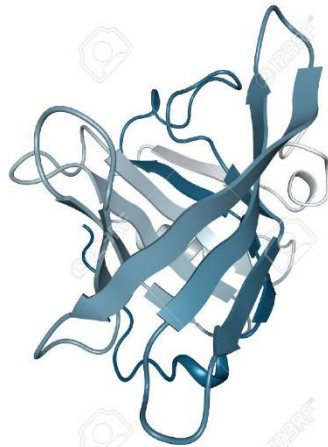
**Seroalbúminas**

**Inmunoglobulinas**

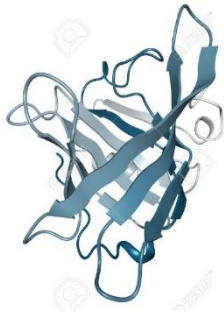
**Lactoferrina**

**Proteasas-peptonas**

**Glicomacropéptido**







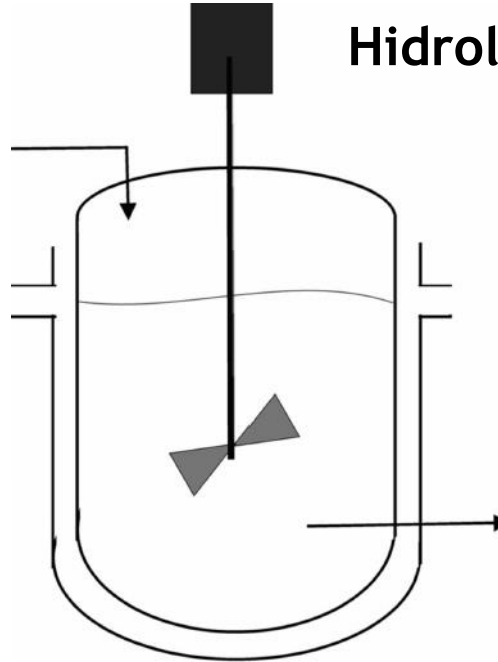
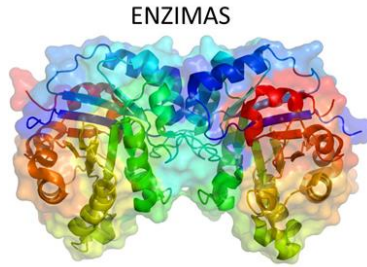
## Primeras aplicaciones....

**Propiedades Nutricionales**  
aminoácidos esenciales

**Propiedades Tecno-funcionales**  
de hidratación, espumantes,  
emulsificantes, gelificantes,  
etc.



# Primeras modificaciones ....



Hidrolisis: básicas  
ácidas  
térmicas  
enzimáticas



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

ScienceDirect

Food Chemistry 101 (2007) 1484–1491

Food  
Chemistry

[www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem)

Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation

Rhicha Sinha <sup>a</sup>, C. Radha <sup>b</sup>, Jamuna Prakash <sup>a</sup>, Purnima Kaul <sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Studies in Food Science, and Nutrition, University of Mysore, Manasagangothri, Mysore 570006, India  
<sup>b</sup> Department of Protein Chemistry and Technology, Central Food Technological Research Institute, Mysore 570020, India

## Preparation and characterization of whey protein hydrolysates: Applications in industrial whey bioconversion processes

Aide Perea\*, Unai Ugalde\*, Isabel Rodriguez† and Juan L. Serra†

\* Biochemistry Unit, Faculty of Chemistry, University of the Basque Country, San Sebastian, Spain

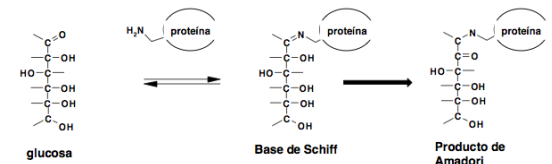
† Gaiker, Technology Transfer Group, Trapaga Elkartegia, Valle de Trápaga, Bizkaia, Spain

## Effect of pH During Heat Processing of Partially Hydrolyzed Whey Protein

M. BRITTEN and H. J. GIROUX  
Food Research and Development Centre  
Agriculture Canada  
3600 Casavant Boulevard West  
St-Hyacinthe, PQ, Canada, J2S 8E3

V. GAUDIN  
Institut des Sciences et Techniques des Aliments de Bordeaux  
Université de Bordeaux I  
Avenue des Facultés  
33495 Talence Cédex, France

# Primeras modificaciones ....



## The effect of glycation on foam and structural properties of β-lactoglobulin

A. Medrano<sup>a,\*</sup>, C. Abirached<sup>a</sup>, L. Panizzolo<sup>a</sup>, P. Moyna<sup>a</sup>, M.C. Añón<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República, Uruguay  
<sup>b</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (UNLP - CONIGET), La Plata, Argentina



**Table 1**  
 Mean number of sugar residues bound per β-lactoglobulin monomer, surface hydrophobicity ( $S_0$ ), denaturation onset temperature ( $T_0$ ), denaturation enthalpy ( $\Delta H$ ) and maximal deflection temperature ( $T_d$ ) of the monomer in each assay condition

Sample	Mean number of sugar residues bound per β-lactoglobulin monomer	$S_0$	$T_0$ (°C)	$T_d$ (°C)	$\Delta H$ (mj/mg)
β-Lg s tt	–	37 ± 1 <sup>a</sup>	66 ± 2 <sup>a</sup>	74 ± 2 <sup>a</sup>	9 ± 2 <sup>a</sup>
β-Lg c tt 96h	–	28 ± 3 <sup>b</sup>	62 ± 1 <sup>a</sup>	72 ± 1 <sup>a</sup>	8 ± 2 <sup>a</sup>
β-Lg c tt 51h	–	30 ± 3 <sup>a,b</sup>	64 ± 1 <sup>a</sup>	73 ± 1 <sup>a</sup>	8 ± 2 <sup>a</sup>
1:10 96 β-Lg:G	8	12 ± 4 <sup>c</sup>	62 ± 3 <sup>a</sup>	78 ± 3 <sup>b</sup>	3 ± 1 <sup>b</sup>
1:10 51 β-Lg:G	7	17 ± 4 <sup>c</sup>	70 ± 4 <sup>a</sup>	79 ± 3 <sup>b</sup>	9 ± 1 <sup>a</sup>
1:100 96 β-Lg:G	19	16 ± 4 <sup>c</sup>	63 ± 2 <sup>a</sup>	78 ± 1 <sup>b</sup>	5 ± 2 <sup>b</sup>
1:100 51 β-Lg:G	15	14 ± 4 <sup>c</sup>	70 ± 4 <sup>a</sup>	86 ± 1 <sup>c</sup>	5 ± 2 <sup>b</sup>
1:10 96 β-Lg:L	7	35 ± 1 <sup>a</sup>	68 ± 1 <sup>a</sup>	82 ± 1 <sup>b,c</sup>	9 ± 1 <sup>a</sup>
1:10 51 β-Lg:L	6	40 ± 5 <sup>a</sup>	68 ± 3 <sup>a</sup>	80 ± 1 <sup>b,c</sup>	8 ± 1 <sup>a</sup>
1:100 96 β-Lg:L	8	30 ± 5 <sup>a,b</sup>	68 ± 4 <sup>a</sup>	85 ± 1 <sup>c</sup>	5 ± 1 <sup>b</sup>
1:100 51h β-Lg:L	7	38 ± 8 <sup>a</sup>	68 ± 4 <sup>a</sup>	77 ± 1 <sup>b</sup>	6 ± 1 <sup>b</sup>

Values are means of triplicates.

Mean value with different letters were significantly different ( $P < 0.05$ ).

## Propiedades Espumantes

132

A. Medrano et al. / Food Chemistry 113 (2009) 127–133

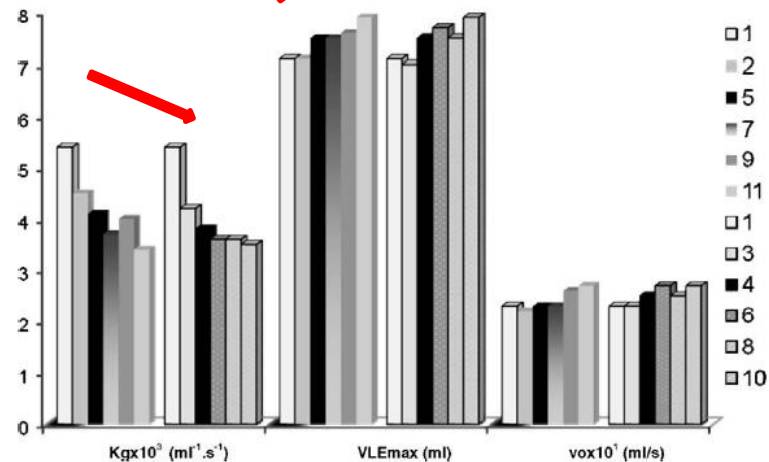


Fig. 6. Parameters related to the foaming capacity,  $v_0$  and VLEmax, and foam stability, calculated  $k_g$  values, corresponding to the foams formed by different samples assayed: 1. β-Lg s tt, 2. β-Lg c tt 51 h, 5. 1:10 51 β-Lg:G, 7. 1:100 51 β-Lg:G, 9. 1:10 51 β-Lg:L, 11. 1:100 51 β-Lg:L, 1. β-Lg s tt, 3. β-Lg c tt 96 h, 4. 1:10 96 β-Lg:G, 6. 1:100 96 β-Lg:G, 8. 1:10 96 β-Lg:L, 10. 1:100 96 β-Lg:L.

## Modificación estructural

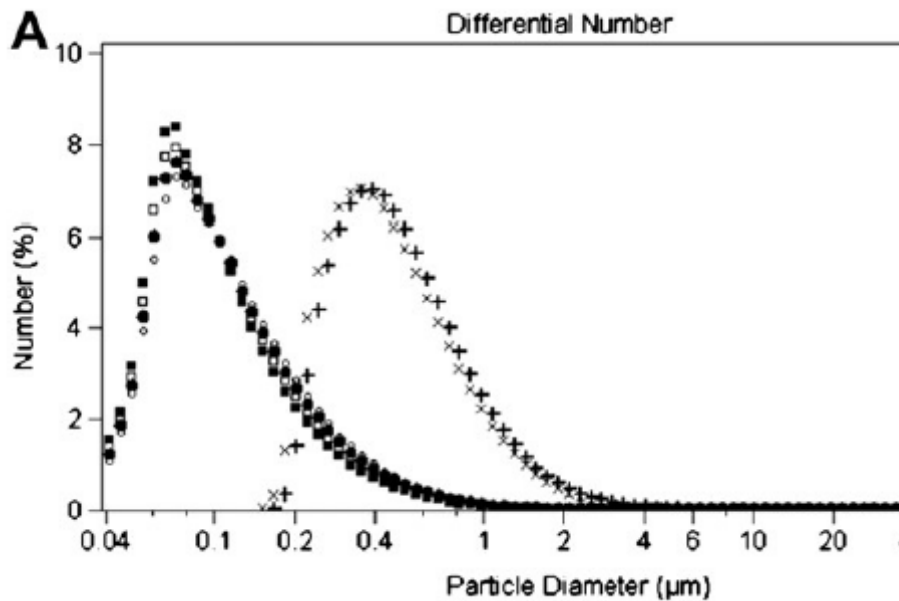


### The effect of glycation on oil–water emulsion properties of $\beta$ -lactoglobulin

A. Medrano<sup>a,\*</sup>, C. Abirached<sup>a</sup>, P. Moyna<sup>a</sup>, L. Panizzolo<sup>a</sup>, M.C. Añón<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República, Uruguay  
<sup>b</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (UNLP – CONICET La Plata), La Plata, Argentina

Estabilidad 



 Tamaño de partícula

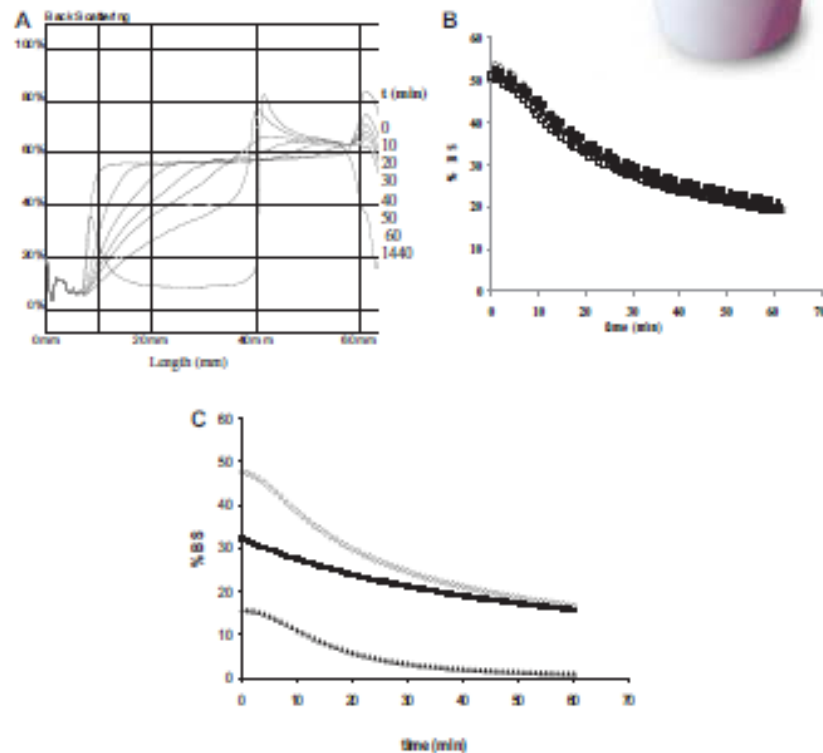
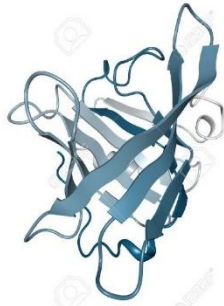


Fig. 4. A-Backscattering profile (BS) as a function of the tube height for oil emulsions of 1 mg/ml  $\beta$ -lactoglobulin without thermal treatment, in sodium phosphate buffer (0 mM), pH 7.5, oil volumetric fraction was 23%. The arrows indicate that the profile change with time. The time is represented in the right scale. B-Average backscattering values variation in the zone of 10–20 mm (BS(10–20)) as a function of time in the emulsions prepared with samples 1 (+), 2 (x), 5 (□), 7 (○), 9 (■). C-Variation of the average values and digloid and hyperbolic parameters of backscattering in the zone 10–20 mm (BS(10–20)) as a function of the emulsion prepared with 54 g L<sup>-1</sup>.



## Aplicaciones actuales....

### Propiedades Biológicas

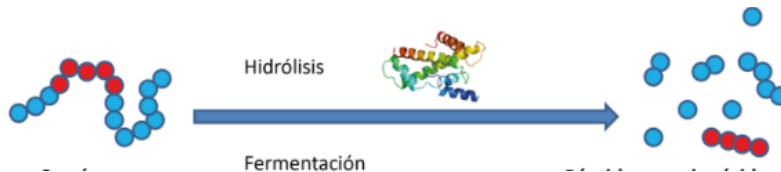
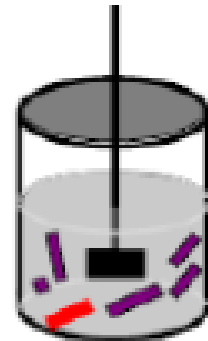
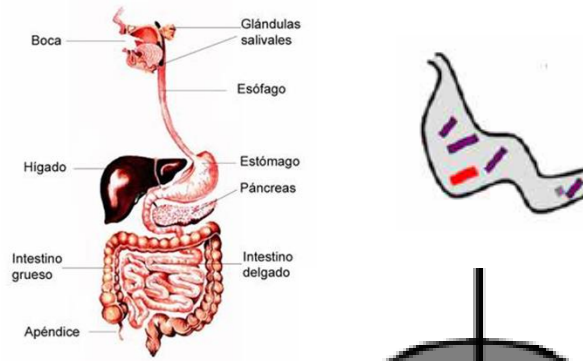
Opioide, antihipertensiva, antitumoral, antimicrobiana, inmunomoduladora, antioxidante, antitrombótica, etc.



# Péptidos bioactivos

Son péptidos derivados de proteínas que se encuentran inactivos en las proteínas y que mediante un proceso de hidrólisis logran liberarse y ejercen un beneficio a nivel fisiológico independiente de su función nutricional

PROTEÍNA  
CON  
SECUENCIA  
BIOACTIVA



Peptide sequence<sup>a</sup>      Fragment number<sup>b</sup>

LIV	f(1-3)
TQT	f(4-6)
MKGL	f(7-10)
DI	f(11 - 12)
QKV	f(13-15)
GT	f(17-18)
WY	f(19-20)
MA	f(24-25)
DI	f(28-29)
DA	f(33-34)
QS	f(35-36)
PL	f(38-39)
RV	f(40-41)
EEL	f(44-46)
KPT	f(47-49)
PEGDL	f(50-54)
EI	f(55-56)
QKWENDECA	f(59-67)
QKKI	f(68-71)
EKT	f(74-76)
KI	f(77-78)

# Alimentos Funcionales

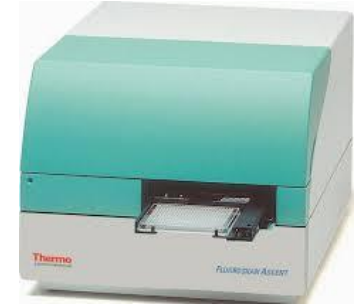
“Un alimento funcional es o parece ser similar a un **alimento convencional**. Es parte de una **dieta estándar** y se **consume de forma regular**, en cantidades normales. Ha demostrado **beneficios para la salud** o porque mejora el estado de salud y el bienestar o bien que reduce el riesgo de enfermedades crónicas específicas, más allá de los efectos nutricionales habituales” (Doyon & Labrecque, 2008).



# Enfoque clásico de estudio de péptidos bioactivos



*Obtención de péptidos*



*Evaluación de la actividad mediante estudios in vitro celulares y acelulares*

*Bioaccesibilidad, Absorción y toxicidad*



*Estudios en animales biodisponibilidad biodistribución*

*Estudios en humanos biomarcadores, evaluación sensorial*



Alimentos Funcionales

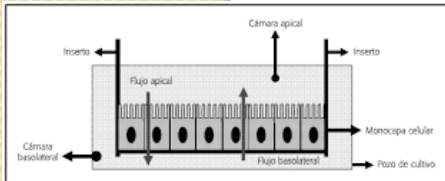
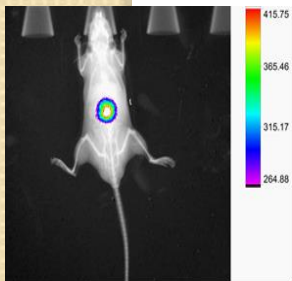
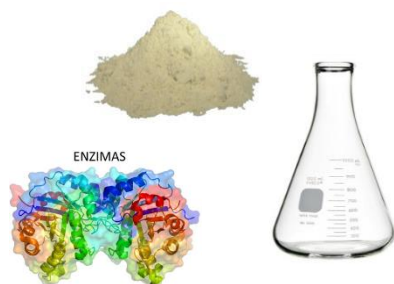


Figura 1. Diagrama representativo del montaje utilizado para las mediciones de la actividad transportadora de la monocapa de células Caco-2.





# Estrategia de investigación



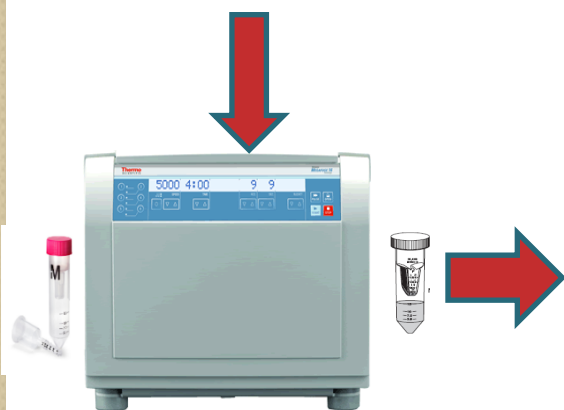
## Evaluation of Antioxidant, Antiglycant and ACE-Inhibitory Activity in Enzymatic Hydrolysates of $\alpha$ -Lactalbumin

Adriana Maite Fernández-Fernández, Tomás López-Pedemonte, Alejandra Medrano-Fernandez\*

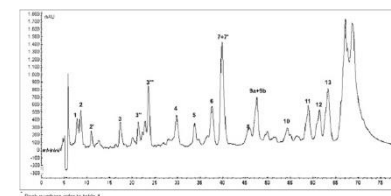
Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay  
Email: \*amedrano@fq.edu.uy



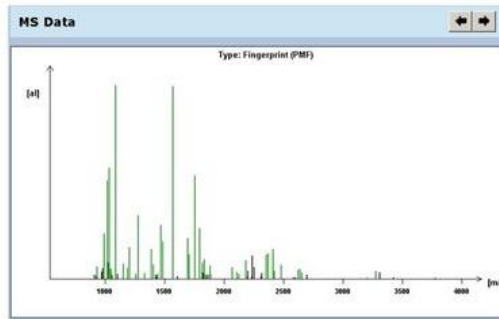
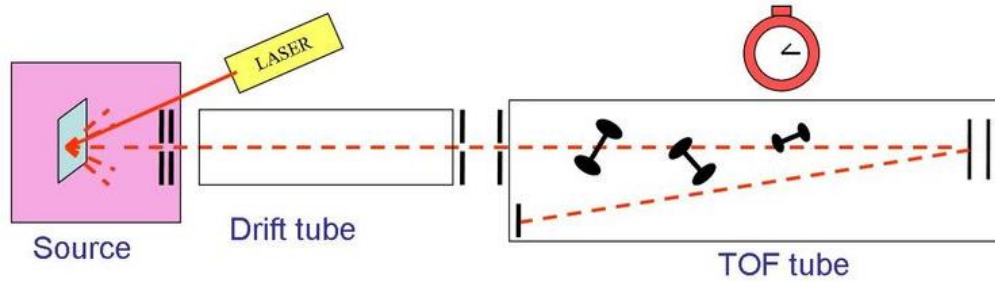
Estudio de Actividad  
Caracterización



Fraccionamiento



# Caracterización



m/z	z	Da	DB Peptide
517.2632	2	0.041	<b>GNPDCIYPT</b>
418.9271	3	0.032	<b>QIPSHPPRRPS</b>
893.9028	2	0.055	<b>QDEDEDEDEDKPRPS</b>
644.9756	3	0.052	<b>FQDEDEDEDEDKPRPS</b>
745.6510	3	0.044	<b>FQDQDQDEDEDEDEQPR</b>
768.6878	3	0.061	<b>QDQDQDEDEDEDEQPRKS</b>
988.1331	3	0.071	<b>QDEDEDEDEDEDEEQIPSHPPRRPS</b>
1030.7385	3	0.040	<b>QQDEDEDEDEDEDEEQIPSHPPRRPS</b>

## Determinación de secuencia



Production and membrane fractionation of bioactive peptides from a whey protein concentrate

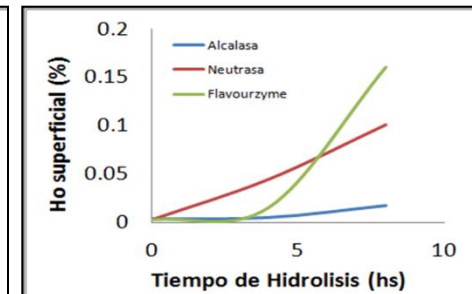
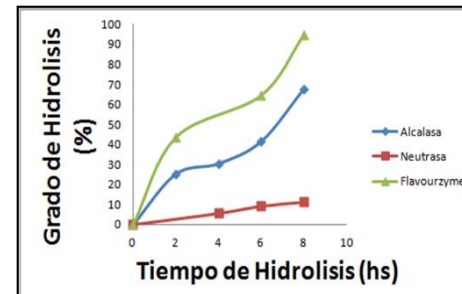
Fátima Arrutia, Rocío Rubio, Francisco A. Riera\*

Department of Chemical Engineering and Environmental Technology, University of Oviedo, Julián Clavería, 8, 33006 Oviedo, Spain

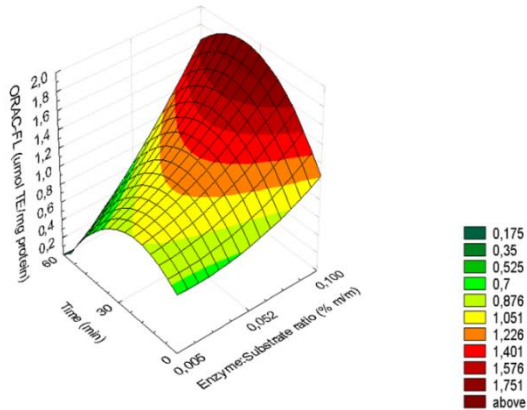
**Table 1**  
Identification of the WPH peptides by liquid chromatography/mass spectrometry, plus some relevant physicochemical characteristics.

Peak <sup>a</sup>	Amino acid sequence	Protein sequence	Exp. mass (Da) <sup>b</sup>	The. mass (Da) <sup>c</sup>	pI <sup>d</sup>	p <sup>e</sup>
3	QLFEQ	$\beta$ -lg f (155-159)	6466	6463	3.79	A
4	NSAEPEQS	$\beta$ -lg f (109-116)	8614	8614	3.79	A
4	PEVDDEAL	$\beta$ -lg f (126-133)	8872	8874	3.43	A
10	AEPEQSLVCO	$\beta$ -lg f (111-120)	11035	11035	3.79	A
5	IAEKKADAVLIDGGM	IF f (49-63)	15188	15188	4.56	A
8	NNDSTEYQLRQINN	$\alpha$ -la f (44-57)	16286	16287	3.67	A
9a+9b	LRVYVEELKPTPEG	$\beta$ -lg f (39-52)	16297	16299	4.79	A
12	LSRNPQLREQCHI	$\beta$ -lg f (149-162)	16586	16588	4.51	A
10	AEPEQSLVCOQLVRT	$\beta$ -lg f (111-125)	16756	16758	4.53	A
11	SLAMASDISLDAQSAPLR	$\beta$ -lg f (21-40)	20299	20301	4.21	A
12	LVCCQLVITPEVDDEALE	$\beta$ -lg f (117-134)	20320	20320	3.83	A
9a+9b	ASDISLDAQSAPLRVYVEE L	$\beta$ -lg f (26-46)	22891	22892	3.92	A
12	CVSLPFWVCTTFHTISGYDTQ AVIQ	$\alpha$ -la f (20-48)	26392	26392	4.35	A
9a+9b	VACTWYSLAMASDISLDAQSAPLR	$\beta$ -lg f (15-40)	27230	27234	4.21	A
9a+9b	AGSAPLRVYVEELKPTPEGD LELL	$\beta$ -lg f (34-58)	27806	27805	4.25	A
2	ALK	$\beta$ -lg f (139-141), BSA f (209-211)	3313	3312	8.75	B
1	HIR	$\beta$ -lg f (146-148)	4254	4253	9.75	B
1	QDKK	BSA f (521-524)	5136	5133	10.00	B
5	PMHIR	$\beta$ -lg f (144-148)	6534	6534	10.18	B
6	IPAVRK	$\beta$ -lg f (78-83)	6745	6744	8.75	B
3	APLRVYV	$\beta$ -lg f (37-43)	8176	8175	8.79	B
5	ALPMHIR	$\beta$ -lg f (142-148)	8377	8375	9.80	B
3	TKIPAVRK	$\beta$ -lg f (76-83)	9172	9176	10.00	B
4	LVITQTMK	$\beta$ -lg f (1-8)	9336	9335	8.75	B
5	IAEKTQIP	$\beta$ -lg f (71-79)	10126	10126	8.59	B
7 + 7 <sup>f</sup>	LEKFDKALK	$\beta$ -lg f (133-141)	10919	10916	8.50	B
9a+9b	ERALKAWSVARLS	BSA f (207-219)	14869	14868	10.84	B
13	WENDECAQKQIAIKTKIPA	$\beta$ -lg f (61-80)	23152	23152	8.16	B
2	DIK	$\beta$ -lg f (14-16)	3753	3752	5.84	N
2	EIK	$\beta$ -lg f (45-47), $\alpha$ -la f (11-13)	3893	3892	6.10	N
2	FDK	$\beta$ -lg f (136-138)	4093	4092	5.84	N
4	ALPM	$\beta$ -lg f (142-145)	4312	4312	5.57	N
2 <sup>g</sup>	IAEK	$\beta$ -lg f (71-75)	5733	5734	6.00	N
3 <sup>g</sup>	GLDQK	$\beta$ -lg f (9-14)	6734	6734	5.84	N
7 + 7 <sup>f</sup>	VAGTWY	$\beta$ -lg f (15-20)	6963	6963	5.49	N
7 + 7 <sup>f</sup>	DKPILKSH	BSA f (279-287)	10666	10666	6.75	N
10	ICNISKDKPL	$\alpha$ -la f (72-81)	11558	11556	5.82	N
3 <sup>g</sup>	KWCKDDQNP	$\alpha$ -la f (58-67)	12466	12466	5.95	N
11	FTFHADICLPL	BSA f (506-516)	12646	12646	5.08	N
7 + 7 <sup>f</sup>	KDILKGYCGVSLPE	$\alpha$ -la f (13-25)	13630	13627	6.07	N
10	QSAIRLRVYVEELKPT	$\beta$ -lg f (35-49)	17299	17299	6.14	N
12	ILDNVCINWLAHRKALCKSEK LDQWLCEK	$\alpha$ -la f (95-122)	33170	33167	6.74	N

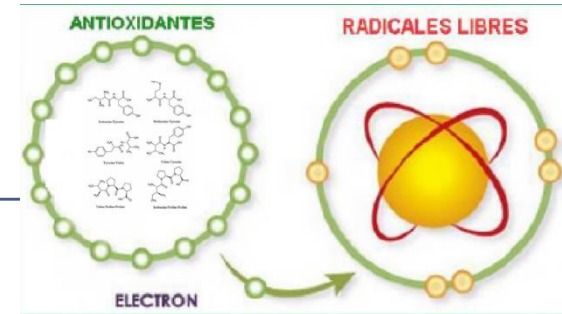
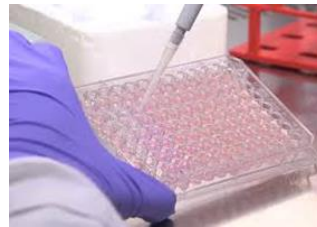
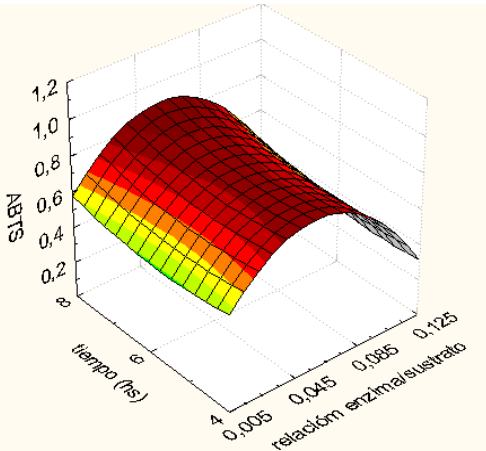
<sup>a</sup> Peak number refers to Fig. 2.  
<sup>b</sup> Experimental monoisotopic mass.  
<sup>c</sup> Theoretical monoisotopic mass calculated by FindPept tool (<http://ca.expasy.org/tools/findpept.html>).  
<sup>d</sup> Isoelectric point (pI) and GRAVY score were calculated using the ExPASy Molecular Biology Server (<http://www.expasy.org/>).  
<sup>e</sup> Peptide pI groups classified as A:acidic (pI < 5), N:neutral (5 < pI < 7) and B:basic (pI > 7).  
<sup>f</sup> Charge was calculated from the contribution of each charged lateral group.



# Actividad Antioxidante

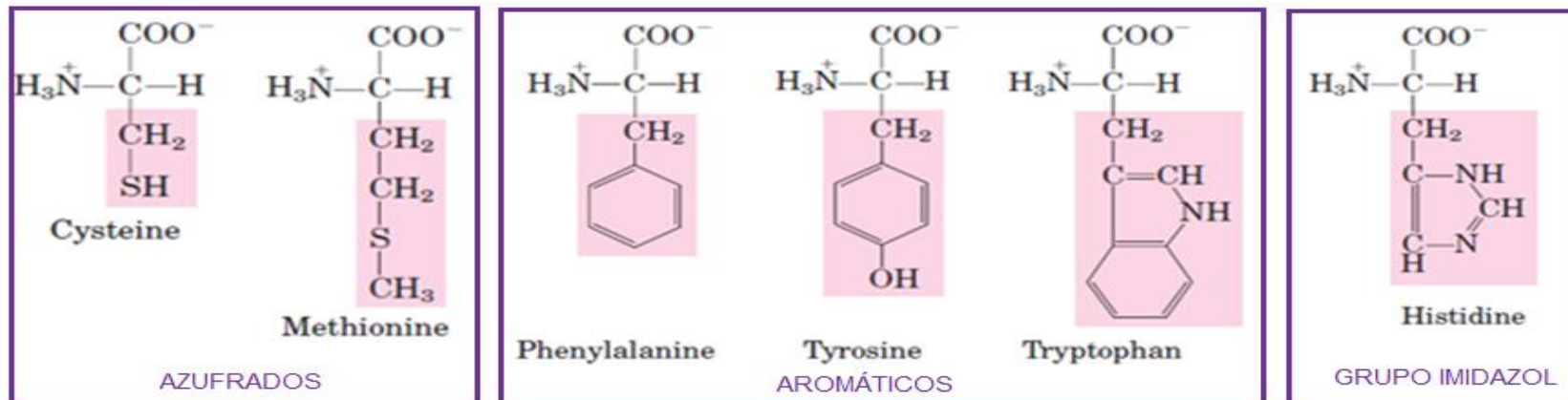


## ALCALASA

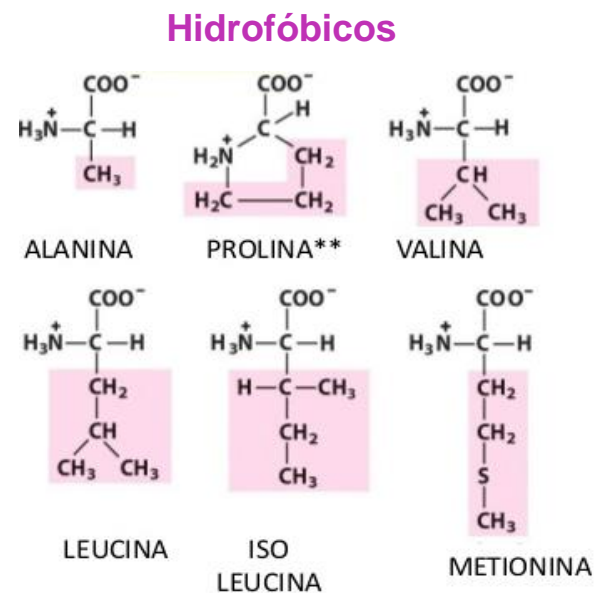


# Péptidos antioxidantes

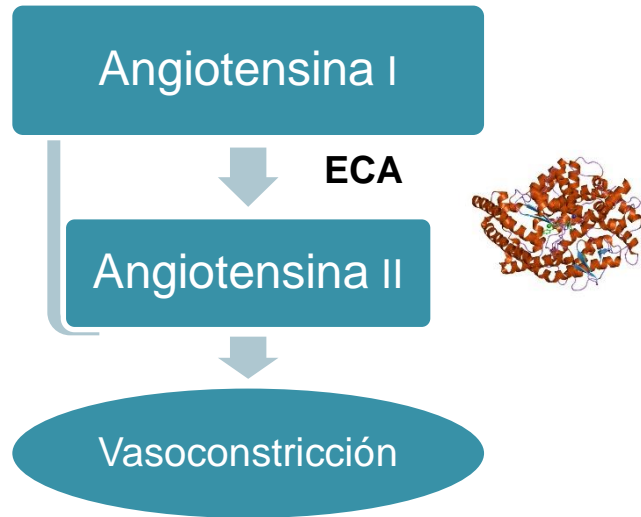
Entre 5 y 16 residuos de aminoácidos



	Secuencia	IC <sub>50</sub> (mg/ml)	Intervalo de confianza del 95%
1	TEVWDSNEQ	0,020	0,017 - 0,023
2	IYIEQNGGITGM	0,017	0,015 - 0,020
3	GDRFQDQHQ	0,60	0,49 - 0,72
4	LAGKPQQEHSGE HQ	0,14	0,12 - 0,17
5	YLAGKPQQEH	0,016	0,013 - 0,018
6	LQAEQDDR	-	-
7	HVIKPPSRA	0,57	0,50 - 0,65
8	AWEEREQGSR	0,0067	0,0063 - 0,0073
9	AVNVDDPSK	-	-
10	KFNRPETT	-	-



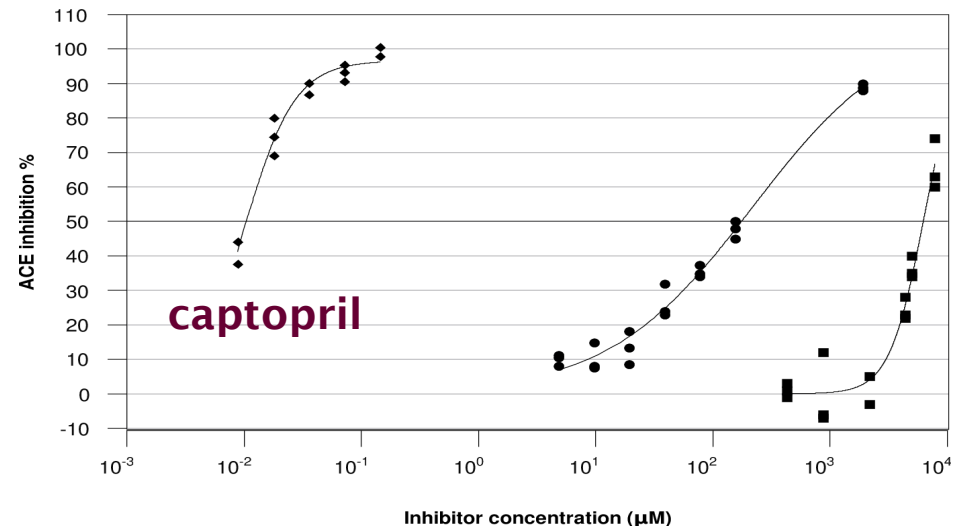
# Actividad antihipertensiva



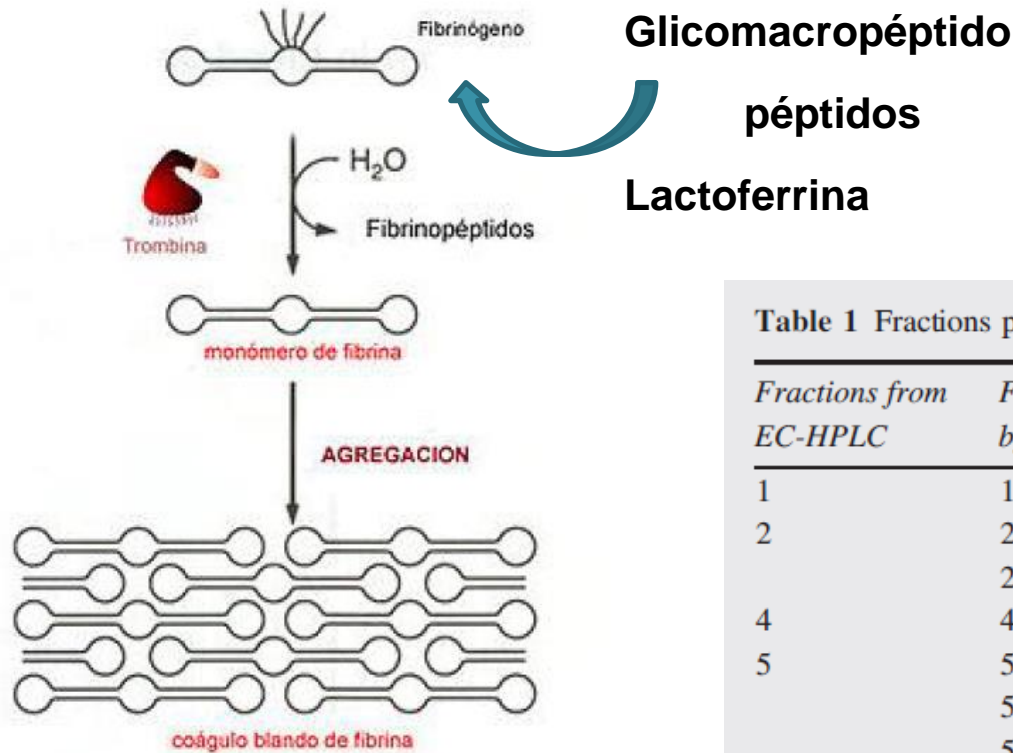
Protein	Peptide fragment	Primary Sequence <sup>1</sup>	ACE <sup>2</sup> IC <sub>50</sub> <sup>3</sup> μmol/L
α-lactalbumin	f(104–108)	WLAHK	77.0
β-lactoglobulin	f(142–148)	ALPMHIR	42.6
BSA <sup>4</sup>	f(208–216)	ALKAWSVAR	3.0

Muestra	% Inhibición de la ECA
4	51 <sup>a</sup>
4 BPM	55 <sup>a</sup>
8	50 <sup>a</sup>
8 BPM	65 <sup>a</sup>
Captopril	100

## Capacidad antihipertensiva por inhibición de la ECA



# Actividad antitrombótica



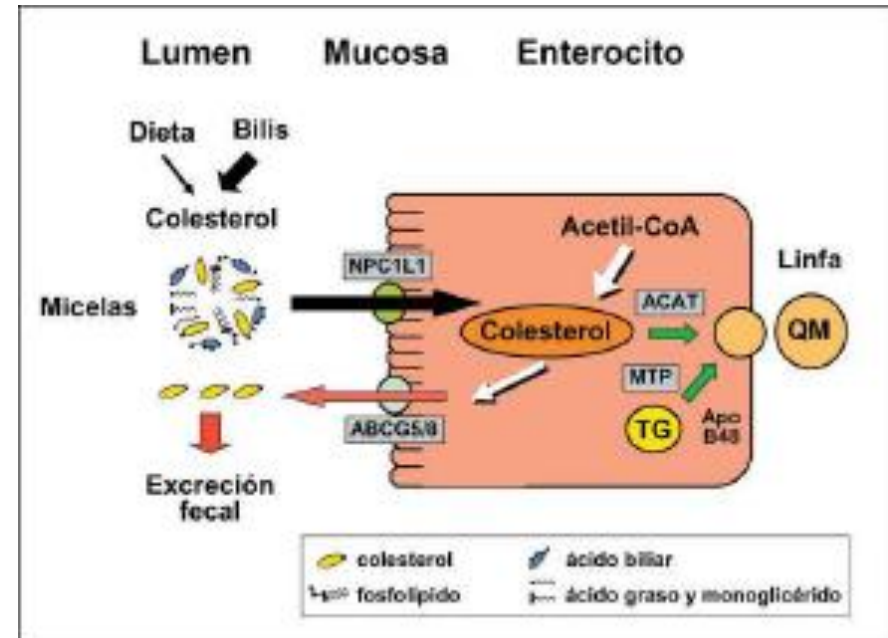
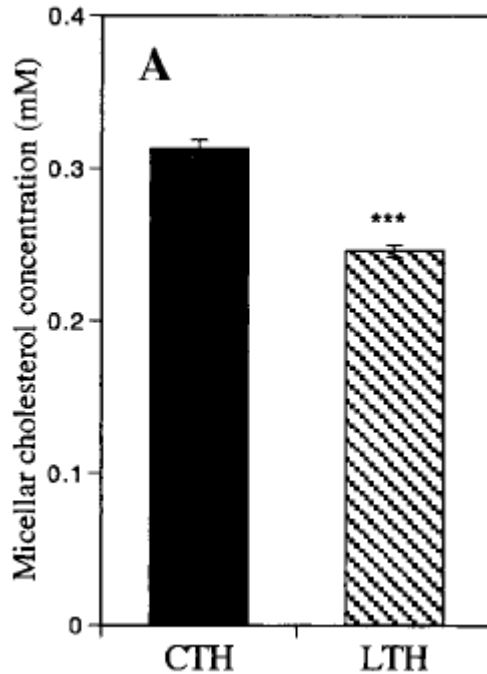
**Presencia de aminoácidos  
- Ile, Lys, Asp**

Table 1 Fractions purified by RP-HPLC

Fractions from EC-HPLC	Fractions purified by RP-HPLC	Bioactivity	IER <sup>a</sup>
1	1A	ACE inhibitor	27.3 ± 0.6
2	2A	ACE inhibitor	30.7 ± 0.9
	2B	ACE inhibitor	29.9 ± 1.8
4	4A	ACE inhibitor	33.8 ± 1.1
5	5A	ACE inhibitor	21.3 ± 1.6
	5A	antithrombotic	34.8 ± 14.3
	5B	ACE inhibitor	24.6 ± 0.1
	5B	antithrombotic	59.3 ± 15.2
	5C	ACE inhibitor	34.2 ± 0.6
	5D	ACE inhibitor	24.6 ± 1.4
3	3A	antithrombotic	83.1 ± 16.7
	3B	antithrombotic	45.4 ± 6.8
	3C	antithrombotic	66.8 ± 9.2
5	5E	antithrombotic	33.8 ± 10.1

<sup>a</sup>IER, inhibition efficiency ratio.

# Actividad Hipocolesterolémica



Biochemical and Biophysical Research Communications 281, 11–17 (2001)  
doi:10.1006/bbrc.2001.4298, available online at <http://www.idealibrary.com> on IDEAL®

**Aminoácidos**

**Baja relación Met/Gly y Lys/Arg**

**Alta relación hidrofóbicos**

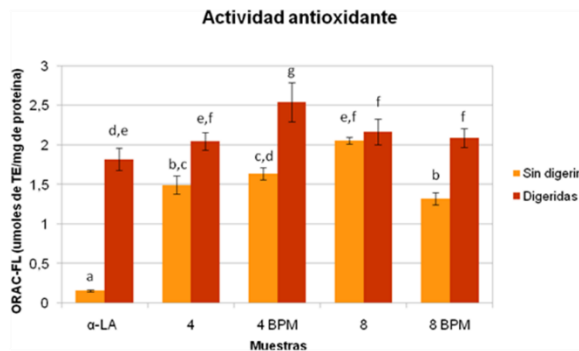
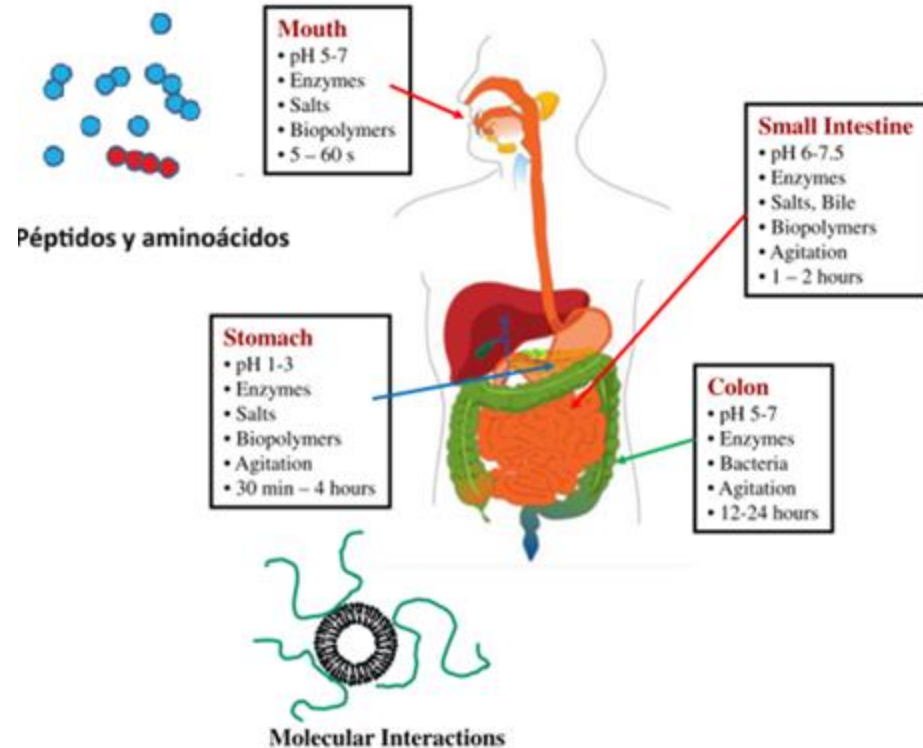
Identification of Novel Hypocholesterolemic Peptides  
Derived from Bovine Milk  $\beta$ -Lactoglobulin

Satoshi Nagaoka,<sup>+1</sup> Yu Futamura,\* Keiji Miwa,\* Takako Awano,\* Kouhei Yamauchi,\* Yoshihiro Kanamaru,\* Kojima Tadashi,† and Tamotsu Kuwata†

\*Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Gifu University, Gifu 501-1193, Japan; and  
†Nutrition Science Institute, Meiji Milk Products, Tokyo 189-8530, Japan

# Bioaccesibilidad

**Bioaccesibilidad:** Cantidad de un constituyente alimenticio **que está presente en el intestino**, como consecuencia de la liberación desde la matriz de un alimento. (Saura Calixto et al., 2007).





# Absorción

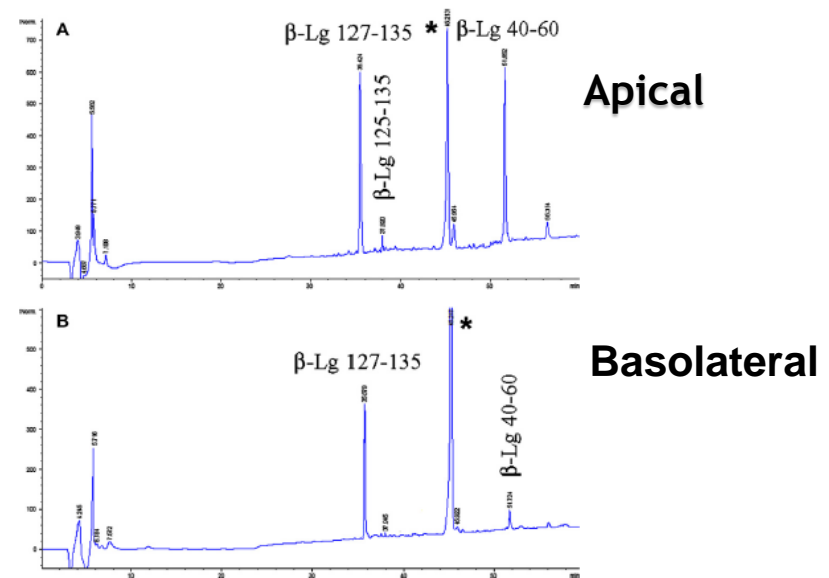
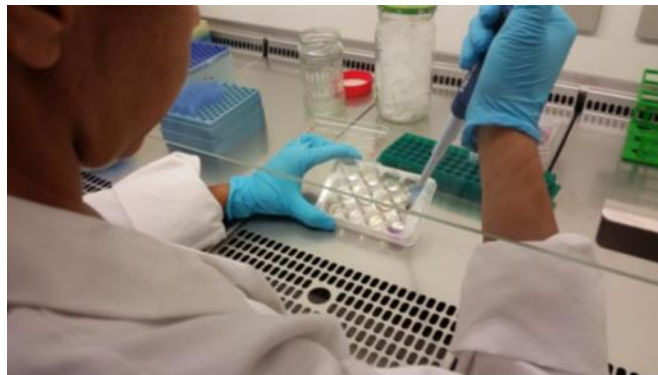
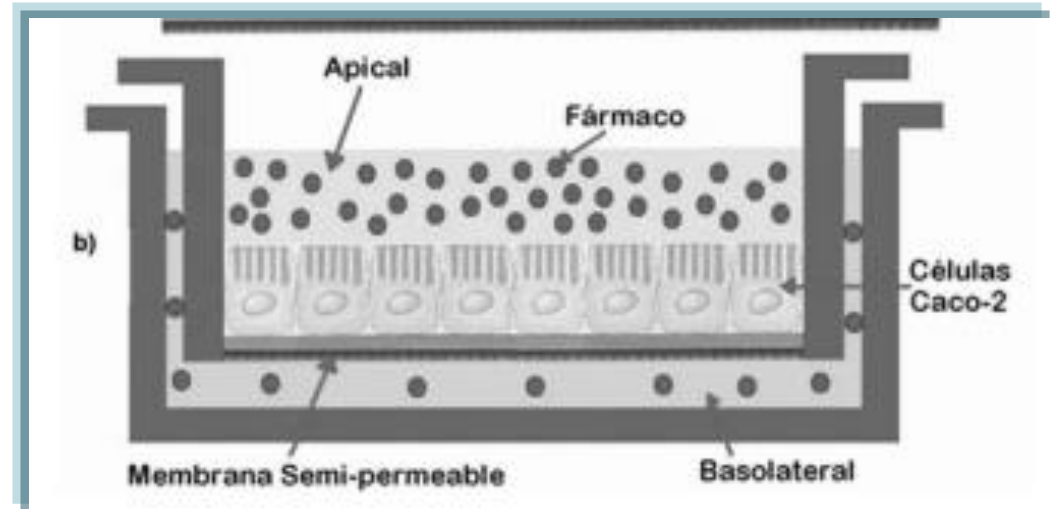


Fig. 3. RP-HPLC chromatograms of an equimolar mixture of  $\beta$ -Lg 125-135 and  $\beta$ -Lg 40-60 recovered from the apical (A) and basolateral (B) compartments of the Caco-2 monolayers. (\*) Phenol red.

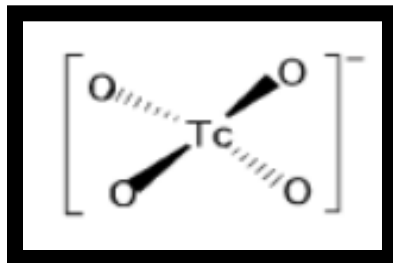
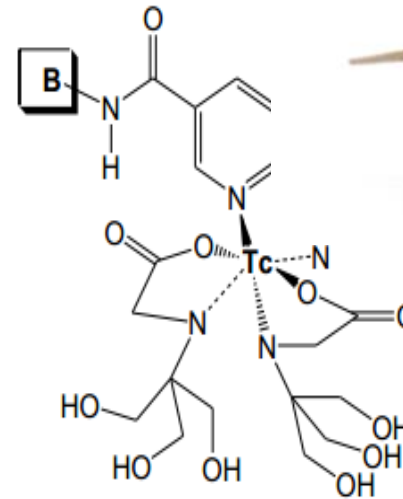
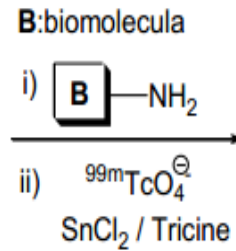
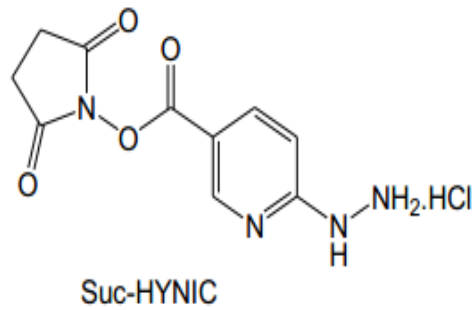
# Biodistribución y Bioactividad

Hidrolizado



National Committee for Animal Experimentation (CHEA, Uruguay).

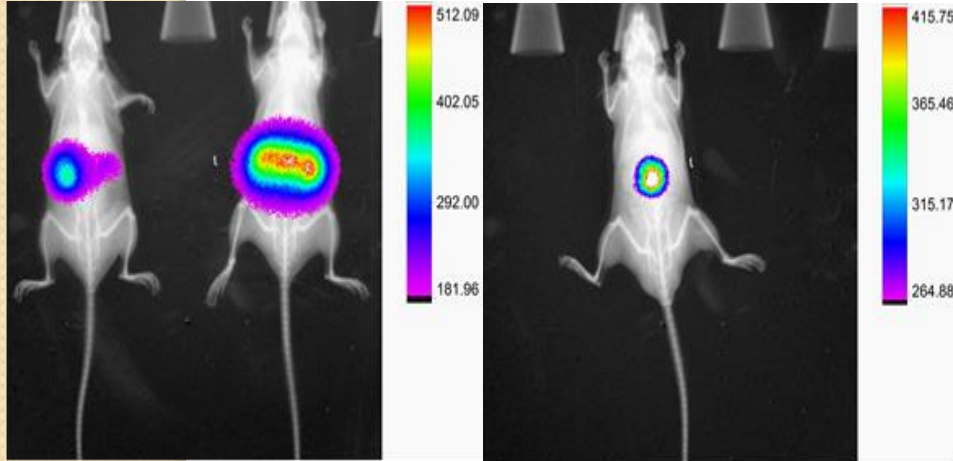
# Biodistribución



Ion  
Pertechnetato

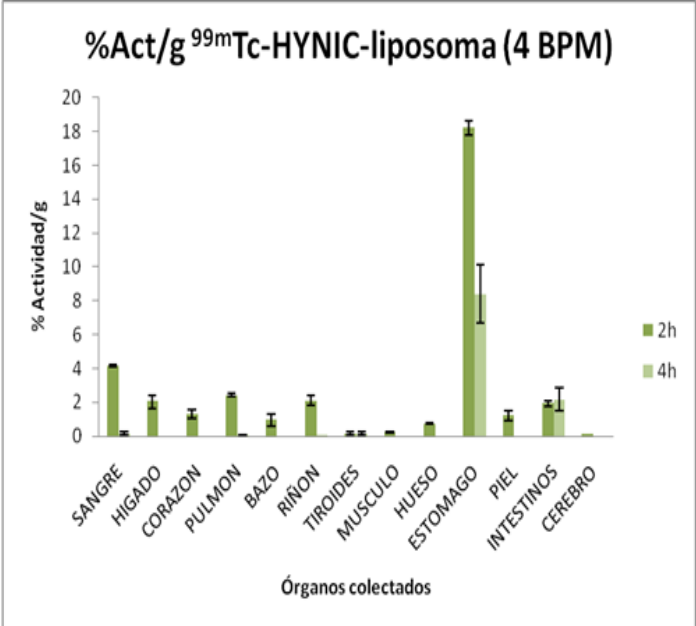
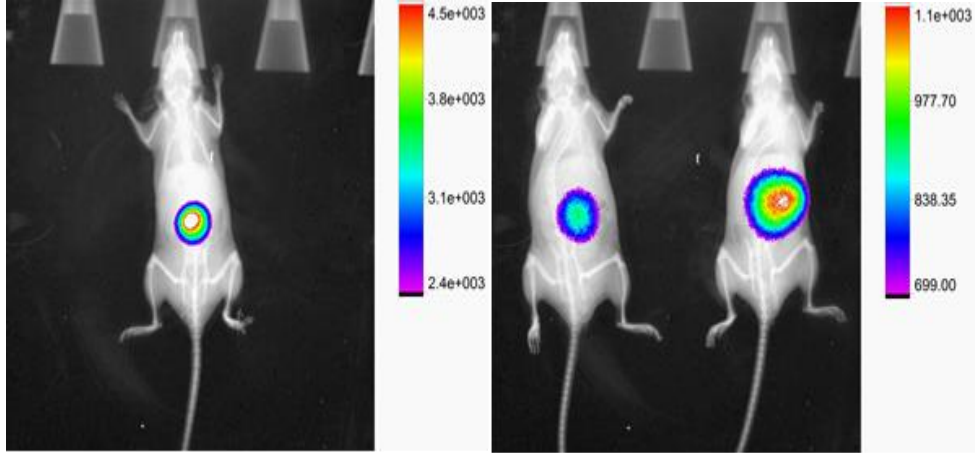
National Committee for Animal Experimentation  
(CHEA, Uruguay).

# Imágenes por gamma cámara de las ratas.



**ESTÓMAGO**

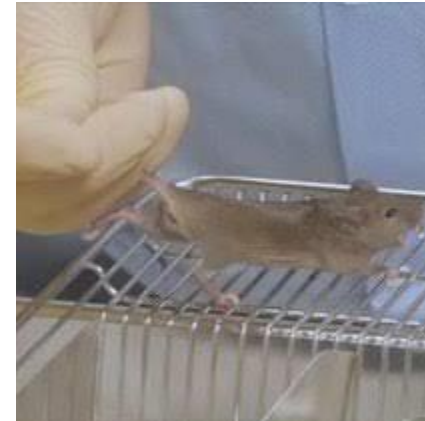
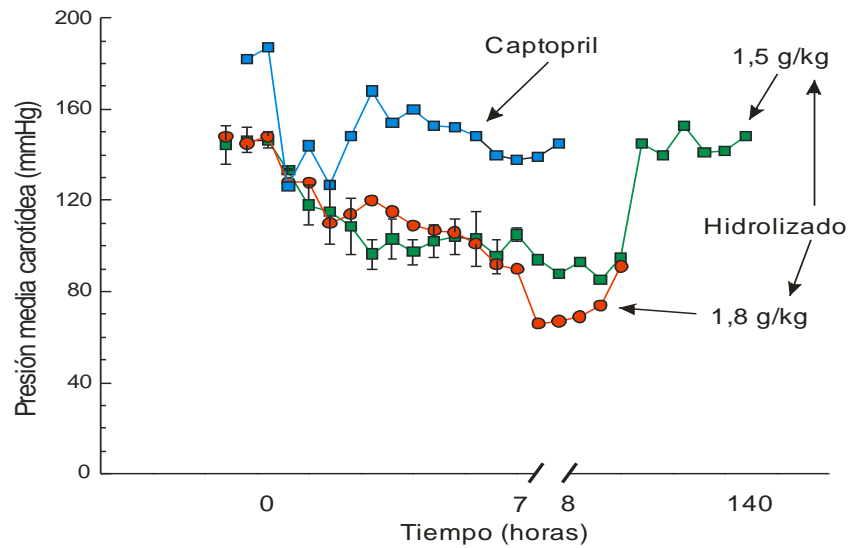
**INTESTINO DELGADO**



**ORGANOS**

# Bioactividad

Es la capacidad de los péptidos bioactivos de generar la respuesta fisiológica determinada



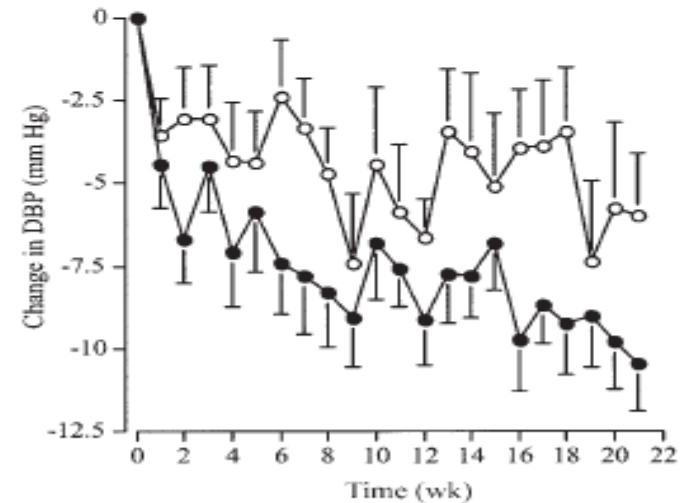
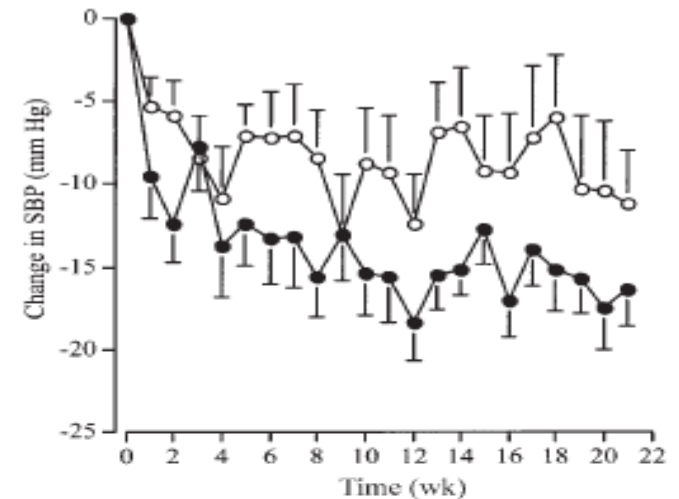
Evaluación de parámetros clínicos

# Estudios en humanos

**Diseño:** estudio aleatorizado controlado  
Estudio durante 21 semanas  
19 recibieron el alimento con péptidos  
17 recibieron un placebo



## Biomarcadores



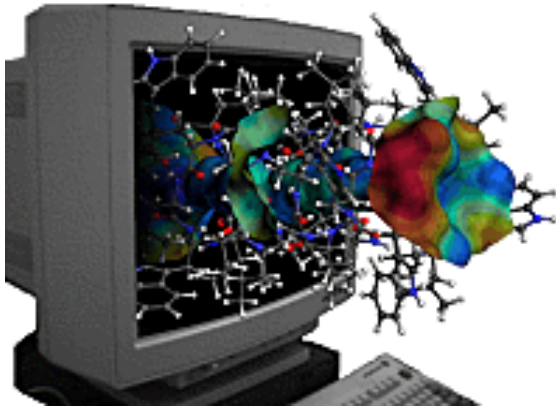
**FIGURE 1.** Mean ( $\pm$ SEM) change in systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) from baseline during the 21 wk of treatment in the test product ( $\bullet$ ;  $n = 19$ ) and control ( $\circ$ ;  $n = 17$ ) groups.

A fermented milk high in bioactive peptides has a blood pressure-lowering effect in hypertensive subjects<sup>1-3</sup>

*Leena Seppo, Tiina Jauhiainen, Tuija Poussa, and Riitta Korpela*

*Am J Clin Nutr* 2003;77:326-30. Printed in USA. © 2003 American Society for Clinical Nutrition

# Hacia donde vamos en el estudio de los biopeptidos



## Experimentos *in silico*

Son simulaciones o reproducciones de experimentos *in vivo* o *in vitro*, que emplean modelos matemáticos y softwares de simulación.

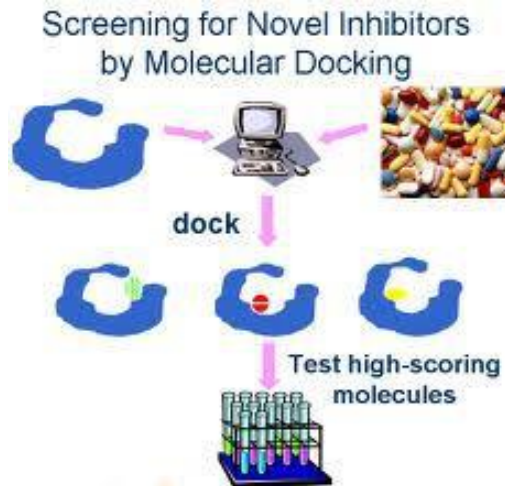
**La bioinformática es una herramienta potente para manejar, e interpretar información sobre sistemas biológicos**

# Hacia donde vamos en el estudio de los biopeptidos

Permite abordar el estudio de péptidos bioactivos:

seleccionando péptidos combinando enzimas y proteínas

corroborar mecanismos de acción,





# Conclusión

**Todos estos estudios revelan el potencial que tienen los peptidos bioactivos obtenidos del suero lácteo, por lo que debemos motivar a la Industria Alimentaria a incorporarlos y de esta forma introducir al mercado alternativas mas saludables para el consumidor**

Muchas gracias por la atención



[amedrano@fq.edu.uy](mailto:amedrano@fq.edu.uy)

