

## Mejoramiento de la calidad nutricional de pan tipo francés

*Hugo Diego Sánchez, Carlos Alberto Osella, María Adela G. de la Torre*

Instituto de Tecnología de Alimentos - Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral  
Santa Fe, Argentina

**RESUMEN.** Existe en la Argentina una creciente producción de soja y consecuentemente de aceite de soja, que permiten tener una elevada disponibilidad de proteínas de buena calidad. Paralelamente en la industria láctea, también se cuenta con una fuente proteica de mucho interés, que es la proveniente del suero caseario. El objetivo de este trabajo es lograr un mejoramiento nutricional del pan francés con dichas fuentes proteicas. Se hicieron determinaciones físicas y evaluaciones sensoriales y nutricionales con tratamiento estadístico por análisis de varianza test de rango múltiple de Duncan. La harina de soja y el concentrado proteico de suero caseario manifestaron un comportamiento opuesto sobre la absorción de agua; mientras la primera producía un aumento, el segundo provocaba una disminución de los valores de absorción. Sobre los valores alveográficos existe, en cambio, una influencia coincidente en el sentido de producir ambos un aumento en la tenacidad de la masa. Respecto a la elaboración de pan, si bien se produce una pérdida de calidad en sus características generales cuando se utilizan individualmente la harina de soja y el concentrado proteico de suero caseario, este deterioro se reduce al incorporar ambos ingredientes en forma simultánea. En cuanto a los parámetros nutricionales, se obtuvo una mejora en los niveles de lisina disponible en todos los casos en que se reemplazó la harina de trigo, en cambio en la determinación de Valor Biológico sólo se obtuvieron aumentos cuando la harina de soja de PDI 61 se utilizó en la formulación.

**Palabras clave:** Nutrición, pan, soja, suero.

**SUMMARY. Nutritional improvement of French type bread.** In Argentina there is an increasing production of soybean and consequently of oil, it gives a very important amount of proteins of good quality. Also dairy industry produces an useful protein: whey protein concentrate (WPC). The objective of this work is to improve the nutritional value of French bread adding soy flour and whey proteins to the mixture. Physics, sensory and nutritional evaluation were made with statistic treatment by variance analysis, Duncan multiple range test. Soy flour and WPC had an opposite behavior with the water absorption, while the first show an increasing the second produce a decreasing of the absorption values. About the alveographics values they produce a similar effect which is a stretching of the dough. In bread manufacture the product quality was reduced when soy flour and WPC were individually used but this deleterious effect was less important when they were used together in the recipe. Nutritional parameters were improved specially when the soy flour that was used had low heat treatment (PDI 61).

**Key words:** Nutrition, bread, soy flour, whey.

### INTRODUCCION

En los últimos cinco años la producción de soja en la Argentina ha superado las 10.000.000 de toneladas anuales, de las cuales aproximadamente el 70% se destina a la extracción de aceite (1). Esto implica una producción de harinas de extracción del orden de 5.000.000 toneladas, lo que significa 2.500.000 toneladas de proteínas potencialmente disponibles para consumo humano.

Desde 1972, la U.S.D.A. ha utilizado panes fortificados con harina de soja para sus programas de alimentos considerando que esta materia prima es una excelente fuente de proteínas para suplementar harina de trigo ya que tiene, para ese fin, un buen balance de aminoácidos que permite disminuir el déficit en lisina que tienen en general los cereales y además se ha demostrado que tiene influencia sobre el nivel de colesterol sanguíneo (2-4).

Los productos horneados, panes y galletitas, son vehículos excelentes para los derivados de soja pero es necesario tener en cuenta que el aporte nutricional que brindan se ve limitado por las modificaciones que producen en las propiedades funcionales de la masa y en las características sensoriales del producto (5,6).

Por su parte la industria quesera Argentina elimina anualmente 3.500.000 toneladas de suero caseario, lo que significa contar con 18.000 toneladas de proteínas de alto valor biológico factibles de emplear en la alimentación humana (7-9). La industria panadera ha ido reemplazando paulatinamente en sus formulaciones la leche descremada en polvo por la siguiente mezcla: suero caseario -concentrado proteico de soja (3,10).

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto de la harina de soja desgrasada y de las proteínas de suero caseario obtenidas por ultrafiltración, sobre las características tecnológicas y nutricionales del pan tipo francés.

## MATERIALES Y METODOS

### Materias Primas

#### Harina de trigo comercial 000

Harina de soja 61 (PDI=61) y harina de soja 20 (PDI=20), obtenidas a partir de escamas desgrasadas de soja, molidas y luego tratadas en autoclave con vapor fluyente hasta lograr los valores mencionados de dispersibilidad proteica.

Concentrado proteico de suero caseario (CPSC), obtenido por ultrafiltración y tratado térmicamente durante 30 minutos a 70°C.

Los valores de composición de las materias primas se detallan en Tabla 1.

TABLA 1  
Materias primas (\*)

	Harina de Trigo	H. de Soja 61 y 20	CPSC
Proteínas (g/100g)	14.1(N x 5,7)	51,7 (N x 6,25)	53.6 (N x 6,38)
Cenizas (g/100g)	0.59	6.51	7.47
Grasa (g/100g)	1.13	1.17	3.41
Lactosa (g/100g)	-	-	26.9
Lisina Disponible (g/100 g Prot.)	1.70	5.5 y 5.1	6.1
Absorción de agua (ml/100g)	59.5	-	-
Pico Amilográfico (UB)	900	-	-
Relación alveográfica P/L	1.08	-	-

(\*) La composición química se expresa en base seca.

Los niveles de sustitución estudiados fueron: Soja 61 (6 y 12%); Soja 20 (6 y 12%); CPSC (2, 4, 6%); Mezcla Soja 61 - CPSC (6-6%); Mezcla Soja 20 - CPSC (6-6%). Estos niveles utilizados surgieron de ensayos previos, los que mostraron que el valor de 12% para harina de soja como el 6% para proteínas de suero era el máximo admisible desde el punto de vista tecnológico. Es decir mayores porcentajes de reemplazo presentaban inconvenientes en el manejo de la masa y en la calidad del producto obtenido: bajo volumen, color intenso de corteza, aroma y sabor desagradables (5,6).

### Métodos

Las determinaciones químicas se realizaron según métodos oficiales (11).

Los farinogramas se llevaron a cabo en DO-CORDER Brabender, usando 300 gr. de muestra y siguiendo el procedimiento descrito por Locken et al. (12).

Los alveogramas se hicieron modificando el sistema original de Chopin (13). Se trabajó con una hidratación que permitió igual consistencia en todas las muestras, medida en farinógrafo, evitando así la influencia de los porcentajes variables de absorción de agua.

Las experiencias de panificación se llevaron a cabo en base al test propuesto por Sánchez et al. (14) con algunas modificaciones que se aprecian en Tabla 2.

TABLA 2

Formulación y etapas del ensayo de panificación (\*)

Harina de trigo o mezclas	300 g
Agua	variable
Levadura	6 g
Sal	6 g
Grasa	9 g
Acido ascórbico	100 ppm
Amasado	60 rpm. - 15 minutos
Primera fermentación (27°C- 70% h.r)	25 mm en medidor de empuje
Segunda fermentación (27°C- 70% h.r)	40 mm en medidor de empuje
Cocción	180°C - 45 Minutos

(\*): Según Sanchez et al. (14) modificado.

Las medidas de volumen utilizando el sistema de desplazamiento de semillas, se llevaron a cabo una hora después que los panes se retiraran del horno. Los valores obtenidos fueron tratados estadísticamente por análisis de varianza, test de rango múltiple de Duncan (15).

Las evaluaciones sensoriales, con asignación de puntaje, fueron realizadas por personal entrenado que calificó las distintas características del pan (volumen, corteza, textura, color de miga, aroma y sabor) (14).

Las evaluaciones de diferencias de sabor fueron llevadas a cabo por 12 panelistas entrenados que juzgaron en base al test de tetradas (16) estableciendo además grado de diferencia (1=bajo, 2=medio, 3=alto) y preferencia. Se evaluó la diferencia de sabor de los niveles de 12% frente a un testigo conteniendo sólo 6% de la misma harina de soja.

Las evaluaciones nutricionales se hicieron determinando el contenido de lisina disponible (LD) utilizando el Método de Carpenter modificado por Booth (17) y el valor biológico (VB) por el Método de Miller y Bender. Los valores obtenidos fueron tratados estadísticamente por análisis de varianza, test de rango múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 3 se brindan los resultados del análisis de varianza, que dan una visión global del efecto que producen la harina de soja y el CPSC sobre las características reológicas y tecnológicas analizadas.

### Absorción de agua

La absorción de agua de la masa se ve modificada de modo altamente significativo por la acción de las tres variables: contenido de harina de soja, PDI de harina de soja y contenido de CPSC. En Figura 1 se aprecia el aumento que se produce en la absorción cuando se utiliza sólo harina de soja en mezcla con harina de trigo, en cambio cuando se utiliza CPSC-trigo, esta absorción disminuye bruscamente. El mayor tratamiento

térmico de la harina de soja 20 respecto de la harina de soja 61 produce una mayor desnaturalización de sus proteínas, aumentando la fracción insoluble de las mismas y dando también un mayor valor de la absorción de agua (18). Por su parte, el CPSC sin bien recibe un tratamiento térmico que produce la desnaturalización de sus proteínas, no genera un aumento de la captación de agua frente al testigo sino que por el contrario se manifiesta produciendo una brusca caída de la consistencia farinográfica (9,19,20).

**TABLA 3**  
Resultados del análisis de varianza

Variables	Estadístico F			
	Abs. Agua	Relación P/L	Volumen	Puntaje
Contenido	664	58.5	30.3	191
Harina de Soja	(..)	(..)	(..)	(..)
P.D.I	96.7	4.0	0.63	3.76
Harina de Soja	(..)	(-)	(-)	(-)
Contenido de	94	20.3	2.06	6.70
C.P.S.C	(..)	(..)	(-)	(.)

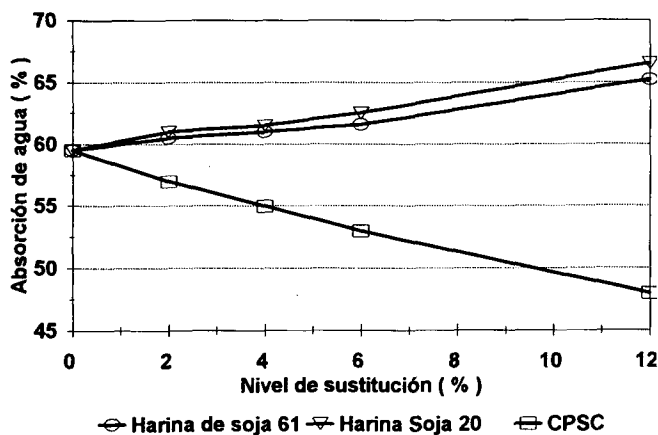
Estadísticamente No Significativo: (-)  $p > 0.05$

Estadísticamente Significativo: (.)  $p < 0.05$

(..)  $p < 0.01$

**FIGURA 1**

Influencia del nivel de sustitución de harina de soja y CPSC sobre la absorción de agua



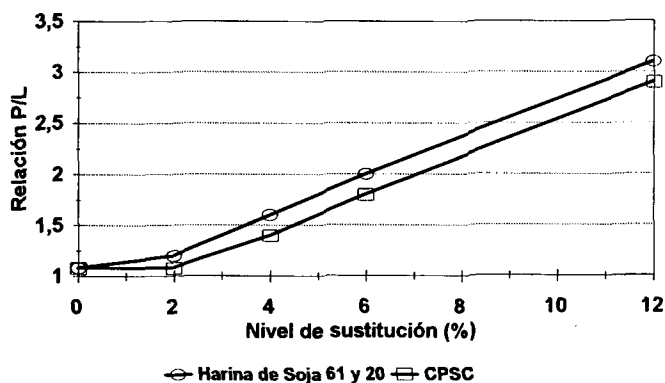
Cuando se combinan simultáneamente harina de soja y CPSC con harina de trigo (88-6-6) se obtienen valores de absorción de agua de 55% para harina de soja 61 y 56% para harina de soja 20. Este resultado se da por la compensación de los efectos antagónicos entre las proteínas de soja y las proteínas de suero en su comportamiento frente a esta propiedad fisicoquímica.

**Relación P/L**

En la Figura 2 se observa que la relación P/L aumenta con el nivel de sustitución de ambas materias primas. Se produce un aumento en la tenacidad a causa de la nueva estructura proteica que, si bien genera dificultades tecnológicas en el manejo de la masa, no imposibilita la elaboración de panes que en algunos casos resultaron muy aceptables.

**FIGURA 2**

Influencia del nivel de sustitución de harina de soja y CPSC sobre la relación P/L



**Volumen y puntaje del pan**

El volumen y el puntaje del pan se ven afectados muy significativamente por la variación del contenido de harina de soja en las formulaciones analizadas, en cambio no ocurre tal alteración cuando se modifica el valor de PDI de dicha harina de soja (Tabla 3). Por su parte, el CPSC utilizado en mezcla con harina de trigo no produce alteración alguna en los valores de volumen de pan, pero si genera alteraciones significativas en las características organolépticas que producen modificaciones en los valores de puntaje (21).

En Tabla 4 se puede ver que el volumen y el puntaje sufren un deterioro significativo a medida que aumenta el reemplazo con harina de soja. También se puede apreciar, en la misma tabla, que los valores obtenidos para el nivel de sustitución de 6% con harina de soja no disminuyen cuando además se incorpora 6% de CPSC. Este último hecho coincidente con otros trabajos (8,21), permite mejorar las características nutricionales sin perjudicar la calidad tecnológica del producto.

**TABLA 4**

Valores comparativos de volumen y puntaje

Trigo (%)	Soja 61 (%)	CPSC (%)	Volumen (cc)	Puntaje (máximo 100)
100	-	-	377 <sup>a</sup>	92.0 <sup>a</sup>
94	6	-	359 <sup>b</sup>	75.9 <sup>b</sup>
88	12	-	281 <sup>c</sup>	65.5 <sup>c</sup>
88	6	6	357 <sup>b</sup>	76.6 <sup>b</sup>

Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes a un nivel de  $p = 0.01$ .

### Evaluación sensorial

En la Tabla 5 se aprecian los resultados de la evaluación sensorial llevada a cabo por 12 panelistas entrenados, quienes utilizaron como testigo de comparación una mezcla que contenía harina de trigo - harina de soja (94-6%), siendo la harina de soja utilizada como testigo la soja 61 y la soja 20 en los casos correspondientes.

Mientras que la muestra que contenía 12% de harina de soja 20 tuvo una cantidad de juicios correctos que no presentaron significación estadística las restantes tres muestras tienen una elevada significación estadística. No obstante haber obtenido un elevado número de juicios correctos, el Grado de Diferencia se encuentra principalmente entre suave y moderado, siendo además las preferencias no significativas respecto del testigo. Esto nos indica que el nivel de sustitución de 12% tiene un alto grado de aceptabilidad especialmente cuando se trabaja con harina de soja 20.

TABLA 5

Análisis sensorial (panel) por comparación de panes con nivel de suplementación de 12% frente a panes que contienen 6% de harina de soja 61 y 20 respectivamente

	Soja 61	Soja 20	Soja 61-CPSC	Soja 20-CPSC
Diferencias de sabor				
Juicios correctos	9 (.)	2 (-)	11 (.)	11 (.)
Grado de Diferencia				
Suave	6	1	7	7
Moderado	2	1	3	4
Extremo	1	0	1	0
Preferencia	(-)	(-)	(-)	(-)

Estadísticamente No significativo: (-) =  $p > 0.05$

Estadísticamente Significativo: (.) =  $p < 0.05$

### Evaluación nutricional

En la Tabla 6 se presentan los valores de Lisina Disponible (LD) y de Valor Biológico (VB) de los panes formulados con las distintas mezclas.

Se destaca el pan elaborado con Trigo-Soja 61-CPSC (88-6-6), el que resultó tener el VB más alto, 30% por encima del testigo.

Cuando se utilizó harina de Soja 20 en la formulación, se tuvieron valores VB con diferencias no significativas frente al control, tanto para 6% como para 12% de sustitución. Se aprecia una disminución del VB por efecto del tratamiento térmico de la harina de soja ya que los valores son superiores para el caso en que se utiliza harina de Soja 61.

Por su parte, los valores de LD tuvieron un crecimiento importante con el porcentaje de sustitución, ya sea que se incorporara a la mezcla, harina de soja solamente o la combinación harina de soja-CPSC.

TABLA 6

Lisina disponible (LD) y valor biológico (VB) del pan

Muestra	L D (g/100 g Prot.)	V B
Control (Trigo 100 %)	1.54	47.4 <sup>e</sup>
Soja 61 CPSC		
6 %	1.96	48.4 <sup>e</sup>
12%	2.84	56.1 abc
6% 6%	2.89	61.4 <sup>a</sup>
Soja 20 CPSC		
6%	1.87	47.8 <sup>de</sup>
12%	2.73	51.1 <sup>cde</sup>
6% 6%	2.78	52.2 <sup>bcde</sup>

Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes a un nivel de  $p = 0.05$ .

### CONCLUSIONES

Tanto la harina de soja desgrasada como el CPSC provocaron importantes modificaciones sobre las propiedades reológicas de la masa. Respecto a la absorción de agua en farinógrafo se manifiesta un comportamiento opuesto para cada una de estas materias primas. En cambio en lo referente a los resultados alveográficos se obtienen valores de P/L que en ambos casos coinciden en un crecimiento de la tenacidad de la masa.

Los porcentajes crecientes de harina de soja en la formulación producen una disminución del volumen del pan y algún grado de desmejoramiento de sus características externas e internas. Estos efectos negativos son en parte neutralizados cuando se reemplaza parcialmente harina de soja por CPSC como se aprecia en la formulación Trigo-Soja 61-CPSC (88-6-6) que fue la que brindó panes con mejor resultado nutricional a la vez que un buen aspecto general y una alta aceptabilidad organoléptica.

### AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Julio César Mancuello por la colaboración en la elaboración de los panes. Al Área de Lácteos del Instituto de Tecnología de Alimentos-FIQ-UNL por aportar el CPSC y los datos de su composición.

### REFERENCIAS

1. Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Número estadístico 1994/1995 - 1995/1996.
2. Lindell MJ & Walker CE. Soy enrichment of Chapatias made from wheat and non wheat flours. Cereal Chem 1990; 61(5): 435-438.
3. Guy EJ. Evaluation of the bread-baking quality and storage stability of 12% soy-fortified flour containing sweet cheese whey solid. Cereal Chem 1984; 61(2): 83-88.

4. Mc Isaac C, Potter SM, Weigel MM. Effect of consumer education on the purchase of soy - containing bakery items. *Cereal Food World*. Vol 38 N 3. pp 154-156. 1993.
5. Sánchez HD, González RJ, Osella CA, de la Torre MA & Gutiérrez Herrera A. Uso de Okara en productos horneados. *Revista Agroquímica Tecnología de Alimentos* 1990;30/4 (501-508).
6. Sienkiewicz T, Riedel CL. Whey and Whey Utilization. 1990; pp 211. Publisher: Verlag Th. Mann-Germany.
7. Sánchez HD, de la Torre MA, Osella CA & Fabre HC. Whey protein concentrates in baking I. Effect on rheological properties. *Bakers Digest* May, 1984;pp.18-20.
8. Renz A & Renner E. Fortification of nondairy foods with dairy ingredients. *Food Technology*. 1987;pp 122-127.
9. Jacobson KA. Whey Protein Concentrates as functional ingredients in baked goods. *Cereal Food World*. 1997;pp 138-141.
10. Gélinas P & Lachance O. Development of fermented dairy ingredients as a flavor enhancers for Bread. *Cereal Chem* 1995;72(1):17-21.
11. American Association of Cereal Chemists- Approved Methods of the AACC The Association: St. Paul, Minn. 1994.
12. Locken L, Loska S & Shuey W. *The Farinograph Handbook*. AACC. The Association: St. Paul, Minn. 1972.
13. Chopin M. Cinquante années de recherches relatives aux blés et a leur utilization industrielle. Cap. VI: 91 -114. M. Chopin. Boulogne. 1977.
14. Sanchez HC, Mancuello JC & Fabre HC. Essai de panification pour le pain francais. *Industries de Céréales*. 25 Sept/Oct.1983.
15. Amerine MA, Pangborn RM & Roessler EB. Principles of sensory evaluation of food. Chapter 10-pag. 451 -. New York. San Francisco - London. Academic Press -1965.
16. Renner E and Romer G. Der tetraden test als aussagefähine sensorische methode I - Methodik und anwendung. *Z. Lebensm. Unters*; 1973; Forsch 151-326.
17. Booth VH. Problems in the determination of FDNB - Available Lysin. *Journal of Science and Agriculture*. 1971; 22 (658-665).
18. Bejosano FP & Corke H. Effect of Amaranthus and Buckwheat Protein on wheat dough properties and noodles quality. *Cereal Chem* 1998;75(2):171-176.
19. Melachouris, N. Symposium. Assesing functionality of whey proteins - Critical aspects in development of whey protein concentrates. *J Dairy Science* 6. 1984.
20. Sánchez HD, de la Torre MA, Osella CA, Mancuello JC, Barrio MC & Renner E. Einfluss von Molkenproteinkonzentrat bei der Herstellung von französischem Weissfrot - I - Beeinflussung der reologischen Eigenschaften. *Gertreide, Mehl und Brot*. 1987;41 (11) .
21. Sánchez HD, de la Torre MA, Osella CA, Mancuello JC, Barrio MC & Renner E. Einfluss von Molkenproteinkonzentrat bei der Herstellung von französischem Weissfrot - II - Technologische wirksamkeit bei der brotherstellung. *Gertreide, Mehl und Brot*. 1988;42 (2).

Recibido: 13-03-1997

Aceptado: 21-07-1998