

## ENRIQUECIMIENTO DE PAN CON HARINA DE SOYA

*Enrique Yáñez,<sup>1</sup> Digna Ballester,<sup>2</sup> Marcela Aguayo<sup>3</sup>  
y Héctor Wulf<sup>a</sup>*

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA),  
Universidad de Chile, e Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
(INIA), La Platina, Santiago, Chile

### RESUMEN

Se realizó un ensayo de panificación con harina de trigo enriquecida con harina de soya en niveles de 2, 4, 6, 8, 10 y 12<sup>o</sup>/o. Las pruebas farinológicas mostraron cambios con la incorporación de la harina de soya, que se manifestaron en un aumento de la absorción de agua, disminución del tiempo de desarrollo de la masa, e incremento del decaimiento. El tiempo de mezcla se mantuvo sin variaciones hasta el nivel de 8<sup>o</sup>/o, nivel al que se observó cierta dificultad para el manejo de la masa. Los panes elaborados con harina de soya acusaron un leve oscurecimiento, dando un puntaje de 71 para el nivel

---

Manuscrito modificado recibido: 9-7-81.

- 1 Profesor, Jefe de la División de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Casilla 15138, Santiago 11, Chile.
- 2 Profesor del INTA.
- 3 Nutricionista del mismo Instituto.
- 4 Ingeniero Agrónomo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), La Platina, Santiago, Chile.

de 12<sup>o</sup>/o de harina de soya, y la textura se hizo más gruesa. A partir del 4<sup>o</sup>/o hubo una disminución del volumen del pan, la que se contrarrestó con la adición de 0.5<sup>o</sup>/o de estearoil-2-lactilato. Al nivel de 10<sup>o</sup>/o de harina de soya, el estearoil-2-lactilato de sodio (SSL) no tuvo efecto. La composición química del pan que contenía harina de soya mostró un aumento gradual del contenido proteínico, desde 13.4 a 18<sup>o</sup>/o en el nivel de 12<sup>o</sup>/o. La calidad biológica del pan, medida como eficiencia proteínica (PER) reveló un incremento significativo desde el nivel de 2<sup>o</sup>/o, obteniéndose el valor máximo al usarse el nivel de 6<sup>o</sup>/o (PER 2.13). Este trabajo confirma que es factible incorporar harina de soya al pan hasta el nivel de 6<sup>o</sup>/o, lo que constituiría un medio adecuado para mejorar el valor nutritivo de un alimento de tan amplio consumo como es el pan.

### INTRODUCCION

El elevado consumo de cereales y derivados en los países en desarrollo ha sido suficientemente demostrado (1, 2). En Chile el consumo de harina de trigo es alto, especialmente entre los sectores de bajos ingresos, siendo el pan una de las formas principales de consumo. Este alimento proporciona un alto porcentaje de las calorías y de la proteína dietaria de la población chilena (3). El contenido de proteína de la harina de trigo es de alrededor de 10<sup>o</sup>/o, y su patrón aminoacídico señala que es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina, treonina y triptofano (4). A fin de corregir estas deficiencias de cantidad y calidad se ha ensayado la adición al pan, de diversos concentrados proteínicos tales como harina de pescado (5), proteínas unicelulares (6), harina de soya y otros (7-10). La importancia de la harina de soya radica en su alto contenido de proteína y de algunos aminoácidos esenciales como lisina, leucina e isoleucina; además, tiene un precio relativamente bajo.

Diversos investigadores han enriquecido el pan con niveles hasta de 12<sup>o</sup>/o de harina de soya, encontrando incrementos importantes en el contenido de proteína y un notorio aumento en el contenido de lisina y en el mejoramiento de la calidad biológica (11, 12). En la presente investigación se estudió el efecto del agregado de harina de soya a la harina de trigo en niveles de 2, 4, 6, 8, 10 y 12<sup>o</sup>/o, efectuándose las pruebas farinológicas pertinentes. Es sabido que la incorporación de componentes extraños a la harina de trigo produce un deterioro de la calidad del pan, lo que se corrige mediante el uso de sustancias llamadas "mejoradores", entre los cuales puede mencionarse el estearoil-2-lactilato de sodio

(SSL) (13). En este estudio se investigó también la adición de dicho mejorador. Además, a fin de medir el valor nutritivo del pan, se determinó su índice de eficiencia proteínica (PER) en ratas.

#### MATERIAL Y METODOS

Se utilizó harina de trigo comercial con un grado de extracción de 80% y un contenido de proteína de 10.1% (N x 5.7), enriquecida con vitaminas del complejo B y hierro de acuerdo a las normas legales chilenas (14). La harina de soya utilizada en esta investigación fue una muestra desgrasada obtenida de Baker's Nutrisoy, Archer Daniels-Midland Company. Ambas harinas se sometieron a análisis químico proximal por métodos establecidos (15).

Las pruebas farinológicas se realizaron en el Farinógrafo de Brabender operando con 50 g de harina. Se midió el desarrollo de la masa, el decaimiento, y el valor W de acuerdo a la American Association of Cereal Chemists (AACC) (16).

El ensayo de panificación se hizo de acuerdo a la siguiente fórmula (en gramos): harina de trigo, 100; levadura fresca, 3; cloruro de sodio, 2; azúcar, 5; manteca vegetal hidrogenada, 3; leche descremada en polvo, 4, y agua hasta obtener consistencia adecuada. La sustitución de harina de trigo por harina de soya se hizo en niveles de 2, 4, 6, 8, 10 y 12%. Se investigó simultáneamente el efecto del mejorador estearoil-2-lactilato de sodio (SSL) en concentraciones de 0.5%.

Los ensayos de panificación se efectuaron de acuerdo al método "straight dough" de la AACC (16) con cuatro repeticiones. La masa se dividió en dos porciones iguales, y se dejó fermentar a 30°C con 85% de humedad relativa, durante 180 minutos. Luego, la masa se moldeó y se fermentó por otros 55 minutos. Finalmente se sometió a cocción a 227°C durante 25 minutos.

Una vez fríos los panes, se determinó el volumen con un voluménmetro de acuerdo a la AACC y se pesaron 24 hr después. Se juzgó el color y la textura de miga del pan utilizando como control de comparación pan elaborado con harina de trigo "Florana Aurora" (16).

Los panes se cortaron en rebanadas delgadas y se desecaron por 24 hr en corriente de aire y a una temperatura que no excediese de 50°C. Luego se molieron, quedando en condiciones de ser administrados a los animales de experimentación.

El valor biológico se determinó midiendo el índice de eficiencia proteínica (PER) de los panes enriquecidos, de acuerdo al método de Chapman, Castillo y Campbell (17). El índice de eficiencia proteínica, como es sabido, expresa la relación ponderal entre ganancia de peso y proteína ingerida. Se usaron grupos de 10 ratas Wistar de 20 a 23 días de edad y de ambos sexos, las cuales se alojaron en jaulas individuales, y recibieron agua y dieta *ad libitum*, controlándose semanalmente su peso e ingesta. Las dietas experimentales contenían (g/100 g): 80 de pan, 10 de aceite de maíz, 5 de celulosa, 4 de una mezcla mineral y 1 de vitaminas (17).

### RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis proximal de los materiales bajo estudio se expone en la Tabla 1, confirmándose los valores habituales para este tipo de productos. El contenido de proteína de la harina de trigo fue de 10.10/o (N x 5.7) y el de la harina de soya de 52.00/o (N x 6.25). Los resultados de las pruebas farinológicas (Tabla 2) indicaron que a medida que crece la concentración de soya, aumenta la absorción de agua desde 59.50/o para el testigo, a 64.30/o para el nivel de 120/o, lo que redundaba en un aumento del peso del pan y, por ende, en el rendimiento del producto final. El tiempo de

TABLA 1

#### COMPOSICION QUIMICA DE LA HARINA DE SOYA Y DE LA HARINA DE TRIGO (g/100 g)

	Harina de trigo	Harina de soya
Humedad	15.5	6.5
Cenizas	0.6	5.0
Proteínas	10.1 (N x 5.7)	52.0 (N x 6.25)
Extracto etéreo	1.2	1.0
Fibra cruda	0.4	3.5
Hidratos de carbono*	72.2	32.0
Calorías (KCal/100 g)	341	360

\* Por diferencia.

**TABLA 2**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL PAN CON HARINA DE SOYA DESGRASADA SOBRE LA ABSORCION DE AGUA, CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA, Y PUNTAJE DEL PAN**

	Nivel de suplementación (o/o)						
	0	2	4	6	8	10	12
Absorción de agua	59.5	59.9	60.5	61.5	62.1	63.5	64.3
Valores farinográficos							
Tiempo de la mezcla (min)	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.30	1.30
Desarrollo de la masa (min)	10.0	9.30	8.30	8.25	7.10	7.00	6.15
Decaimiento	40	50	50	50	60	60	60
Valor W	78	76	74	73	70	68	65
<i>Propiedades del pan:</i>							
Peso del pan (g)	141	142	142	146	148	150	154
Volumen del pan (cc)	597	607	595	577	571	535	530
Color de la miga (100)	80	79	78	76	75	73	71
Textura de la miga (100)	79	78	78	77	73	72	71

desarrollo de la masa disminuyó de 10 minutos en el control, hasta 6.15 min al 12<sup>o</sup>/o de harina de soya, lo que significa una disminución de las características físico-mecánicas de la masa. La adición de soya tuvo un efecto depresor que se manifestó en un aumento del decaimiento. La harina de trigo dio un valor de 40 U.B. y la mezcla con 12<sup>o</sup>/o de harina de soya dio un valor de 60 U.B. Se observó también que la incorporación de harina de soya en concentraciones crecientes produjo una disminución gradual en el valor W, de 78 en el control hasta 65 al nivel de 12<sup>o</sup>/o del concentrado. El tiempo de mezcla se mantuvo sin variaciones en 1.45 min hasta el nivel de 8<sup>o</sup>/o de harina de soya, para luego decrecer a 1.30 min en los niveles de 10 y 12<sup>o</sup>/o.

A las concentraciones de 10 y 12<sup>o</sup>/o se observó cierta dificultad para el manejo de la masa debido al aumento de pegajosidad de la misma; el color de la miga se acentuó ligeramente y la textura se hizo más gruesa. Respecto al color de la miga, el pan testigo dio un puntaje de 80 con respecto al patrón de la "Florana Aurora" (puntaje = 100). Los panes elaborados con harina de soya mostraron un leve oscurecimiento con relación al pan control, dando un puntaje de 71 para el nivel de 12<sup>o</sup>/o de harina de soya. La misma tendencia se observó en cuanto a la textura de la miga.

En relación al volumen del pan, se observó un deterioro progresivo a partir del nivel de 4<sup>o</sup>/o de harina de soya. El pan testigo dio un volumen de 597 cc, el que disminuyó hasta 530 cc al 12<sup>o</sup>/o de harina de soya. Al respecto, es sabido que la adición al pan de materiales no glutenosos induce una depresión del volumen (11); nuestros resultados confirman esta observación. La adición de 0.5<sup>o</sup>/o de SSL produjo un aumento del volumen del pan en todos los niveles de harina de soya estudiados (Tabla 3), y contrarrestó el efecto depresor en todos los niveles. Hasta los niveles de 6 y 8<sup>o</sup>/o de harina de soya el volumen fue restituido a valores iguales al del testigo sin mejorador. A concentraciones de 10 y 12<sup>o</sup>/o de soya, el efecto del SSL no fue suficiente para restituir el volumen al valor del testigo.

El peso promedio del pan (Tabla 3) no acusó diferencia entre el testigo y los panes con 2 y 4<sup>o</sup>/o de soya. A partir del 6<sup>o</sup>/o se observó un aumento paulatino en el peso del pan con el agregado creciente de harina de soya, alcanzando 154 g en el pan con 12<sup>o</sup>/o de soya, lo que equivale a un incremento de 9<sup>o</sup>/o.

La composición química del pan con harina de soya se muestra en la Tabla 4. En ella se observó un aumento gradual del contenido proteínico de 13.4<sup>o</sup>/o en el pan testigo hasta 18<sup>o</sup>/o en el

TABLA 3

EFFECTO DEL SSL SOBRE EL VOLUMEN DEL PAN Y PUNTAJE CUALITATIVO DEL PAN CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE SOYA

Soya (o/o)	Variable	Tiempo de mezcla (min)	Absorción de agua (o/o)	Peso del pan (g)	Volumen del pan (cc)	Puntaje de color, miga	Textura, miga
0	Sin aditivos	1.45	57.5	141	597	80	79
	+ 0.5o/o SSL	1.45	57.5	141	673	80	79
2	Sin aditivos	1.45	58.5	142	607	79	78
	+ 0.5o/o SSL	1.45	58.0	142	650	79	78
4	Sin aditivos	1.45	58.5	142	595	78	78
	+ 0.5o/o SSL	1.45	58.0	143	625	79	78
6	Sin aditivos	1.45	59.0	146	577	76	77
	+ 0.5o/o	1.45	58.5	148	593	77	77
8	Sin aditivos	1.45	59.5	148	571	75	73
	+ 0.5o/o SSL	1.45	59.5	150	592	76	74
10	Sin aditivos	1.30	60.0	150	535	73	72
	+ 0.5o/o SSL	1.30	60.0	150	565	74	73
12	Sin aditivos	1.30	60.5	154	530	71	71
	+ 0.5o/o SSL	1.30	60.5	154	546	73	72

TABLA 4

COMPOSICION QUIMICA DE PAN ENRIQUECIDO CON HARINA  
DE SOYA (g/100 g)

Harina de soya (% de sustitución)	Agua	Cenizas	Proteína
0	5.6	5.3	13.4
2	5.4	5.4	14.3
3	5.4	5.4	14.6
4	5.5	5.4	15.4
5	5.6	5.5	15.8
6	6.3	5.5	16.1
9	6.7	5.5	16.6
12	6.6	5.7	18.0

pan con 12% de harina de soya, lo que representa un incremento de 34%. Al 6% de soya el incremento fue de 20%, observándose cierta tendencia a un mayor contenido de humedad y leve tendencia a un mayor contenido de cenizas.

Los resultados de la prueba de calidad biológica del pan enriquecido con soya se presentan en la Tabla 5.

Las ratas alimentadas con la dieta de pan corriente ganaron 27.2 g de peso en las cuatro semanas de experimentación. La adición de harina de soya produjo un aumento gradual de peso, el que alcanzó 71.9 g al 12% de harina de soya (Figura 1). Es interesante señalar que aun el nivel más bajo de soya indujo un aumento significativo en el peso de los animales.

Si se compara ese incremento del peso de los animales alimentados con caseína, se observa que éste es comparable al de los animales que recibieron 9% de soya, e inferior al de aquéllos que consumieron el que contenía 12% de soya.

El índice de eficiencia proteínica fue de 1.17 para el pan testigo. La adición de soya produjo un aumento significativo de este índice desde el nivel de 2%, obteniéndose la máxima eficiencia proteínica al 6% de soya, con un valor de PER de 2.13. Estos resultados son iguales o superiores a los notificados por Fleming y Sosulsky (18).

La ganancia ponderal y la mejoría en la eficiencia proteínica

TABLA 5

INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER) EN PAN ENRIQUECIDO  
CON DIFERENTES NIVELES DE SOYA, Y SU COMPARACION  
CON CASEINA

Harina de soya (o/o)	Proteína dietaria (o/o)	Aumento de peso (g) 4 semanas	PER
0	9.9	27.2 ± 3.3*	1.17 <sup>a</sup> ± 0.16
2	10.2	43.4 ± 7.3	1.77 <sup>b</sup> ± 0.23
3	10.1	44.7 ± 9.6	1.79 <sup>b</sup> ± 0.25
4	10.6	53.6 ± 6.2	1.90 <sup>b</sup> ± 0.15
5	10.6	55.1 ± 10.8	1.91 <sup>bc</sup> ± 0.20
6	10.6	57.6 ± 7.5	2.13 <sup>c</sup> ± 0.18
9	12.6	63.6 ± 7.8	1.94 <sup>bc</sup> ± 0.34
12	13.7	71.9 ± 6.4	1.80 <sup>b</sup> ± 0.15
Caseína	10.2	64.9 ± 9.8	2.54 <sup>d</sup> ± 0.29

\* Valores promedio ± DE.

Los valores seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes al nivel de 0.010/o (Test de Duncan) (19, 20).

de los panes con harina de soya pueden explicarse por el mayor contenido de proteína de la dieta, por el aporte de lisina que al nivel del 120/o equivale a 2.6 veces al del pan corriente y, en general, por un mejor balance aminoacídico.

De los resultados del presente trabajo se concluye lo siguiente: la adición de harina de soya al pan, en concentraciones de 2 a 120/o, produce un aumento de la concentración de proteína del pan, de 13.40/o para el testigo, a 180/o al nivel de 120/o. La absorción de agua de la masa aumenta, lo que se traduce en un mayor peso del pan aunque su volumen es menor pero susceptible de corregirse con estearoil-2-lactilato de sodio. Los índices farinográficos sufren modificaciones: disminuye el tiempo de desarrollo de la masa y el valor W, y aumenta el decaimiento. A niveles superiores de 80/o de harina de soya, se enfrentan dificultades en el manejo de la masa, el color de la miga se acentúa ligeramente, y la textura se hace más gruesa.

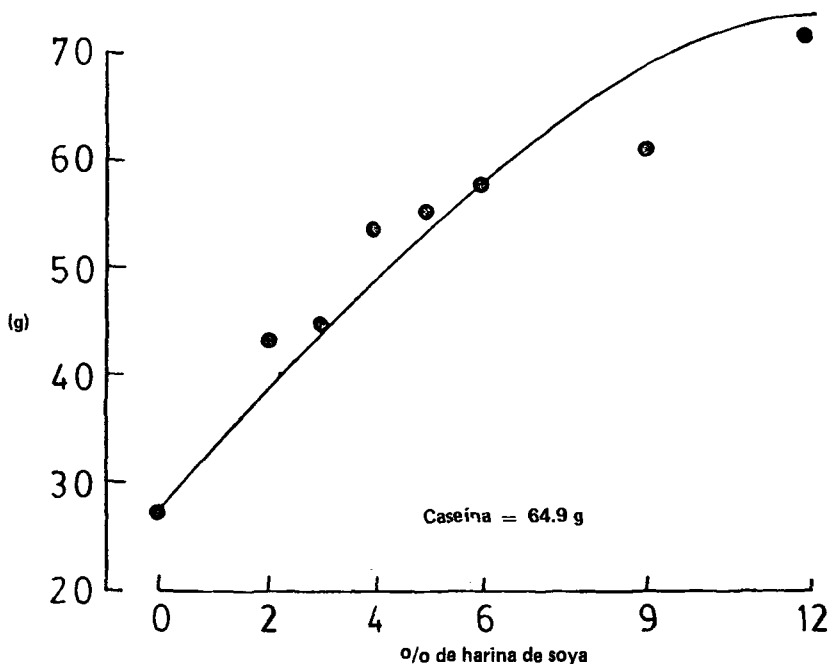


FIGURA 1

Incremento de peso (g/4 semanas) de ratas alimentadas con pan enriquecido con diferentes niveles de harina de soya

## SUMMARY

## BREAD ENRICHMENT WITH SOY FLOUR

A series of laboratory studies was conducted to test the effect of the inclusion of soy flour in bread at the levels of 2, 4, 6, 8, 10 and 12<sup>o</sup>/o. The farinographic tests showed that several changes occurred with the incorporation of soy flour to the wheat flour, such as an increase in water absorption and weakening of the dough, and a decrease in the dough developing time.

The mixing time remained unchanged up to the level of 8<sup>o</sup>/o substitution. Higher levels produced an increasing stickiness of the dough that made its handling more difficult. Soy-containing breads were slightly darker than wheat bread with a score of 71 points (scale 100) for the 12<sup>o</sup>/o level of

substitution. The texture became coarser with increasing substitution of soy flour. Starting with the level of 40% of soy flour a volume decrease was observed, but this was corrected by the addition of 0.50% sodium stearoyl-2-lactylate (SSL). At the levels of 10 and 12% of soy flour, SSL was not effective in preventing the reduction of volume. The chemical composition of bread showed a regular increase in its protein content from 13.4, to 18% in the bread containing 12% soy flour. The protein efficiency ratio of bread improved from 1.17 for the wheat bread, to 2.13 for the bread containing 6% soy flour (casein, 2.54). Our results confirm the observation made by other workers in that the inclusion of soy flour in bread improves both the protein concentration and quality of this basic food.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Evaluación de la situación alimentaria mundial. Presente y futuro, 1975. (Extracto de los documentos de la Conferencia Mundial de la Alimentación, ONU, 1974). **Aliment. Nutr. (FAO)**, 1: 7-13, 1975.
2. Penseé, J. Modelos de consumo alimentario de los países industrializados y de los países en vías de desarrollo. Dirección de Políticas Alimentarias y de la Nutrición. FAO, Roma. Sizaret, F. Presentado en: **VIII Congreso Internacional de Dietética, São Paulo, Brasil, 25-31 de agosto de 1980.**
3. S.N.S., Chile. **Encuesta sobre el Estado Nutricional de la Población Chilena. Julio 1974 — Junio 1975. Primer Informe. Perfil Encuestal.** Santiago, Chile, S.N.S., 1976.
4. Murata, K., S. Takarada & M. Nogawa. Loss of supplemental lysine and threonine during the baking of bread. **J. Food Sci.**, 44: 271-273, 1979.
5. Donoso, G. & E. Yáñez. Valor proteico del pan enriquecido con harina de pescado. **Bol. Of. San. Pan.**, 55: 520, 1963.
6. Yáñez, E., H. Wulf, D. Ballester, N. Fernández, V. Gattás & F. Mönckeberg. Nutritive value and baking properties of bread supplemented with *Candida utilis*. **J. Sci. Food Agr.**, 24: 519-525, 1973.
7. Jansen, G. R. & R. S. Ehle. Studies on breads supplemented with soy, non-fat dry milk, and lysine. **Food Technol.**, 19: 133-136, 1965.
8. Guggenheim, K. & N. Friedmann. Effect of extraction rate of flour and supplementation with soya meal on the nutritive value of bread protein. **Food Technol.**, 14: 298-300, 1960.
9. Yousseff, S.A.M., A. Salem & A.H.Y. Abdel-Rahman. Supplementation of bread with soy bean and chickpea flour. **J. Food Technol.**, 11: 599-605, 1976.
10. El-Dash, A. A. & V. C. Sgarbieri. Sweet lupine-fortified bread: nutri-

- tional value and amino acid content. **Cereal Chem.**, **57**: 9-11, 1980.
11. Marnett, L. F., R. J. Tenney & V. D. Barry. The effects of storage times and temperatures on the baking characteristics of 12% soy-fortified flour. **Cereal Sci. Today**, **18**: 53-57, 1972.
  12. Cotton, R. H. Soy products in bakery goods. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, **51**: 116A-119A, 1974.
  13. Tsen, C. C. & W. J. Hoover. The shortening-sparing of sodium stearyl-2-lactylate and calcium stearyl-2-lactylate in bread baking. **Bakers Dig.**, **45**: 38-40, 1971.
  14. Instituto Nacional de Normalización de Chile. **Harina de Trigo para Panificación**. Santiago, Chile, INN, 1977.
  15. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
  16. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the AACC**. St. Paul, Minn., The Association, 1968.
  17. Chapman, D. G., R. Castillo & J. A. Campbell. Evaluation of protein efficiency ratios. **Can. J. Biochem. Physiol.**, **37**: 679-686, 1959.
  18. Fleming, S. E. & F. W. Sosulsky. Nutritive value of bread fortified with concentrated plant proteins and lysine. **Cereal Chem.**, **54**: 1238-1248, 1977.
  19. Duncan, D. B. Multiple range and multiple F test. **Biometrics**, **11**: 1-42, 1970.
  20. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. **Statistical Methods**. 6th ed. Ames, Iowa, Iowa State University Press, 1967.