

EVALUACION QUIMICA Y NUTRICIONAL DE TRITICALES
(*Secale*, sp.) CULTIVADOS EN CHILE^{1, 2}

*Isabel Zacarías*³, *E. Yáñez*⁴, *M. Escobar*⁵, *C. Hewstone*⁶ y
*H. Wulf*⁷

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA),
Universidad de Chile, Santiago, Chile

RESUMEN

Se determinó la composición química de seis harinas de triticale, cuyo

Manuscrito modificado recibido: 23-4-82.

- 1 Presentado parcialmente en las II Jornadas de Investigación Científica celebradas en la Facultad de Medicina Sur, Universidad de Chile, Santiago, Chile, agosto de 1979.
- 2 Este trabajo forma parte de la Tesis de graduación de Miguel Escobar, previo a optar al título de Técnico Universitario en Industria de Alimentos. Mención: Cereales.
- 3 Investigador de la División de Ciencias y Tecnología de los Alimentos, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.
- 4 Investigador y Jefe de la División de Ciencias y Tecnología de los Alimentos del INTA.
- 5 Alumno del Departamento de Tecnologías Agropecuarias, Escuela Tecnológica, Universidad Técnica del Estado, Santiago, Chile.
- 6 Investigador del Programa de Cereales, Estación Experimental de Carillanca, Temuco, Chile.
- 7 Investigador del Laboratorio de Farinología, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.

contenido proteínico oscilaba entre 7.2 y 11.0%, y la de dos harinas de trigo con 10.8 y 10.9% de proteína, respectivamente. Se midió el índice de eficiencia proteínica (PER) de la harina de triticale Tca 8-74 y de la harina de trigo comercial, en ratas de la cepa Wistar, obteniéndose los valores de 1.14 y 0.85, respectivamente ($P < 0.05$).

El efecto de suplementar la harina de triticale Tca 8-74 con 0.2% de L-lisina y 0.4% de DL-treonina, separadamente y en conjunto, también se sometió a estudio. Al suplementar la proteína de triticale con ambos aminoácidos, el PER se elevó a 2.59, valor que es estadísticamente significativo al compararlo con el triticale sin suplementar ($P < 0.05$).

Se realizó además un ensayo de panificación de las mezclas de triticale: trigo (en las proporciones de 1:0; 3:1; 1:1; 1:3; 0:1), midiendo los valores de PER de cada una de las mezclas. No se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso de las ratas y el PER resultante de los diferentes tratamientos.

En todos los ensayos biológicos se utilizó una dieta patrón a base de caseína, cuyo PER era de 2.62. De acuerdo a los resultados de esta investigación, se concluye que la proteína del triticale es superior a la proteína del trigo, pudiendo usarse mezclada con harina de trigo en el proceso de panificación, sin que por ello desmejore el valor biológico de la proteína de este alimento.

INTRODUCCION

Los cereales constituyen la base de la alimentación de vastos sectores de la población mundial, entre los cuales se destaca el trigo (1, 2). Por ello, se han dedicado grandes esfuerzos orientados a obtener mejores variedades de cereales de mayor rendimiento y óptima calidad proteínica. Entre esos esfuerzos merecen destacarse los estudios genéticos que han llevado a la obtención de un nuevo cereal de características superiores al trigo en cuanto a rendimiento, resistencia a las enfermedades y calidad proteínica. Este cereal se obtiene por cruzamiento de trigo (género *Triticum*) y centeno (género *Secale*) y ha recibido el nombre de triticale (1, 3-5).

Los triticales cultivados en Chile tienen un contenido de proteínas cuyo rango oscila entre 8.9 y 12.4% ($N \times 5.7$), similar al del trigo (4).

Estudios sobre la calidad biológica de la proteína de triticale indican que ésta contiene mayor cantidad de lisina con respecto a otros cereales (5). Rao, Patel y Nishimuta (6) también encontraron

en la proteína de triticale un mayor contenido de lisina (3.86 g/100 g de proteína), en comparación con el trigo o maíz (2.71 y 2.54 g/100 g de proteína, respectivamente). A pesar de su mayor contenido de lisina y treonina, estos aminoácidos siguen siendo limitantes en la proteína de los triticales.

En vista de la importancia de los cereales en la dieta humana, y siendo nuestro país un importador de trigo, nos interesó investigar las posibilidades del triticale como un nuevo cultivo que permita aumentar la disponibilidad de proteínas y calorías de la población chilena.

Tres fueron los objetivos de nuestra investigación: 1) determinar la calidad de la proteína de triticales cultivados en el país, como harina refinada e integral, en comparación con el trigo; 2) investigar el efecto de la suplementación de la proteína de triticale con lisina y treonina, y 3) determinar la calidad biológica de pan elaborado con harina de triticale, en comparación con el pan preparado a base de harina de trigo.

MATERIAL Y METODOS

Las variedades de triticale utilizadas en el estudio se obtuvieron de la Estación Experimental de Carillanca, Temuco, Chile. El trigo correspondió a trigo comercial y experimental (Centro-Sur).

En esta investigación se sometieron a estudio las siguientes variedades: Bacum, Beagle, Arabian, Bruin, Iga y Triticale Carillanca 8-74 (Tca 8-74). En todas ellas se determinó la composición química y en la Tca 8-74 se realizó además un estudio biológico en ratas de la cepa Wistar.

Análisis Químico

La humedad se determinó por desecación durante una hora en estufa Brabender y a 130°C. El contenido de proteína se midió por el método de Kjeldahl (7), usando para la conversión de nitrógeno a proteína los factores 5.7 para los cereales, y 6.25 para caseína. El contenido de cenizas totales se determinó por calcinación en mufla a 600°C durante ocho horas.

Estudio Biológico

Se determinó la calidad biológica de proteína del triticale Tca 8-74 sin suplementar y suplementada con lisina y treonina, y

TABLA 1

COMPOSICION PORCENTUAL Y CONTENIDO DE N DE LAS DIETAS DE HARINAS DE TRITICALE Y TRIGO, UTILIZADAS EN EL ESTUDIO BIOLOGICO

| Ingredientes | Dietas | | | | | |
|---------------------------------|---------|-----------|-------|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| | Caseína | Triticale | Trigo | Tca 8-74 + L-lis | Tca 8-74 + DL-treo | Tca 8-74 + Lis + Treo |
| Caseína | 11 | — | — | — | — | — |
| Triticale | — | 80 | — | 80 | 80 | 80 |
| Trigo | — | — | 80 | — | — | — |
| L-lisina | — | — | — | 0.2 | — | 0.2 |
| DL-treonina | — | — | — | — | 0.4 | 0.4 |
| Aceite de maíz | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Vitaminas ^a | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Mezcla mineral ^b | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Fibra no nutritiva ^c | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Maicena | 69 | — | — | — | — | — |
| o/o de nitrógeno | 1.55 | 1.16 | 1.53 | 1.09 | 1.09 | 1.12 |

^a Según Chapman, Castillo y Campbell (8).

^b Salt mixture USP, XVIII. ICN Pharmaceuticals, Inc. Life Science Group, Cleveland, Ohio, EUA.

^c Alphacel ICN Pharmaceuticals Inc. Life Science Group, Cleveland, Ohio, EUA.

del trigo comercial, utilizando el método del índice de eficiencia proteínica (PER) en ratas, según el método de Chapman *et al.* (8), usando caseína como proteína de referencia.

La composición de las dietas experimentales se muestra en la Tabla 1, donde se observa que cada grupo experimental estuvo constituido por 10 ratas Wistar de ambos sexos y de 21-23 días de edad, con un peso inicial de 45 ± 2.9 g. Los animales se alojaron en jaulas individuales en un viveño mantenido a 24°C, ofreciéndoles *ad libitum* la dieta y el agua de bebida. La experiencia tuvo una duración de 28 días, realizándose controles semanales de peso e ingesta.

Ensayo de Panificación

Se prepararon panes elaborados en base a harinas de triticale (54% de extracción) y harina de trigo en las proporciones de 1:0, 3:1, 1:1, 1:3 y 0.1. A 100 g de cada una de las mezclas se le agregaron 3 g de levadura, 2 g de sal, y agua según la absorción. La cocción del pan se efectuó en un horno Fringand a 250°C durante un período de 25-30 minutos. Los panes se trozaron y se secaron al aire hasta obtener un peso constante; luego se molieron y se prepararon las dietas para determinar el PER de acuerdo a la siguiente fórmula, en términos de porcentaje: pan, 80; aceite de maíz, 10; mezcla vitamínica, 1; mezcla mineral, 4, y fibra no nutritiva, 5.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los resultados incluyó la determinación de la media aritmética, desviación estándar, varianza y test de Duncan (9).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se exponen los resultados del análisis químico de las variedades de triticale y trigo. La humedad de los triticales fluctuó entre 10.7 y 11.8%, y la de trigo entre 12.1 y 12.8%, valores que se ajustan a los estipulados en la Norma Chilena Oficial para Panificación (10, 11), para la harina de trigo. El contenido de cenizas de los triticales varió de 0.7 a 1.5%, y el de trigo fue de 0.5 y 0.6%. Los valores de extracto etéreo fueron prácticamente iguales en ambos cereales, con la sola excepción de la variedad

TABLA 2

COMPOSICION QUIMICA DE HARINAS DE SEIS VARIETADES DE TRITICALE Y DOS DE TRIGO
(g/100g de peso seco)

| Variedades | Humedad (%) | Cenizas (%) | Proteína (Nx5.7) | Extracto etéreo |
|--------------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------|
| Bacum | 11.3 | 1.3 | 8.4 | 1.8 |
| Beagle | 10.7 | 1.5 | 10.9 | 1.7 |
| Arabian | 11.2 | 1.5 | 9.9 | 2.5 |
| Bruin | 11.1 | 1.4 | 11.0 | 1.7 |
| Iga | 11.6 | 1.1 | 10.2 | 1.8 |
| Tca 8-74 | 11.8 | 0.7 | 7.2 | 1.8 |
| Trigo (Centro Sur) | 12.8 | 0.6 | 10.9 | 1.7 |
| Trigo (Comercial) | 12.1 | 0.5 | 10.8 | 1.7 |

Arabian que dio un valor de 2.5%. El tenor proteínico de los triticales varió entre 7.2 y 11.0%, mientras que el del trigo fue de 10.8 y 10.9%. El contenido de proteína de nuestras harinas de triticales resultó inferior al comunicado por otros autores (11, 12). Algunas de las variedades como Beagle, Bruin e Iga, sin embargo, acusaron contenidos proteínicos del mismo orden que las muestras de trigo sometidas a ensayo en este estudio. La variedad utilizada en la prueba biológica fue la de menor concentración proteínica.

Los valores de humedad, cenizas y proteína para las cinco variedades de pan estudiadas se exponen en la Tabla 3. Según revelan los datos, el contenido de proteína del pan de harina de triticales fue de 7.2%, comparado con 10.4% del pan preparado con harina de trigo. El tenor de proteína de los panes elaborados con mezclas de harinas de ambos cereales se ubicó entre los valores señalados antes, siendo el más alto el correspondiente a la mezcla 1:3 de harina de triticales:trigo. El contenido de humedad y cenizas no reveló diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

En la Tabla 4 se observa que las dietas experimentales, especialmente en el caso de las de triticales, contenían niveles proteínicos inferiores a los que exige el método de evaluación usado. No obstante, esto era inevitable debido al bajo contenido de proteína de la variedad de triticales sometida a ensayo. En el experimento biológico, la ganancia ponderal de las ratas que recibieron las dietas de trigo y triticales fue de 17.5 y 16.5 g, respectivamente, o sea que no se observó diferencia significativa alguna entre estas

TABLA 3

COMPOSICION QUIMICA DE PANES DE HARINAS DE TRITICALE
Y TRIGO (g/100g de peso seco)

| Panes | Humedad (%) | Cenizas (%) * | Proteína (Nx5.7) |
|------------------------|----------------|------------------|---------------------|
| Triticale Tca 8-74 | 13.0 | 2.4 | 7.2 |
| Triticale: trigo (3:1) | 11.3 | 2.5 | 8.2 |
| Triticale: trigo (1:1) | 11.6 | 2.8 | 9.0 |
| Triticale: trigo (1:3) | 12.2 | 2.7 | 9.7 |
| Trigo solo | 12.9 | 2.7 | 10.4 |

proteínas en lo que a este parámetro se refiere.

Las dietas de triticale suplementadas con lisina o con treonina no produjeron aumentos de peso significativos, pero al suplementarlas simultáneamente con ambos aminoácidos, sí hubo un aumento significativo en el peso promedio de los animales ($P < 0.05$). Este valor, sin embargo, es significativamente inferior al de 85.8 g logrado con caseína ($P < 0.05$).

El índice de eficiencia proteínica (PER) fue de 0.85 para la dieta de trigo y de 1.14 para la dieta de triticale ($P < 0.05$).

Estos resultados concuerdan con los hallazgos de otros autores (6, 7), quienes han demostrado que la proteína de triticale tiene un valor de PER superior al trigo.

En nuestra experiencia, la adición de lisina a la dieta de triticale indujo un descenso en la eficiencia proteínica, dando un valor de 0.81 ($P < 0.05$); éste fue un resultado imprevisto, por cuanto varios investigadores han constatado que la lisina es el primer aminoácido limitante de la proteína de triticale (15), aunque en menor grado que maíz y trigo. En efecto, Rao, Patel y Nishimuta (6) encontraron un puntaje químico de 0.71 para el triticale, comparado con 0.47 para el maíz y 0.50 para el trigo. La adición de treonina, en cambio, no modificó el valor basal obtenido para el triticale, lo que confirma que este aminoácido no ocupa el primer lugar como limitante en este cereal. Nuestra observación concuerda con los hallazgos de diversos investigadores (16, 17), en cuyos estudios comprobaron que la treonina era el segundo aminoácido limitante en el triticale para la rata en crecimiento. La suplementación con lisina y treonina se tradujo en aumentos significativos en cuanto a peso,

TABLA 4

RESULTADOS DEL ESTUDIO BIOLOGICO REALIZADO EN RATAS (PER) CON DIETAS A BASE DE HARINAS DE TRIGO, TRITICALE Y SUPLEMENTADAS CON L-LISINA Y DL-TREONINA

| Dietas | Proteína en la dieta (‰) | Ganancia de peso (g) | Ingesta (g) | PER* |
|---|--------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Tca 8-74 | 6.60 | 16.5 ± 5.8 ^{a**} | 217.0 ± 13.6 ^a | 1.14 ± 0.16 ^a |
| Trigo | 8.70 | 17.5 ± 4.5 ^a | 236.0 ± 12.6 ^b | 0.85 ± 0.21 ^b |
| Tca 8-74 + 0.2‰ L-lisina | 6.20 | 15.0 ± 9.3 ^{a***} | 228.6 ± 33.6 ^a | 0.81 ± 0.44 ^b |
| Tca 8-74 + 0.4‰ DL-treonina | 6.20 | 17.2 ± 5.9 ^a | 242.0 ± 26.9 ^b | 1.12 ± 0.38 ^a |
| Tca 8-74 + 0.2‰ L-lisina + 0.4‰ DL-treonina | 6.40 | 54.3 ± 16.6 ^b | 297.6 ± 19.1 ^c | 2.59 ± 0.54 ^c |
| Caseína | 10.00 | 85.8 ± 13.3 | 330.0 ± 34.2 | 2.62 ± 0.16 |

* $\bar{x} \pm$ Desviación estándar.

** Valores de PER obtenidos para la razón de ganancia de peso/gramos de proteína ingerida.

*** Las cifras identificadas con las letras a, b y c, indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

consumo de la dieta, y una mejoría sustancial en la calidad de la proteína, que alcanzó un PER de 2.59 ($P < 0.05$). Este valor es estadísticamente igual al de 2.62 obtenido para la caseína.

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la evaluación biológica de la proteína de los panes elaborados con triticale, trigo y sus combinaciones. El crecimiento promedio de los animales alimentados con la dieta de pan de trigo fue de 25.5 g, comparado con 20.1 g para el grupo que consumió la dieta de pan de triticale ($P < 0.05$). El crecimiento de las ratas alimentadas con las dietas de pan elaboradas con combinaciones de harinas de triticale y trigo, muestra tendencia hacia un mayor crecimiento, la que se hizo significativa con la mezcla de 1:3. Este hallazgo puede explicarlo la mayor ingesta de las ratas que integraron este grupo.

El índice de eficiencia proteínica del pan de trigo y del pan de triticale fue de 1.05 y 1.25, respectivamente, valores que no difieren significativamente entre sí. Los panes elaborados con mezclas de harinas de triticale y trigo tampoco difieren significativamente entre sí, ni al compararlos con los panes elaborados con los cereales solos. El pan preparado con una parte de harina de triticale y tres partes de harina de trigo, sin embargo, acusó cierta tendencia hacia una mayor eficiencia, aunque sin alcanzar significación estadística.

Los resultados de esta investigación sugieren que el contenido de proteína de los triticales analizados es bastante variable. Por lo tanto, parece obvio que en el desarrollo de nuevas líneas de este cereal en el país, se debe tener muy en cuenta las variedades que muestran un mayor contenido de proteína. Es importante destacar que la calidad biológica de la proteína del triticale Tca 8-74 es superior a la del trigo, hecho que justificaría su empleo en la panificación y su uso en otras áreas propias del trigo. Tiene una ventaja adicional y es que el rendimiento promedio observado en Chile fue de 32.54 qqm/ha para el triticale, mientras que para el trigo éste fue sólo de 28.58 qqm/ha.

Los concentrados proteínicos de triticale son de mejor calidad nutricional que las fracciones de trigo de alto contenido proteínico, ya que contienen 2.5 g vs 1.5 g de lisina por 16 g de nitrógeno. Esta característica, obviamente, los hace muy adecuados para la preparación de cereales propios para el desayuno, "snack foods", harina para panqueques y otros más, en los cuales una mejoría del nivel y de la calidad proteínica es altamente apreciada.

TABLA 5
RESULTADOS DEL ENSAYO BIOLOGICO EN RATAS (PER) CON PANES DE HARINA
DE TRITICALE, TRIGO Y CASEINA

| Dietas | Proteína en la dieta (%) | Ganancia de peso (g) | Ingesta (g) | PER* |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|
| Triticale | 5.8 | $20.1 \pm 5.9^{a**}$ | $266.6 \pm 31.5^{a***}$ | 1.25 ± 0.22^a |
| Triticale-trigo (3:1) | 6.6 | 19.8 ± 3.5^a | 259.9 ± 35.5^a | 1.13 ± 0.08^a |
| Triticale-trigo (1:1) | 7.2 | 21.4 ± 4.7^a | 247.9 ± 22.2^b | 1.12 ± 0.20^a |
| Triticale-trigo (1:3) | 7.8 | 26.7 ± 4.7^b | 269.5 ± 23.8^a | 1.22 ± 0.17^a |
| Trigo | 8.4 | 25.5 ± 4.8^b | 264.9 ± 29.4^a | 1.05 ± 0.18^a |
| Caseína | 10.0 | 85.8 ± 13.3 | 330.0 ± 34.2 | 2.62 ± 0.17 |

* Valores de PER obtenidos de la razón ganancia de peso/gramos de proteína ingerida.

** $\bar{x} \pm$ Desviación estándar.

*** Las cifras identificadas con las letras a y b, indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

SUMMARY

CHEMICAL AND NUTRITIONAL EVALUATION OF
TRITICALE (*Secale, sp.*) GROWN IN CHILE

Six varieties of triticale and two varieties of wheat flours were analyzed for their proximal composition. The protein content of triticale flours ranged from 7.2 to 11.0%, and that of wheat flours, was 10.8 and 10.9%, respectively. The biological quality of Tca 8-74, measured as PER in Wistar rats, was 1.14, while that of commercial wheat flour was 0.85 ($P < 0.05$).

Amino acid supplementation of triticale flour with 0.2% L-lysine or 0.4% DL-threonine did not improve the biological quality of the protein. Supplementation with both amino acids, however, significantly improved both weight gain and PER. The value for the latter was 2.59 as compared to 2.62 for the standard casein diet.

A panification assay was carried out using triticale, wheat and triticale:wheat blends in the following proportions: 1:0; 3:1; 1:1; 1:3; 0:1, and all of the breads were tested for their PER in rats. The PER for wheat bread and triticale bread was 1.05 and 1.25, respectively. None of the breads made from the wheat and triticale blends improved its protein quality beyond that of the wheat or triticale breads. The results of this study indicate that triticale has a better protein quality than wheat; furthermore, it may be used either alone or mixed with wheat in panification without affecting its protein value.

BIBLIOGRAFIA

1. Proceedings of an International Symposium. Triticale. El Batan, México, 1973, p. 125-128.
2. Parodi, P.C. Triticale, un nuevo cereal producido por el hombre. *Cienc. Inv. Agr.*, 1(2): 123-128, 1974.
3. Hulse, J. H. & D. Spurgeou. Triticale. *Scient. An.*, 231(2): 72-80, 1974.
4. Hewstone, C. Estudios preliminares de triticales en la zona sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Carrilanca, Temuco, Chile. *Pub. Misc.*, 5: 17-23, 1977.
5. Hulse, J. H. & E. M. Laing. Nutritive value of triticale protein. International Development Research Centre, 1974.
6. Rao, D. R., G. Patel & J. F. Nishimuta. Comparison on protein quality of corn, triticale and wheat. *Nutr. Repts Internat.*, 21: 923-929, 1980.
7. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D.C., The Association, 1970.

8. Chapman, D. R., R. Castillo & J. A. Campbell. Evaluation of protein in foods. I. A method for determination of protein efficiency ratio. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 679-686, 1959.
9. Snedecor, B. N. & W. O. Cochran. **Statistical Methods**. Sixth ed. Ames, Iowa. The Iowa States University Press, 1967.
10. Instituto Nacional de Normalización. Trigo para panificación, repostería, especificaciones. *Nch.*, **1237**, 1976.
11. Instituto Nacional de Normalización. Harina de trigo para panificación. Requisitos. *Nch.*, **88**, 1977.
12. Shimada, A. & T. R. Cline. Chemical and biological evaluation of fifteen triticale cultivars. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **31**: 314-323, 1981.
13. Stringfellow, A. C., J. S. Wall, G. L. Donaldson & R. A. Andersen. Protein and amino acid composition of dry-milled and air-classified fractions of triticale grain. *Cereal Chem.*, **53**: 51-60, 1976.
14. Kies, C. & H. M. Fok. **Triticale and Human Nutrition. Triticale, First Man-Made Cereal**. C. C. Tsen (Ed.). St. Paul, Minn., The American Medical Association of Cereal Chemists, 1974, 202 p.
15. Al-Husaini, S. S. & K. Lorenz. Mechanical debranning of whole kernel triticale. II. Nutritional value and sensory evaluation of fractions as rice substitute. *Lebensmitteln Wissenschaft und Technologie*, **13**: 30-33, 1980.
16. Shimada, A. & T. R. Cline. Limiting amino acids of triticale for the growing rat and pig. *J. Animal Sci.*, **38**: 935, 1974.
17. Fernández, R. & J. McGinnis. Nutritive value of triticale for young chicks and effect of different amino acid supplements on growth. *Poultry Sci.*, **53**: 47, 1974.