

BIODISPONIBILIDAD DEL ÁCIDO FÓLICO EN PRODUCTOS CÁRNICOS COCIDOS

Irene Galán Trigo

Tutores: García Sanz, M.L. y Selgas Cortecero, M.D.

Dpto. Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria.

Universidad Complutense. 28040

INTRODUCCIÓN

La idea de diseñar nuevos alimentos beneficiosos para la salud responde a la preocupación de la sociedad por una dieta saludable. Así surgen los alimentos funcionales cuya finalidad es la de aportar, no sólo los nutrientes tradicionales, sino aquellos que aportan además, algún efecto beneficioso para la salud o en la prevención de enfermedades. (Ashwell, 2004). Una de las cuestiones más importantes en relación a los alimentos funcionales es establecer claramente la biodisponibilidad de los ingredientes funcionales incorporados. Hay que tener en cuenta que un alimento es una matriz compleja en la que coexisten numerosos nutrientes de distinta naturaleza, entre los que se establecen multitud de reacciones que influirán posteriormente en la absorción del nuevo ingrediente. En este sentido, los ensayos en humanos son definitivos, pero son costosos, largos en el tiempo y difíciles de realizar en muchos casos por lo que en la actualidad se consideran muy interesantes los estudios *in vitro* que simulen los cambios que sufre un alimento cuando se somete a la compleja mecánica de la digestión gastrointestinal.

En este trabajo, se ha elegido como base, matrices cárnicas cocidas enriquecidas en ácido fólico (AF) importante en la prevención de enfermedades como la anemia megaloblástica, los defectos del tubo neural o ECV (Robert, 2001; Quinlivan y col., 2002; Caudill, 2004). El objetivo de nuestro estudio ha sido obtener un producto cárnico cocido enriquecido con AF y estudiar su comportamiento durante la fabricación del producto y su biodisponibilidad dentro de esta matriz cárnica mediante la simulación *in vitro* de la digestión gastro-intestinal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Elaboración del producto cárnico: Se utilizó como base una fórmula tradicional de

mortadela: 55 % carne magra, 30 % tocino, 10% hielo y 5% de una mezcla comercial de especias preparada para este tipo de productos. Se elaboraron tres lotes: uno sin AF (control) y otros dos a los que se incorporó 0.6 mg (lote 0.6) y 1.2 mg de AF/100 gr (lote 1.2), cantidad suficiente para que una ración media de 50 g de producto aporten la recomendación diaria de folatos para un adulto en estado normal (300 μ g) o de alta necesidad (600 μ g) (Gregory, 2004). El AF se incorporó en forma de solución acuosa utilizando para ello parte del agua de la fórmula original. El tratamiento térmico fue el suficiente para alcanzar en el interior del producto 72°C. Todos los lotes fueron elaborados por duplicado.

Determinación del AF: Para la cuantificación de AF se utilizó el kit Ridascreen Fast-Folsäure (R-Biopharm). Todos los análisis se realizaron por duplicado.

Análisis de color: El color se midió en lonchas de 3 mm de espesor recién cortadas y a temperatura ambiente, utilizando un colorímetro triestímulo Minolta aplicando el sistema CIELAB y una fuente de iluminación D-65. Se realizaron diez mediciones para cada lote.

Análisis de textura: La textura de los embutidos se determinó realizando pruebas de doble compresión (TPA) y corte (sonda Warner-Bratler) utilizando el texturómetro TA-XT2i. En ambos casos, las muestras midieron 1 cm de grosor por 2.5 cm de diámetro.

Análisis sensorial: Se realizaron pruebas preferenciales y hedónicas utilizando, en este caso, escalas no estructuradas de 10 cm. Se utilizó un panel de catadores no entrenados.

Estudios de disponibilidad *in vitro*: La disponibilidad se estudió mediante pruebas *in vitro* basadas en una simulación de la digestión gastrointestinal.

a) Digestión gástrica: Para la simulación de esta fase se utilizó un jugo gástrico artificial constituido por pepsina disuelta en una solución de HCl 0.1N ajustada a pH 2.0 (Peña y col., 2004) La incubación se hizo durante 2 horas a 37°C y en agitación para simular el peristaltismo. Se tomaron muestras por duplicado para posteriores análisis.

b) Digestión intestinal: Las muestras se sometieron a la acción de un jugo intestinal artificial constituido por una solución enzimática de pancreatina – bilis elevando el pH hasta 5.0 con NaHCO₃. El paso a través de la pared intestinal se simuló mediante diálisis frente a una solución salina hipotónica (Kenefick y Cashman, 2000) a 37°C con agitación durante 2 horas. Cuando la incubación finalizó, las muestras se introdujeron en un baño de agua fría con hielo con el fin de detener la actividad enzimática. Se tomaron muestras de cada filtrado y retenido por duplicado para análisis posteriores.

Tratamiento estadístico: Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) ($p < 0.05$), empleando el paquete estadístico Statgraphics 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las mortadelas enriquecidas con ácido fólico.

Determinación de AF: Los niveles de AF se determinaron antes y después de la cocción de la mortadela. No se detectaron pérdidas por el tratamiento térmico. En el caso de los lotes 0.6, los valores detectados fueron 0.55 y 0.61 mg/100g respectivamente, y en los lotes 1.2, 1.04 y 1.09 mg/100 g, respectivamente. Las pérdidas de AF detectadas tras la cocción de la mortadela son prácticamente inexistentes, lo cual nos indica la estabilidad de esta vitamina frente a tratamientos térmicos moderados. Nisha y col (2005) obtuvieron resultados muy similares tras un tratamiento a 70°C (pérdida de un 2%) y a 80°C (de un 11%), temperatura ligeramente superior a la utilizada en un producto cárnico cocido

Análisis de color: Las variaciones que se observaron en el color (Tabla 1) fueron muy escasas a pesar del color amarillo-anaranjado de la solución acuosa de ácido fólico utilizada. Los valores obtenidos fueron muy similares en los lotes control y 0.6. Sólo cabe destacar un ligero aumento de la luminosidad ($p < 0.05$) cuando los niveles de AF fueron de 1.2 mg/100 g.

Análisis de textura: Los resultados obtenidos en el TPA y prueba de corte se muestran en las Tablas 2 y 3. Cabe destacar que el lote 1,2 muestra diferencias significativas ($p < 0.05$) en relación a los parámetros de dureza, adhesividad y elasticidad. Sin embargo, estas diferencias no se ven reflejadas en los análisis sensoriales lo cual es razonable ya que las cantidades incorporadas de vitamina son muy pequeñas para provocar cualquier tipo de modificación.

Análisis sensorial: Los análisis sensoriales no mostraron diferencias significativas entre los lotes ensayados, ni en el análisis preferencial ni en el hedónico.

Estudio de la disponibilidad del AF.

El proceso de digestión gástrica al que se sometió la mortadela enriquecida con AF provocó en todos los lotes un descenso de los valores iniciales próximo al 80%, lo que es un índice de la sensibilidad de esta vitamina en medios ácidos (Mataix y Varela, 2002). Hay que tener en cuenta que la incubación se realizó durante dos horas en un medio a pH 1.5-2.0.

La digestión intestinal se realizó a pH próximo a 5.0. A estos valores, el AF es más estable por lo que durante este proceso, las pérdidas fueron mucho menores, entre 7-9% independientemente de la concentración de AF (Figura 1).

En relación con el proceso de digestión las pérdidas de AF fueron del orden a las descritas por otros autores en otros alimentos enriquecidos con esta vitamina, como cereales y lácteos, en los que se han determinado pérdidas de hasta el 80% (Arkbage y col., 2003). Estos resultados hacen pensar que podrían considerarse como una nueva alternativa para incorporar AF en la alimentación habitual.

Por tanto podemos considerar que este producto cárnico es un medio adecuado para enriquecer la dieta con AF. Esta conclusión queda apoyada además por el hecho de que los análisis sensoriales muestran una gran similitud entre todos los lotes independientemente del contenido en AF, lo que indica que se trata de un producto aceptable que se podría incluir fácilmente en una dieta habitual al no modificar sus características organolépticas.

CONCLUSIONES

Se ha conseguido elaborar un producto cárnico funcional enriquecido en AF en cantidades tales que 50 g de producto aportan hasta el 100% de la RDA en estados de alta necesidad (600 µg) con una buena calidad sensorial, similar a la del producto tradicional. La disponibilidad de AF a partir de la matriz cárnica estudiada es similar a la de otros alimentos habitualmente enriquecidos en esta vitamina.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto TEMINYSA S-0505/AGR-0314. Comunidad de Madrid.

BIBLIOGRAFIA

Ashwell, M. (2004). Conceptos sobre los Alimentos Funcionales. *ILSI Europe Concise Monographs Series*. International Life Science Institute, Pp. 24-29.

Arkbåge, K., Verwei, M., Havenaar, R. and Witthoft, C. (2003). Bioaccessibility of folic acid and (6S)-5-methyltetrahydrofolate decreases after addition of Folate-Binding Protein to Yogurt as studied in a Dynamic in Vitro Gastrointestinal Model. *J. Nutr.* 133, 3678-3683.

Caudill, M. (2004). The role of folate in reducing chronic and developmental Disease risk: an overview. *J. Food Sci.* 69(1), S55-S59.

Gregory, J.F (2004). Dietary folate in a changing environment: bioavailability, fortification and requirements. *J. Food Sci.* 69(1), S59-S60.

Kenefick, S. and Cashman, K.(2000). Investigation of *a vitro* model for predicting the effect of food components on calcium availability from meals. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 51, 45-54.

Mataix, J. and Varela, G. (2002). Vitaminas. II. Vitaminas y proliferación celular. Acido fólico y vitamina B₁₂. En: Nutrición y alimentación humana: I. Nutrientes y alimentos. Ed. J. Mataix. Ergon, Madrid. Pp. 160-173.

Nisha, P., Singhal, R.S. and Aniruddha B.P. (2005). Degradation kinetics of folic acid in cowpea (*Vigna catjang* L.) during cooking. *Int. J. Food Sci. Nutr* 56(6), 389-397.

Peña, E., Domínguez, R., Bermejo, A., Cacho, J.A., Fraga, J.M. and Bermejo, P. (2004). Enzymolysis approach to compare Cu availability from human milk and infant formulas. *J. Agr. Food Chem.*, 52, 4887-4892.

Quinlivan E.P., McPartlin, J., McNulty, H., Ward, M., Strain, J.J., Weir, D.G. and Scott, J.M. (2002). Importance of both folic acid and vitamine B12 in reduction of risk of vascular disease. *The Lancet* 359, 227-228.

Robert. E. B. (2001). Micronutrients in pregnancy. *Br. J. Nutr.* 85, Suppl. 2, S193-197.

TABLAS Y FIGURAS

[AF] (mg/100gr)	L*	a*	b*	Ángulo Hue†	I.saturación ††
0	70,37 ± 1,33 b	12,88 ± 1,63 a	9,86 ± 0,96 a	1,05 ± 0,34 a	16,30 ± 0,87 a
0,6	69,68 ± 0,65 b	13,55 ± 1,27 a	9,59 ± 0,74 a	1,18 ± 0,27 a	16,65 ± 0,65 a
1,2	72,40 ± 1,56 a	13,25 ± 1,16 a	9,57 ± 0,59 a	1,14 ± 0,21 a	16,37 ± 0,75 a

Tabla 1: Efecto de la incorporación del ácido fólico en el color de los lotes experimentales.

Valores en columnas con letras comunes no son diferentes (p < 0.05)

L*: 0 = negro y 100 = blanco; a*: - 60 = verde y + 60 = rojo; b*: - 60 = azul y + 60 = amarillo

† tan⁻¹ (b*/a*) †† (a*² + b*²)^{0.5}

[AF] (mg/100gr)	DUREZA (N)	ADHESIVIDAD (Ns)	ELASTICIDAD (cm)	COHESIÓN	GOMOSIDAD (N)	MASTICABILIDAD (Ncm)
0	39,41 ± 3,28 a	0,54 ± 0,09 a	0,55 ± 0,05 b	0,51 ± 0,03 a	20,07 ± 2,58 a	10,79 ± 1,43 a
0,6	36,00 ± 1,26 a	0,53 ± 0,09 a	0,51 ± 0,05 b	0,48 ± 0,03 a	17,10 ± 0,88 b	8,82 ± 1,38 a
1,2	31,17 ± 1,36 b	0,66 ± 0,04 b	0,63 ± 0,07 a	0,48 ± 0,09 a	16,41 ± 1,20 b	10,77 ± 1,70 a

Tabla 2: Prueba de compresión. Valores en columnas con letras comunes no son diferentes (p < 0,05)

[AF] (mg/100gr)	FUERZA (N)	TRABAJO DE CORTE (Ns)
0	9,51 ± 1,57 a	89,74 ± 37,40 a
0,6	15,52 ± 10,85 a	93,42 ± 17,18 a
1,2	10,42 ± 1,66 a	92,20 ± 10,70 a

Tabla 3: Prueba de corte. Valores en columna con letras comunes son diferentes (p < 0,05)

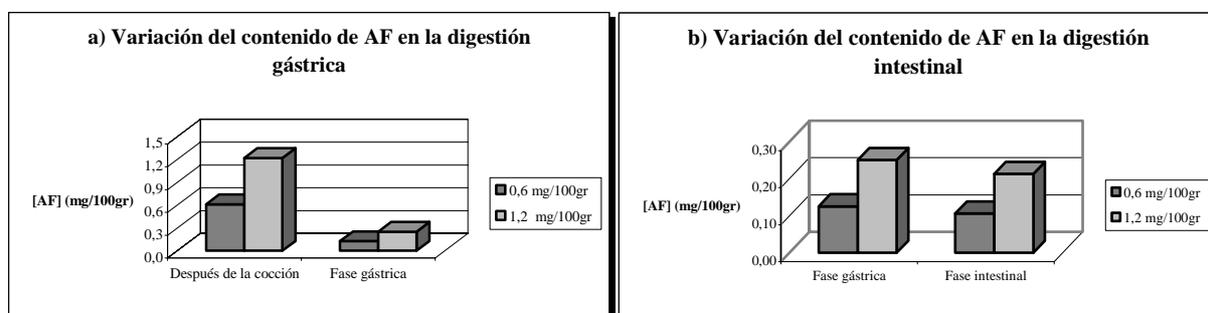


Figura 1: a) Variación del contenido de AF en la digestión gástrica; b) Variación del contenido de AF en la digestión intestinal.