

Modificaciones por técnicas de cocción casera de compuestos nutritivos y no nutritivos de importancia para la salud

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA
ISSN 0124-4108 Separata. Noviembre de 2005
Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia págs. 61-72

Adriana Cecilia Suaterna Hurtado Nutricionista Dietista Universidad de Antioquia
Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Gina Alejandra Montoya Parra Nutricionista Dietista
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

INTRODUCCIÓN

Los métodos de cocción de los alimentos pueden mejorar tanto la calidad integral del alimento, como su seguridad y en especial su valor nutricional, sin embargo, en algunas ocasiones este mismo procesamiento pueda formar compuestos tóxicos y antinutricionales debido a las interacciones moleculares entre los nutrientes del mismo alimento o de la mezcla de ingredientes de un producto.

Para comprender mejor los cambios moleculares que pueden ocurrir durante la cocción de alimentos y así

poder lograr mayores efectos benéficos en lo que se refiere a biodisponibilidad de los nutrientes y minimización o inactivación de compuestos tóxicos y antinutricionales es necesario conocer la composición química del alimento o de los alimentos que serán sometidos a cocción y la forma adecuada de aplicación de la técnica.

Esta ponencia describe en forma general los cambios en los compuestos de importancia para la salud cuando los alimentos son sometidos a los métodos de cocción de

mayor uso tales como ebullición, uso de vapor, uso de presión, fritura, horneado, asado y microondas.

MÉTODOS DE COCCIÓN BÁSICOS: (1, 2)

Los métodos de cocción son clasificados en:

Métodos de cocción por calor húmedo:

Son aquellos en que el calor es conducido al alimento por líquidos hirviendo o por vapor, los más comunes son:

- **Hervido:** La cocción del alimento se realiza en un líquido hirviendo, a temperaturas de 185 a 205°F.
- **Estofado:** Usualmente se realiza la cocción en pequeñas cantidades de líquido, el cual, nunca alcanza a ebullición. La temperatura de cocción es de 160 a 180°F. Este método es usado en alimentos delicados como pescado, huevos fuera de su cáscara y frutas.
- **Vapor:** Exposición directa del alimento a vapor y se puede realizar en dos equipos, olla convencional y olla a presión. Este método es usado comúnmente para vegetales.
- **Blanqueado:** La cocción se realiza parcialmente y rápidamente en un líquido caliente y luego se colocó el alimento en agua fría. Se utiliza para, disolver impurezas, sal y sangre de ciertas

carnes y huesos, destruir enzimas y fijar color en vegetales o para pelar fácilmente vegetales y frutas.

Métodos de cocción por calor seco:

Son métodos de cocción que se realizan sin líquido, el conductor de calor al alimento puede ser el aire seco, metales calientes, radiación o grasa caliente, entre los que se destacan:

- **Asado al horno y horneado:** La cocción se realiza por aire seco caliente al horno, usualmente, asado se utiliza para preparaciones de carne y ave, mientras que horneado es aplicado para postres y pan.
- **Fritura en horno:** Como su nombre lo dice es una fritura en el horno a altas temperaturas (400-450°F) y corto tiempo, el alimento se unta de grasa y se lleva al horno.
- **Asado a la parrilla:** El alimento se coloca entre o encima de una fuente de calor a 3 ó 6 pulgadas, dependiendo de la intensidad del calor, generalmente el asador es precalentado y el alimento es untado superficialmente con grasa para prevenir que se pegue y disminuir la pérdida de humedad.
- **Asado a la plancha:** El método es igual al del asado a la parrilla, solo que se utiliza una plancha caliente.

- **BBQ:** Es el asado, pero en vez de grasa, el alimento es untado de una salsa especial, llamada BBQ.
- **Fritura:** Este método de cocción es en grasa o en aceite y puede ser:
 - **Salteado:** Es una cocción rápida en pequeña cantidad de grasa
 - **Fritura en poca grasa:** Cocción en moderada cantidad de grasa a calor moderado, por lo que se demora mas tiempo que el salteado.
 - **Fritura en abundante grasa:** El alimento es completamente sumergido en grasa caliente.

El método de cocción a utilizar depende del tipo y calidad del alimento y la disponibilidad de equipo.

Existe otra forma diferente de cocinar los alimentos por medio de ondas electromagnéticas que hacen que vibren las moléculas de agua, azúcar y grasa presentes en los alimentos, de manera que la fricción molecular hace que se cocinen los alimentos. El equipo generador de estas ondas es el horno microondas.

CAMBIOS QUÍMICOS OCURRIDOS POR COCCIÓN

La preparación de los alimentos tiene consecuencias alteraciones químicas cuyo tipo y magnitud depende de numerosos parámetros, por ejemplo composición del alimento y condiciones del proceso.

Los nutrientes y compuestos de importancia para la salud en que los métodos de cocción tienen mayor impacto son:

PROTEÍNAS:

Los cambios que pueden ocurrir son principalmente:

- Aumento de la biodisponibilidad de los aminoácidos por:
 - *Pérdida de las estructuras cuaternaria, terciaria y secundaria de la proteína,* lo que crea una mayor posibilidad de interacción con las enzimas proteolíticas, aumentándose así su absorción.
 - *Inactivación de compuestos antinutricionales:* algunos compuestos antinutricionales son compuestos de origen proteico que actúan como análogos inhibitorios de la quimiotripsina y la tripsina, por ejemplo, el inhibidor Bowman-Birk (BBI) y el inhibidor de tripsina Kunitz (KTI), estos inhibidores pueden ser inactivados por calor.
- Disminución del valor biológico de la proteína
 - *Transformación de los aminoácidos esenciales a derivados no utilizables metabólicamente.* Dependiendo de la técnica de cocción a utilizar y la presencia de otros compuestos en los alimentos y el medio de cocción, los aminoácidos pueden ser

transformados en derivados no utilizables por el organismo humano, causando de esta forma pérdidas en la biodisponibilidad de las proteínas. Entre las reacciones más frecuentes de proteínas que producen dichos cambios, encontramos la reacción de maillard, la cual ocurre cuando un aminoácido (especialmente la lisina) reacciona con un azúcar reductor produciendo fructosil-lisina, lisinoalanina o D-lisina, aminoácidos no naturales, que disminuyen la biodisponibilidad de la lisina hasta en un 85%. (3)

Si la cocción se da a pH altos, se produce pérdida de lisina, cisteína, serina, treonina, arginina y otros aminoácidos, por efecto de hidrólisis. Además, la metionina se puede oxidar convirtiéndose en metionina sulfoxida y metionina sulfona o D-metionina.

- *Disminución de la biodisponibilidad por uniones intra o intercatenarias.*
- Formación de compuestos tóxicos.
 - *Formación de aminas heterocíclicas:* Las aminas aromáticas heterocíclicas (HAA) son compuestos formados por uniones de creatinina (compuesto único en alimentos de origen animal), hexosas y derivados de piridinas

en presencia de calor, o se forman por descomposición térmica de la proteína o de los aminoácidos. Los alimentos donde se han encontrado principalmente son las carnes sometidas a un proceso de cocción, siendo el proceso que más produce estos compuestos el asado a la parrilla.

Algunos estudios epidemiológicos han reportado una gran incidencia de cáncer de seno y colon-rectal en personas que consumen frecuentemente carnes asadas a la parrilla. (4)

Guy y colaboradores (2000), cuantificaron las HAA en extractos de carne, tocino frito y asado encontrando que el tocino frito presentó los mayores contenidos. (5)

ANH y GRÜN (2005), investigaron la formación de HAA en carne de res y concluyeron que la formación de HAA en carne sometida a cocción depende del tipo de carne, del tiempo y la temperatura de cocción y que éstas no fueron detectadas a temperaturas de 160°C hasta un tiempo de 15 minutos. (6)

LÍPIDOS:

Las investigaciones que relacionan los lípidos con los métodos de cocción se enfocan en el estudio del perfil de ácidos grasos del alimento a consumir y en el contenido de colesterol y oxisteroles.

En general se ha evidenciado que el perfil de ácidos grasos de los alimentos no se modifica independientemente del método y el tipo de grasa empleados, sin embargo se presenta un aumento en el contenido de grasa en los alimentos cuando son sometidos a fritura. (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15). Respecto al ácido linoleico conjugado (CLA) se encontró que sus valores incrementan significativamente después de la cocción pero no presentaba diferencias entre los métodos empleados (16).

En lo que se refiere a colesterol oxidado (oxisteroles), se ha encontrado que existe un aumento de éste sin importar la técnica, cuando se emplea vapor, horno microondas y horno convencional el aumento se ve agudizado en relación con la fritura. (7, 8, 17, 11, 12, 13, 14, 15)

CARBOHIDRATOS

Generalmente se consideran como estables frente a la cocción. Sin embargo pueden presentar algunas modificaciones durante la cocción:

- Pérdidas por lixiviación.
- Modificaciones que pueden afectar su digestibilidad (gelificación o dextrinización del almidón) y la disponibilidad o pérdida del valor nutritivo (participación de azúcares en reacciones químicas como la reacción de Maillard y caramelización). (18)
- Formación de compuestos mutagénicos (acrilamidas).

Las acrilamidas, son moléculas pequeñas, volátiles y altamente reactivas que se forma en los alimentos cuando estos son sometidos a temperaturas superiores de 120°C y se ha visto que la formación de estas aumentan con el tiempo de calentamiento. Los alimentos que mayor contenido de acrilamidas han presentado son las papas a la francesa y en rodajas, sin embargo, aún no es claro cuáles son los componentes alimentarios que están involucrados en su formación. (19)

Taubert y colaboradores en el 2004, encontraron que la formación de acrilamidas es dependiente del tiempo de exposición al calor y de la superficie expuesta y no de la temperatura y que una superficie altamente pardeada no era un indicativo de alta concentración de acrilamidas. (20, 21). Sin embargo Rydberg y col encontraron que su formación fue exponencial en relación con la temperatura. (21)

Becalski y col. (2003) señalan que su formación depende del tipo de aceite empleado (22); sin embargo, Mestdagh y col. concluyen que no hay diferencias significativas en la formación de acrilamidas con respecto a los aceites de oliva, girasol, soya, maíz y palma. (23)

Se sugiere que en preparaciones con contenido de alimentos fuentes de proteína hay menor formación de acrilamidas, probablemente por reacciones de competición o uniones covalentes con los carbohidratos. (21).

Se ha encontrado que la formación de acrilamidas puede reducirse hasta tres veces por el proceso de hervido y que el blanqueado con adición de ácido cítrico o acético atenua su formación. (24)

VITAMINAS

Son compuestos químicos altamente sensibles a los factores que involucran los métodos de cocción de los alimentos como lo son la temperatura, el pH, el tiempo y la presencia de otras sustancias.

Las reacciones que pueden presentarse son:

- Modificación de la estructura química que afecta la biodisponibilidad:
 - Oxidación
 - Cambios configuracionales
- Uniones con otros compuestos

Además, dependiendo del método de cocción las vitaminas pueden presentar pérdidas por lixiviación.

Las vitaminas que han sido más investigadas por ser sensibles o por su importancia para la salud son:

- **Vitamina C:**

Las investigaciones demuestran que es una vitamina altamente sensible a cualquier método de cocción donde se han encontrado pérdidas hasta de un 100% (25, 26, 27, 28, 29, 30, 31) y su degradación es proporcional al tiempo y la temperatura de cocción, como también al contenido de agua del alimento y la pre-

sencia de oxígeno en la atmósfera de cocción. (32)

Algunos estudios muestran que algunos métodos de cocción pueden ocasionar menores pérdidas de vitamina C, pero depende del alimento, por ejemplo, en tomates horneados se encontró que después de 15 minutos de tratamiento no se presentaron pérdidas de vitamina C (29), pero en brócoli después de 5 minutos de horneado se presentó una pérdida del 66%. (26)

- **Ácido fólico:**

Para alimentos procesados, Schneider y colaboradores en el año 2002, reportaron que el ácido fólico puede reaccionar de forma similar a las aminos cuando se encuentran en presencia de azúcares (reacción de Maillard), causando una disminución del ácido fólico disponible por la formación de un nuevo compuesto llamado Carboxyetil (CET), el cual, encontraron reacciona más fácilmente con los disacáridos, maltosa y lactosa, a temperaturas de 100°C, que con monosacáridos como glucosa y fructosa. (9).

Sin embargo, RYCHLIK y MAYR (2005), encontraron que el mayor precursor del CET es la fructosa, seguido de glucosa, lactosa y sacarosa. La fructosa y glucosa disminuyen hasta en un 50% el contenido de ácido fólico inicial del alimento y la lactosa solo hasta el 31%. Además, se evidenció que la formación se presenta a mayor tiempo de cocción. (33).

Melse-Boonstra y colaboradores en el 2002, mostraron que el tratamiento por calor húmedo de vegetales aumenta la biodisponibilidad del ácido fólico hasta 2 ó 3 veces más que en los alimentos crudos por cambios químicos, principalmente por paso de fólico poliglutamato a monoglutamato, pero causa una pérdida hasta del 50% de este, probablemente por lixiviación. (34)

Durante el procesamiento del pan se observó un aumento del contenido total de folatos nativos durante el esponjamiento, sin embargo en el producto final se presentó una disminución respecto al contenido ganado pero no igual al contenido inicial de la mezcla. (35)

- **Vitamina E:**

En general se ha demostrado que el contenido total de tocoferoles de los alimentos no se afecta significativamente por diferentes métodos de cocción. (36, 8)

- **Vitaminas del complejo B:**

Las investigaciones sugieren que los métodos de cocción disminuyen el contenido de vitaminas del complejo B, especialmente de la Tiamina y riboflavina reportándose pérdidas hasta del 100%, siendo la niacina la vitamina menos sensible. (37, 38).

MINERALES:

Estudios indican cambios insignificantes en el contenido mineral sin importar el método de cocción. Los minerales no son destruidos durante el tratamiento térmico, sólo pue-

den perderse durante el hervido por lixiviación desde un 14 hasta un 41% (39, 40) o en la deshidratación de las carnes en parrilla (por goteo). (41)

La aplicación de tratamientos térmicos en general no genera pérdidas de hierro en carnes, pero según su severidad puede modificar la relación de hierro hémico/no hémico (37). Sin embargo, en maíz, el estudio realizado por Bressani y colaboradores, evidenció una pérdida del 30% para este mineral cuando el alimento fue sometido a hervido (39).

OTROS COMPUESTOS DE IMPORTANCIA

- **Carotenoides**

Se ha observado que los métodos de cocción aumentan la biodisponibilidad pero no la concentración de carotenos, luteína, zeaxantina y licopeno, siendo la explicación más posible una ruptura en la matriz del complejo celular caroteno proteína y cambios configuracionales que aumentan su absorción. (42, 43, 44, 45, 46, 47)

- **Polifenoles y capacidad antioxidante:**

No existe un consenso sobre el efecto de los métodos de cocción sobre el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante de los alimentos, algunos autores afirman que el contenido de estos compuestos pueden aumentar (25, 48), mantenerse igual (28, 29) o disminuir

(26, 49, 30). No obstante, Makris y Rossiteir (2001) hallaron que aunque se presentan pérdidas de flavonoides en vegetales, la capacidad antioxidante del alimento se mantiene, probablemente por formación de nuevos compuestos con esta capacidad. (50).

- **Isoflavonoides:**

En la actualidad, los isoflavonoides son compuestos de gran importancia por su capacidad de disminuir los síntomas de la menopausia, hecho que los ha clasificado como fitoestrógenos.

Los isoflavonoides se han encontrado en mayor concentración en la soya y sus subproductos, siendo la genisteina, daidzeina y glicitina las estructuras químicas básicas.

Xu y colaboradores en el 2002, investigaron la estabilidad de los

isoflavonoides a diferentes temperaturas y tiempos, encontrando que a 95 y 110°C y 90 minutos de cocción no se presentaban cambios significativos en los isoflavonoides, pero cuando la temperatura alcanza temperaturas superiores a 200°C con solo 3 minutos se reducen los isoflavonoides hasta en un 98%. (51)

De igual forma, Coward y colaboradores (1998), encontraron que no se presentaron alteraciones en el contenido de las isoflavonas en proteína vegetal texturizada y harina de soya en productos procesados (52).

UNGAR y colaboradores en el 2003, infirieron que a temperaturas de 120°C en autoclave y a pH básicos (7 y 9) (método de cocción por presión), los isoflavonoides de la soya tienden a degradarse, posiblemente por las condiciones de anaerobiosis. (53)

Bibliografía

1. SPEARS, M. AND VADEN, A. (1985) "Quantity food production and quality control" Foodservice organizations. Macmillan Publishing Company. U.S.A. págs. 267/84.
2. PAYNE-PALACIO, J. and THEIS, M. (1997) "Principles of basic cooking" Introduction to foodservice. 8 edition. Prentice Hall. U.S.A. págs. 543/55.
3. FRIEDMAN, M. (1999) "Chemistry, biochemistry, nutrition and microbiology of lisinoalanine, lanthionine and histidinoalanine in food and other proteins". En: *Journal agricultural of food chemistry*, vol 47, págs. 1295-1319.
4. GUY, P. A.; GREMAUD, E.; RICHOS, J.; TURESKY, R. J. (2000) "Quantitative analysis of mutagenic heterocyclic aromatic amines in cooked meat using liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionisation tandem mass spectrometry". En: *Journal Chromatography A*, vol. 883, págs. 89-102.

5. AHN, J. and GRÜN, I. (2005). "Heterocyclic amines 1: Kinetics of formation of polar and nonpolar heterocyclic amines as a function of time and temperature". En: Journal of Food Science, vol 70, N° 2, págs. C173-C179.
6. ECHARTE, M. ZULET, M. AND ASTIASARAN, I. (2001) "Oxidation Process Affecting Fatty Acids and Cholesterol in Fried and Roasted Salmon" En: Journal Agriculture of Food Chemistry, vol 49, No. 11, págs. 5662-5667.
7. AL-SAGHIR, S., et al. (2004) "Effects of Different Cooking Procedures on Lipid Quality and Cholesterol Oxidation of Farmed Salmon Fish (*Salmo salar*)" En: J. Agric. Food Chem. 2004, Vol. 52, No. 16, pág. 5290-5296.
8. SCHNEIDER, M.; KLOTZSCHE, M.; WERZINGER, C.; HEGELE, J.; WAIBEL, R.; PISCHETSRIEDER, M. (2002), "Reaction of folic acid with reducing sugars and sugar degradation products". En: Journal Agriculture of Food Chemistry. Vol. 50, N° 6, págs. 1647-1651.
9. LARKESON, B.; DUTTA, P. C.; HANSSON, I. (2000) "Effects of frying and storage on cholesterol oxidation in minced meat products". En: Journal America Oil Chemistry Society, vol 77, N° 6, pags. 675-680.
10. POON, P., DURANCE, T., and KITTS D. (2001) "Composition and retention of lipid nutrients in cooked ground beef relative to heat-transfer rates" En: Food chemistry. Vol, 74. pag 485-491
11. ECHARTE, M., ANSORENA, D, AND ASTIASARAÄ, I. (2003) "Consequences of Microwave Heating and Frying on the Lipid Fraction of Chicken and Beef Patties" En: J. Agric. Food Chem., Vol. 51, No. 20, 5941-5945.
12. AURBOUG, S.; MEDINA, I.; PEREZ-MARTIN, R. (1996) "Polyunsaturated fatty acids in tuna phospholipids: Distribution in the sn-2 location and changes during cooking". En: Journal Agriculture of Food Chemistry. vol 44, N° 2, págs. 585-589.
13. SÁNCHEZ-MUÑIZ, F.; VIEJO, J.; and MEDINA, R. (1992), "Deep fat frying of sardines in different culinary fats. Changes in the fatty acid composition of sardines and frying fats". En: J. Agric. Food Chem., Vol 40, N° 11, págs. 2252-2256.
14. Candela, M.; Astiasaran, I.; Bello, J. Effects of frying and warmholding on fatty acids and cholesterol of sole (*Solea solea*), codfish (*Gadus morrhua*) and hake (*Merluccius merluccius*). Food Chem. 1997, 58 (3), 227-213.
15. MARANESI, M.D. Bochicchio, L. Montellato, A. Zaghini, G. Pagliuca y A. Badiani. Effect of microwave cooking or broiling on selected nutrient contents, fatty acid patterns and true retention values in separable lean from lamb rib-loins, with emphasis on conjugated linoleic acid. Food Chemistry. 90 (2005) 207-218.
16. PIE, J. E.; SPAHIS, K.; SEILLAN, C. (1991) "Cholesterol oxidation in meat products during cooking and frozen storage". En: J. Agric. Food Chem., vol. 39, N° 2, págs. 250-254.
17. ASTIASARÁN. ICIAR. Alimentos composición y propiedades. McGraw Hill. 1999.
18. FAO/OMS. Consecuencias para la salud de acrilamida en los alimentos. Informe de consulta conjunta de FAO/OMS. Ginebra, 2002. 39 págs.
19. TAUBERT, D., et al (2004) "Influence of Processing Parameters on Acrylamide Formation during Frying of Potatoes" En: J. Agric. Food Chem., Vol. 52, No. 9, págs. 2735-2739.

20. RYDBERG, P.; ERIKSSON, S.; TAREKE, E.; KARLSSON, P.; EHRENBORG, L.; TORNQVIST, M. (2003) "Investigations of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs". En: Journal Agriculture of Food Chemistry. vol 51, N° 24, págs 7012-7018.
21. BECALSKI, A.; LAU, B.; LEWIS, D.; SEAMAN, S. W. (2003) "Acrylamide in foods: occurrence, sources and modeling". En: J. Agric. Food Chem., 51, 802-808.
22. MESTDAGH, F. et al., (2005) "Influence of Oil Type on the Amounts of Acrylamide Generated in a Model System and in French Fries" En: J. Agric. Food Chem., Vol. 53, No. 15, págs. 6170-6174.
23. TAREKE, E. et al. (2002) "Analysis of Acrylamide, a Carcinogen Formed in Heated Foodstuffs" En: J. Agric. Food Chem., Vol. 50, No. 17, págs. 4998-5006.
24. OBOH, G. (2005) "Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables" En: LWT 38 513-517.
25. ZHANG, D., and HAMAUZZU, Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 88, 503-509.
26. SAHLIN, E., Savage, G. P., & Lister, C. E. (2004). Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 635-647.
27. DEWANTO, V., WU, X., ADOM, K., AND LIU, R. (2002) "Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity". En: Journal Agriculture of Food Chemistry, 50, 3010-3014
28. GAHLER, S., OTTO, K., AND BÖHM, V. (2003) "Alterations of Vitamin C, Total Phenolics, and Antioxidant Capacity as Affected by Processing Tomatoes to Different Products". En: Journal Agriculture of Food Chemistry, vol 51, 7962-7968.
29. GIL, M.; FERRERES, F.; and TOMAS-BARBERAN, F. (1999). "Effect of postharvest storage and processing on the antioxidant constituents (flavonoids and vitamin C) on fresh-cut spinach". En: J. Agric. Food Chem., vol 47, N° 6, págs. 2213-2217.
30. Khraisheh, M. McMinn, W. Magee, T. (2004) "Quality and structural changes in starchy foods during microwave and convective drying". *En: Food research international*. Vol. 37, págs. 497-503.
31. Burg, P. and Fraile, P. (1995). "Vitamin C destruction during the cooking of a potato dish". *En: LWT*. Vol 28, págs. 506-14.
32. RYCHLIK, M. AND MAYR, A (2005) "Quantitation of N2-[1-(1-Carboxy)ethyl]folic Acid, a Nonenzymatic Glycation Product of Folic Acid, in Fortified Foods and Model Cookies by a Stable Isotope Dilution Assay" En: J. Agric. Food Chem., Vol. 53, No. 13, págs. 5116-5124.
33. MELSE-BOONSTRA, A et al. (2002) "Influence of processing on total monoglutamate and polyglutamate folate contents of leek, cauliflower and green beans. *En: J. Agriculture of food chemistry*. Vol 50, págs. 3473-78.
34. OSSEYI, E. S.; WEHLING, R. L.; ALBRECHT, J. A. (2001) "HPLC determination of stability and distribution of added folic acid and some endogenous folates during breadmaking". En: Cereal Chemistry, vol 78, N° 4, págs. 375-378.

35. SEYBOLD, C., et al. (2004) "Changes in Contents of Carotenoids and Vitamin E during Tomato Processing". En: Journal Agriculture of Food Chemistry, vol. 52, No. 23, págs. 7005-7010.
36. Lombardi-Boccia, G., Martinez Dominguez, B., Aguzzi, A., 2002. Total, heme, Non-heme iron in raw and cooked meats. *Journal of Food Science* 67 (2002): 1738-1741.
37. ORZÁEZ, M, Díaz, A, Franco, E, Blázquez, G. (2000). "Modification of vitamins B1 and B2 by culinary process: traditional system and microwaves. En: Food chemistry. Vol. 71, págs. 417-21.
38. BRESSANI, R., et al. (2004). "Effect of Processing Conditions on Phytic Acid, Calcium, Iron, and Zinc Contents of Lime-Cooked Maize" En: Journal Agriculture of Food Chemistry, Vol. 52, No. 5, págs. 1157-1162.
39. Gálvez, A. y Planeéis, E. (2004). "Valoración estadística de las pérdidas de minerales en lomo de cerdo sometido a cocción" En: Alimentación, equipos y tecnología. Enero, N° 186, págs. 40-42.
40. LOMBARDI-BOCCIA, G, Altero S. Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. *Journal of Food Composition and Analysis*. 18 (2005) 39.46.
41. UPDIKE A. and SCHWARTZ, S. (2003) "Thermal Processing of Vegetables Increases Cis Isomers of Lutein and Zeaxanthin" En: Journal Agriculture of Food Chemistry, Vol. 51, No. 21, págs. 6184-6190.
42. LESSIN, W. J.; CATIGANI, G. L.; SCHWARTZ, S. J. (1997), "Quantification of cis-trans isomers of provitamin A carotenoids in fresh and processed fruits and vegetables". En: J. Agric. Food Chem. Vol 45, N° 10, págs. 3728-3732.
43. KHACHIK, F.; GOLI, M. B.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J.; LUSBY, W. R.; TENORIO, M. D.; BARRERA, M. R. (1992), "Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoids of tomatoes and several green vegetables". En: J. Agric. Food Chem. Vol 40, N° 3, págs. 390-398.
44. STAHL, W.; SIES, H. (1992) "Uptake of lycopene and its geometrical isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in humans". En: The Journal Nutrition. vol 122, N° 11, págs. 2161-2166.
45. ROCK, C. L.; LOVALVO, J. L.; EMENHISER, C.; RUFFIN, M. T.; FLATT, S. W.; SCHWARTZ, S. J. (1998) "Bioavailability of , carotene is lower in raw than in processed carrots and spinach in women". En: The Journal Nutrition. vol 128, N° 5, págs. 913-916.
46. DE LA CRUZ, Carlos, González María, Oruña María, López Julia, Simal, L Jesús y Simal, G Jesús. The effects of various culinary treatments on the pigment content of green beans. *Journal of food research international*. 30 (1997): 787-791.
47. TURKMEN, N, SARI, F., and VELIOGLU, S. (2005) "The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetable". *Food Chemistry*, Vol. 93, págs. 713-718.
48. Ismail, A., Marjan, Z. M., & Foong, C. W. (2004). "Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables". En: Food Chemistry, vol 87, págs. 581-586.

49. MAKRIS, D. P.; ROSSITER, J. T. (2001) "Domestic processing of onion bulbs (*Allium cepa*) and asparagus spears (*Asparagus officinalis*): effect on flavonol content and antioxidant status". En: J. Agric. Food Chem., vol 49, N° 7, págs. 3216-3222.
50. XU, Z., WU, Q. AND GODBER, S. (2002) "Stabilities of Daidzin, Glycitin, Genistin, and Generation of Derivatives during Heating" En: Journal Agriculture of Food Chemistry. Vol 50, N° 25, págs. 7402-7406.
51. COWARD, L.; SMITH, M.; KIRK, M.; BARNES, S. (1998). "Chemical modification of isoflavones in soyfoods during and processing". En: American Journal Clinical Nutrition, Vol. 68, págs. 1486S-1496S.
52. UNGAR, Y, OSUNDAHUNSI, T, AND SHIMONI, E. (2003) "Thermal Stability of Genistein and Daidzein and Its Effect on Their Antioxidant Activity". En: Journal Agriculture of Food Chemistry, Vol. 51, No. 15, págs. 4394-4399.
53. HAN, J., et al. (2004) "Distribution of Ascorbic Acid in Potato Tubers and in Home-Processed and Commercial Potato Foods" En: Journal Agriculture of Food Chemistry, Vol. 52, No. 21, págs. 6516-6521.
54. KITA, A., BRATHEN, E., KNUITSEN, S., and WICKLUND, T. (2004) "Effective Ways of Decreasing Acrylamide Content in Potato Crisps during Processing" En: J. Agric. Food Chem. 2004, Vol. 52, No. 23, págs. 7011-7016.
55. FRIEDMAN, M. (2003) "Chemistry, Biochemistry, and Safety of Acrylamide. A Review" En: J. Agric. Food Chem., Vol. 51, No. 16, 2003 Reviews págs. 4504-4526.
56. GUY, P. A.; GREMAUD, E.; RICHOSZ, J.; TURESKY, R. J. (2000) "Quantitative analysis of mutagenic heterocyclic aromatic amines in cooked meat using liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionisation tandem mass spectrometry". En: Journal Chromatography A, vol 883, págs. 89-102.
57. FRIEDMAN, M and BRANDON, D. (2001) "Nutritional and health benefits of soy protein". En: Journal of Agricultural and food chemistry. Vol. 49, No. 3, págs. 1069-1086.
58. BELITZ AND GROSCH. (1997) "Química de los alimentos". Segunda edición. Editorial acribia. España. pág. 84.