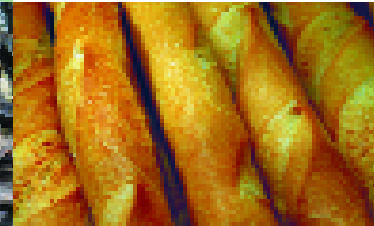
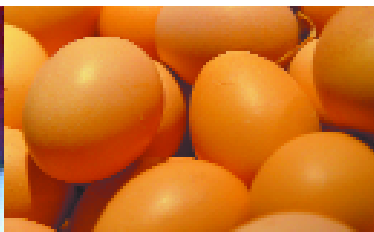


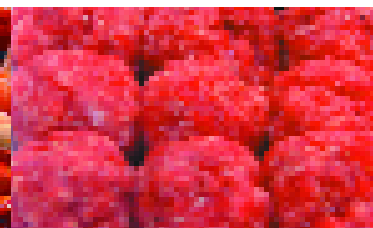
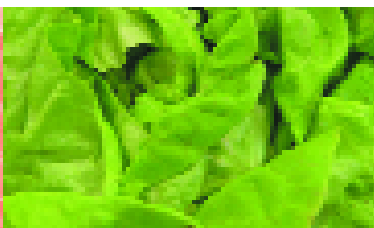
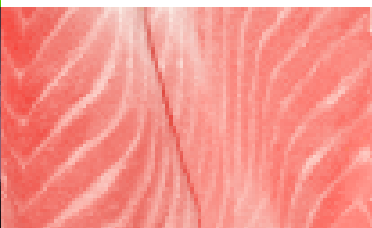
FOOD CONTENT OF POTENTIAL CARCINOGENS

Nitrates, nitrites, nitrosamines, heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons



CONTENIDO DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE CANCERÍGENAS EN ALIMENTOS

Nitratos, nitritos, nitrosaminas, aminos heterocíclicos e hidrocarburos aromáticos policíclicos



**EPIC
SPAIN / ESPAÑA**

Cita recomendada:

Jakszyn P, Ibáñez R, Pera G, Agudo A,
García-Closas R, Amiano P, González CA.
Food content of potential carcinogens.
Catalan Institute of Oncology. Barcelona. 2004

Edita: Instituto Catalán de Oncología
Diseño gráfico: Ana Herrera, Vanessa Llinares
Impresión: Prismàtic Arts Gràfiques, S.A.
ISBN:

Con la colaboración del Fondo de Investigación
Sanitaria (convocatoria de acciones especiales)
Exp. N°03/8006.



**PARTICIPATING CENTRES / CENTROS PARTICIPANTES
PRINCIPAL INVESTIGATORS / INVESTIGADORES PRINCIPALES**

Asturias

José Ramón Quirós
Consejería de Sanidad y Servicios Sociales.
Sección de Información Sanitaria
C/ General Elorza, 32 - 33001 OVIEDO



Barcelona

Carlos A. González (Coordinador Nacional)
Instituto Catalán de Oncología
Servicio de Epidemiología y Registro de Cáncer
Avda. Gran Vía Km. 2,7 s/n - 08907 L'Hospitalet de Llobregat
BARCELONA



Gipuzkoa

Miren Dorronsoro
Subdirección de Salud Pública / Osasun Publikoko Zuzendariordetza
Avda. Navarra, 4 - 20013 DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN



Granada

Carmen Martínez
Escuela Andaluza de Salud Pública
Campus Universitario de Cartuja
Apartado de correos 2070 - 18080 GRANADA



Murcia

Carmen Navarro
Servicio de Epidemiología
Consejería de Sanidad y Consumo
Región de Murcia C/ Ronda de Levante, 11 - 30008 MURCIA



Navarra

Aurelio Barricarte
Instituto de Salud Pública
Sección de Vigilancia, Control y Análisis Epidemiológico
C/ Leyre, 15 31003 - PAMPLONA



COORDINATED BY: / COORDINADO POR:
INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC)

VERSION 2004 COMPILED BY: / VERSIÓN 2004 ELABORADA POR:

Paula G. Jakszyn¹ *

Degree in Nutrition / Licenciada en Nutrición

IN COLLABORATION WITH: / EN COLABORACIÓN CON:

Raquel Ibáñez¹

Guillem Pera¹

Antonio Agudo¹

Reina García-Closas¹

Pilar Amiano²

Elisabet Luquín³

Carlos A. González¹

¹ Servicio de Epidemiología y Registro del Cáncer. Instituto Catalán de Oncología.
L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona. SPAIN

² Subdirección de Salud Pública. Donostia. Gipuzkoa. SPAIN

³ Secretaría Técnica. Servicio de Epidemiología y Registro del Cáncer. Instituto Catalán de Oncología.
L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona. SPAIN

* **Correspondence:** Ms Paula Jakszyn. email: paujak@ico.scs.es
Servicio de Epidemiología y Registro del Cáncer. Instituto Catalán de Oncología.
Av Gran Vía km 2,7 s/n-08907-L' Hospitalet de Llobregat, Barcelona (SPAIN)
Tel: +34 93 260 74 01 Fax: +34 93 260 77 87

REVIEWER COMMITTEE: / COMITÉ REVISOR:

Rashmi Sinha

Division of Cancer Epidemiology and Genetics. National Cancer Institute
Executive Plaza North; Executive Bvd. Room 430 – Rockville, MD. 20892 – USA

Elio Riboli

Unit of Nutrition and Cancer (Chief) – International Agency for Research on Cancer (IARC)
150 Cours Albert Thomas – 69372 Lyon Cedex 08 – FRANCE

Andreu Farran Codina

Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietètica (CESNID)
Avda. Prat de la Riba, 171 – 08921 Santa Coloma de Gramanet (Barcelona) – SPAIN

Lluís Puignou García

Department de Química Analítica – Universitat de Barcelona
Avda. Diagonal, 647 3ª Planta – 08028 Barcelona – SPAIN

Garrett A. Keating / Mark Knize

Lawrence Livermore National Laboratory – University of California
Livermore CA – 94550 – USA

Kerstin Skog

Department of Applied Nutrition and Food Chemistry
Center for Chemistry and Chemical Engineering – Lund University
SE – 221 00 Lund – SWEDEN

Sabine Rohrmann

Deutsches Krebsforschungszentrum. Division of Clinical Epidemiology
Im Neuenheimer Feld, 280 – D – 69120 Heidelberg – GERMANY

Mª Asunción Lage Yusty

Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia
Universidad de Santiago de Compostela
15706 Santiago de Compostela – SPAIN

Mercedes Sonia García Falcón

Departamento de Química Analítica y Alimentaria. Facultad de Ciencias de Orense
As Lagoas s/n – 32004 – Orense – SPAIN

FOREWORD

Nitrosamines, heterocyclic amines (HA) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) are among the most important potential carcinogens found in the usual diet of Western populations. They have some common features. First, for the general population, diet is the main source of exposure to these compounds, although there are other sources of exposure, such as smoking and environmental pollution. Second, although there is extensive evidence of their carcinogenic effects in experimental studies in animals, there are inadequate data of their effects at low doses of exposure in human populations. Long-term exposure to low doses seems to be important since animal studies have shown that frequent low dose application of these compounds is a more potent chemical inducer of cancer than infrequent high doses. Third, concentration of these compounds in foods is associated with preparation, preservation and cooking methods, that usually are not recorded in dietary questionnaires. This is one reason for the lack of epidemiological data on the effects of these compounds in humans. Another reason is that their content is not included in food composition tables.

EPIC-Spain, the Spanish component of the "European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition" (EPIC), is involved in nutrition and cancer research and, at present, one of its main interests is the occurrence of cancer associated to carcinogenic compounds present in foods. Because of the lack of published composition tables, we have prepared this table to provide extensive information on food concentration of some of these carcinogenic compounds in foods. We compiled available published data on food concentration on nitrosamines, HA and PAH. Nitrites and nitrates were also included because they are precursors of endogenous nitrosamines. So far, the table includes 207 food items for nitrites, nitrates and nitrosamines, 297 food items for HA and 313 for PAH, with 139 references.

International experts on these compounds and on food composition tables were invited to review the compiled information. They looked over the preliminary version of the table and gave additional references that helped us to improve the work. We are very grateful to them for their useful collaboration, as well as to those who produced this data through the laboratory analysis.

We offer the first edition of this table to all interested scientific groups. A hard copy, as well as an electronic version, are available upon request, free of charge. We hope that it will be a useful and valuable tool to enable better understanding of the causal relationships between these potential carcinogens and the risk of cancer in human populations.

Carlos A. González
On behalf of EPIC-Spain

PRÓLOGO

Las nitrosaminas, las aminas heterocíclicas (AH) y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) se encuentran entre los potenciales cancerígenos más importantes de la dieta habitual de la población occidental. Estos compuestos tienen características comunes. En primer lugar, la dieta es la principal fuente de exposición para la población general, aunque hay otras fuentes tales como el tabaco y la contaminación ambiental. En segundo lugar, aunque hay evidencia suficiente de sus efectos cancerígenos en estudios experimentales en animales, no hay evidencia suficiente respecto a sus efectos en poblaciones humanas a bajas dosis de exposición. La exposición prolongada a bajas dosis puede ser importante ya que estudios en animales han mostrado que la aplicación frecuente de bajas dosis de estos compuestos, produce una inducción química al cáncer más potente que la aplicación de altas dosis con menor frecuencia. En tercer lugar, la concentración de estos compuestos en los alimentos está asociado al método de preparación, conservación y cocción, que habitualmente no se recogen en los cuestionarios alimentarios. Esta es una de las razones de la insuficiencia de datos epidemiológicos del efecto de estos compuestos en humanos. Otra razón es que su contenido no está incluido en las tablas de composición de alimentos.^o

EPIC-España, el componente español del "Estudio Prospectivo Europeo sobre Cáncer, Dieta y Salud" (EPIC) está dedicado principalmente a la investigación sobre nutrición y cáncer, y uno de sus focos de interés es la evaluación del efecto de componentes potencialmente cancerígenos presentes en los alimentos. Dada la ausencia de tablas de composición publicadas sobre potenciales carcinógenos presentes en los alimentos, nuestro grupo ha preparado esta tabla para proveer una extensa información sobre la concentración de algunos componentes potencialmente cancerígenos. Hemos compilado la información publicada disponible sobre la concentración en alimentos de nitrosaminas, AH e HAP. Se han incluido también nitritos y nitratos puesto que son precursores de la formación de nitrosaminas endógenas. La tabla incluye 207 ítems alimentarios para nitritos, nitratos y nitrosaminas, 297 para HAC y 313 para HAP, con un total de 139 referencias bibliográficas.

Expertos internacionales sobre estos compuestos y sobre tablas de composición alimentaria han revisado la información inicialmente compilada y han aportado referencias adicionales, con lo que se ha conseguido obtener unas tablas más exhaustivas. A ellos agradecemos su inestimable colaboración, así como a todos aquellos que produjeron tan valiosa información en los análisis de laboratorio.

Ofrecemos esta primera edición de la tabla a todos los grupos científicos interesados. Esta edición impresa y una edición en formato electrónico están disponibles de manera gratuita para quienes lo soliciten. Esperamos que pueda ser un instrumento útil para el conocimiento de la relación causal entre estos potenciales cancerígenos y el riesgo de cáncer en poblaciones humanas.

Carlos A. González
En nombre de EPIC-España

INDEX / ÍNDICE

Material and Methods / Material y Métodos

7

Nitrosamines and Nitrosamine Precursors / Nitrosaminas y Precursores de Nitrosaminas

15

Heterocyclic amines / Aminas Heterocíclicas

41

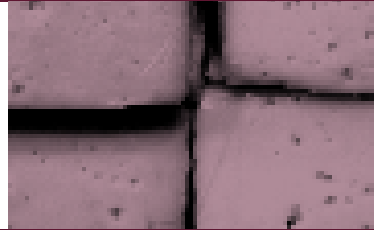
Polycyclic aromatic hydrocarbons / Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

69

Annex. Cooking Method Definition / Anexo. Definición del Método de Cocción

102

MATERIAL AND METHODS / MATERIAL Y MÉTODOS



FOOD CONTENT OF POTENTIAL CARCINOGENS / CONTENIDO DE POTENCIALES CANCERÍGENOS EN ALIMENTOS

NITROSAMINES AND NITROSAMINE PRECURSORS NITROSAMINAS Y PRECURSORES DE NITROSAMINAS

NITROSAMINE PRECURSORS / PRECURSORES DE NITROSAMINAS

- Nitrate / Nitrato: mg/100 g
- Nitrite / Nitrito: mg/100 g

POTENTIAL CARCINOGENS / POTENCIALES CANCERÍGENOS

NITROSAMINES / NITROSAMINAS:
µg/100g food / µg/100 g de alimento
(except: * µmol / excepto: * µmol)

NDMA: N-nitrosodimethylamine / n-nitrosodimetilamina
PYR: N-Nitrosopyrrolidine / n-nitrosopirrolidina
NPIP: N-Nitrosopiperidine / N-Nitrosopiperidina
NPRO: N-Nitrosoproline / n-nitrosoprolina

COMBINED / COMBINACIÓN:

only for NOC (nitrosocompounds) / solamente para NOC (compuestos nitrosos)

NOC TYPE (TYPE OF COMBINATION) / TIPO NOC (TIPO DE COMBINACIÓN)

1. NA: not available / no disponible
2. NDMA + NPYR
3. NPYR + NPIP
4. NDMA + NDEA (N-nitrosodiethylamine / N-nitrosodietilamina)
5. NTHZ (N-Nitrosothiazolidine / N-Nitrosotiazolidina)
6. NDMA + NPIP + NDEA (N-Nitrosothylamine / N- Nitrosotilamina)
7. NDEA + NDBA (N-Nitrosodibutylamine / N-Nitrosodibutilamina)
8. NDMA + NDEA + NPYR
9. NDMA + NDEA + NDBA + NMOR (N-nitrosomorpholine / N-nitrosomorfolina)
10. NDEA + NDBA + NDMA
11. NDMA + NPRO + NTHZ
12. NDMA + NPIP + NPYR
13. NDMA + NPRO
14. Other combinations / otras combinaciones

HETEROCYCLIC AMINES / AMINAS HETEROCÍCLICAS (ng/g)

PhIP: 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo (4,5,b) pyridine
2-amino-1-methyl-6-fenilimidazo (4,5,b) piridona

MeIQx: 2-amino-3,8 dimethylimidazo (4,5,f) quinoxiline
2-amino-3,8 dimetilidazo (4,5,f) quinoxilina

FOOD GROUPS / GRUPOS ALIMENTARIOS

DiMeIQX: 2-amino-3,4,8 trimethylimidazo (4,5,f) quinoxiline
2-amino-3,4,8 trimetilmidazo (4,5,f) quinoxilina

AC: 2-amino-9-H-pyrido (2,3,b) indole
2-amino-9-H-pirido (2,3,b) indol

IQ: 2-amino-3-methylimidazo (4,5,f) quinoline
2-amino-3-metilimidazol (4,5,f) quinolina

MeIQ: 2-amino-3,4 dimethylimidazo (4,5,f) quinoline
2-amino-3,4 dimetilimidazo (4,5,f) quinolina

POLYCYCLIC AROMATIC HIDROCARBONS HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (µg /kg)

B (a) P: benzo (a) pyrene
benzo (a) pireno

Dib (a) A: dibenzo (a) antracene
dibenzo (a) antraceno

Total PAH

When ND (not detected) is shown as a value, its means that the compound value is under the detection limits.

Cuando ND (no detectable) es mostrado como un valor, esto significa que el valor del compuesto está por debajo del límite de detección.

1. POTATOES AND TUBERS / PATATAS Y TUBÉRCULOS

2. VEGETABLES / VEGETALES

3. FRUITS / FRUTAS

4. MILK AND DAIRY PRODUCTS / LECHE Y DERIVADOS LÁCTEOS

5. CEREALS AND CEREAL PRODUCTS / CEREALES Y DERIVADOS

6. MEAT AND MEAT PRODUCTS / CARNES Y DERIVADOS

7. FISH / PESCADO

8. EGGS / HUEVOS

9. FAT (ADDED) / GRASAS (AÑADIDAS)

10. SWEETS AND DESSERTS / DULCES Y POSTRES

11. ALCOHOLIC BEVERAGES / BEBIDAS ALCOHÓLICAS

12. NON ALCOHOLIC BEVERAGES / BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS

TABLE CONTENT / CONTENIDO DE LA TABLA

FOOD

food name in English / nombre del alimento en inglés

ALIMENTO

food name in Spanish / nombre del alimento en español

COOKING METHOD / MÉTODO DE COCCIÓN

| | |
|--------|-------------------------------|
| BA/GR | barbecued / a la barbacoa |
| BK/ROA | baked / al horno |
| BO | boiled / hervido |
| BR | broiled / a la plancha |
| FR | fried / frito |
| MW | microwave / al microondas |
| NA | not available / no disponible |
| NE | cooked / cocinado |
| NP | not applicable / no aplicable |
| RA | raw / crudo |
| SM | smoked / ahumado |
| STW | stewed / estofado |
| TOA | toasted / tostado |

PRESERVATION METHOD / MÉTODO DE CONSERVACIÓN

| | |
|----|-------------------------------|
| CA | canned / enlatado |
| CU | cured / curado |
| DR | dried / seco o en copos |
| FR | fresh / fresco |
| FZ | frozen / congelado |
| MA | marinated / marinado |
| NA | not available / no disponible |
| NP | not applicable / no aplicable |
| SA | salted / en salazón |
| SM | smoked / ahumado |

DEGREE OF DONENESS / GRADO DE COCCIÓN

only for heterocyclic amines / solamente para aminas heterocíclicas

| | |
|-----|---------------------------------|
| uc | uncooked / sin cocinar |
| ra | rare / poco hecho |
| me | medium / medio hecho |
| wd | well done / bien hecho |
| vwd | very well done / muy bien hecho |
| ew | extra well done / extra hecho |
| na | not available / no disponible |
| np | not applicable / no aplicable |

TEMP (°C) cooking temperature / temperatura de cocción
only for heterocyclic amines / solamente para aminas heterocíclicas

TIME / TIEMPO cooking time (minutes) / tiempo de cocción (minutos)
only for heterocyclic amines / solamente para aminas heterocíclicas

VALUE / VALOR
value type / tipo de valor

| | |
|------------|-------------------------------|
| md | median / mediana |
| mi | minimum / mínimo |
| mn | mean / media |
| mx | maximum / máximo |
| n.a | not available / no disponible |
| p | predicted / predicho |
| tr | traces / trazas |
| w | weighted / ponderado |

When several values from different authors were found for identical foods cooked with the same method in a given data compilation, the mean estimate was reported.

Cuando, para idénticos alimentos cocinados con el mismo método, se encontraron varios valores de distintos autores en una determinada compilación, se reportó la media estimada de dichos valores.

ANALYTIC METHOD / MÉTODO ANALÍTICO

| | |
|-----------------|---|
| CZE | Capillary Zone Electroforesis Electroforesis capilar |
| GC | Gas Chromatography Cromatografía de gases |
| GC-MS | Gas Chromatography + Mass Spectrometry Cromatografía de Gases + Espectrofotometría de Masas |
| GC-TEA | Gas Chromatography + Thermal Energy Analysis Cromatografía de Gases + Análisis de Energía Térmica |
| HPLC | High Performance Liquid Chromatography Cromatografía Líquida de Alta Resolución |
| HPLC-FL | HPLC-Fluorescent Detection HPLC con Detección por Fluorescencia |
| HPLC-MS | HPLC + Mass Spectrometry HPLC + Espectrofotometría de Masas |
| HPLC-TLC | HPLC + Thin Layer Chromatography HPLC + Cromatografía en Capa Fina |
| HPLC-UV | HPLC-ultraviolet detection HPLC - con Detección Ultravioleta |
| IDF | Method recommended by the International Dairy Federation Método recomendado por la Federación Internacional para productos lácteos |
| NA | The original publication is not available Información original no disponible |
| NE | The analytic method is not specified Método analítico no especificado |

SAMPLING METHOD / MÉTODO DE MUESTREO

1. Completely specified: it specifies number and origin of collected samples.
Especificado de forma completa: especifica el número y origen de las muestras recogidas.
2. Incompletely specified: it does not specify the number or the origin of collected samples.
Especificado de forma incompleta: no especifica el número o el origen de las muestras.
3. Not specified: the sampling method is not specified.
Sin especificar: El método de muestreo no está especificado.
4. Information not available: the original publication is not available.
Información no disponible: el artículo original no está disponible.

YEAR / AÑO

publication year of the original reference / año de publicación de la referencia original.

AUTHOR / AUTOR

First author of the paper / Autor principal de la publicación.

COUNTRY CODE / CÓDIGO DEL PAÍS

COUNTRY CODE OF PUBLICATION / CÓDIGO DEL PAÍS DONDE FUE PUBLICADO

| | | |
|-----------------|----|---|
| Austria | AT | Austria |
| Brazil | BR | Brasil |
| Canada | CA | Canadá |
| China | CN | China |
| Finland | FI | Finlandia |
| France | FR | Francia |
| Germany | DE | Alemania |
| Greece | GR | Grecia |
| Hong Kong | HK | Hong Kong |
| Iceland | IS | Islandia |
| India | IN | India |
| Italy | IT | Italia |
| Kuwait | KW | Kuwait |
| New Zealand | NZ | Nueva Zelanda |
| Norway | NO | Noruega |
| Scotland | SC | Escocia |
| Spain | ES | España |
| Sweden | SE | Suecia |
| Switzerland | CH | Suiza |
| The Netherlands | NL | Holanda |
| Greece | GR | Grecia |
| United Kingdom | UK | Reino Unido |
| United States | US | Estados Unidos de América of America |

NA: information not available / información no disponible

SOURCE / FUENTE

Source of data: direct source (D) or compiled data (C)

Fuente del dato: fuente directa (D) o compilación de datos (C)

REF / REF

Reference: publication from which data was obtained

Referencia: artículo del cual se obtuvo la información

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Vignat J, Unwin I, Ireland J, Moller A, Charrondiere UR. Guideline notes for preparing and exporting food composition data according to the common formats of export files. ENDB Project.Internal Report IARC. April 12th, 2002. Lyon
2. Rand WM, Pennington JAT, Murphy SP, Klensin JC. Compiling data for food composition data bases. The United Nations University Press. (1991)
3. Red Latin Foods FAO. Conferencia electrónica sobre compilación de datos para bases de datos y tablas de composición de Alimentos.Documento de discusión. (2002)
4. Holden JM. Sampling strategies to assure representative values in food composition data. Food Nutrition and Agriculture - 12- Food Composition Data. FAO (1994) (<http://www.fao.org/docrep/V6000t/v6000t04.htm>)
5. Sevenhuysen GP. Food composition databases: current problems and solutions. Food, nutrition and agriculture - 12- Food composition data. FAO (1994). (<http://www.fao.org/docrep/V6000t/v6000t05.htm>)
6. Beecher GR, Matthews RH. Nutrient Composition of Foods. In: Brown ML ed. Present knowledge in nutrition.Washington D.C.: ILSI nutrition Foundation (1990)

