

Revista Electrónica Gratuita
Free Journal

Higiene y Sanidad Ambiental

Departamento de Medicina Preventiva
y Salud Pública

Universidad de Granada
Universidad de Granada



HIGIENE Y SANIDAD AMBIENTAL

Volumen 11, páginas 674-700

Año: 2011

Contenido de este número:

Carta del Director

M. ESPIGARES GARCÍA

Higiene y Sanidad Ambiental, 11: 674 (2011)

La aceituna de mesa. Proceso industrial y puntos críticos de control en plantas de aderezo de aceitunas. Valor nutricional de la aceituna de mesa

E. del CASTILLO QUESADA, A. MESA ALONSO, V. TORRES SAURA, S. GRANDE BELTRÁN, C. BAENA MORENO y R. ZURERA SARAVIA

Higiene y Sanidad Ambiental, 11: 675-682 (2011)

Nitratos y nitritos en fuentes subterráneas de abasto de agua de Villa Clara (Cuba) 2008-2009

G. MALDONADO CANTILLO, M. ROMERO PLACERES, L. CUÉLLAR LUNA, A. del PUERTO RODRÍGUEZ, O. SARDILLAS PEÑA y M. TORRES RODRÍGUEZ

Higiene y Sanidad Ambiental, 11: 683-692 (2011)

Exposición a radiación ultravioleta solar y melanoma cutáneo

E. FACUNDO GONZÁLEZ, C. RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, R. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, F. GUIMERÁ MARTÍN-NEDA, A. JIMÉNEZ SOSA, A. MORCILLO REHBERGER y A. ARIAS RODRÍGUEZ

Higiene y Sanidad Ambiental, 11: 693-700 (2011)

HIGIENE Y SANIDAD AMBIENTAL

Revista electrónica gratuita (free journal)

Dirección

Prof. Miguel Espigares García

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja. 18071 Granada, España. Telf: 958 249 618. Fax: 958 249 958. Correo-e: mespigar@ugr.es

Comité de redacción

Carmen Amezcua Prieto. Correo-e: carmezcua@ugr.es

Aurora Bueno Cavanillas. Correo-e: abueno@ugr.es

Elena Espigares Rodríguez. Correo- e: elespi@ugr.es

Milagros Fernández-Crehuet Navajas. Correo-e: fcrehuet@ugr.es

Miguel García Martín. Correo-e: mgar@ugr.es

José Guillén Solvas. Correo-e: fguillen@ugr.es

Eladio Jiménez Mejías. Correo-e: eladiojimenez@ugr.es

José Juan Jiménez Moleón. Correo-e: jjmoleon@ugr.es

Dolores Jurado Chacón. Correo-e: djurado@ugr.es

Pablo Lardelli Claret. Correo.el: lardelli@ugr.es

Obdulia Moreno Abril. Correo-e: omoreno@ugr.es

José Antonio Pérez López. Correo-e: japerez@ugr.es

Redacción

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja. 18071 Granada, España. Telf: 958 249 618. Fax: 958 249 958. E-mail: mespigar@ugr.es

Depósito legal GR-222/2002 ISSN 1579-1734

Higiene y Sanidad Ambiental es una revista electrónica en español, de difusión gratuita, que publica trabajos de investigación originales, revisiones y procedimientos técnicos, con un contenido relativo al área científica de Higiene y Sanidad Ambiental: criterios de calidad ambiental; contaminación de agua, aire y suelo; análisis de riesgos y exposición ambiental, industrial y laboral; epidemiología ambiental; técnicas de saneamiento; higiene de los alimentos; higiene hospitalaria; antibióticos, desinfección y esterilización; tratamiento de aguas y residuos sólidos; etc. Igualmente la revista publica artículos relativos a la docencia universitaria de estos contenidos.

Los artículos para la publicación en la revista *Higiene y Sanidad Ambiental*, deben ser enviados a la Dirección de la revista en soporte electrónico con formato de Microsoft Word (o compatible), con un estilo editorial internacionalmente aceptado en las publicaciones científicas (título, resumen, palabras clave, introducción, material y métodos, resultados, discusión, bibliografía, etc.).

Las suscripciones a la revista *Higiene y Sanidad Ambiental* son gratuitas y se pueden realizar mediante el envío de un correo electrónico dirigido a la Dirección o Comité de Redacción, o pueden ser directamente obtenidas en la dirección electrónica del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Universidad de Granada (www.ugr.es/%7Edpto_prev).

Carta del Director

Estimados lectores:

Uno de los últimos pasos en la investigación es la publicación científica. Lo que se inició como cartas personales entre investigadores para compartir y confirmar los hallazgos, se ha convertido actualmente en una enorme producción de publicaciones científicas, entre las que cabe destacar las publicaciones periódicas. La mayor parte de las revistas se publican en papel, aunque casi todas ellas tienen una versión electrónica que favorece enormemente su difusión. Sin embargo, el número de revistas científicas que se publican exclusivamente en formato electrónico es cada vez mayor, lo que necesariamente introduce nuevos planteamientos en la difusión de la información.

La producción científica mantiene un crecimiento exponencial, así como el número de investigadores, por lo que el volumen de la información que debe ser publicada excede, en muchos campos científicos, la capacidad de las revistas. Para publicar toda la producción científica en revistas en papel se tendrían que editar números muy voluminosos, con un gran número de páginas impresas y con una alta frecuencia de publicación, lo cual no sería rentable para las editoriales. La consecuencia es que las revistas científicas establecen una limitación al espacio de publicación, que requiere a su vez hacer una selección de la producción científica.

Los indicadores bibliométricos constituyen las herramientas para evaluar la producción científica y la calidad de la producción y publicaciones científicas. Uno de los indicadores más utilizados es el *factor de impacto* del Journal Citation Report (JCR) que publica el Information Sciences Institute (ISI) de Filadelfia.

No obstante, el proceso de publicación de la producción científica debe ser analizado críticamente teniendo en cuenta las circunstancias actuales, y la aparición de nuevas alternativas para la difusión científica frente a las habituales publicaciones.

Quiero hacer un reflexión sobre una cuestión de importancia actual y que ha marcado la línea de actuación de la revista *Higiene y Sanidad Ambiental*. Esta cuestión es la revisión de los trabajos.

Casi todas las revistas, por no decir todas, tienen un sistema de revisión de los trabajos como paso previo a la publicación. Se suele adoptar el sistema de revisión por pares, en el que se envía el trabajo a dos expertos que indican si el trabajo tiene calidad para ser publicado. Este sistema de revisión se ha consolidado como criterio de calidad de las revistas científicas, pero también se presenta aspectos negativos.

En la revisión por pares, cuando el editor de la revista recibe el manuscrito se lo envía a dos expertos que emiten su opinión sobre la calidad del trabajo. Para emitir esta opinión no disponen de otros datos distintos a los que están contenidos en el manuscrito: no disponen de datos adicionales obtenidos durante el desarrollo del trabajo, ni de los datos brutos con los que se han obtenido los datos estadísticamente elaborados, etc. Sólo disponen de la información de la que dispondrán los lectores de la revista cuando se publique el trabajo. Por otra parte, la decisión que tomen los expertos estará inevitablemente influenciada por sus posiciones científicas ante el tema, los datos precedentes obtenidos por ellos u otros colegas, el contenido de otros trabajos en revisión, las relaciones personales o científicas con los autores, etc.

¿Qué sentido tiene que dos personas revisen un trabajo antes de su publicación? En mi opinión se trata de un procedimiento surgido de las necesidades editoriales, por la razón ya expuesta, que las revistas impresas tienen un contenido limitado. Pero, ¿y en las revistas electrónicas, tiene sentido? En base a la razón que voy a exponer a continuación, creo que no. Es evidente que un proceso de evaluación será más exacto cuantos más evaluadores lo realicen, ya que se diluirán los sesgos que pueda introducir cada evaluador. Por lo tanto, la evaluación que realice toda la comunidad científica será mucho más acertada que la realizada por dos expertos.

¿Esto es posible? En las revistas electrónicas no impresas, sí es posible. El editor en este caso asume el control en cuanto a normas de publicación, formato, identificación precisa de los autores, etc. Todos los trabajos que reúnen estos requisitos son publicados y es la comunidad científica entera la que evalúa la calidad del trabajo. Claro que sólo es posible en las revistas no impresas en las que el espacio o la frecuencia afecta muy poco el coste de la publicación, y por lo tanto no es necesario hacer una reducción previa del volumen de material que será publicado.

Actualmente están surgiendo un gran número de publicaciones electrónicas, por lo que invito a los lectores a hacer una reflexión sobre la alternativa de la no necesaria selección previa de los trabajos. En estas revistas, la no revisión de los trabajos previa a su publicación, ¿podría aportar algunos beneficios como independencia científica, evaluación de la calidad de los trabajos por toda la comunidad científica mediante valoración de los autores, número de citas del trabajo, etc.? Hay una evidencia: el progreso evidente en los medios de comunicación electrónicos está provocando cambios muy importantes en la transmisión de los nuevos conocimientos científicos.

Miguel Espigares García

La aceituna de mesa y la salud. Proceso industrial y puntos críticos de control en plantas de aderezo de aceitunas. Valor nutricional de la aceituna de mesa

Esther del CASTILLO QUESADA, Adelaida MESA ALONSO, Vanesa TORRES SAURA, Santiago GRANDE BELTRAN, Carmen BAENA MORENO y Rafaela ZURERA SARAVIA

Área Sanitaria Norte de Málaga. C/ Infante, 8 – 2º. 29200 Antequera, Málaga. Correo-e: ecastillo10@hotmail.com

RESUMEN

Artículo sobre la aceituna de mesa, detallándose las definiciones de los distintas preparaciones y catalogaciones de aceituna de mesa, de acuerdo con la legislación vigente, así como el proceso de producción en plantas de aderezo de aceituna, con especial referencia a los aspectos higiénico-sanitarios. Se detallan igualmente de manera resumida los puntos críticos de control en plantas de entamado. Por último se realiza una breve reseña sobre la importancia de este alimento en la dieta mediterránea, su valor terapéutico y sus efectos sobre la salud.

1. ACEITUNA DE MESA: DEFINICIONES Y CLASIFICACIONES

1.1. Definición del producto

Se denomina aceituna de mesa al fruto de variedades determinadas del olivo cultivado, sano, recolectado en el estado de madurez adecuado y de calidad tal que, sometido a las elaboraciones previstas por la legislación vigente (R.D. 1.230/2001), proporcione un producto listo para el consumo y de buena conservación.



1.2. Catalogación por su coloración

Verdes
De color cambiante
Negras naturales
Negras

Aceitunas verdes

Son las obtenidas de frutos recogidos en el ciclo de maduración, antes del envero (cambio de color) y cuando han alcanzado un tamaño normal. Se considera tamaño normal el de las aceitunas con un tamaño no inferior a 400-420 frutos por Kg.

Aceitunas de color cambiante

Son las obtenidas de frutos de color rosado, rosa vino o castaño, recogidos antes de su completa madurez.

Aceitunas negras naturales

Son las obtenidas de frutos recogidos en plena madurez o poco antes de ella, pudiendo presentar, según la zona de producción y época de recolección, color negro rojizo, negro violáceo, violeta, negro verdoso o castaño oscuro.

Aceitunas negras

Son las obtenidas de frutos que, no estando totalmente maduros, han sido oscurecidos mediante oxidación y han perdido el amargor mediante tratamientos con lejía alcalina (NaOH + H₂O), debiendo ser envasadas en salmuera y presentadas mediante esterilización con calor o mediante cualquier otro procedimiento autorizado que garantice su conservación.

**1.3. Procesos básicos de elaboración**

Aderezo
Curado en salmuera
Oxidación
Deshidratación
Otros procesos

Aderezo

Es el proceso por el que las aceitunas verdes, de color cambiante o negras naturales, son tratadas con una *lejía alcalina* (disolución de hidróxido sódico) y acondicionadas posteriormente en *salmuera* en las que sufren una fermentación completa o parcial.

Curado en salmuera

Es el proceso por el que las aceitunas verdes, de color cambiante o negras naturales, son tratadas directamente con una salmuera, donde sufren una fermentación completa o parcial.

Oxidación

Es el proceso por el que las aceitunas verdes o de color cambiante, que en una fase previa se conservan en salmuera o agua acidulada, se oxidan en medio alcalino cambiando su coloración a negro.

Deshidratación

Es el proceso por el que las aceitunas de cualquier tipo pierden parte de su humedad por colocación en sal seca y/o aplicando calor o cualquier otro proceso tecnológico.

Otros procesos de elaboración

Las aceitunas pueden elaborarse de formas diferentes o complementarias a las anteriormente

descritas, siempre que los frutos utilizados respondan a las definiciones generales establecidas por la Reglamentación.

1.4. Procesos de conservación

Características propias de la elaboración (fermentación láctica en el aderezo).

Atmósfera protectora.

Vacío.

Adición de conservantes.

Refrigeración

Pasterización.

Esterilización.

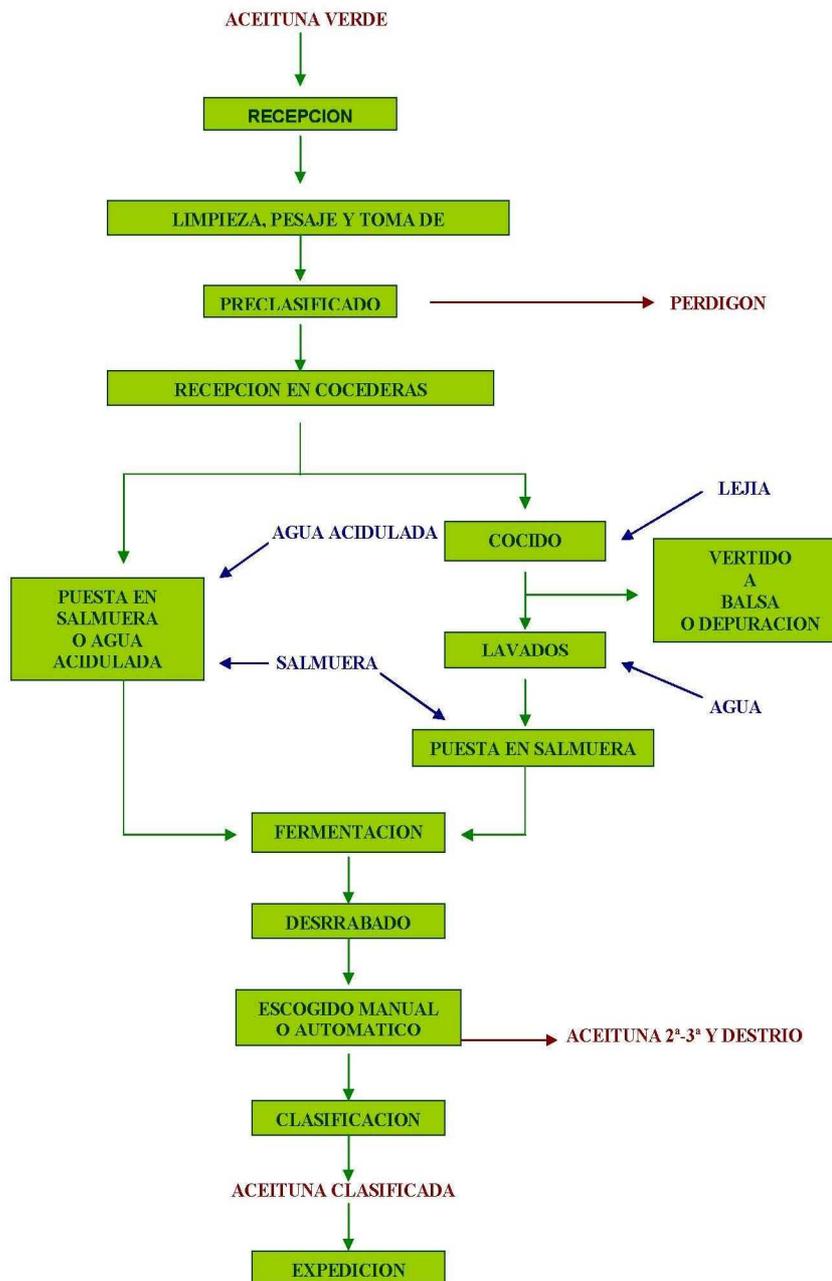
1.5. Denominaciones y presentación del producto final.

- Aceitunas con hueso o enteras, también denominadas lisas.
- Aceitunas deshuesadas.
- Aceitunas rellenas.
- Aceitunas en mitades
- Aceitunas en cuartos.
- Aceitunas en gajos.
- Aceitunas en rodajas.
- Aceitunas troceadas.
- Aceitunas rotas.
- Aceitunas machacadas o partidas.
- Aceitunas seccionadas (rayadas).
- Aceitunas arrugadas.
- Aceitunas punzadas.
- Alcaparrado.
- Aceitunas para ensaladas.
- Aceitunas colocadas.
- Aceitunas con pedúnculo.
- Pasta de aceitunas.
- Aceitunas aderezadas o aliñadas.

2. PROCESO INDUSTRIAL EN PLANTAS DE ENTAMADO DE ACEITUNA**2.1. Materia prima y producto comercial**

La materia prima que utilizan las plantas de aderezo o entamadoras, es aceituna, fruto de determinadas variedades del olivo cultivado sano (*Olea europea sativa*), recolectado en el estado de madurez adecuado y de calidad tal que sometido a las elaboraciones adecuadas proporcione un producto listo para el consumo y de buena conservación.

Las principales variedades aptas para la preparación de aceituna de mesa son: manzanilla, hojiblanca, carrasqueña, cacereña y gordal. Las variedades manzanilla, hojiblanca y gordal se producen principalmente en Andalucía y suponen un 80 % de la producción nacional, según datos de la campaña 2009/2010, concentrándose en las provincias de Sevilla, Córdoba y Málaga. Las variedades carrasqueña y cacereña se producen en la Comunidad Autónoma de Extremadura y fueron un



15 % de la producción nacional en la campaña 2009/2010. Otras variedades de menor importancia por su volumen, se distribuyen por el resto de la geografía nacional.

Las aceitunas recepcionadas en las plantas son “aceitunas verdes”, obtenidas de frutos recogidos en el ciclo de maduración, antes del envero (cambio de color) y cuando han alcanzado un tamaño normal. Estas aceitunas serán firmes, sanas y resistentes a una suave presión entre los dedos y no tendrán otras manchas distintas de las de su pigmentación natural,

con algunas tolerancias. La coloración del fruto podrá variar del verde al amarillo paja.

Las plantas entamadoras, situadas normalmente en las zonas productoras, realizan un proceso industrial de producción de *aceituna a granel*.

Esta aceituna a granel es posteriormente procesada en plantas de envasado, instalaciones más complejas en las que se llevan a cabo otros procesos complementarios: oxidación, deshuesado, relleno, rodajado, etc. En estas plantas se elabora el producto comercial final.

Las plantas de aderezo llevan a cabo fundamentalmente dos tipos de preparaciones a granel:

- Aceituna verde cocida.
- Aceituna en salmuera o agua acidulada, para negra.

Aceituna verde cocidas

En esta preparación las aceitunas son tratadas con lejía alcalina y acondicionadas posteriormente en salmuera donde sufren un proceso de fermentación controlada.

Aceitunas verdes al natural en salmuera o agua acidulada para negra

Son tratadas directamente con salmuera o agua acidulada con ácido acético y conservadas por fermentación natural. Se utilizan para la producción de aceituna negra por oxidación en medio alcalino, de ahí su denominación *para negra*.

2.2. Proceso industrial

2.2.1. Recepción y operaciones previas

Las aceitunas, procedentes de las explotaciones de los agricultores, son transportadas hasta las plantas entamadoras en cajas de plástico o a granel, descargándose en tolvas enterradas y realizándose las operaciones previas de limpieza y preclasificado. Este último proceso permite una primera separación por tamaños, desechándose de igual forma el perdigón, aceituna de tamaño no comercial.

Normalmente los tamaños de preclasificación son tres o cuatro.

En la recepción se realiza a cada partida un muestreo que permite la identificación y posterior valoración de la misma. Los principales parámetros que se determinan en cada partida son: porcentaje de aceituna no aderezable por tamaño (perdigón), distribución por tamaños y porcentaje de aceituna defectuosa (aceituna molestada, morada, picada de mosca, picada por granizo, arrugada, etc.).



Preclasificación

Una vez separado el perdigón y preclasificada la aceituna, es depositada en fermentadores de recepción, comúnmente denominados cocederas, en los cuales se realizan los procesos siguientes, que dependen del tipo de preparación: aceituna verde cocida o aceituna para negra en salmuera o agua acidulada.



Recepción en cocederas

2.2.2. Aderezo de aceituna.

Aceituna verde cocida: cocido, lavado y colocación en salmuera

Las aceitunas depositadas en los fermentadores de recepción, son sometidas a un tratamiento con una solución diluida de hidróxido sódico (lejía), operación denominada *cocido*, con objeto de conseguir la hidrólisis del glucósido amargo oleuropeína, responsable del característico amargor del fruto.

La penetración de la lejía en la pulpa debe finalizar una vez que alcance 2/3 de la distancia de la piel al hueso.

Finalizado el cocido deben realizarse uno o varios lavados con objeto de eliminar la mayor parte de la lejía que cubre la aceituna y la que penetró en la pulpa.

Una vez realizado el lavado, las aceitunas se colocan en una salmuera a 10-11° Bé.

Aceituna verde cocida: fermentación

Las aceitunas cocidas son trasladadas desde las cocederas al patio de fermentación, en el que se produce una fermentación láctica, debida principalmente a lactobacilos y en particular al desarrollo de la especie homofermentativa *Lactobacillus plantarum*, consumiéndose la materia fermentable de la aceituna, con producción de ácido láctico. Esta fermentación se produce en varias fases, debiendo controlarse exhaustivamente. Su duración oscila entre tres y cinco meses.



Instalación de cocido

Finalizada la fermentación se inicia la conservación de las aceitunas, debiendo aumentarse la concentración de la sal hasta niveles de 8,5 a 9,5° Bé en varias etapas.

El control fisicoquímico de la fermentación se realiza con el seguimiento de cuatro parámetros básicos: pH, acidez libre, acidez combinada (lejía residual) y contenido en sal. Este control es fundamental para que no se produzcan desviaciones en la fermentación o alteraciones que puedan afectar al valor comercial e higiénico-sanitario de la aceituna.



Patio de fermentadores enterrados

Aceituna en salmuera o agua acidulada para negra

Las aceitunas almacenadas en los fermentadores, son depositadas en salmuera a 5-6° Bé o en agua acidulada con ácido acético al 2 %.

Esta aceituna se denomina actualmente “para negra”, ya que es la que habitualmente se utiliza para la producción de aceituna negra por oxidación en medio alcalino.

En el caso de aceituna en salmuera o agua acidulada, también se produce una fermentación lenta, bien por bacterias si la concentración de la salmuera es baja o por levaduras si la concentración es alta, si bien el objeto del proceso no es la fermentación en sí, sino una mera conservación del producto para el posterior proceso de ennegrecimiento por oxidación.

2.2.3. Operaciones finales: repaso y clasificación.

Finalizada la fermentación en los dos tipos de preparación, las aceitunas deben reunir las características químicas y organolépticas adecuadas para ser destinadas a su envasado, consumo o procesos posteriores. No obstante antes de la expedición, las plantas entamadoras realizan habitualmente las operaciones de escogido o repaso y clasificación.

El repaso o escogido se inicia con el desrabado, eliminación de los pedúnculos que puedan venir adheridos a la aceituna, realizándose posteriormente el escogido en un equipo de cintas de inspección, en las que, de forma manual o automática, se separan las aceitunas defectuosas.



Cinta de escogido manual

A continuación se procede a la clasificación en una clasificadora de cables divergentes, que realiza la separación final por tamaños o calibres comerciales.

2.2.4. Expedición.

Finalizados todos los procesos descritos anteriormente, dispondremos de un producto comercial con dos tipos de preparaciones: aceituna verde cocida o aceituna para negra en salmuera o agua acidulada, cada una de las cuales estará distribuida en calibres comerciales, almacenados normalmente en fermentadores de aproximadamente 10.000 Kg. de capacidad, dispuestos para su expedición a granel.

La expedición se suele realizar en camiones cisterna con cargas netas que oscilan entre 10 y 15 Tm. También encontraremos en las plantas de aderezo aceitunas almacenadas en bombonas de polietileno de 154 o 308 Kg. de capacidad neta y que corresponden normalmente a restos de calibres, destríos, etc.

3. Puntos críticos de control en plantas de aderezo de aceituna.

Se consideran puntos críticos de control en las plantas de aderezo de aceituna los siguientes:

- Recepción: contaminación de la aceituna por plaguicidas.
- Expedición: limpieza del camión cisterna.

Recepción

Para el control de recepción se tomarán las siguientes medidas:

- Solicitud a los proveedores de un documento que acredite que se han utilizado productos plaguicidas autorizados y se han cumplido los plazos de seguridad. Se establecerán controles aleatorios de residuos de plaguicidas en partidas de aceitunas.
- Se deberá acreditar que los camiones y recipientes en los que se transporta la aceituna están en condiciones de limpieza idóneas.

Expedición a granel

Para el control del proceso de expedición y carga de aceituna a granel, se establecen las siguientes medidas:

- Inspección visual de la cisterna por el personal responsable de la carga.
- Solicitud a la cisterna de certificado de limpieza.
- Solicitud de los registros correspondientes

4. VALOR NUTRICIONAL DE LA ACEITUNA DE MESA

Las aceitunas de mesa constituyen un alimento con un alto valor nutricional por su equilibrado contenido graso, en el que predomina el ácido monoinsaturado oleico. Su consumo aporta, además, ácidos grasos esenciales, fibra, vitaminas y minerales.

Asimismo las aceitunas de mesa son uno de los alimentos más populares de nuestro país formando parte esencial de la alimentación mediterránea e integrándose como un ingrediente más en multitud de platos.

Son muy digestivas ya que su relación lignina/celulosa es menor de 0,5, lo que hace que su fibra sea fácilmente digerible.



El peso medio de la aceituna oscila entre 1,5 y 12 gr y su longitud entre 1 y 3 cm.

Las aceitunas están compuestas en su mayoría por agua y su aporte calórico está en torno a 150 calorías por 100 gramos. El contenido en fibra, constituida principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, se sitúa en los 2,6 gramos por cada 100 gramos de porción comestible y 1,73 gramos por cada 100 Kcal por lo que, puede considerarse Fuente de Fibra. Las aceitunas de mesa contribuyen a cubrir las CDR

(Cantidad Diaria Recomendada) de fibra, que son 30 gramos. En cuanto a la grasa, su proporción suele ser del 20%. El ácido graso más abundante es el ácido oleico: 82%, seguido del palmítico: 13%, linoleico (omega-6): 5%, esteárico: 3%, linolénico (omega-3): 1%, y palmitoleico: 1%. Se pueden observar oscilaciones en estos datos dependiendo de la madurez y variedad de la aceituna.

A continuación observamos la diferente composición nutricional referida a 100 gr de pulpa húmeda (fracción comestible) para distintos tipos de preparación de aceituna.

Nutriente	Hojiblanca verde cocida	Hojiblanca verde en salmuera	Hojiblanca negra oxidada
Humedad	64	64	71
Valor energ. (kcal)	207	243	207
Grasa (gr)	20	23	20
Proteínas (gr)	1	1.5	1
FIBRAS (gr)	2	2	2.2
Minerales (gr)	4.5	3	2
Carotenos (mg)	0.19	0.04	-----
Vitamina C (mg)	2	2.5	-----
Tiamina (mg)	0.5	3.5	0.1

Las aceitunas de mesa aportan además hidratos de carbono y proteínas en pequeñas cantidades, en concreto 1 gramo y 0,8 gramos por cada 100 gramos, respectivamente. Una cantidad de 25 gramos de aceitunas (7 aceitunas) aporta 0,28 gramos de sodio aproximadamente. En menor proporción contienen otros minerales como el calcio, potasio, magnesio, hierro, fósforo y yodo

En cuanto a las vitaminas, aportan pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B y liposolubles como la provitamina A y la E, siendo estas dos últimas de acción antioxidante.

La recomendación diaria para un adulto sano es de 25 gr de aceitunas al día, es decir siete aceitunas aproximadamente.



En la siguiente tabla se detallan los valores nutricionales principales para las preparaciones verde y negra.

Cantidad por 100 gr	Aceitunas verdes	Aceitunas negras
Energía (Kcal)	154	143
Proteínas (g)	1.1	0.6
Hidratos de carbono (g)	0	0.075
Grasas totales (g)	16.3	15.4
Grasas saturadas (g)	3.23	2.7
Grasas monoinsaturadas (g)	11	11
Grasas poliinsaturadas (g)	1.4	0.85
Colesterol (mg)	0.2	0.25
Fibra (g)	2.6	2.6
Sodio (g)	1.5	0.77
vitamina A (retinol)	6 % CDR	4 % CDR
Vitamina E (tocoferol)	33	31.75
Vitamina C (ácido ascórbico)	0.7 % CDR	0
Calcio	6 % CDR	6.5% CDR
Fósforo	1 % CDR	1 % CDR
Hierro	4 % CDR	45.5 % CDR
Magnesio	4.3	2.5
Zinc	1.6	2

En el caso de aceitunas verdes cocidas se produce una permeabilización de la piel, se altera la estructura celular, se produce hidrólisis de la oleuropeína (responsable del sabor amargo) y se disuelve una proporción considerable de azúcares y minerales. Estas pérdidas de componentes hidrosolubles se acentúan con los lavados.

En el caso de las aceitunas directamente con salmuera la estructura celular permanece prácticamente intacta con lo cual las pérdidas de consistencia son menores.

Las transformaciones más drásticas son las que tienen lugar en el transcurso de la fabricación de las aceitunas negras por oxidación, que debido al gran número de tratamientos alcalinos y lavados aplicados durante la elaboración son los productos finales en los que los minerales, azúcares, ácidos orgánicos... presentan una concentración más baja.

En todos los casos hay una disminución de proteínas con relación al fruto fresco debido a los tratamientos de elaboración.



En la aceituna verde cocida destacamos que el contenido en grasa es menor, ya que al tratarse de aceitunas verdes el momento de la recolección es temprano.

La aceituna verde y negra natural en salmuera tiene un alto contenido en grasas debido al estado de maduración.

En la aceituna negra oxidada, tanto la vitamina C como los carotenoides (provitamina A) están ausentes. De todas las presentaciones de aceitunas son las que presentan un menor contenido en elementos minerales y un nivel de sodio más reducido.

En la siguiente tabla podemos observar el contenido en elementos minerales expresados en mg/100gr.

Elemento	Verdes sevillanas	Verdes en salmuera	Negras oxidadas
Sodio	1313	863	679
Potasio	97	136	8
Calcio	86	56	70
Magnesio	37	25	31
Azufre	30	25	18
Fósforo	18	20	5
Hierro	0.86	0.86	10
Cobre	0.42	0.64	0.35
Zinc	0.41	0.38	0.39
Manganeso	0.12	0.1	0.19

5. BIBLIOGRAFIA

- Legislación y normas sobre aceite de oliva y aceitunas de mesa. Autores: Madrid Vicente, A. y Madrid Cenzano, J. 2002.
- Elaboración de aceitunas de mesa. Año 1991 Equipo de la Unidad Estructural de Investigación de Biotecnología de Alimentos, Instituto de la Grasa y sus derivados, Consejo Superior de Investigaciones Científicas coordinado por Dr. Antonio Garrido Fernández.
- Aceites y grasas. Composición y propiedades Autor: Gracián Constante. 2006.
- La Aceituna. Rosenblum Mort. 1997.
<http://www.infoagro.com/olivo/aceitunamesa.htm>
- Reglamento (CE) N° 852/04 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticio.
- Grasas y aceitunas. Calidad de las aceitunas de mesa. Vol.50
<http://www.asajasev.es/asp/files/CaracteristicasNutricionales>
- Consejo Oleícola Internacional: <http://www.internationaloliveoil.org/>
- Departamento Biotecnología Alimentos (Instituto de la Grasa): <http://www.biotecno.grasa.csic.es/>
- Usos de técnicas españolas en la elaboración de aceitunas de mesas.
- Center for Food Safety & Applied Nutrition (U.S.FDA): <http://vm.cfsan.fda.gov/index.htm>
- Barranco, D., Fernández-Escobar, R. y Rallo, L (Editores) 1999 El cultivo del olivo. Junta de Andalucía (Sevilla) y Ediciones Mundi Prensa (Madrid).
- Normas Codex Aceitunas de mesa CODEX STAN 66-1981.
- RD 1230/2001 de 8 de Noviembre por el que se aprueba la Reglamentación Técnicas Sanitarias

para la elaboración, circulación y venta de aceitunas de mesa.
Documento Orientativo de Especificaciones de los Sistemas de Autocontrol. 3ª edición. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía.

Código Internacional de Prácticas recomendado – Principio Generales de higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4, 2003).

Higiene y Sanidad Ambiental, **10**: 535-540 (2010)

Nitratos y nitritos en fuentes subterráneas de abasto de agua de Villa Clara (Cuba) 2008-2009

Geominia MALDONADO CANTILLO, Manuel ROMERO PLACERES, Liliam CUÉLLAR LUNA, Asela del PUERTO RODRÍGUEZ, Olivia SARDILLAS PEÑA, y Marina TORRES RODRÍGUEZ

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). Infanta 1158 e/Llinás y Clavel. Ciudad de La Habana, Cuba. Correo-e: geominia@inhem.sld.cu

RESUMEN

La contaminación del agua subterránea constituye un grave problema en los países en desarrollo. Uno de los contaminantes químicos que ha ido ganando progresivamente la atención de los investigadores en los últimos años es el ión nitrato (NO_3^-). La Organización Mundial de la Salud manifestó que la ingesta de nitratos podría ser causante de la metahemoglobinemia. Además ha sido señalada la posibilidad de inducción de cáncer gástrico y/o de colon. Es por esta razón que se decidió ejecutar la presente investigación, con el propósito de evaluar las concentraciones de nitratos y nitritos en aguas de consumo de fuentes de abasto de aguas subterráneas en la provincia Villa Clara, comprobando su efecto toxicológico. Se realizó un estudio descriptivo transversal tomando como unidad de análisis las fuentes de agua subterráneas que abastecen poblaciones mayores de 1000 habitantes de los municipios de la provincia de Villa Clara en el período comprendido de mayo del 2008 a enero del 2009. Se tomaron muestras de agua de 32 pozos en la época de lluvia y 29 pozos en la de seca. Las determinaciones de nitratos fueron procesadas con el método espectrofotométrico ultravioleta y la de los nitritos con el método espectrofotométrico visible. El bioensayo de inhibición de la prolongación de la raíz vegetal fue empleado para evaluar la toxicidad de las muestras. Se utilizó para el análisis de los datos los programas SPSS 11.5 y STADISTICA 6.0. Se pudo constatar que el 9.4 % y 6.9 % de las fuentes de abasto subterráneas sobrepasan las concentraciones máximas admisibles de nitrato en época de lluvia y seca respectivamente, relacionado con deterioro de las fuentes y/o de las redes de suministro. La mayoría de las muestras en ambas épocas resultaron tóxicas y muy tóxicas.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua de calidad es una condición indispensable para la propia vida, y más que cualquier otro factor, la calidad del agua condiciona la calidad de la vida (1).

Uno de los contaminantes químicos que han ido ganando progresivamente la atención de los investigadores en los últimos años es el ión nitrato (NO_3^-). Los nitratos y nitritos son iones que existen de manera natural y que forman parte del ciclo del nitrógeno. Sus niveles naturales en aguas superficiales y subterráneas son generalmente de unos pocos miligramos por litro, pero estas concentraciones varían según las condiciones geoquímicas del suelo, procesos de evacuación de desechos humanos y animales, así como el grado de utilización local de fertilizantes agrícolas

nitrogenados y las descargas industriales de compuestos nitrogenados (2).

La contaminación de aguas subterráneas por NO_3^- y NO_2^- provenientes de actividades agrícolas es un problema de relevancia mundial. En Jamaica ha sido necesario abandonar más del 50% de las fuentes de aguas subterráneas, mientras que en Argentina 10 millones de habitantes están expuestos a altos contenidos de nitrato en aguas (2). En una encuesta que incluyó más de 2000 pozos rurales en Canadá, se puso de manifiesto que el 18,8% tenía concentraciones de nitrato superiores a 50 mg/L, y el 5,3% más de 300 mg/L. En Estados Unidos de América los niveles de los pozos de zonas agrícolas de la parte central del país, fluctuaron entre 45 y 450 mg/L en 1986 (3).

La contaminación del agua subterránea puede permanecer por largos períodos. Esto se debe a la baja tasa de renovación y largo tiempo de residencia, ya

que al agua subterránea no se pueden emplear procesos artificiales de depuración como los que se pueden aplicar a los depósitos superficiales, por su difícil acceso. Por lo que la corrección de la situación en los acuíferos afectados es difícil lenta y muy costosos, teniendo que pasar necesariamente por la reducción de los aportes de nitratos (4).

El hombre está expuesto a los nitratos y nitritos principalmente por medio del agua y los alimentos. De los nitratos ingeridos, una fracción es absorbida mediante el transporte activo en la parte superior de intestino delgado y la otra puede ser biotransformada por la microflora en el conducto gastrointestinal. Los nitritos se absorben por difusión a través de la mucosa gástrica y la pared intestinal. Los nitratos y nitritos son rápidamente distribuidos en los tejidos y no existen evidencias que estos se acumulen. Los nitritos, al ser absorbidos pasan a la sangre combinándose con la hemoglobina, que es la encargada del transporte del oxígeno, dando lugar a la metahemoglobina, con menor capacidad de transporte. Los nitratos se excretan rápidamente en la orina mientras que los nitritos, como se ha visto anteriormente, reaccionan con la hemoglobina para formar metahemoglobina (4).

En Cuba, en los años 1986-1988 un colectivo de investigadores del Instituto Nacional Higiene Epidemiología y Microbiología (INHEM), realizó una investigación sobre las concentraciones de nitratos en aguas de consumo; en las que fueron muestreadas 387 fuentes de abastecimiento de agua pertenecientes a 186 poblaciones mayores de 5 000 habitantes en las 14 provincias del país incluidas en el sistema de vigilancia de calidad del agua. Además se incluyeron 118 fuentes de abastecimiento de agua de acueductos en 117 comunidades con menos de 5 000 habitantes en las provincias de La Habana, de las cuales el 82.9% correspondieron a fuentes subterráneas. Se evidenció que entre el 96.8% y 99.5% de las aguas tanto superficiales como subterráneas respectivamente de los acueductos, mantenían valores inferiores a 45 mg/L. Situación muy diferente se detectó en 105 pozos individuales en pequeñas comunidades del país donde el 73.3% sobrepasó la concentración máxima admisible, estimándose en estas poblaciones un aporte de nitratos por esta vía de 89.6 mg/día (5).

En el marco del IX Congreso de la Asociación de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) Región 1, sesionó el VI Congreso Nacional de la Asociación Cubana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, donde se presentó una investigación ecológica tomando como unidad de análisis los municipios de la provincia La Habana. En la misma se encontraron evidencias estadísticas de asociación significativa entre la mortalidad por cáncer de estómago y de colon durante el período 1999 al 2003 y la presencia de un período de tiempo con altas concentraciones de nitratos y nitritos en las fuentes más importantes de dicha provincia durante el período 1975 al 1995 (6).

El problema aumenta progresivamente, reduciendo la calidad de las aguas subterráneas. La provincia de Villa Clara es abastecida predominantemente por fuentes subterráneas, mostrando tasas brutas de mortalidad por cáncer más altas con relación al resto de las provincias durante el período 2000-2006 (7).

Dentro de la estrategia trazada por el Ministerio de Salud Pública de Cuba para el año 2015, está el alcanzar una esperanza de vida al nacer de 80 años con calidad de vida adecuada. Para lograr esta meta se han priorizado acciones en Salud Ambiental relacionadas con el agua de consumo que reduzcan la morbilidad y mortalidad por enfermedades crónicas relacionadas con la contaminación química, lo cual motivó a la realización de un proyecto insertado en el Programa Ramal de Calidad de Vida titulado: "Nitratos y nitritos en fuentes de aguas subterráneas y su impacto sobre la salud en tres provincias del país" (Villa Clara, Camagüey y Granma), ejecutado por el INHEM en el período comprendido entre noviembre de 2007 a diciembre de 2009.

Esta investigación se realizó en el contexto de dicho proyecto con el objetivo de evaluar las concentraciones de nitratos y nitritos y el efecto toxicológico en fuentes subterráneas de abasto de agua de la provincia de Villa Clara (Cuba) en el período 2008-2009.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo transversal tomando como unidad de análisis las fuentes de agua subterráneas que abastecen poblaciones mayores de 1000 habitantes de los municipios de la provincia de Villa Clara en el período comprendido de mayo del 2008 a enero del 2009.

El universo estuvo constituido por las 99 fuentes subterráneas estatales que abastecen grupos poblacionales de más de 1000 habitantes de diferentes municipios de la provincia de Villa Clara.

La muestra por intención estuvo constituida por 32 fuentes subterráneas estatales preestablecidas por el sistema de vigilancia de calidad de agua potable que abastecen a dichas poblaciones.

La provincia de Villa Clara está ubicada en la región central de nuestro país, limita al norte con el Océano Atlántico, al oeste con las provincias de Matanzas y Cienfuegos, al sur y este con la provincia de Santi Spíritus. Ocupa el quinto lugar en extensión entre las provincias con 8412,41 km², representando el 7,7 % de la superficie total del país; está dividido en 13 municipios. Representa el 7,2 % de la población del país con 806144 habitantes, para una densidad de población de 95,8 habitantes por kilómetro cuadrado. El relieve se caracteriza por las alturas del Norte de Cuba Central, llanura de Manacas y las alturas de Santa Clara. Su hidrografía está representada por los ríos Sagua La Grande y Sagua la Chica y el embalse Alacranes. Prevalecen los suelos oscuros plásticos no gleyzados y pardo con carbonatos y

ferralíticos rojos. Tiene 104 fuentes de abasto de agua de las cuales 95.1 % son subterráneas (8).

Fuentes de información

- Dirección Nacional de Estadística (DNE): datos de mortalidad de cáncer de estómago y colon por grupo de edad.
- Oficina Nacional de Estadísticas (ONE): población por grupo de edad y municipio.
- Los datos por fuente fueron recogidos en una hoja de inspección sanitaria disponibles en cada fuente.
- Datos históricos de las concentraciones de nitritos y nitratos durante el periodo de 1996-2006 disponibles en las bases de datos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

Determinación de las concentraciones de nitratos

Las determinaciones de nitratos y nitritos se realizaron según se recomienda en la NC 02 93:1985 de agua potable (9), teniendo en cuenta las épocas de lluvia y seca, procesadas con el método espectrofotométrico Ultravioleta/Visible respectivamente, en el Departamento de Química del Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología (CPHEM) y el de Química y Toxicología del INHEM. Se recolectaron las muestras en frascos de polietileno de 500 ml. Para la toma, transporte y conservación de las muestras de agua, se tuvieron en cuenta las recomendaciones de APHA 1998. Para el control de la calidad de los análisis se tomaron alrededor del 10 % de las muestras para ambos análisis (10, 11).

El análisis de las fuentes se realizó teniendo en cuenta las siguientes variables: municipio según división político administrativa, se consideró peligro potencial de contaminación a menos de 50 m si existía evacuación de desechos humanos y animales, animales domésticos, microvertederos a cielo abierto, utilización local de fertilizantes agrícolas nitrogenados y descargas industriales de compuesto nitrogenados. Los Requerimientos técnicos de la fuente subterránea fueron considerados adecuados si tenían protección de la abertura superior con tapa de concreto, elevación y declive del borde superior sobre el terreno y protección de las fuentes por medio de cerca. La época lluvia estuvo comprendida entre los meses de mayo-octubre y la de seca en el período comprendido entre los meses de noviembre-abril. La evaluación del efecto toxicológico de las aguas se realizó en el laboratorio de toxicología del INHEM, mediante el empleo del bioensayo de la inhibición de la prolongación de la raíz del vegetal propuesta por Dutka (12).

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó el programa SPSS versión 11.5. Se utilizaron medidas de tendencia central: media o mediana en dependencia de la dispersión de los datos, para resumir las concentraciones de nitratos y nitritos de las fuentes por municipio. Las determinaciones obtenidas de nitratos y nitritos se agruparon de acuerdo a la Norma

Cubana 93-02:1985 de agua potable (18): Nitrito (mg/L) < 45 mg/L, Nitrito (mg/L) < 0,01 mg/L resumidas en tablas de doble entrada.

Se emplearon métodos no paramétricos: Kruskal Wallis para comparar las medias de las concentraciones de nitrato y nitrito entre los municipios. Se realizó comparación de medias para muestras pareadas para identificar si existen diferencias significativas entre las concentraciones de nitratos y nitritos en las dos épocas de año.

Evaluación del efecto toxicológico en las muestras de agua

Se emplearon, semillas de *Lactuca sativa L.* variedad BSS (Black Seed Simpson, variedad de invierno) utilizada en los cultivos cubanos, las cuales fueron seleccionadas con similares dimensiones por observación directa, y fueron adquiridas en los puntos de venta de la agricultura urbana (Municipio Centro-Habana). Las semillas se conservaron en placas de Petri en refrigeración (4°C), en oscuridad y en ambiente seco.

Se realizaron 62 determinaciones, para lo cual se colectaron 100 ml de agua por muestra en cada pozo, almacenándose en refrigeración (4°C) hasta su análisis.

El procedimiento se realizó de la siguiente forma:

- a) Se prepararon e identificaron placas de Petri con papel de filtro absorbente.
- b) Se seleccionaron 20 semillas por placa de Petri, las cuales fueron colocadas en 5 filas de 4 semillas cada una.
- c) En cada experimento, se probó de 2 a 3 ml de cada tratamiento por placa.
- d) Las placas fueron incubadas en la oscuridad a 20° C por 120 horas (5 días).
- e) Después de la incubación se anotó el número de semillas que germinaron y se midió la longitud de la raíz en cm, desde el punto de transacción entre el hipocotilo y la raíz primaria.

En cada experimento, se probaron controles positivos (cloruro de sodio al 0.5%) y controles negativos (agua destilada estéril). En ambos casos se analizaron por duplicado.

La toxicidad de las muestras fue evaluada mediante la medición de los efectos subletales (inhibición de la prolongación de la raíz) como por el porcentaje de semillas germinadas con relación al control (efecto letal) (13). El porcentaje de inhibición de la prolongación de la raíz (PI), se obtuvo mediante la fórmula (28):

$$\text{Porcentaje de inhibición} = \frac{\text{Media}_{\text{muestra}} - \text{Media}_{\text{control}}}{\text{Media}_{\text{control}}} * 100$$

PI negativo. Tóxica (inhibición de la prolongación de la raíz)

PI positiva. Se consideró estimulación del crecimiento.

PI = 0. No tóxica

Se determinó la toxicidad medida por el porcentaje de semillas germinadas con relación al control de la siguiente forma (28):

No tóxica = con más del 90 % de semillas germinadas con relación al control.

Tóxica = con valores entre 75 - 90 % de germinación.

Muy tóxica = con valores menores del 75 % de germinación con respecto al control.

También se evaluó la existencia de diferencias entre las medias de la longitud de las raíces de las muestras probadas en relación con el control negativo, mediante un análisis de varianza (ANOVA, $\alpha < 0,05$).

Una vez comprobada la existencia de diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de media post hoc de Student Newman Keuls (SNK) para identificar donde radicaban las diferencias que resultaron significativas. Se verificaron los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad de los datos (14).

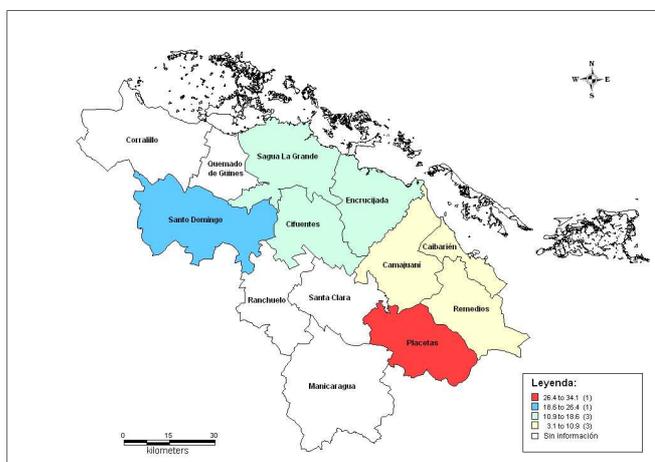
que la desviación estándar es mayor que su media y mediana en ambas épocas (lluvia y seca), lo que indica una gran dispersión de los valores obtenidos en las muestras analizadas. En ambas épocas se obtuvieron valores por encima de la norma, pues los máximos de las concentraciones estuvieron por encima de los 45 mg/L, como puede apreciarse en la tabla 1.

En ambas épocas del año los municipios de

Tabla 1. Concentraciones de nitrato de fuentes subterráneas de abasto de agua según época del año. 2008- 2009.

Época del año	Concentración de nitratos (mg/L)					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación típica
Lluvia	32	0.19	95.2	19.3	15.05	21.8
Seca	29	< 0.60	91.2	16.67	13.93	18.98

Figura 1: Promedio de las concentraciones de nitratos en fuentes de agua subterránea. Época de seca, 2009.



Prueba de Kruskal-Wallis: sig .000

La variable dependiente fue la longitud radicular y el factor (variable independiente) la dosis de muestra probada. El procesamiento estadístico de toda la información se realizó con el programa STATISTICA, versión 6 para Windows. Se emplearon diagramas de cajas y bigotes para presentar los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puso de manifiesto una importante variación en la concentración de nitratos en los pozos estudiados ya

Placetas y Santo Domingo presentan las mayores concentraciones de nitratos, como puede apreciarse en la figura 1. Esto puede ser debido a que estos municipios carecen de servicios de alcantarillados y la evacuación de sus residuales lo realiza a través de fosas sépticas, las cuales no todas reúnen las condiciones sanitarias óptimas. Las diferencias de las medias de nitratos entre los municipios son estadísticamente significativas, como lo evidencia el test de Kruskal Wallis.

En relación a las concentraciones de nitratos según época y clasificación de la Norma Cubana de agua potable (Tabla 2), se observa que la mayor parte de los pozos cumplen los valores establecidos y solo en 9.4% y 6.9 % de las fuentes objeto de estudio sobrepasan los 45 mg/L en la época lluviosa y seca respectivamente. La trasgresión de la norma se hace de forma marcada en el periodo lluvioso. Este fenómeno puede explicarse porque la movilidad de los nitratos es dependiente de la cantidad de agua que se infiltra en el suelo, y el contenido de humedad depende de la precipitación, porosidad y permeabilidad del suelo. Durante los periodos lluviosos se incrementa el percolado de los nitratos ya que los niveles de humedad del suelo son altos y la tasa de evapotranspiración es reducida (26, 15).

Además el ciclo del nitrógeno está controlado en gran parte por bacterias, por lo que el orden del mismo depende de factores como la humedad del suelo, temperatura, pH, etc., siendo el nitrato el producto final de la descomposición aeróbica del nitrógeno estando siempre disuelto y móvil, por tanto todo aquel nitrato que no es aprovechado por las plantas es arrastrado por las precipitaciones y aguas de riego hasta ir acumulándose en los acuíferos (16-19).

Tabla 2. Fuentes subterráneas de abasto de agua según época del año y concentración máxima admisible. 2008- 2009.

Época	Concentración de nitratos (mg/L)				Total
	≤ 45 mg/L		≥ 45 mg/L		
	No.	%	No.	%	
Lluvia	24	90.6	3	9.4	32
Seca	27	93.1	2	6.9	29
Total	56	91.8	5	8.2	61

Las concentraciones medianas de nitrito de las fuentes subterráneas se encuentran por debajo del valor permisible en la norma cubana de agua potable (0.01 mg/L de NO₂), pero en ambas épocas existieron fuentes con transgresión de la norma, pues los máximos de las concentraciones estuvieron por encima de este valor, como se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. Fuente de abasto según concentraciones de nitrito y época del año (2008-2009).

Época del año	N	Concentración (NO ₂)(mg/L)				
		Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación típica
Lluvia	32	< 0.007	0.015	0.002	0.007	0.003
Seca	29	0.01	0.061	0.019	0.007	0.020

En la época de lluvia ninguno de los municipios tiene concentraciones medias que superen los valores máximos admisibles. Sin embargo en seca, Santo Domingo y Cifuentes presentan valores alarmantes, más aún cuando se está pensando en contaminación reciente. Esto pudiera explicarse con los hallazgos encontrados en la inspección sanitaria de las fuentes de estos municipios. Se identificó que el 50% de las fuentes evaluadas presenta algún factor contaminante a menos de 50 metros, que pudieran estar relacionados con el contenido de nitrato y nitrito en las aguas subterráneas. Podemos citar la falta de saneamiento como factor predominante, así como saladeros, pozos sin protección, animales domésticos y viviendas en su entorno.

Un elemento a considerar en las fuentes con niveles elevados de nitrato, es que este puede ingresar por la descomposición de la materia en depósitos de basuras, desechos humanos o animales, vertederos de residuos urbanos, fugas de aguas residuales, pozos sépticos y excretas de animales procedentes de cooperativas porcinas o ganaderas cercana a la fuente de abasto. Esta materia puede estar sujeta a lixiviación y ser transportada por la lluvia o el agua

de riego, a través del suelo hasta alcanzar las aguas subterráneas (20, 21).

Estos resultados coinciden a los obtenidos en un estudio de las aguas subterráneas realizado en Chile, los investigadores indicaron que la contaminación de los pozos por nitrato estuvo asociada principalmente a la cercanía de animales domésticos que afectan de alguna forma la calidad del agua (22).

Estos resultados son comparables a los obtenidos por otros autores que reportan niveles de nitratos en agua subterráneas superiores a los regulados en las normativas de sus países (31, 23).

Los contenidos de materia orgánica pudieran ser una evidencia de los aportes de aguas albañales y residuales líquidos y sólidos que reciben los pozos como consecuencia de fenómenos tales como la escorrentía y percolación por infiltración a través del manto freático. El agua de infiltración se mueve con rapidez en los suelos más permeables, que tienen los poros grandes y continuos, y con más lentitud en los menos permeables, en donde se reduce el tamaño, la cantidad y la continuidad de los poros permitiendo la movilidad del nitrato a las aguas subterráneas (24, 26).

Estudios similares realizados en Costa Rica y Uruguay en áreas de producción intensiva muestran que más del 42 % de los pozos estudiados presentaron problemas de contaminación por nitrato principalmente ocasionado por fuentes localizadas y por la aplicación intensiva de la fertilización (24, 25).

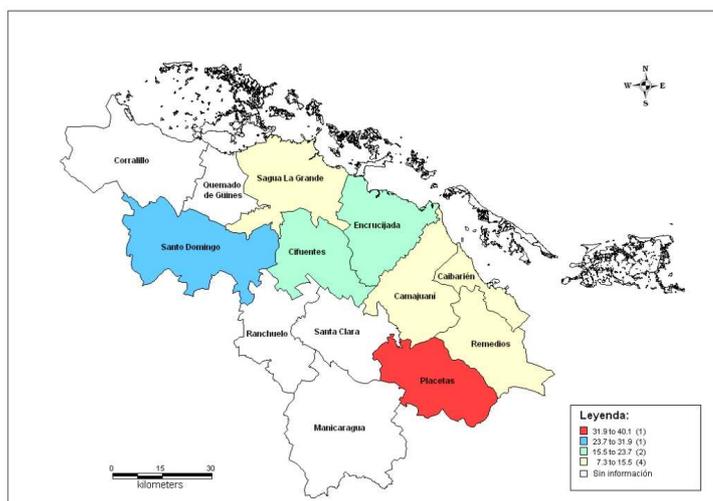
Cuba es un país notablemente agrícola que durante los últimos años se han aplicado ampliamente los fertilizantes nitrogenados así como los adelantos del riego en la agricultura y ha existido un vasto desarrollo pecuario y ganadero en esta provincia, lo cual puede haber influido en la contaminación de las fuentes de agua en estos territorios (28). En un estudio realizado en la Empresa de cultivos varios de Manacas, municipio de Santo Domingo, por investigadores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

Tabla 4. Fuentes subterráneas de abasto de agua según norma para la concentración de nitritos y época del año (2008- 2009).

Época	≤ 0.01 mg/L		≥ 0.01 mg/L		Total
	No.	%	No.	%	
Lluvia	31	96.9	1	3.1	32
Seca	21	72.4	8	27.6	29
Total	52	85.2	9	14.8	61

"Felix Varela", detectaron aumento del contenido de nitratos en los pozos de abasto de agua cercanos a las áreas sometidas a elevadas aplicaciones de fertilizantes nitrogenados (26).

Figura 2. Promedio de las concentraciones de nitratos en fuentes de agua subterránea. Época de lluvia, 2008.



Prueba de Kruskal-Wallis: sig .001

En diversos países del mundo se ha observado que los nitratos procedentes de los fertilizantes se han filtrado en los pozos de agua, contaminando el agua de bebida, lo cual pudiera ser una posible fuente de contaminación no constatada o valorada en nuestro estudio (24, 27, 29). En un estudio realizado en España en la provincia de Jaén se encontró que la fertilización intensa y la aplicación de prácticas de riego inadecuadas han contribuido al incremento de las concentraciones de nitrato en las fuentes de abasto de esa región presentando una media entre 5 y 206 mg/L de nitrato, otras posibles fuentes contaminantes fueron los lixiviados de residuos sólidos, reutilización de aguas residuales para riego sin depurar, residuos ganaderos e industriales (28). En este país, la contaminación de los acuíferos por nitratos es un problema creciente causado fundamentalmente por el uso masivo de fertilizantes nitrogenados y por explotaciones ganaderas sin una adecuada gestión de los residuos. Este es un país de gran tradición agrícola y ganadera, las aguas contienen cada vez mayores niveles de nitratos. Existen zonas de Cataluña, Baleares y de la Comunidad Valenciana donde se alcanzan concentraciones de nitratos muy por encima de los 50 mg/L permitidos (Directiva 91/676/CEE), transpuesta a la legislación española a través del Real Decreto 261/1996), y en algunos casos se ha llegado a exceder los 400 mg/L (29).

Estudios recientes realizados por Larios en la provincia de Camagüey, en el periodo del 2002 al 2007, han señalado que existe un desplazamiento de la incidencia de metahemoglobinemia hacia los núcleos urbanos y que el agua de consumo con elevadas concentraciones de nitrato sigue siendo el factor de riesgo principal para la enfermedad, la contaminación de las fuentes de abasto pudiera ser atribuible a la utilización de sistemas individuales de disposición de excretas y a fuentes puntuales (30). Estos hallazgos reportados, coinciden con los resultados obtenidos en nuestro trabajo, ya que en muchas de las áreas urbanas no existen sistemas de alcantarillado por los que los pobladores utilizan fosas sépticas para los residuales albañales domésticos, en muchos casos sin impermeabilización de sus paredes, también la población para satisfacer el deficiente abasto de agua en los acueductos se abastece de agua de pozos particulares que no siempre tienen los requisitos sanitarios imprescindibles y por tanto es posible que se encuentren contaminados por bacterias o por materias orgánicas en descomposición que pueden dar origen a los nitratos y nitritos en el agua.

Las concentraciones medias de nitrito en época de lluvia se encuentran dentro de los límites máximos admisibles en todos los municipios, mientras en seca los municipios Santo Domingo y Cifuentes trasgredieron dicho valor (figura 2).

Aunque la mayoría de las concentraciones medianas de nitrito de las fuentes subterráneas se encuentra por debajo del valor permisible de la Norma Cubana de Agua Potable, 0.01 mg/L de NO_2^- , existe un número importante de muestras con niveles que trasgreden en época de seca (tabla 4).

El nitrito se encuentra íntimamente relacionado con el nitrato según las etapas del ciclo del nitrógeno y los cambios que ocurren en la naturaleza, este ión puede estar presente en el agua debido a la oxidación del amonio o por la reducción microbiana de los nitratos, su detección en el agua debe considerarse como un indicio de contaminación reciente, lo que conlleva que el agua sea no apta para el consumo humano dada su alta toxicidad (24, 31).

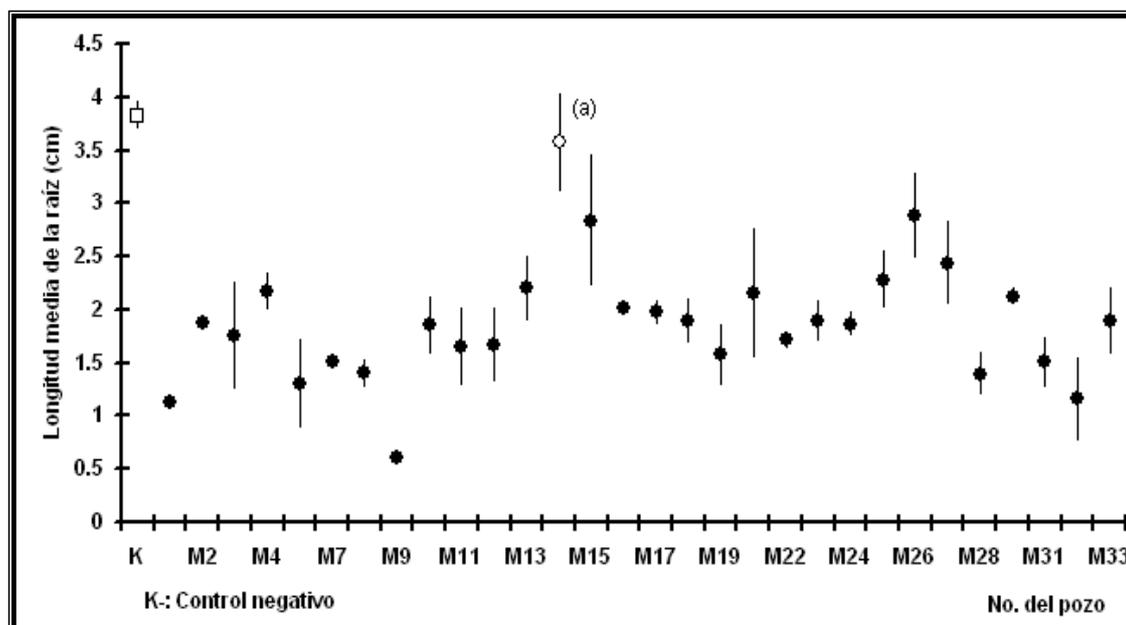
Este comportamiento podría ser debido a la infiltración del ión nitrito a la fuente de abasto como producto de la descomposición bacteriana de materia orgánica generada por fuentes contaminantes existentes en las cercanías como pudo apreciarse en las hojas de inspección sanitaria de las fuentes de abasto de agua.

Tabla 5. Comparación de medias de las concentraciones de nitrato y nitrito entre épocas (2008-2009).

	<i>Diferencias relacionadas</i>					<i>t</i>	<i>gl</i>	<i>Sig. bilateral</i>
	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>Error típ. de la media</i>	<i>95% Intervalo de confianza para la diferencia</i>				
				<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>			
Nitrato lluvia-seca	3.83193	15.142696	2.811928	-1.92804	9.59190	1.363	28	.184
Nitrito lluvia-seca	-.01745	.019338	.003591	-.02480	-.01009	-4.859	28	.000

Prueba de muestras relacionadas

Figura 4. Prolongación media de la raíz (intervalo de confianza del 95%) con relación al control. Época de seca. Provincia Villa Clara. Ciudad de La Habana. INHEM, 2009.



Nota: Las letras iguales demuestran la no existencia de diferencias significativas con relación al control.

No se encontraron diferencias significativas en los niveles de nitrato entre ambos períodos analizados, lo cual puede ser explicado por la ocurrencia de mayor congregación de éste ión en el período de seca y la infiltración por arrastre en período de lluvia. Sin embargo no ocurre así en relación a las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre las concentraciones de nitrito, en ambas épocas siendo mayor las concentraciones en seca (tabla 5).

Con relación a la evaluación toxicológica de las aguas, se encontró diferencias significativas entre las

medias de la longitud de las raíces de los pozos analizados y el control negativo, en 29 de los 30 pozos; como se observa en la figura 4 ($gl=30$; $F=29.80$; $P<0.001$).

Todos los valores de PI resultaron negativos. Solo las muestras de 2 pozos mostraron un resultado no tóxico en relación al por ciento de semillas germinadas, el resto de los pozos mostraron valores tóxicos y muy tóxicos (Tabla 6).

Tabla 6. Fuentes subterráneas según evaluación toxicológica. Época de seca.

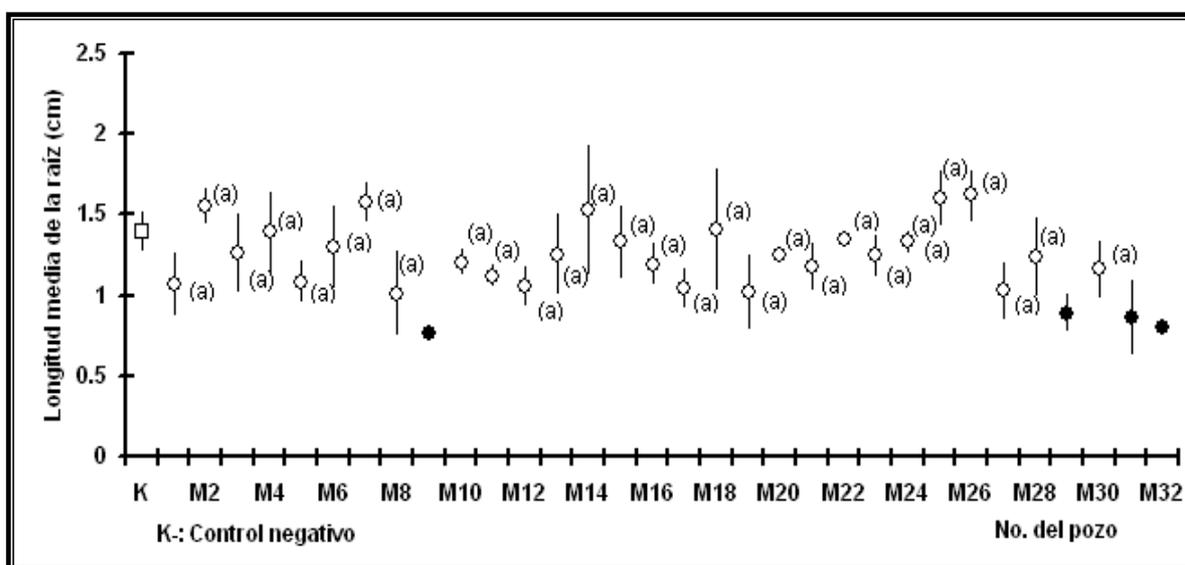
Clasificación	No.	%
No tóxica	2	6.9
Tóxica	21	72.4
Muy tóxica	6	20.7
Total	29	100

Sin embargo en el periodo lluvioso solo se encontró diferencias significativas entre la longitud

del crecimiento radicular (PI positivo). Estos valores de PI positivos fueron considerados como efecto biológico cuando fueron comparados con los valores obtenidos en relación al porcentaje de semillas germinadas, los cuales fueron tóxicos con la excepción de 2 pozos que presentaron un 95 % de semillas germinadas. Respecto al porcentaje de semillas germinadas con relación al control, más de la mitad (53.1 %) del agua de los pozos incluidos en el estudio mostró valores tóxicos y el 25 % presentó niveles muy tóxicos (Tabla 7).

Resultados similares se obtuvieron durante la implementación de la evaluación toxicológica de muestras ambientales mediante bioensayo con

Figura 5. Prolongación media de la raíz (intervalo de confianza del 95%) con relación al control. Época de lluvia. Provincia Villa Clara. Ciudad de La Habana. INHEM, 2009.



Nota: Las letras iguales demuestran la no existencia de diferencias significativas con relación al control.

media de las raíces de los pozos analizados y el control negativo ($gl=32$; $F=8.90$; $P < 0.001$), en el agua de 4 de los 32 pozos, según muestra la figura 5.

Los valores de PI resultaron negativos con la excepción de 6 pozos los que mostraron una estimu-

Tabla 7. Fuentes subterráneas según evaluación toxicológica. Época de lluvia.

Clasificación	No.	%
No tóxica	7	21.9
Tóxica	17	53.1
Muy tóxica	8	25.0
Total	32	100.0

plantas, realizada entre otros medios en aguas subterráneas de las provincias Las Tunas, Granma y Camaguey, donde se ratifica la necesidad de medir tanto el efecto letal (inhibición de la germinación) como el efecto subletal (inhibición del crecimiento radicular) simultáneamente en el mismo bioensayo (1). Lo anteriormente planteado concuerda con lo planteado por Sobrero y colaboradores ya que la inhibición de la prolongación de la raíz constituye un indicador subletal y muy sensible para la evaluación de los efectos biológicos en vegetales, aportando información complementaria a la proporcionada por el análisis del resultado de la germinación (32). Los dos efectos fueron medidos y evaluados de la misma forma en Perú al estudiar la toxicidad por metales pesados en aguas superficiales destinadas a consumo humano en Perú (33).

CONCLUSIONES

Las concentraciones de nitratos se encuentran por debajo de las concentraciones máximas admisibles en la mayoría de las fuentes de abasto de aguas subterráneas, pero en más de la mitad de las mismas existen fuentes contaminantes a menos de 50 metros, mucho más preocupante en las fuentes donde ya los valores son elevados.

La evaluación toxicológica realizada demostró toxicidad en las fuentes de abasto estudiadas, no inherentes a las concentraciones de nitratos y nitritos, tanto en época de lluvia como de seca lo cual constituye una alerta sobre la necesidad del control de los contaminantes químicos en dichas fuentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional para Europa. Agua y salud. [Monografía en Internet] 1999 [Citado: Feb. 2007] Disponible en: <http://www.cepis.org.pe/acrobat/aguasa.pdf>
2. Herrero M.A., Maldonado May V, Sardi G., Flores M., Orlando A. y Carbo L. Distribución de la calidad del agua subterránea en sistemas de producción agropecuarios bonaerenses. Condiciones de manejo y grado de contaminación. *Rev. Arg. Prod. Anim.* [Serie en Internet] 2000. [Citado: Feb. 2009] 20(3-4):237-245. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/15-agua_subterranea_bonaerense_2.pdf
3. Departamento de Servicios de Salud de California. Rama de Investigaciones de Salud Ambiental. Posibles efectos en la salud relacionados con nitratos y nitritos en agua de pozos privados. [Monografía en Internet] 2006. [Citado 20 de oct. 2009]. Disponible en www.ehib.org/cma/papers/nitrateFSSpanish.pdf.
4. Instituto de Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible – ICADES. CIENCIA EN LOS MEDIOS: Problema preocupante. Desarrollan catalizadores para descontaminar agua con nitratos. [Monografía en Internet] 2006 [Citado: Feb. 2007] Disponible en <http://www.fceqyn.unam.edu.ar/>
5. Caña Pérez R, Sardiñas Peña O, García Melián M. Contracciones de nitratos en aguas destinadas al consumo. Cuidad de la Habana: Ed Ciencias Médicas.; 1992. (Serie Salud Ambiental: 3).
6. Fuentes Núñez ZJ, Molina Esquivel E. Cáncer de Estómago y Colon asociado a presencia de Nitratos y Nitritos en agua. Provincia La Habana, 1999-2003. En: IX Congreso de la Asociación de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) Región 1. VI Congreso Nacional de la Asociación Cubana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 22-25 de Mayo de 2007, La Habana, Cuba. [CD-ROM] La Habana: INHEM; 2007.
7. Sansó Soberat FJ; Alonso Galbán P; Torres Vidal RM. Mortalidad por cáncer en Cuba. *Rev Cub de Salud Pública* [Serie en Internet] 2010 Mar [citado 2010 Oct 25]; 36(1): 78-94. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662010000100009&lng=es.
8. Panorama Demográfico 2009 En. Oficina Nacional de Estadísticas [Homepage on Internet] La Habana : ONE : 2006 [citado 10 Oct. 2010]. Disponible en: http://www.one.cu/publicaciones/provincias_masinf/villa%20clara.htm
9. Oficina Nacional de Normalización (Cuba). NC 93-02 Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo. La Habana, 1985.
10. APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for examination of water and wastewater. [CD ROM], 1998.
11. International Organization Standardization ISO 5667-3:1994. Water Quality. Sampling. Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples [Internet] ISO: © 2008 [Cited 2009 June]. Available from: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=11766
12. Dutka BJ. Short-Term Root Elongation Toxicity Bioassay Methods for Microbiological and Toxicological Analysis of Waters Wastewaters and Sediments. Burlington, Ontario: Rivers Research Institute. NWRI; 1989.
13. Poi de Neiff, A, Ramos A. Utilización de bioensayos para el estudio ecotoxicológico de los ríos Salado y Negro (Chaco, Argentina). [Monografía en Internet] Corrientes; 2001. [citado 12 de Enero del 2005]. Disponible en: <http://www1.unne.edu.ar/cyt/2001/6-Biologicas/B-019.pdf>
14. Zar JH. Bio statistical analysis. 3^{er} New Jersey: Ed. Prentice-Hall; 1996.
15. Heredia Díaz JG, Murillo Díaz JM, García Arostegui JL, Rubio Campos JC, López Geta JA. Influencia antrópica en un acuífero costero. Consideraciones sobre la gestión hídrica del acuífero de Motril-Salobreña (España). *Revista Latinoamericana de Hidrogeología.* [Serie en Internet] 2003 [citado 12 de Enero del 2005]. ; 3:73-8346. Disponible en: <http://www.alhsud.com/public/articulos/Heredia.pdf>
16. Influencia de actividades humanas sobre los acuíferos. [Citado en julio 2009]. Disponible en: www.udep.edu.pe/recursos_hidricos/pdf.1-4.
17. Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas” [Pagina Web de un sitio Web] El Salvador: [Citado en Marzo 2009]. Disponible en: <http://www.uca.edu.sv/investigacion/fiaes/sucio.html>
18. Tema3: Atmósfera e hidrosfera En: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente [Monografía en Internet] [Citado en Junio 2009]. Disponible en: <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipert>

- [exto/03AtmHidr/133AgCont.htm#Aguas%20subterráneas](#)
19. Pacheco AJ, Pat CR, Cabrera AS. Análisis del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos. *Ingeniería*. 2002; 6-3:73-81.
 20. Del Puerto Rodríguez. A, Sardiñas Peña O, Romero Placeres M. Nitritos y Nitratos. Afectación a la salud. *InfoHEM [Serie en Internet]* abr.-jun. 2006 [citado 2009 Oct 25];4(2). Disponible en: <http://www.inhem.sld.cu/cniche/boletin/numeros/numero12>
 21. Caña Pérez R, Sardiñas Peña O, García Melián M. Contracciones de nitratos en aguas destinadas al consumo. Ciudad de la Habana: Ed Ciencias Médicas.; 1992. (Serie Salud Ambiental: 3).
 22. Arumi JL, Nuñez J, Salgado J, Claret M. Evaluación del riesgo de contaminación con nitrato de pozos de suministro de agua potable rural en Chile. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 2006; 20(6):385-92.
 23. Rodríguez García R, Martínez Muñoz C, Hernández Vizcaino D, Lucas Veguillas J, Acevedo de Pedro ML. Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza. *Rev. Esp. Salud Pública [Serie en Internet]*. 2003 Jun [citado 26 junio 2009]; 77(3): 423-32. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300012&lng=es
 24. Alvarado MD, Portugués CF. Evolución de la cobertura y calidad del agua para consumo humano en Costa Rica periodo 1989-2002. *Revista Costarricense de Salud Pública*. 2003; 12 (22):73-83.
 25. Perdomo CH., Casanova ON, Cinganda VS. Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el litoral sur-oeste de Uruguay. *Agrociencia. [Serie en Internet]* 2001 [citada 2009 ago 16];5 (1):[13 pantallas]. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/VOL5/1/P10-22.pdf>.
 26. Yepis Vargas O, Fundora Herrera O, Pereira Marin C y Crespo Borges T. La contaminación ambiental por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del tomate. Facultad de Ciencias Agropecuarias UCLV e ISP "Felix Varela". [Serie en Internet] 1999 [citada 2009 ago 16] ,24:5-12. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/Scientia/article/viewFile/45579/55143>.
 27. Reyes Ponce YK. Análisis del estado de las fuentes de agua para consume humano y funcionamiento de los acueductos rurales en la Cuenca del río La Soledad [Tesis]: Costa Rica : Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza. Turrialba; 2006 [Citado en Junio 2009]. Disponible en: <http://bco.catie.ac.cr:8086/cgiin/isis3wsp.exe>
 28. Díaz Beltrán L, Jiménez Espinosa R, Hidalgo Estévez MC. Estudio hidroquímico y caracterización de los materiales acuíferos del aluvial del Guadalquivir en el sector Mengíbar-Marmolejo (Provincia de Jaén) Iniciación a la Investigación [Serie en Internet] 2006 [Citado en Junio 2009]; (1):1-8 Disponible en: <http://revistaselectronicas.ujen.es/index.php/ininv/article/view/244/226>
 29. Aguado Alonso J. BLOGS El Agua de Madri+d, [Internet] Aguado Alonso J. La contaminación de aguas subterráneas por nitratos. Madrid: Red Madrileña de Tratamientos Avanzados para Aguas Residuales con Contaminantes no Biodegradables (REMTAVARES); 12 Julio, 2006 [citado 20 agosto 2010]. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2006/07/12/35033>
 30. Larios OL. Metahemoglobinemia en lactantes por ingestión de agua subterránea. *Revista Archivo Médico de Camagüey [serie en Internet]* 2008 [Citado en Mayo 2009]; 12(4): Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552008000400008
 31. Fernández CM, Vázquez-Taset YM. Origen de los nitratos (NO₃⁻) y nitritos (NO₂⁻) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas. *Minería y Geología*. 2006; 22(3):1-9.
 32. Sobrero M C, Ronco A. [Monografía en Internet]. 2004. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L). En Ensayos toxicológicos y método de evaluación de calidad de agua: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. Gabriela Castillo (ed.). México [Citado 24 de Noviembre del 2009]: [1p]. Disponible en: web.idrc.ca/es/ev-66572-201-1-do-topic.
 33. Ciencia Desarrollo 1.cdr. [sitio en Internet]. 2004. Aplicación de bioensayos en la medición de toxicidad por metales pesados en fuentes superficiales de agua para consumo humano. [citado 4 de mayo 2009]. [1p]. Disponible en: <http://www.unjbg.edu.pe/coin/pdf/010110007000.pdf>.

Exposición a radiación ultravioleta solar y melanoma cutáneo

FACUNDO GONZÁLEZ E¹, RODRÍGUEZ ÁLVAREZ C², SÁNCHEZ GONZÁLEZ R^{1,2}, GUIMERÁ MARTÍN-NEDA F¹, JIMÉNEZ SOSA A³, MORCILLO REHBERGER A, ARIAS RODRÍGUEZ A²

¹Servicio de Dermatología del Hospital Universitario de Canarias. ²Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de La Laguna. ³ Unidad de Investigación del Hospital Universitario de Canarias.

Dirección para correspondencia: Cristobalina Rodríguez Álvarez. Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Medicina. Campus de Ofra, s/n. 38071. Universidad de La Laguna (Islas Canarias). Telf: +34922319372. Correo-e: crrodrig@ull.es

RESUMEN

El melanoma es una enfermedad de etiología compleja, que está influenciada por factores genéticos y ambientales y dentro de éstos, la exposición a las radiaciones ultravioletas procedentes del sol se considera un factor de riesgo determinante para su aparición.

El objetivo de este estudio ha sido valorar la exposición solar como factor de riesgo en personas diagnosticadas de melanoma maligno en el Hospital Universitario de Canarias, durante los años 1999 y 2006.

Se realizó un estudio descriptivo-transversal. La población de estudio estuvo constituida por 120 pacientes con diagnóstico histopatológico de melanoma maligno. Se estudiaron características de los individuos, el tipo y grado de exposición solar, la presencia de daños actínicos por exposición solar, el haber padecido quemaduras solares en distintas etapas de la vida y el uso de cremas con factor de protección solar.

La mayoría de los pacientes de nuestro estudio presentaron una exposición solar intermitente, con exposición moderada o intensa al sol, con 1-3 episodios de quemaduras solares, en casi todas las etapas de su vida y normalmente, no utilizaban cremas protectoras solares, antes del diagnóstico de la enfermedad.

Los comportamientos inadecuados de exposición y protección solar detectados en nuestro estudio, nos indican la necesidad de incrementar las medidas de protección física a la exposición a las radiaciones ultravioleta solares, que es generalmente aceptada como uno de los elementos más importante de la reducción en la incidencia de melanoma.

Palabras clave: Melanoma cutáneo, radiaciones ultravioleta, exposición solar, factores de riesgo, prevención.

INTRODUCCIÓN

La exposición humana prolongada a la radiación solar ultravioleta (UV) puede dar lugar a efectos agudos y crónicos sobre la piel, ojos y sistema inmunológico. La quemadura solar es el más conocido efecto agudo de la exposición de la piel a la radiación UV. A largo plazo, la radiación UV induce cambios degenerativos en las células de la piel, tejido fibroso y vasos sanguíneos que conducen a envejecimiento prematuro de la piel y fotodermatitis actínica y queratosis y en los casos más graves,

pueden producir cáncer de piel. La radiación ultravioleta (UV) se clasifica en tres bandas, de menor a mayor energía: UVA ($\lambda= 315-400$ nm), UVB ($\lambda= 280-315$ nm) y UVC ($\lambda= 100-280$ nm), sin embargo, sólo los rayos UVB y UVA son de importancia biológica de la carcinogénesis de piel (Pfeifer & You 2005; Besaratinia & Pfeifer, 2008).

El melanoma es la forma más grave de cáncer de piel (Fecher et al., 2007; Gray-Schopfer et al., 2007; Mackie, 2006; Miller & Mihm, 2006) y su incidencia mundial continúa incrementándose (Tucker, 2009; Erdey & Torres, 2010). En Estados Unidos, en 2008,

hubo más de 110.000 casos nuevos de melanoma (alrededor de 50.000 de melanoma in situ y 60.000 melanomas invasivos), con más de 8.000 muertes (Ries et al, 2008). En Europa, se diagnostican aproximadamente 60.000 nuevos casos al año (26.100 en varones y 33.300 en mujeres), lo que representa el 1% de todos los cánceres. Las cifras de incidencia son ligeramente superiores en mujeres que en hombres, 7 y 6 casos por 100.000 personas y año, respectivamente, y cifras aún mayores en el Norte que en el Sur de Europa (Sáenz et al., 2005)

En España, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el año 2004, murieron 841 personas a causa del melanoma maligno -479 hombres y 362 mujeres- un 30 por ciento más que en 1996, con 641 fallecimientos y en el año 2008, fallecieron 510 varones y 367 mujeres a consecuencia de esta enfermedad (INE, 2010).

El melanoma es una enfermedad curable cuando se detecta en las primeras etapas (Fecher et al., 2007; Gray-Schopfer et al., 2007, Miller & Mihm, 2006). Sin embargo, un número considerable de casos de melanoma se diagnostican en etapas avanzadas, lo que puede hacer metástasis a otros órganos y causar la muerte (Gray-Schopfer et al., 2007). Una completa comprensión de la etiología del melanoma y los mecanismos que participan en su desarrollo puede ayudar a elaborar estrategias de prevención, detección temprana y el tratamiento de esta enfermedad (Thompson et al., 2005).

Es una enfermedad compleja con múltiples facetas etiológicas que puede ser influenciada por factores genéticos y ambientales (Mackie, 2006; Miller & Mihm, 2006; Fecher et al., 2007; Gray-Schopfer et al., 2007; Tucker, 2007). Aunque los determinantes genéticos son poco susceptibles de alteración, los determinantes ambientales pueden ser modificados en consecuencia. Además de las variaciones genéticas en alta y baja susceptibilidad de los genes identificados para el melanoma (Begg et al., 2005; de Snoo & Hayward, 2005), las mutaciones somáticas en el gen BRAF (MIN) se producen con frecuencia en el melanoma humano, y están claramente vinculados a la exposición al sol (Maldonado et al., 2003; Edwards et al., 2004; Thomas, 2006; Dhomen & Marais, 2007). Esto hace que la luz solar ultravioleta (UV), un conocido carcinógeno, sea la principal causa de la etiología del melanoma (Tucker et al.2003; Pfeifer & You, 2005), Hocker y Tsao, 2007; Tucker et al.2009).

Diversos estudios muestran que la asociación entre la exposición a la luz ultravioleta y el riesgo de melanoma es compleja (Gandini et al. 2005; Hocker & Tsao, 2007; Besasatinia & Pfeifer, 2008, Tucker et al. 2009). En una revisión de 29 estudios realizada por Elwood & Jopson (1997) mostraron que el melanoma está asociado con la exposición solar intermitente en relación a actividades lúdico-recreativas, en pieles no aclimatadas al sol y esto se refleja en la asociación positiva con quemaduras

solares en todas las edades y especialmente durante la infancia. Otro estudio de metanálisis de Gandini et al. (2005), encontraron que las quemaduras solares juegan un papel importante como factor de riesgo para el melanoma.

La protección física a la exposición a la luz solar es generalmente aceptada como el elemento más importante de la reducción en la incidencia de melanoma. La utilización de ropa protectora, evitar los horas de mayor intensidad solar y la prevención de las quemaduras solares, especialmente en la infancia y en la adolescencia, son medidas que pueden contribuir a la prevención de esta enfermedad. Los cambios de actitud y comportamiento hacia la protección solar han contribuido en la reducción de la tasa de aumento de la incidencia de melanoma en algunos países (Thompson et al. 2005; Sinclair & Foley, 2009; Boyle et al. 2010; Koster et al., 2010; Mendes et al., 2010). La prevención primaria y secundaria de esta enfermedad es fundamental, junto con la identificación de los pacientes con riesgo. Sin embargo, hasta ahora, el impacto de las campañas educativas y preventivas con respecto a la exposición al sol, que desempeña un papel importante en el desarrollo de un melanoma, siguen siendo insuficientes.

El objetivo de este estudio fue determinar los principales factores de riesgo relacionados con la exposición solar de 120 pacientes diagnosticados con melanoma maligno en el Hospital Universitario de Canarias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se realiza un estudio descriptivo transversal de los melanomas diagnosticados en pacientes en el Área Norte Sanitaria de la provincia de Santa Cruz de Tenerife entre los años 1999 y 2006.

Sujetos de estudio

Se estudiaron 120 pacientes diagnosticados de melanoma cutáneo.

Variables recogidas

Para la valoración de los datos anatómico-clínicos se utilizó la Hoja de Recogida de Datos del Registro Nacional del Melanoma Cutáneo (Academia Española de Dermatología y Venereología).

Características epidemiológicas:

Las variables epidemiológicas se recogieron previa elaboración de una ficha en la que se registran todos aquellos aspectos epidemiológicos descritos en la literatura como factores relacionados con el melanoma cutáneo. Esta ficha es cumplimentada por el facultativo mediante entrevista personal y exploración física. Las variables estudiadas fueron las siguientes:

- *Fototipo*. Se ha utilizado la clasificación de Fitzpatrick, clasificando a los pacientes según fototipo cutáneo I, II, III, IV, V, VI.

- *Color de ojos y color de pelo*. Se ha clasificado el color de ojos de los pacientes en negro, marrón, pardo, verdes, azules, grises y el color del pelo en negro, castaño, rubio o pelirrojo.

- *Tipo de exposición solar*. Se han agrupado a los paciente en aquellos que habían recibido exposición solar intermitente (exposición solar en relación con actividades lúdico-recreativas que condiciona la exposición a altas dosis de radiación ultravioleta de manera episódica) o constante (exposición solar continua en relación con actividad laboral) antes del diagnóstico de la enfermedad.

- *Daños actínicos*. Considerado como marcador del daño acumulado por la exposición solar, se han agrupado los pacientes según la presencia de elastosis solar, queratosis actínicas, léntigos actínicos, carcinomas basocelulares, carcinomas espinocelulares.

- *Grado de exposición solar y quemaduras por RUV*. Se ha clasificado la exposición solar en cada paciente en las diferentes etapas de la vida (0-10 años, 10-18 años, mayor de 18 años), antes del diagnóstico del melanoma y el grado de exposición solar total en diferentes grados; nula, baja (menos de 50 horas año), moderada (50-120 horas año) e intensa (más de 120 horas año).

Se ha clasificado el número de quemaduras sufridas por cada paciente (ninguna, 1-3 episodios año, 3-5 episodios año o más de 5 episodios año) a lo largo de las diferentes etapas de la vida (0-10 años, 10-18 años, mayor de 18 años).

- *Factor de protección solar*. Se ha clasificado según el uso de los pacientes de factor de protección solar en siempre, normalmente, poco o nula en diferentes etapas de la vida (0-10 años, 10-18 años, mayor de 18 años, antes del diagnóstico del melanoma).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las principales variables, con estimación de media y desviación estándar en las variables continuas y la distribución porcentual en las variables categóricas. Se analizó la distribución de cada variable y, cuando fue conveniente, se categorizó alguna variable continua según criterios estandarizados.

Se aplicaron los métodos habituales de análisis divariado en los estudios descriptivos, incluyendo la estratificación y la aplicación del test de Pearson basado en la distribución X^2 para variables categóricas y los test de la distribución t para la

comparación de medias en variables continuas. El análisis estadístico se efectuó con ayuda del paquete estadístico SPSS® (versión 17.0 en español).

RESULTADOS

De los 120 pacientes diagnosticados de melanoma en el HUC en el periodo comprendido entre 1999 y 2006, el 37,5% eran varones y el 62,5% mujeres. La edad media del diagnóstico fue de 54,7 años ($\pm 16,7$), siendo la media para los hombres de 56,6 años ($\pm 16,9$) y de 53,7 años ($\pm 16,5$) para las mujeres.

La mayoría de pacientes presentaban fototipo II (51,5%), seguido del fototipo III (37,9%). Por sexo, para los hombres el fototipo III era el más frecuente y

Tabla 1. Tipo de exposición solar según sexo

Tipo de exposición solar	Total N=99	Varones N=32	Mujeres N=67
<i>Intermitente</i>	81(81,8)	29(90,6)	52(77,6)
<i>Constante</i>	18(18,2)	3(9,4)	15(22,4)

en las mujeres el fototipo II.

En cuanto al color de ojos, en nuestro estudio la mayoría de los pacientes presentaban ojos de color marrón (52,5%), seguido del color verde (16,8%) y del pardo (12,9%); sin embargo en la distribución por sexo observamos diferencias significativas ($p < 0,025$), presentando los hombres con mayor frecuencia ojos oscuros (marrones, pardos y negros) que las mujeres (marrones, verdes y azules). El 52,5% de los

Tabla 2. Grado de exposición solar en mayores de 18 años según sexo.

Grado de exposición solar (edad mayor de 18 años)	Hombre N=32	Mujer N=68	P
<i>Intensa (>120 horas/año)</i>	5(15,6)	28(41,2)	<0,034
<i>Moderada (50-120 horas/año)</i>	15(46,9)	25(36,8)	
<i>Baja (<50 horas/año)</i>	12(37,5)	15(22,1)	

pacientes presentaban color de pelo castaño, el 24,8% color negro, el 20,8% rubio y el 2% pelirrojo.

En la tabla 1 se observa la distribución de la exposición solar por sexo. La mayoría de los pacientes (81,8%) referían haber tenido una exposición solar intermitente mientras que un 18,2% de los pacientes refería exposición solar constante, existiendo variaciones por sexo.

Con respecto a los daños actínicos, se observó que la elastosis solar es el daño actínico que aparece con más frecuencia (31,1%), seguido de la presencia de léntigos actínicos (26%), queratosis actínicas (12,6%) y en menor porcentaje la presencia de otras neoplasias cutáneas no melanoma; carcinomas basocelulares en un 8,7% de los pacientes y carcinoma epidermoide en 1% de los pacientes. Existen diferencias signifi-

estado expuestos al sol de manera moderada (50-120 horas /año) a lo largo de su vida (50% de los pacientes), un 30% de los pacientes referían un grado de exposición solar bajo (menor de 50 horas /año) y un 20% de los pacientes un grado de exposición solar intensa (mayor de 120 horas /año). Un elevado porcentaje de pacientes tuvieron un grado de exposición solar moderada e intensa en la infancia y

Tabla 3. Quemaduras por radiación ultravioleta (RUV) a lo largo de la vida

<i>Quemadura por RUV</i>	Total años N=100	0-10 años N=100	10-18 años N=101	>18 años N=100
<i>Más de 5 episodios año</i>	2(2)	4(4)	4(4)	5(5)
<i>Entre 3-5 episodios año</i>	9(9)	6(6)	6(6)	6(6)
<i>Entre 1-3 episodios año</i>	49(49)	29(29)	36(36)	40(40)
<i>No</i>	40(40)	61(61)	54(54)	49(49)

Tabla 4. Uso de factor de protección solar a lo largo de la vida

<i>Factor de protección solar</i>	0-10 años N=100	10-18 años. N=101	>18 años N=100
<i>Siempre</i>	1(1)	1(1)	2(2)
<i>Normalmente</i>	7(7)	8(7,9)	13(13)
<i>Poco</i>	10(10)	11(10,9)	16(16)
<i>Nula</i>	82(82)	81(80,2)	69(69)

Tabla 5. Utilización de factor de protección solar según sexo, entre 10 y 18 años

<i>Utilización de factor de protección solar (10-18 años)</i>	<i>Hombre N=32</i>	<i>Mujer N=69</i>	<i>P</i>
<i>Siempre</i>	0(0)	1(1,4)	<0,037
<i>Normalmente</i>	6(18,8)	2(2,9)	
<i>Poco</i>	2(6,3)	9(13)	
<i>Nula</i>	24(75)	57(82,6)	

cativas en cuanto a la presencia de elastosis solar y sexo, estando presente en un 37,1% de las mujeres y tan sólo en un 18,2% de los varones ($p < 0,041$).

En cuanto al grado de exposición solar, se observó, que en general, la mayoría de los pacientes habían

además se observó que la intensidad de la exposición solar aumentaba con la edad. Existen diferencias significativas en el grado de exposición solar en mayores de 18 años según el sexo, ya que el porcentaje de mujeres que presentaban exposición solar intensa fue del 41,2% respecto al 15,6% de varones ($p < 0,034$) (Tabla 2).

Según el grado de exposición solar total y el tipo anatomoclínico, se reflejó un mayor grado exposición solar (intensa >150 horas /año) para el tipo anatomoclínico léntigo maligno melanoma (100% de los pacientes), frente a exposiciones solares moderadas (50-120 horas/año) para los tipos anatomoclínicos melanoma de extensión superficial (54,7% de los pacientes) y melanoma nodular (53,8% de los pacientes), siendo estas diferencias significativas ($p < 0,001$).

En cuanto a las quemaduras por radiación ultravioleta, en las diferentes etapas de la vida (0-10, 10-18, mayores de 18 años), se observó que la mayoría de pacientes habían presentado entre 1-3 episodios de quemadura por radiación ultravioleta al año en casi todas las etapas de su vida (49%) (Tabla 3).

Con relación al uso de factor de protección solar según las edades, se observó que un elevado porcentaje de pacientes nunca habían usado factor de protección solar a lo largo de su vida. (Tabla 4). Existen diferencias significativas en el uso del factor de protección solar entre los 10-18 años de edad según el sexo, observándose que existe un mayor porcentaje de varones que utilizaban factor de protección solar normalmente (18,8%) respecto a las mujeres (2,9%),

$p < 0,037$, si bien en ambos sexos, el porcentaje de utilización era muy bajo (Tabla 5).

Existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al uso de factor de protección solar en la infancia (menores de 10 años) y entre 10-18 años y tipo anatomoclínico, observándose ausencia de protección solar sobre todo en el léntigo maligno melanoma, melanoma de extensión superficial y nodular ($p < 0,001$) (Tablas 6 y 7).

características fenotípicas de la población española, obtuvimos que la mayoría de pacientes presentaban fototipo II y fototipo III, tenían ojos marrones y pelo castaño, siendo más frecuente el fototipo III en hombres y el fototipo II en mujeres. Esta enfermedad se diagnosticó en un número superior en mujeres que en hombres, coincidiendo con lo que indican Saenz *et al.* (2005). Sin embargo, los últimos datos publicados en España referidos al año 2008 la mortalidad por

Tabla 6. Uso de factor de protección solar en los primeros 10 años de vida y tipo anatomoclínico

<i>Factor de protección solar (0-10 años)</i>	<i>LMM</i> <i>N=3</i>	<i>MES</i> <i>N=64</i>	<i>MLA</i> <i>N=8</i>	<i>MN</i> <i>N=13</i>	<i>LM</i> <i>N=6</i>	<i>NC</i> <i>N=6</i>	<i>P</i>
<i>Siempre</i>	0	0	0	1(7,7)	0	0	<0,001
<i>Normalmente</i>	0	3(4,7)	1(12,5)	1(7,7)	2(33,3)	0	
<i>Poco</i>	0	2(3,1)	4(50)	0	1(16,7)	3(50)	
<i>Nula</i>	3(100)	59(92,2)	3(37,5)	11(84,6)	3(50)	3(50)	

LM: Léntigo maligno LMM: Léntigo malignomelanoma MES: Melanoma de extensión superficial
 MN: Melanoma nodular MLA: Melanoma lentiginoso acral NC: No clasificado

DISCUSIÓN

El melanoma cutáneo está determinado por factores del huésped y por factores ambientales como la exposición solar y se considera esencialmente una enfermedad de individuos de piel blanca. Así, en la mayoría de los estudios, factores como el color claro de piel, pelo rubio, tendencias a desarrollar pecas y los fototipos I y II se han demostrado como factores de riesgo importante para padecer esta enfermedad (Elwood & Jopson, 1997; Bastiaens *et al.*, 2004; Titus-Ernstoff *et al.*, 2005; Doré, 2006; Zanetti *et al.*, 2006; Olsen *et al.* 2010). Nosotros, dado las

esta enfermedad es ligeramente superior en hombres que en mujeres (INE, 2010). Otros estudios también indican una mayor tasa de mortalidad por esta enfermedad en el hombre (Giblin & Tomas, 2007; Mendes *et al.*, 2010), sugiriendo que ser hombre puede ser un factor de mal pronóstico de esta enfermedad (Mendes *et al.* 2010).

La elastosis solar es el daño actínico que aparecía con más frecuencia y las mujeres en general presentaban mayores porcentajes de daño solar, a diferencia de lo que se describe en la literatura con una mayor incidencia de daño solar en varones (Levi *et al.*, 1997).

Tabla 7. Uso de factor de protección solar entre los 10 y 18 años de vida y tipo anatomoclínico

<i>Factor de protección solar (10-18 años)</i>	<i>LMM</i> <i>N=3</i>	<i>MES</i> <i>n=65</i>	<i>MLA</i> <i>n=8</i>	<i>MN</i> <i>n=13</i>	<i>LM</i> <i>N=6</i>	<i>NC</i> <i>n=6</i>	<i>P</i>
<i>Siempre</i>	0(0)	0(0)	0(0)	1(7,7)	0(0)	0(0)	<0,001
<i>Normalmente</i>	0(0)	3(4,6)	2(25)	1(7,7)	2(33,3)	0(0)	
<i>Poco</i>	0(0)	4(6,2)	3(37,5)	0(0)	1(16,7)	3(50)	
<i>Nula</i>	3(100)	58(89,2)	3(37,5)	11(84,6)	3(50)	3(50)	

LM: Léntigo maligno LMM: Léntigo malignomelanoma MES: Melanoma de extensión superficial MN: Melanoma nodular MLA: Melanoma lentiginoso acral NC: No clasificado

La mayoría de los pacientes con melanoma presentaron una exposición solar intermitente. Algunos autores indican que la exposición solar intermitente podría tener un mayor potencial para producir melanoma frente a la exposición solar constante en menores de 50 años, mientras que en mayores de 50 años el melanoma es más frecuente en localizaciones corporales sometidas a exposición solar continua (Elwood & Gallagher, 1998; Doré, 2006). Rivers (2004) indica que los trabajadores al aire libre tienen un menor riesgo de melanoma en comparación con los trabajadores de interior, lo que sugiere que la exposición solar crónica puede tener un efecto protector. Berwick *et al.* (2005) estudiaron la exposición solar y mortalidad por melanoma en 528 pacientes que siguieron durante 5 años y encontraron que la elastosis solar, marcador de daño cutáneo solar, se puede asociar a una mejor supervivencia frente a aquellos pacientes con melanoma sin datos de elastosis solar, indicando que los melanomas que surgen como consecuencia de una exposición solar crónica tienen un fenotipo menos agresivo que aquellos que surgen como consecuencia de una exposición solar intermitente.

En cuanto al grado de exposición solar se obtuvo que la mayoría de los pacientes estuvieron expuestos al sol de manera moderada o intensa antes del diagnóstico de la enfermedad y que esta exposición ocurrió, en muchas ocasiones, desde la infancia, lo que se considera como factor de riesgo para melanoma en la etapa adulta (Sáenz *et al.* 2005, Olivera *et al.* 2006, Aalborg *et al.* 2009).

Existen diferencias significativas en el grado de exposición solar en pacientes mayores de 18 años según el sexo, ya que el porcentaje de mujeres que presentaron exposición solar intensa (>120 horas/año) fue del 41,2% respecto al 15,6% de varones ($p < 0,034$). También observamos diferencias significativas ($p < 0,047$) entre el grado de exposición solar y el tipo anatomoclínico.

Nosotros obtuvimos que la mayoría de pacientes presentaron entre 1-3 episodios de quemaduras por radiación ultravioleta al año en casi todas las etapas de su vida. Numerosos estudios confirman que la presencia de quemaduras solares, principalmente en la infancia y en la adolescencia supone un factor de riesgo importante para el desarrollo de melanoma (Armstrong and Kricger, 2001; Tucker and Goldstein, 2003; Gandini *et al.* 2005; Bränström *et al.*, 2010; Koster *et al.*, 2010)

Con relación al uso de protección solar en los pacientes diagnosticados de melanoma, hemos obtenido que un elevado porcentaje de pacientes nunca habían utilizado cremas protectoras, lo que puede ser debido a que la mayoría de las personas están en torno a los 50 años y el uso de los fotoprotectores se ha venido incentivando desde hace pocos años.

El papel de los fotoprotectores se ha investigado en diversos estudios sobre melanoma (Maier &

Korting, 2005; Ivry *et al.*, 2006; Autier *et al.*, 2007; Autier, 2009; Diffey, 2009; Osterwalder & Herzog, 2009; Héry *et al.*, 2010), existiendo controversia sobre su uso, ya que algunos autores indican un aumento del riesgo de melanoma con su utilización, debido, por una parte, a que los pacientes que más utilizan cremas protectoras solares son individuos de piel clara y con un mayor riesgo inherente de desarrollar melanoma y por otra parte, que su uso permiten conductas de exposición al sol de mayor riesgo y que no serían posible de otro modo (Autier *et al.*, 2007; Autier, 2009; Héry *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

La mayoría de los pacientes con melanoma de nuestro estudio presentaron una exposición solar intermitente, con exposición moderada o intensa, con 1-3 episodios de quemaduras solares en casi todas las etapas de su vida y no utilizaban fotoprotectores, antes del diagnóstico de la enfermedad.

Los comportamientos inadecuados de exposición y protección solar detectados en nuestro estudio, nos indican la necesidad de incrementar las medidas de protección física a la exposición a las radiaciones ultravioleta solares, que es generalmente aceptada como uno de los elementos más importante de la reducción en la incidencia de melanoma.

BIBLIOGRAFÍA

- Aalborg J, Morelli JG, Mokrohisky ST, Asdigian NL, Byers TE, *et al.* Tanning and Increased Nevus Development in Very-Light-Skinned Children Without Red Hair. *Arch Dermatol* 2009; 145(9): 989-996.
- Armstrong BK, Kricger A. The epidemiology of UV induced skincancer. *J Photochem Photobiol B* 2001; 63: 8-18.
- Autier P. Sunscreen abuse for intentional sun exposure. *Br J Dermatol.* 2009 Nov;161 Suppl 3:40-5.
- Autier P, Boniol M, Doré JF. Sunscreen use and increased duration of intentional sun exposure: still a burning issue. *Int J Cancer* 2007; 121(1):1-5.
- Bastiaens M, Hoefnagel J, Westendorp R, Vermeer BJ, Bouwes Bavinck JN. Solar lentigines are strongly related to sun exposure in contrast to ephelides. *Pigment Cell Res* 2004; 17:225-9.
- Besaratinia A, Pfeifer GP. Sunlight Ultraviolet Irradiation and BRAF V600 Mutagenesis in Human Melanoma. *Human Mutation* 2008; 29 (8); 2379-2392
- Begg CB, Orlov I, Hummer AJ, Armstrong BK, Kricger A, Marrett LD, Millikan RC, Gruber SB, Anton-Culver H, Zanetti R, Gallagher RP, Dwyer T, Rebbeck TR, Mitra N, Busam K, From L, Berwick M; Genes Environment and Melanoma Study Group. Lifetime risk of melanoma in

- CDKN2A mutation carriers in a population-based sample. *J Natl Cancer Inst* 2005; 97:1507-1515.
- Berwick M, Armstrong BK, Ben-Porat L, Fine J, Kricke A, Eberle C, Barnhill R. Sun exposure and mortality from melanoma. *J Natl Cancer Inst* 2005; 97(3):195-9.
- Boyle R, O'Hagan AH, Donnelly D, Donnelly C, Gordon S, McElwee G, Gavin A. Trends in reported sun bed use, sunburn, and sun care knowledge and attitudes in a U.K. region: results of a survey of the Northern Ireland population. *Br J Dermatol* 2010; 163(6):1269-1275.
- Bränström R, Kasparian NA, Chang YM, Affleck P, et al. Predictors of sun protection behaviors and severe sunburn in an international online study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2010; 19(9):2199-210.
- De Snoo FA, Hayward NK. Cutaneous melanoma susceptibility and progression genes. *Cancer Lett* 2005; 230:153-186.
- Dhomen N, Marais R. New insight into BRAF mutations in cancer. *Curr Opin Genet Dev* 2007; 17:31-39.
- Diffey B. Sunscreens: expectation and realization. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2009; 25(5):233-6.
- Doré JF. Aetiopathogenesis and risk factors that determine the different Melanoma subtypes. *Oncol* 2006; Supl 1:19-23.
- Edwards RH, Ward MR, Wu H, Medina CA, Brose MS, Volpe P, Nussen- Lee S, Haupt HM, Martin AM, Herlyn M, Lessin SR, Weber BL. Absence of BRAF mutations in UV-protected mucosal melanomas. *J Med Genet* 2007; 41:270-272.
- Elwood JM, Gallagher RP. Body site distribution of cutaneous malignant melanoma in relationship to patterns of sun exposure. In *J Cancer* 1998; 29:78:276-80.
- Elwood JM, Jopson J. Melanoma and sun exposure: an overview of published studies. *Int J Cancer* 1997; 73:198-203.
- Erdei E, Torres SM. A new understanding in the epidemiology of melanoma. *Expert Rev Anticancer Ther* 2010; 10(11):1811-1823.
- Fecher LA, Cummings SD, Keefe MJ, Alani RM. Toward a molecular classification of melanoma. *J Clin Oncol* 2007; 25:1606-1620.
- Gandini S, Sera F, Cattaruzza MS, Pasquini P, Picconi O, Boyle P, Melchi CF. LinksMeta-analysis of risk factors for cutaneous melanoma: II. Sun exposure. *Eur J Cancer* 2005; 41(1):45-60.
- Giblin AV, Thomas JM. Incidence, mortality and survival in cutaneous melanoma. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007; 60(1):32-40.
- Gray-Schopfer V, Wellbrock C, Marais R. Melanoma biology and new targeted therapy. *Nature* 2007; 445:851-857.
- Héry C, Tryggvadóttir L, Sigurdsson T, Olafsdóttir E, Sigurgeirsson B, Jonasson JG, Olafsson JH, Bonniol M, Byrnes GB, Doré JF, Autier P. A melanoma epidemic in Iceland: possible influence of sunbed use. *Am J Epidemiol* 2010; 172(7):762-7.
- Hocker T, Tsao H. Ultraviolet radiation and melanoma: a systematic review and analysis of reported sequence variants. *Hum Mutat* 2007; 28:578-588.
- Ivry GB, Ogle CA, Shim EK. Role of sun exposure in melanoma. *Dermatol Surg* 2006; 32(4):481-92.
- Koster B, Thorgaard C, Philip A, Clemmensen IH. Prevalence of sunburn and sun-related behaviour in the Danish population: a cross-sectional study. *Scand J Public Health* 2010; 38(5):548-52.
- Levi F, La Vecchia C, Randimbison L, Te VC, Erler G. Incidence of invasive cancers following cutaneous malignant melanoma. *Int J Cancer* 1997; 72:776-9.
- MacKie RM. Long-term health risk to the skin of ultraviolet radiation. *Prog Biophys Mol Biol* 2006; 92:92-96.
- Maier T, Korting HC. Sunscreens - which and what for?. *Skin Pharmacol Physiol* 2005; 18(6):253-62.
- Maldonado JL, Fridlyand J, Patel H, Jain AN, Busam K, Kageshita T, Ono T, Albertson DG, Pinkel D, Bastian BC. 2003. Determinants of BRAF mutations in primary melanomas. *J Natl Cancer Inst* 2003; 95:1878-1890.
- Mendes GL, Koifman RJ, Koifman S. Mortality frequency and trends attributed to melanoma in Brazil from 1980-2005. *J Toxicol Environ Health A* 2010; 73(13-14):850-7.
- Miller AJ, Mihm Jr MC. Melanoma. *N Engl J Med* 2006; 355:51-65.
- Olsen CM, Carroll HJ, Whiteman DC. Estimating the attributable fraction for melanoma: a meta-analysis of pigmentary characteristics and freckling. *Int J Cancer* 2010; 127(10):2430-45.
- Olivera SA, Saraiya M, Geller AC, Heneghan MK, Jorgensen C. Sun exposure and risk of melanoma. *Arch Dis Child* 2006; 91(2):131-138.
- Osterwalder U, Herzog B. Sun protection factors: world wide confusion. *Br J Dermatol* 2009; 161 Suppl 3:13-24.
- Pfeifer GP, You YH, Besaratinia A. Mutations induced by ultraviolet light. *Mutat Res* 2005; 571:19-31.
- Ries LAG, Melbert D, Krapcho M. SEER Cancer Statistics Review, 1975-2005. 2008, Bethesda, MD: National Cancer Institute.
- Rivers JK. Is there more than one road to melanoma? *Lancet* 2004; 28:728-30.
- Sáenz S, Conejo-Mir J, Cayuela A. Melanoma epidemiology in Spain. *Actas Dermosifiliogr* 2005; 96(7):411-8.
- Sinclair C, Foley P. Skin cancer prevention in Australia. *Br J Dermatol*. 2009; 161 Suppl 3:116-23.
- Thompson JF, Scolyer RA, Keeford RF. Cutaneous melanoma. *Lancet* 2005; 365:687-701.
- Thomas NE. BRAF somatic mutations in malignant melanoma and melanocytic naevi. *Melanoma Res* 2006; 16:97-103.

- Thomas NE, Berwick M, Cordeiro-Stone M. Could BRAF mutations in melanocytic lesions arise from DNA damage induced by ultraviolet radiation? *J Invest Dermatol* 2006; 126:1693–1696.
- Titus-Ernstoff, Perry AE, Spencer SK, Gibson JJ, Cole BJ, Ernstoff MS. Pigmentary characteristics and moles in relation to melanoma risk. In *J Cancer* 2005; 116:144-9.
- Tucker MA, Goldstein AM. Melanoma etiology: where are we? *Oncogene* 2003; 22: 3042–3052.
- Tucker MA. Melanoma epidemiology. *Hematol Oncol Clin North Am* 2009; 23(3):383-95
- Instituto Nacional de Estadística: www.ine.es/jaxi/tabla.do (Acceso el 11 de noviembre 2010).
- Zanetti R, Rosso S, Martinez C, Nieto A, Miranda A, Mercier M, et al. Comparison of risk patterns in carcinoma and melanoma of the skin in men: a multi-centre case-case-control study. *Br J Cancer* 2006; 13:743-51.